

第三章 仮想化技術と ストレージ・ネットワーク

IBM Virtualization Engine™

企業を取巻く環境：経営環境の変化が速い

環境の変化を感じとり、チャンスを見逃さず対応できる企業が

競争優位を獲得



Internet Week 2004 用資料

日本アイ・ビー・エム株式会社
© Copyright IBM Corporation 2004 All rights reserved.

第三章 3

4つのPain ----- お客様の抱える課題点



1. ビジネス変化への対応



2. ITコスト削減



3. リソースの稼働率



4. IT管理のシンプル化

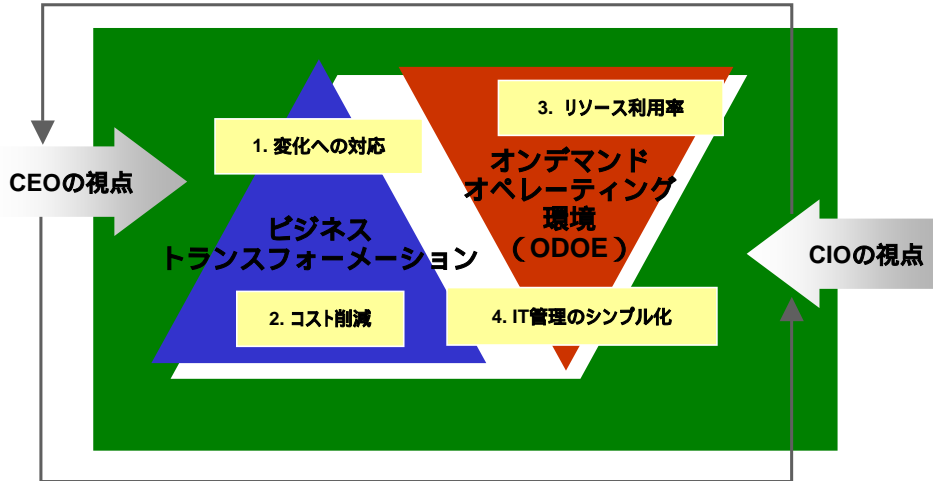


Internet Week 2004 用資料

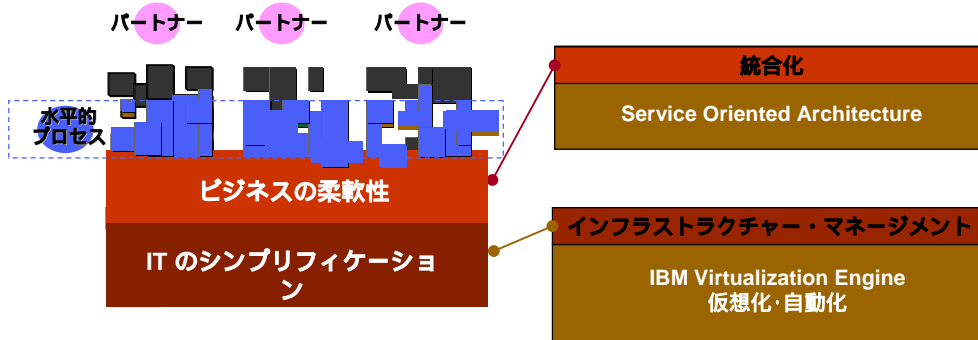
日本アイ・ビー・エム株式会社
© Copyright IBM Corporation 2004 All rights reserved.

第三章 4

お客様の4つのPainにお応えするオンデマンド・ビジネス



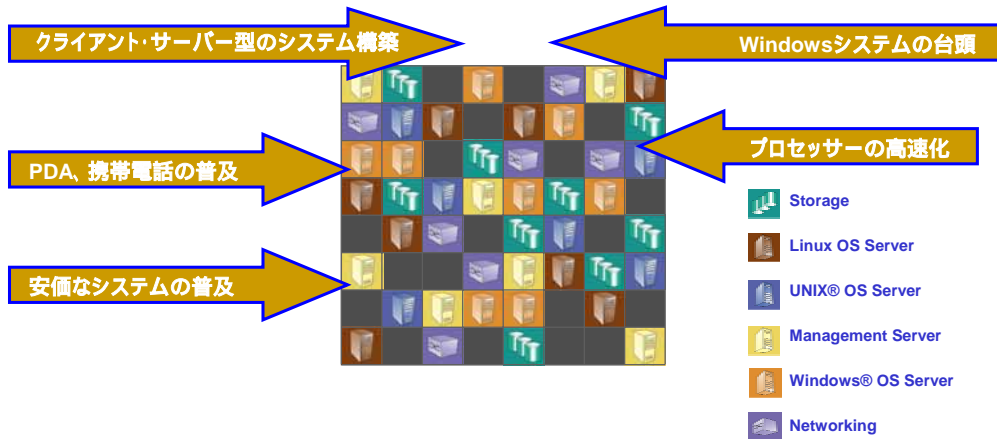
ODOEの柱 ~ IBM Virtualization Engine™



ODOE : On demand Operating Environment : オンデマンド・オペレーティング環境

複雑なシステム環境を作る要因

複雑さがお客様の成功を阻害する



Internet Week 2004 用資料

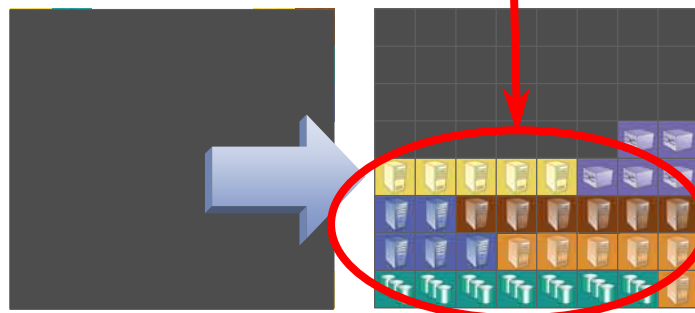
日本アイ・ビー・エム株式会社
© Copyright IBM Corporation 2004 All rights reserved.

第三章 7

統合化による複雑さの排除

統合化は複雑さをなくす第一歩。

でもまだ課題が……
複数システムが混在



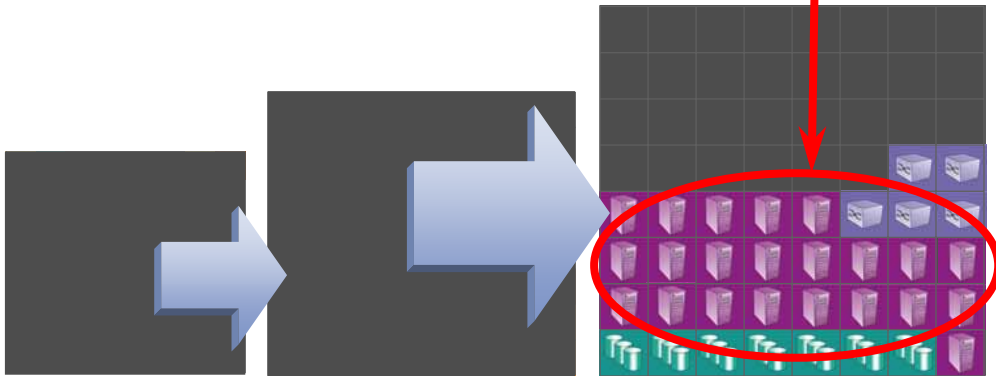
Internet Week 2004 用資料

日本アイ・ビー・エム株式会社
© Copyright IBM Corporation 2004 All rights reserved.

第三章 8

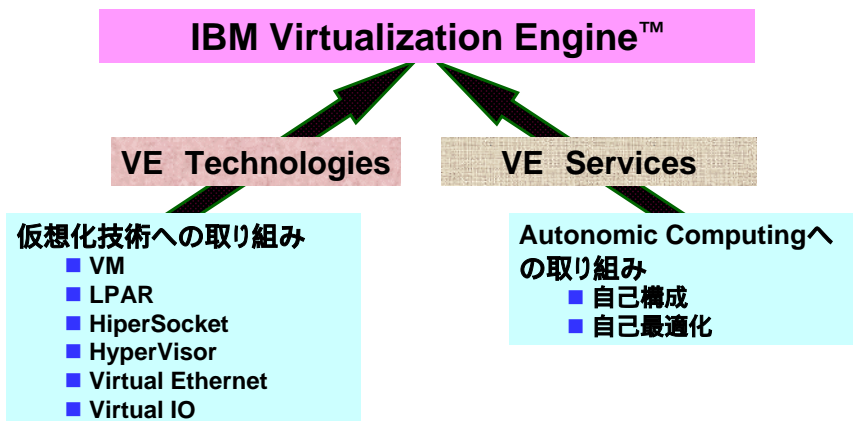
IT Simplification ~ 複雑さの排除と最適化

Virtualization EngineによるIT Simplification
(複雑さの排除と最適化)がお客様の成功を支える

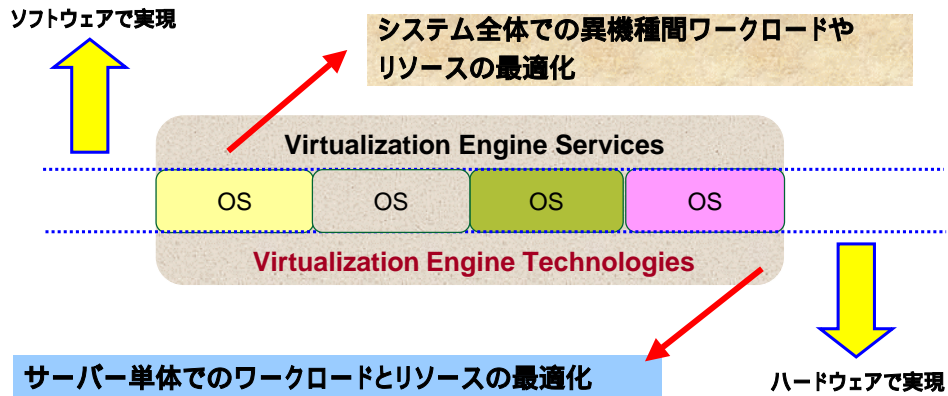


IBM Virtualization Engineのベースとなった2つの取組み

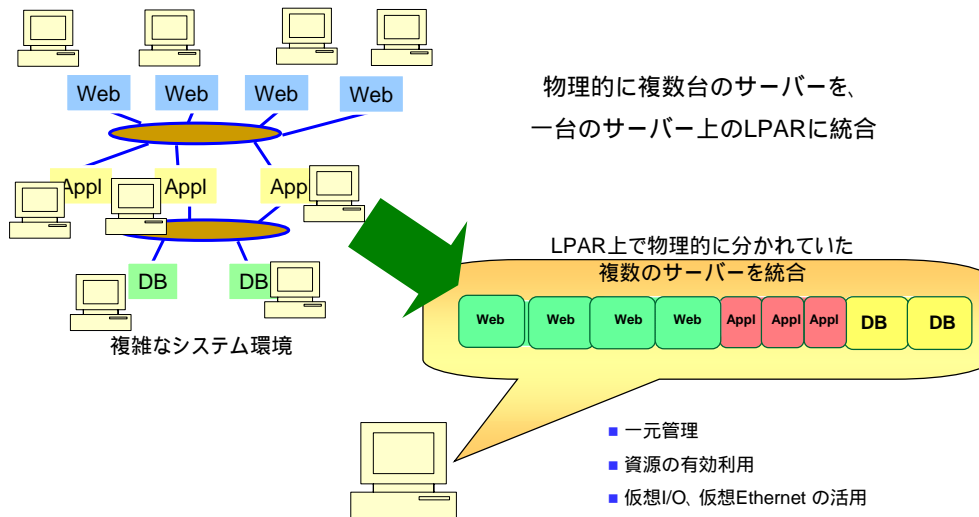
仮想化技術の進展とオートノミック・コンピューティングへの取組みが融合し、
Virtualization Engineへ発展



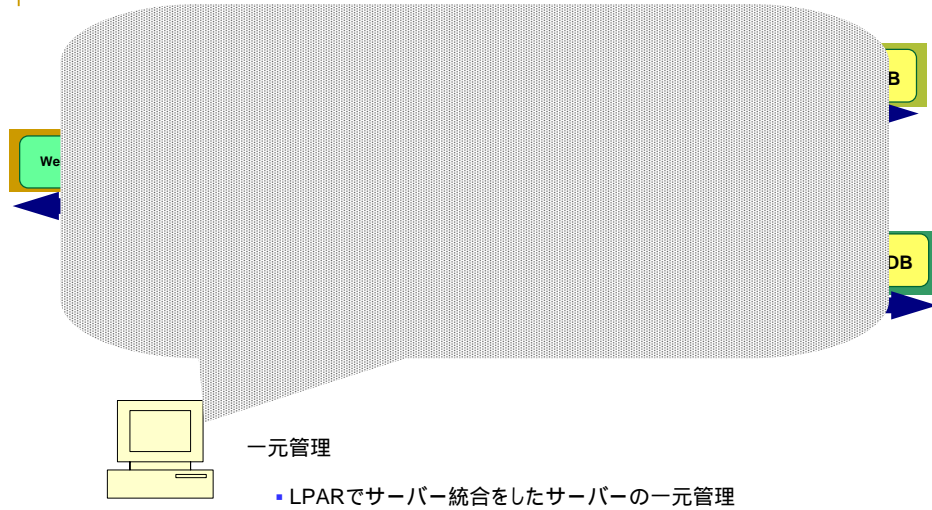
Virtualization Engineが目指す仮想化とは



VE TechnologiesによるITシンプリフィケーション

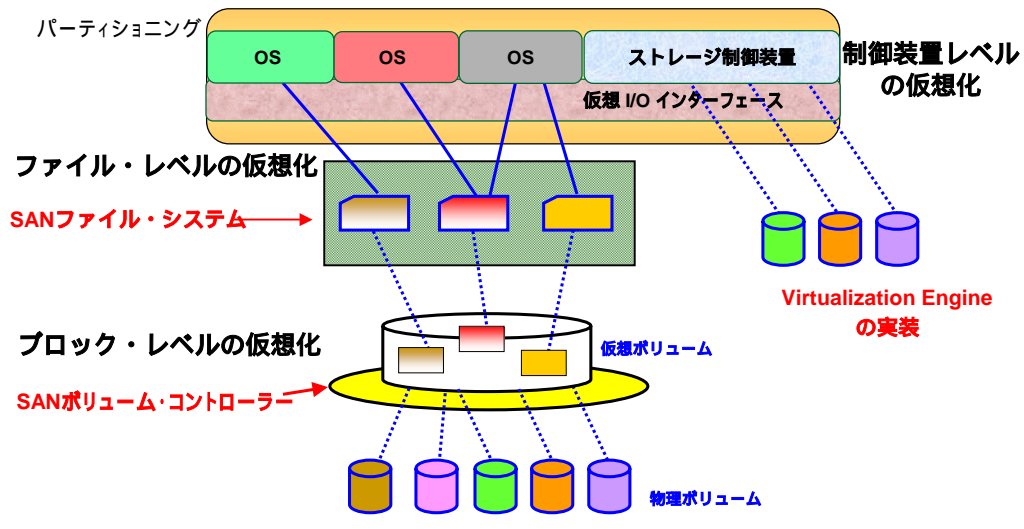


VE ServicesによるITシンプリフィケーション



- 一元管理
- LPARでサーバー統合をしたサーバーの一元管理
 - リソースの最適化
 - ワークロードの最適化

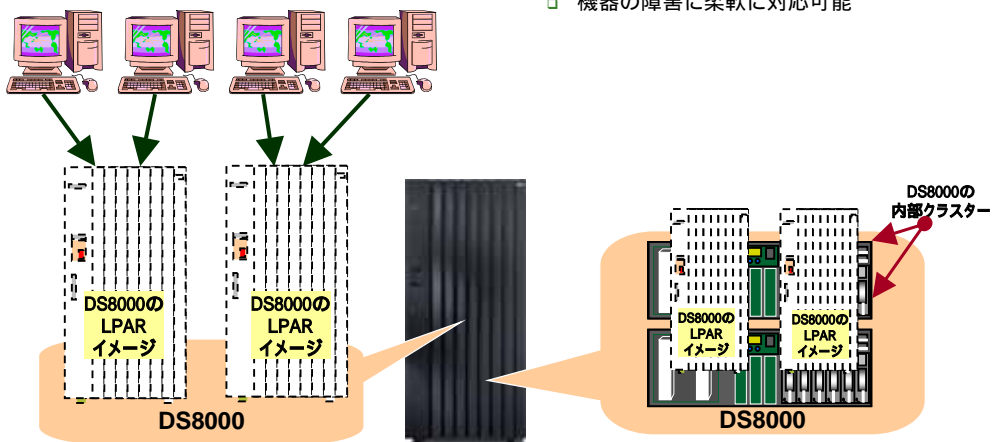
eServer & TotalStorage 仮想化による複雑さの排除



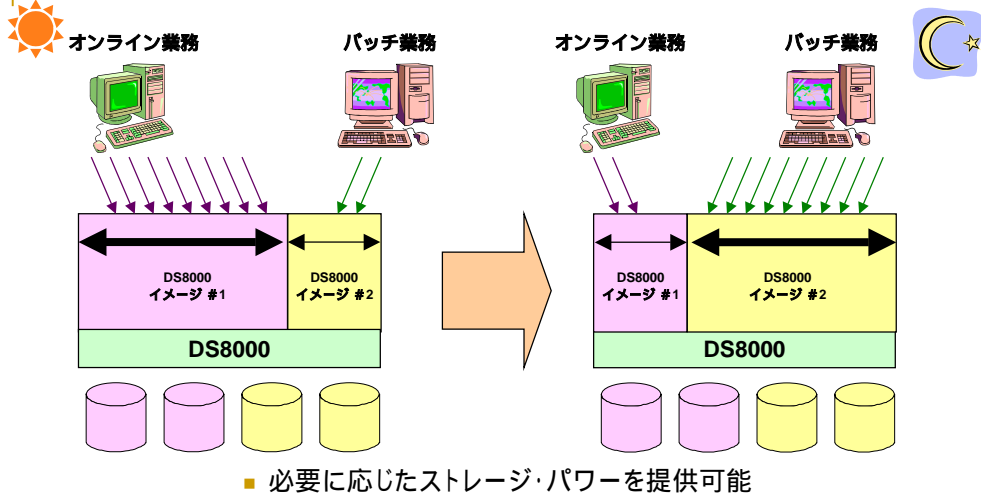
IBM TotalStorage® DS8000による IBM Virtualization Engine™ 機能の実装

DS8000の論理区画(LPAR)機能

- 論理的にDS8000を分割してユーザーに提供
 - LPAR対応のDS8000モデル(2107-9A2)
- 可用性の高い論理的な分割形態
 - DS8000内蔵クラスターに跨る形で提供
 - 機器の障害に柔軟に対応可能



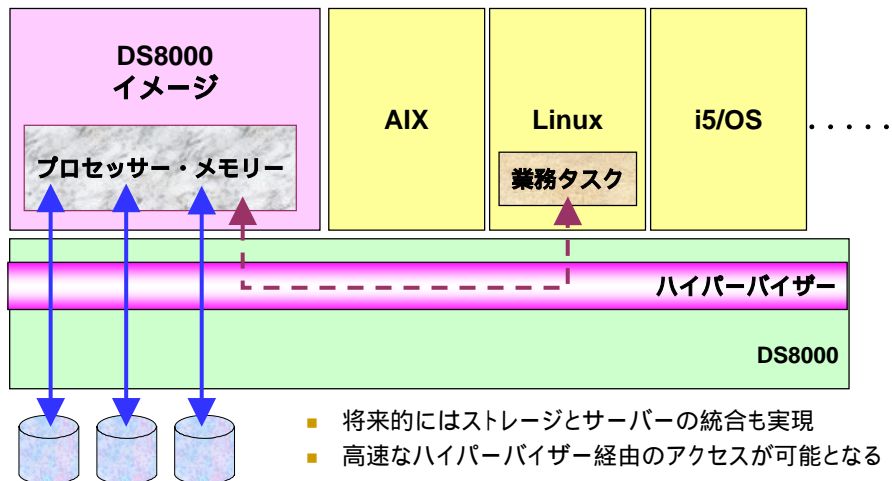
オンデマンドなストレージ・パワーの提供



- 必要に応じたストレージ・パワーを提供可能

当ページでご紹介する機能や利用形態はDS8000の初期出荷モデルでは実装されておりません。当資料では技術的な可能性に基づいてこれらを紹介しておりますが、将来的な実装形態、製品化計画、出荷時期など具体的な計画については、市場動向やお客様ニーズを踏まえ、製品化しないという選択肢も含めて最終的にはIBMの経営判断により決定されます。

適用業務サーバーとストレージ・サーバーの融合



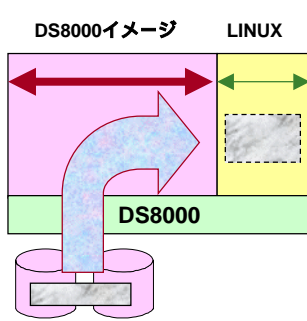
- 将来的にはストレージとサーバーの統合も実現
- 高速なハイパーバイザー経由のアクセスが可能となる

当ページでご紹介する機能や利用形態はDS8000の初期出荷モデルでは実装されておりません。当資料では技術的な可能性に基づいてこれらを紹介しておりますが、将来的な実装形態、製品化計画、出荷時期など具体的な計画については、市場動向やお客様ニーズを踏まえ、製品化しないという選択肢も含めて最終的にはIBMの経営判断により決定されます。

ストレージとサーバーの融合によるオンデマンドの実現

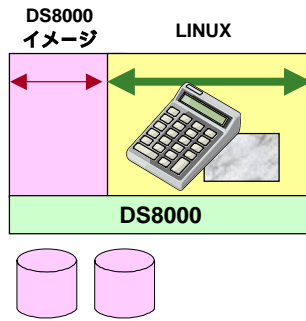
科学技術計算分野への応用例

- データの読み込み



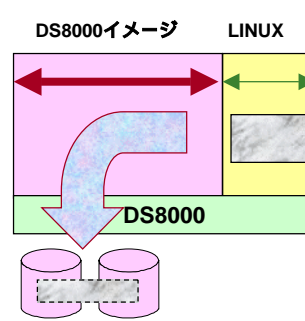
- ストレージへ資源をシフト

- 計算 / 解析の実施



- サーバー業務に資源をシフト

- 結果の保管

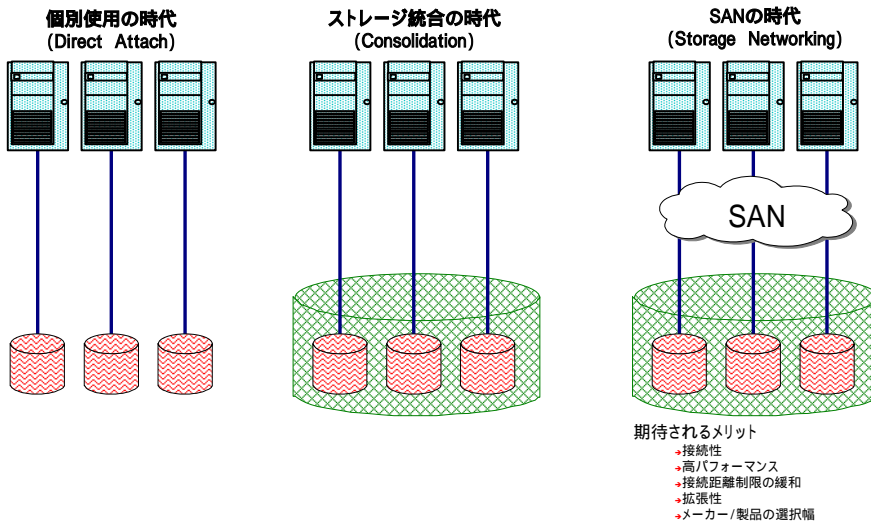


- ストレージに資源をシフト

当ページでご紹介する機能や利用形態はDS8000の初期出荷モデルでは実装されておりません。当資料では技術的な可能性に基づいてこれらを紹介しておりますが、将来的な実装形態、製品化計画、出荷時期など具体的な計画については、市場動向やお客様ニーズを踏まえ、製品化しないという選択肢も含めて最終的にはIBMの経営判断により決定されます。

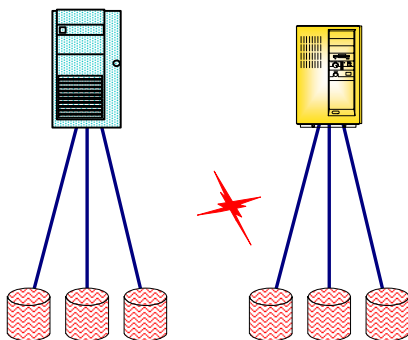
SANの課題と技術発展の方向

DASからストレージ統合を経てSANへ

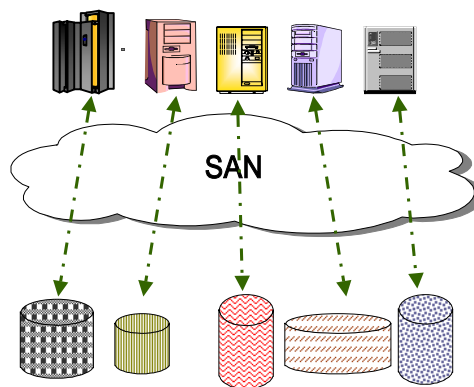


SANの課題 (1)

サーバー間で
データの共有はできない

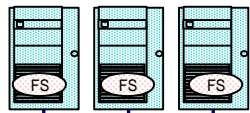


SANはデータ・バスの共有をしているに過ぎない



実質的には個別利用と同じ

SANの課題 (2)

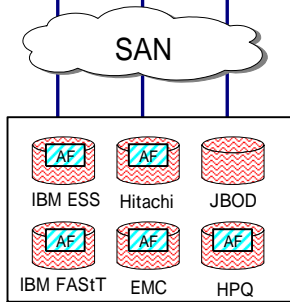


ファイルシステム (File System) の違い

- AIX : JFS, VxFS
- Solaris : UFS, VxFS
- Windows : NTFS, FAT
- Linux : EXT3

課題点

- 異なる方式の採用
- OSやメーカーに依存した管理
- 共用を前提としていない設計



拡張機能 (Advanced Function) の違い

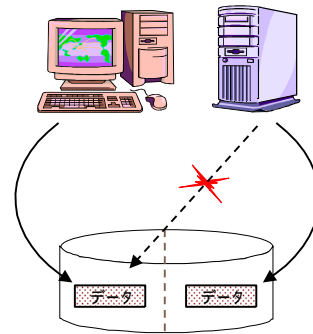
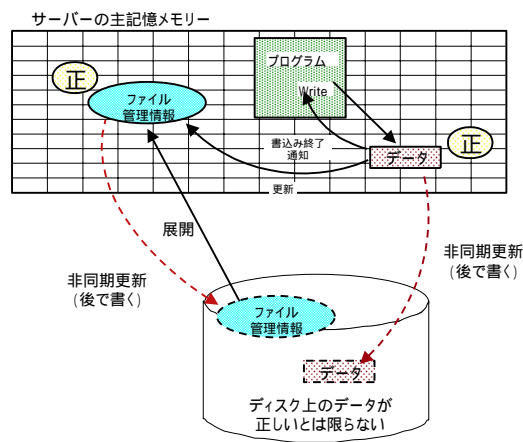
- LUNマッピング
- LUNマスキング
- Read/Writeキャッシュ
- 高速コピー
- 遠隔コピー
- 装置管理

課題点

- 異なる方式の採用
- メーカーや装置に依存した機能装備
- 装置管理や機能設定コマンドが異なる

JBOD: Just Bunch of Disksの略: RAIDやキャッシュなど各種機能を持たない単なるディスク群

OPEN系システムのファイル・システムに起因する課題

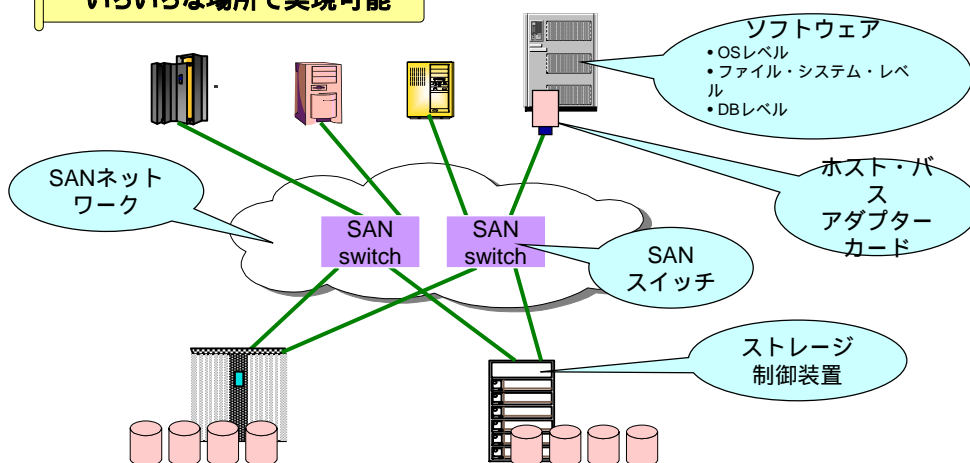


オープン系システムでは
ディスク共用によるデータ共用が困難

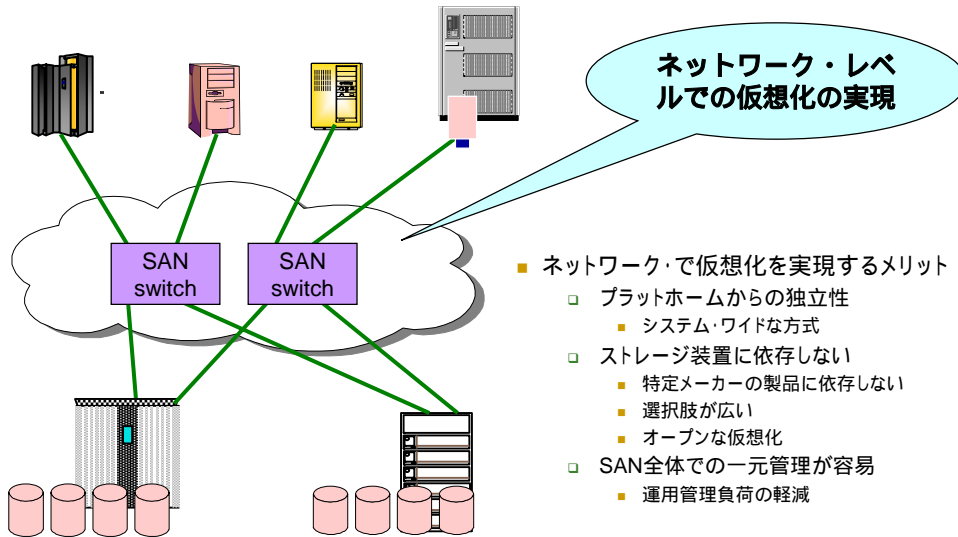
ストレージの仮想化技術

仮想化はどこで行うのか？

いろいろな場所でも実現可能



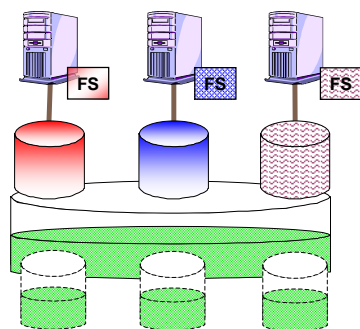
IBMにおける仮想化の実装方式



- ネットワーク・で仮想化を実現するメリット
 - プラットホームからの独立性
 - システム・ワイドな方式
 - ストレージ装置に依存しない
 - 特定メーカーの製品に依存しない
 - 選択肢が広い
 - オープンな仮想化
 - SAN全体での一元管理が容易
 - 運用管理負荷の軽減

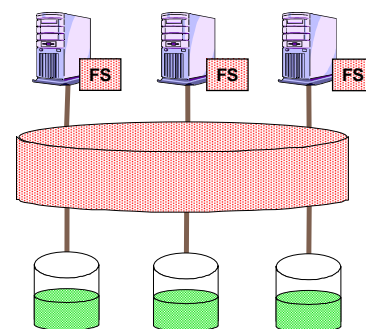
IBMが提供する2つのタイプの仮想ストレージ製品

ブロック・レベルの仮想化



ハードウェア特性の違いを吸収する仮想化
(ディスクの共通化、共有化)

ファイル・レベルの仮想化

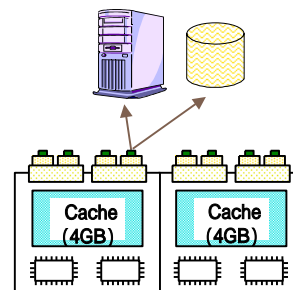


ファイル・システムの違いを吸収する仮想化
(ファイルの共通化、共有化)

ブロック・レベルの ストレージの仮想化技術

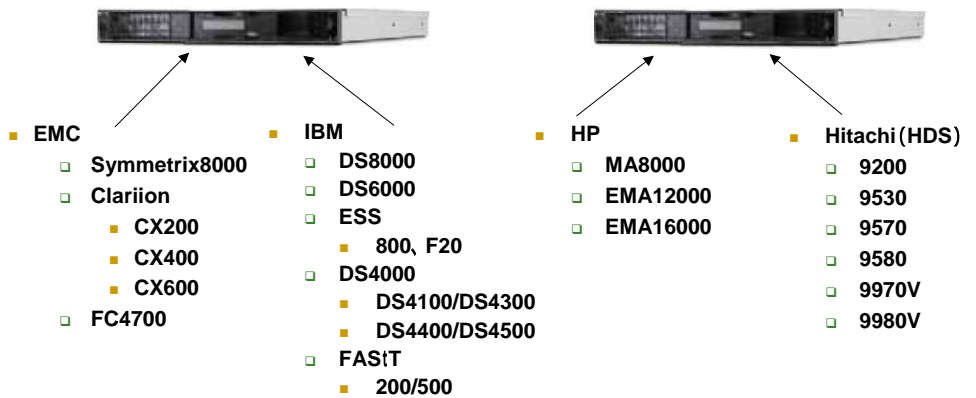
SANボリューム・コントローラー (SVC)

- **ブロック・レベルの仮想化機能を提供**
 - 複数の物理的なディスク装置にまたがって仮想ディスク (VDisk) を設定し、ユーザーに提供
 - 仮想ストレージ環境あたり
 - ・ 2セットまでのSVCをサポート => 今後拡張する予定
 - ・ 最大 1,024個のVDiskをサポート
 - ・ 最大 2ペタ・バイトまでの容量を管理
- **サポートOS**
 - AIX, Windows2000, Linux, Sun Solaris, HP-UX
- **高可用性**
 - 2ノードで1セットの構成
 - ・ 障害時には自動的にテイク・オーバー
 - 二重化UPSを標準で装備
 - 稼働中の保守が可能
- **高パフォーマンス**
 - SVCあたり 8GB の Read/Write キャッシュを搭載
 - 複数バス・サポートを標準装備
- **高機能**
 - FlashCopy : 高速コピー機能
 - PPRC : 遠隔コピー機能
 - 仮想ストレージ環境移行サポート機能



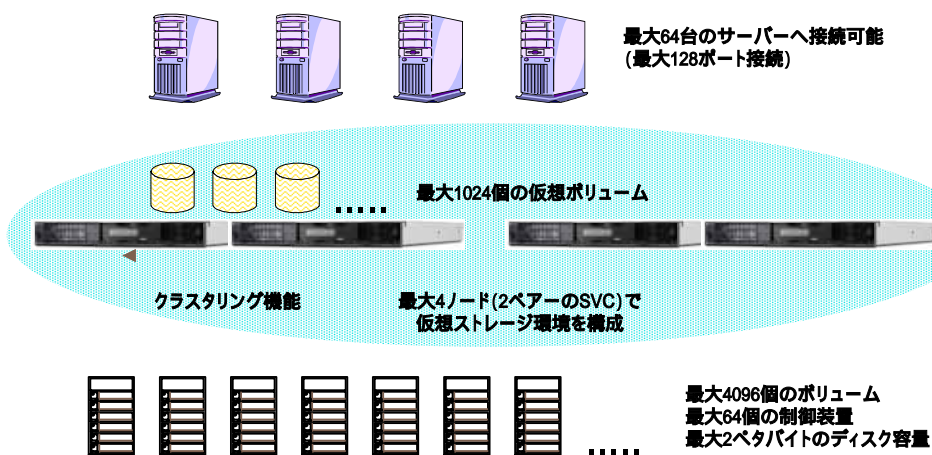
SVCのサポート装置(2004年9月現在)

各社の主要ディスク装置をサポート

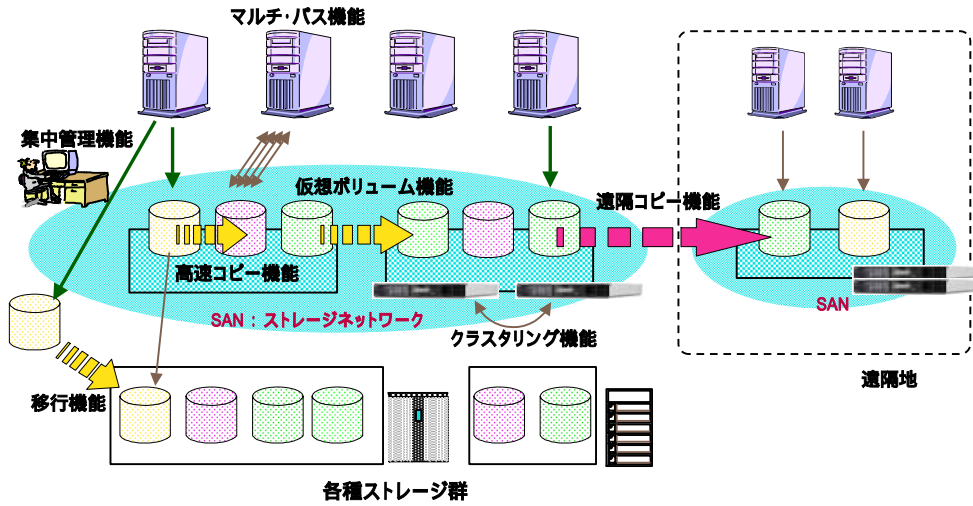


最新詳細情報はIBMのWebサイトにて公開しております。ご確認ください

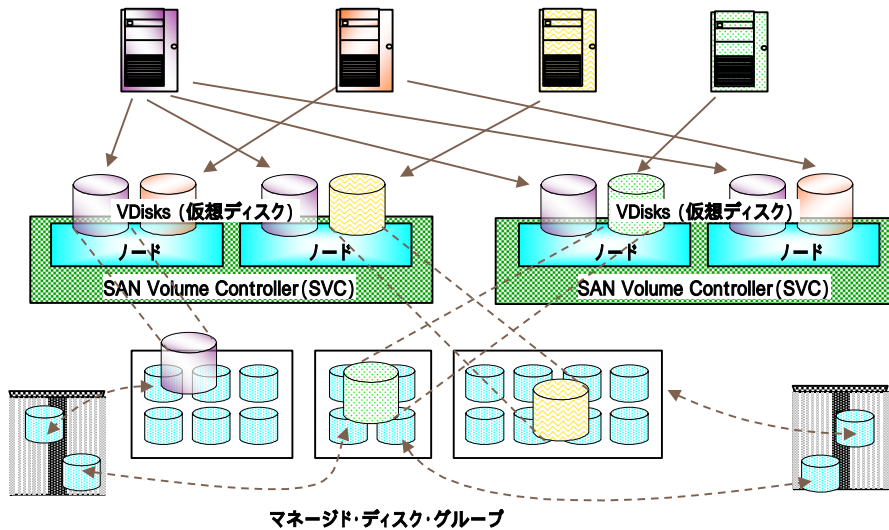
SANボリューム・コントローラーの構成概要



SANボリューム・コントローラーの主要機能概要



物理ボリュームと仮想ボリュームの関係

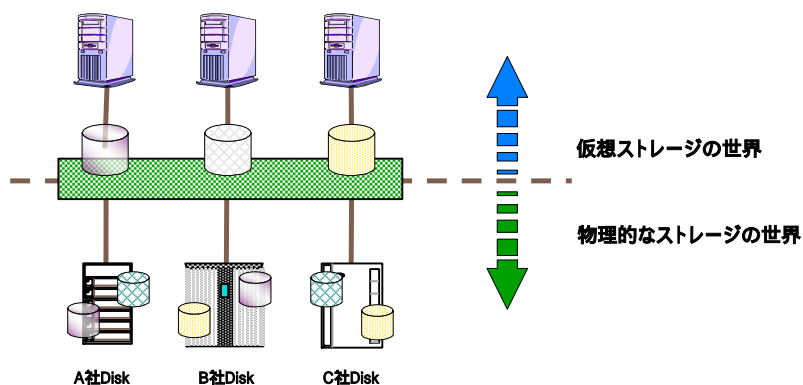


ブロック・レベルの ストレージの仮想化技術、活用事例

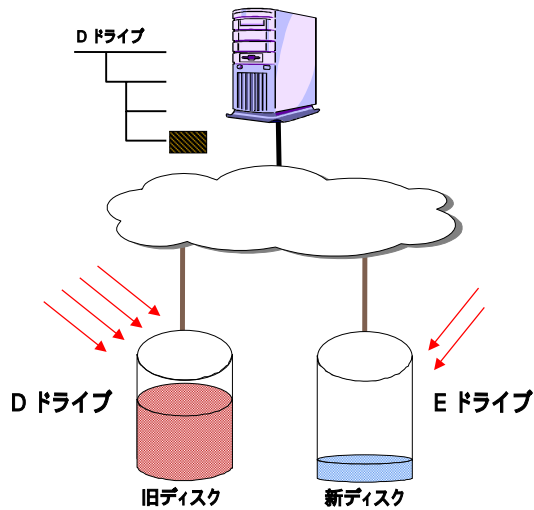
物理的な属性を仮想技術で単純化

■ 物理的な装置に依存しないストレージ環境

- ディスク製品が異なる環境においても、単一的な仮想ストレージ環境をユーザーに提供
- ディスク製品のメーカーや機種の違いにより発生する影響を仮想ストレージ機能で吸収可能
- 柔軟な運用形態が構築可能



ディスク・アクセスにおける一般的課題点

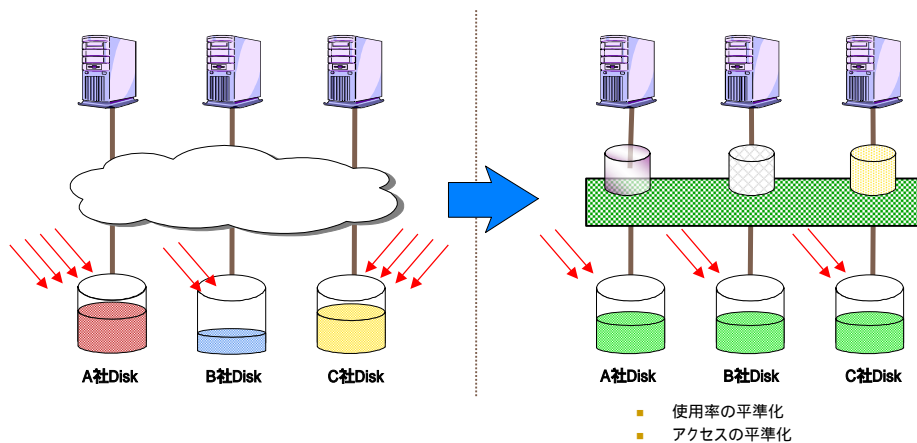


- データの物理的配置先は論理的構造と密接に関連している
 - パス名も含めた形がファイルのフルネーム
- 新規ディスクを導入してもデータの移行は困難
 - ディレクトリーの移動が必要
 - スクリプトやパラメーターの変更などが必要となる
- 結果的に新ディスクを活用することは難しい
 - 運用の変更が伴う
 - 結果的に新ディスクの使用率は低い
 - 旧ディスクは相変わらず使用率が高く、アクセスも多い

ホットスポットの解消

■ ストレージの使用効率を向上

- 異なる物理ディスク装置の使用率を平準化し、ストレージ資源の企業レベルでの投資効率を向上
- データを分散配置することにより、特定の物理ディスク装置への集中化を防ぐことができる

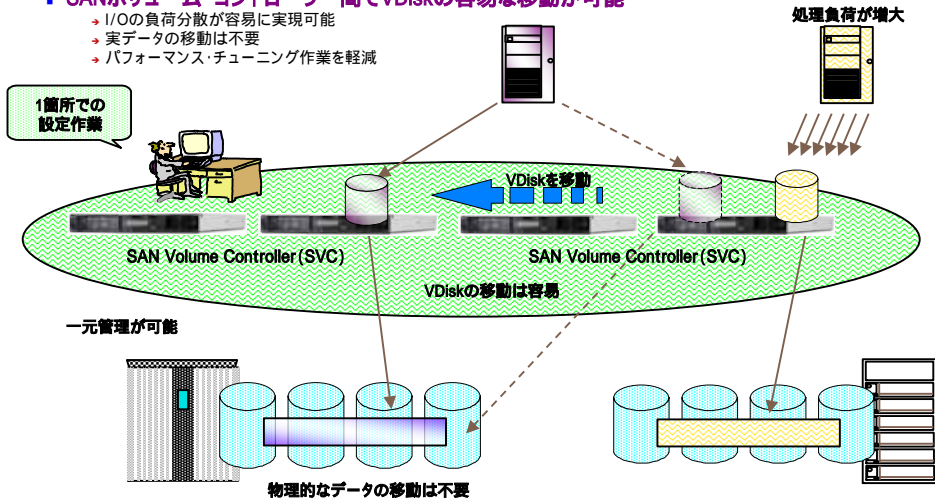


- 使用率の平準化
- アクセスの平準化

キャッシュや制御装置のワークロードの分散

- ・ SANボリューム・コントローラー間でVDiskの容易な移動が可能

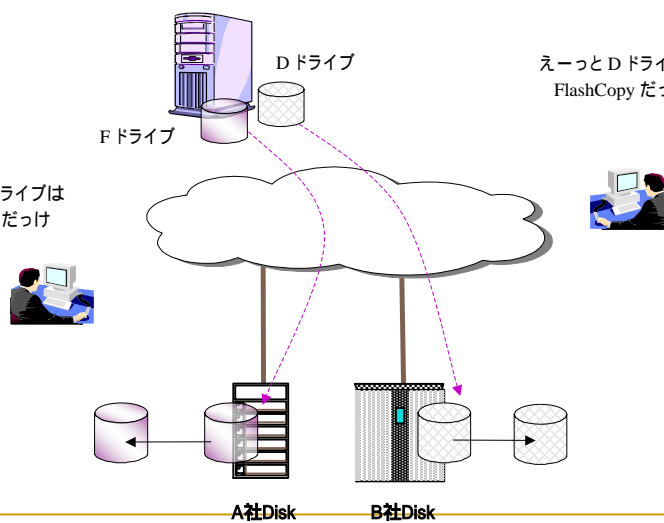
- I/Oの負荷分散が容易に実現可能
- 実データの移動は不要
- パフォーマンス・チューニング作業を軽減



異機種ストレージ装置を利用する場合の一般的課題点

えーっと、Fドライブは
TimeFinder だけ

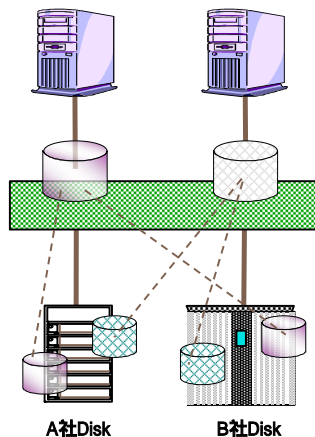
えーっとDドライブは
FlashCopy だけ



ストレージ運用の一元管理が可能

- **ストレージの一元管理が可能**

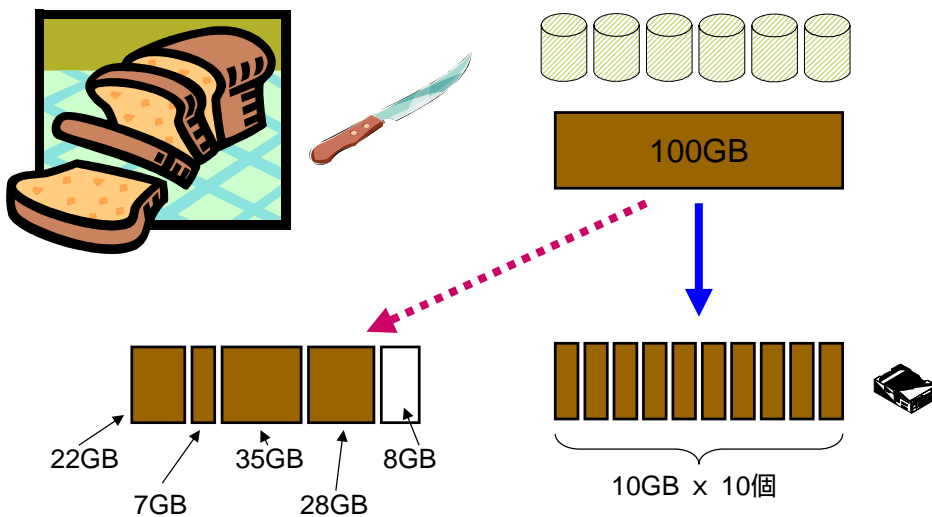
- 各社の製品に固有の管理作業から、ユーザーの運用管理負荷を解消
- 各種拡張機能(高速コピー機能/遠隔コピー機能)を一元化し、運用を簡素化



- **ボリューム管理**
 - ボリューム設定
 - 稼動監視
 - アクセス制御
- **拡張機能の管理**
 - FlashCopy
 - PPRC

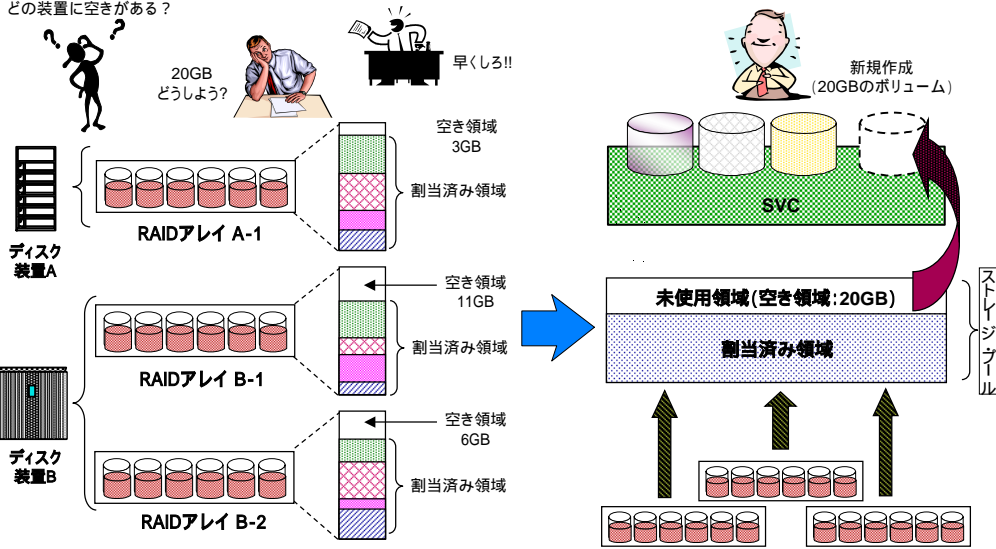


ディスク・アレイ割当運用の一般的課題



ストレージ容量管理の簡素化/効率化

どの装置に空きがある？

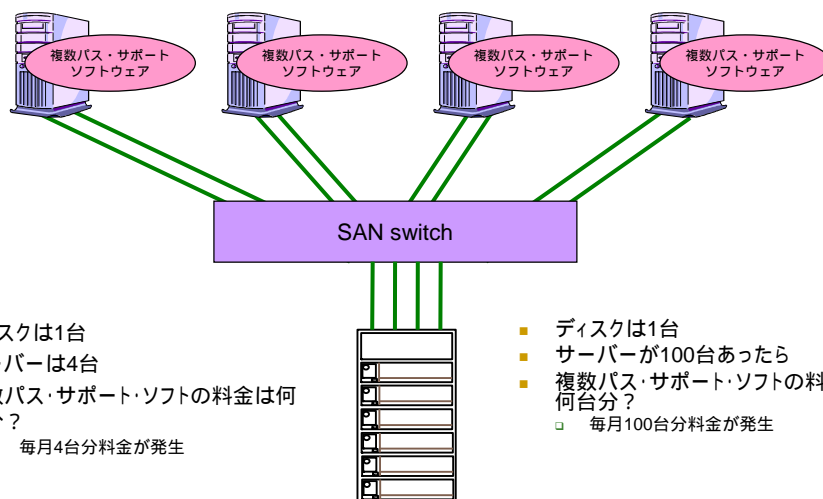


Internet Week 2004 用資料

日本アイ・ピー・エム株式会社
© Copyright IBM Corporation 2004 All rights reserved.

第三章 43

複数バス・サポート・ソフトウェアの一般的課題



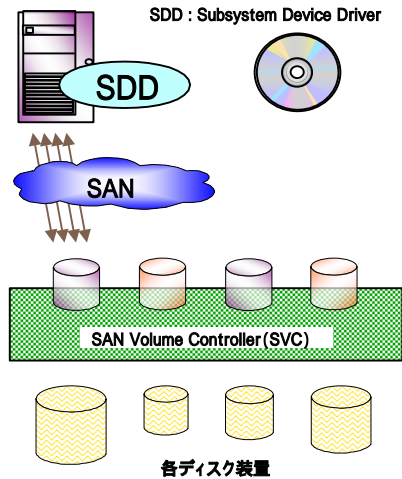
Internet Week 2004 用資料

日本アイ・ピー・エム株式会社
© Copyright IBM Corporation 2004 All rights reserved.

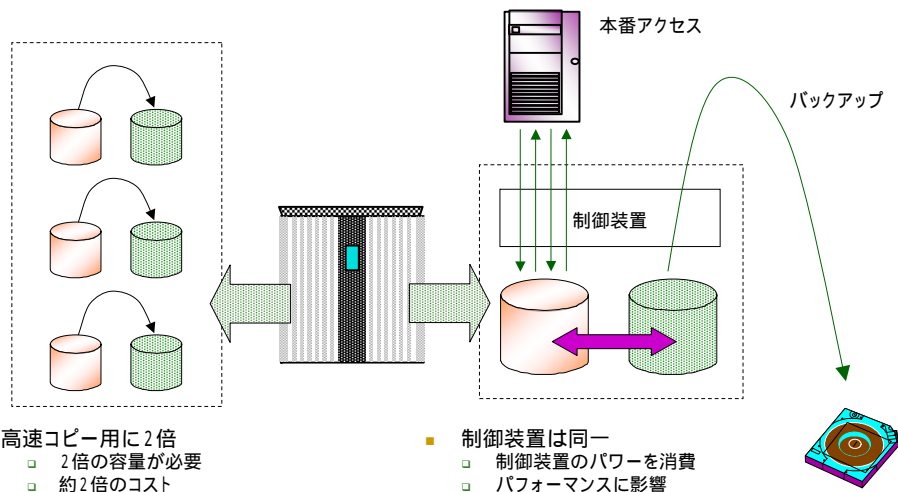
第三章 44

SVCの複数パス・サポート

- 複数パスサポートを行うSDDを標準装備
 - サーバーとSVC間の複数パス接続をサポート
 - CD-ROMでサーバー用モジュールを提供
 - 標準機能なので、追加料金は発生しない
- 標準機能でマルチパス環境を実現
 - 各メーカーや装置に固有の有料マルチパスS/Wのライセンス料金を支払う必要なし
- サポート・サーバー
 - AIX
 - Windows2000
 - Linux
 - Sun Solaris
 - HP-UX
- 複数パスのメリット
 - 可用性の向上
 - バス障害時にも、他のバスで入出力を継続可能
 - パフォーマンスの向上
 - バス使用率を平準化し、パフォーマンスを向上



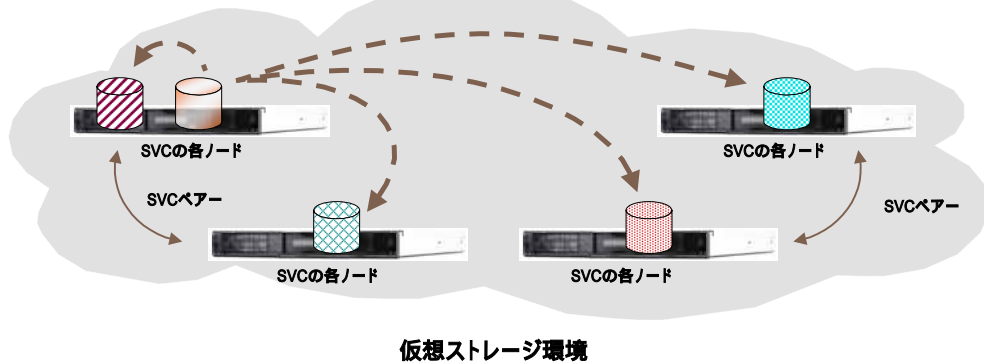
高速コピー機能の一般的課題点



- 高速コピー用に2倍
 - 2倍の容量が必要
 - 約2倍のコスト
- 制御装置は同一
 - 制御装置のパワーを消費
 - パフォーマンスに影響

SVCを利用した高速コピー機能

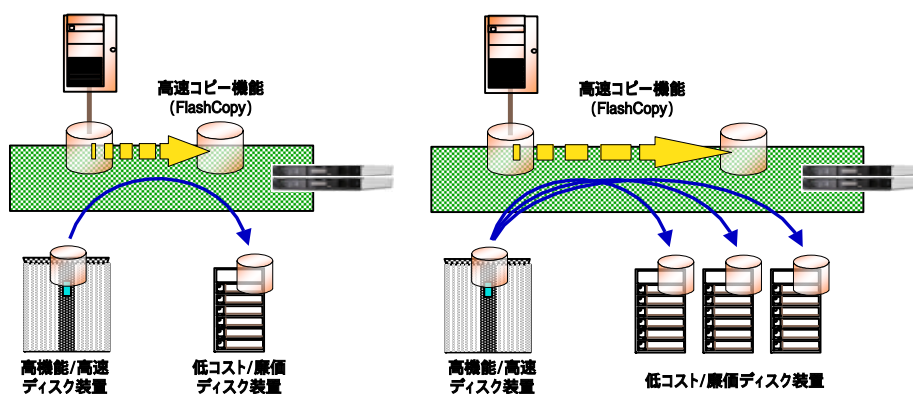
- 高速コピーの適応範囲が広い
 - 同一仮想ストレージ環境であれば、FlashCopyの取得が可能
 - 同一ノード内に対してだけでなく、他のノードや他のSVC内のボリュームに対してもFlashCopyを実施可能
- 制御装置のパワーやキャッシュを分際して活用可能



仮想ストレージ環境

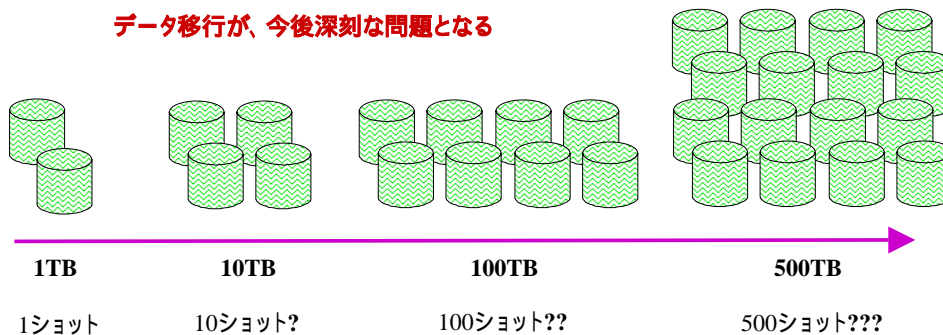
異なるストレージ機器への高速コピーの実現

- **低コストのディスク装置を高速コピーの対象にすることが可能**
 - 異なるメーカーのディスク装置や異なる種類のディスク装置間で高速コピーが取得可能
 - より廉価なバックアップ用ディスクでディスク・イメージを保管できる
 - 従来、コストの問題で多数の取得が困難であった高速コピー・イメージを、複数のバージョンに跨って保管可能になり、リカバリ時間を大幅に短縮する運用の実現が可能



装置移行に関する一般的な課題点

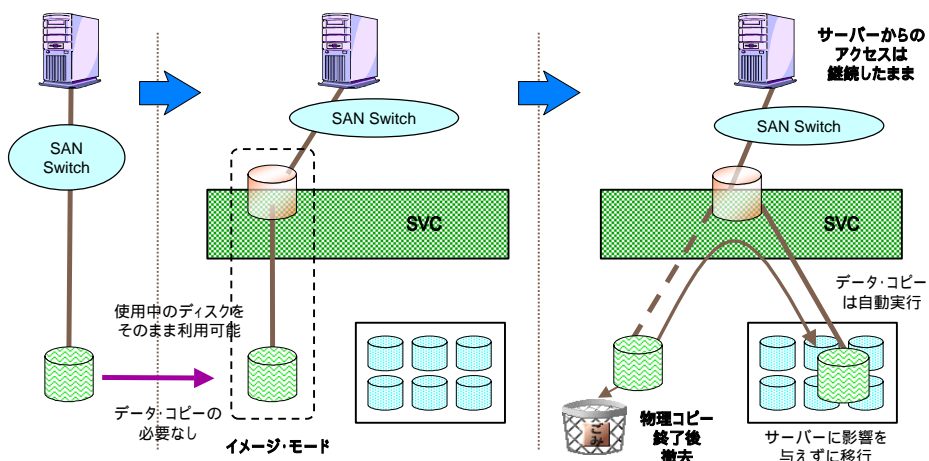
データ移行が、今後深刻な問題となる



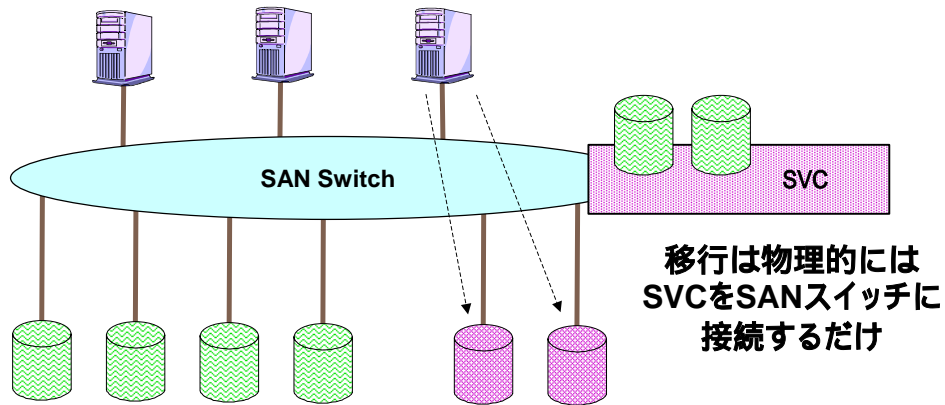
- 保有データ容量はどんどん増加している
- 1日にどの程度のデータを移行することが可能か??
 - 1日1TBのコピーは現実的か? 10TBなら?
 - システムをどの程度停止する必要があるのか?

現状から仮想ストレージ環境への移行サポート機能(1)

(1) 既存使用状態 (2) 既存ディスクをSVC経由で見せる (3) SVCの自動移行機能で仮想環境へ移行



現状から仮想ストレージ環境への移行サポート機能(2)



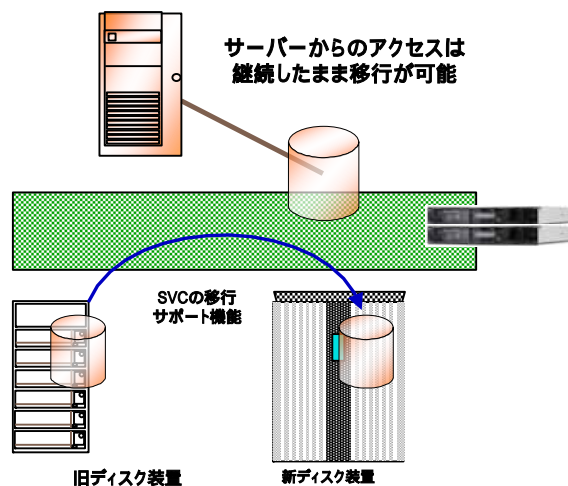
仮想環境におけるディスク移行の容易性

■ ディスクの移行が容易に

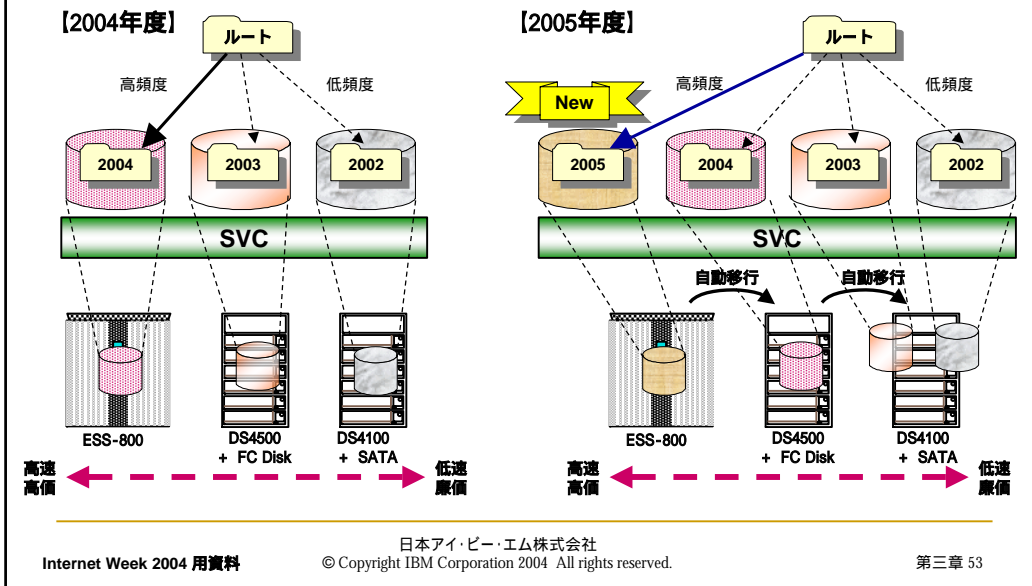
- 移行サポート機能で物理装置のデータ移行が容易
- 装置移行に利用可能
- 旧ディスクから新ディスクの移行を容易に実現

■ データ・アクセスを継続したまま移行可能

- 仮想環境下において、装置移行のためにデータ・アクセスを停止する必要は無い
- ビジネスの継続性を維持したまま、装置移行が可能



移行容易性を利用した新しいデータ再配置実現の例



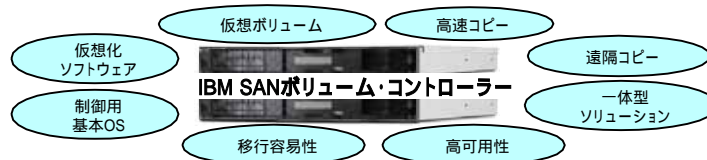
SANボリューム・コントローラーの特徴:まとめ

ハードウェア一体型の仮想ストレージ・ソリューション

- 仮想ストレージ機能をトータルで提供
 - H/W, OS, 仮想ストレージ・ソフトなどを一体で提供
- 他社の一般的なアプローチはソフトのみの提供
 - OS, ソフト, ハードは別々に調達するため, 問題発生時はお客様が個別に問題の切り分けを行わなければならない

高可用性に優れたソリューション

- クラスタリング機能標準装備
- キャッシュへの書き込みデータの二重化
- 二重化UPSの採用
- 複数パス機能を標準装備
- 稼働中の保守も可能



拡張性に優れたソリューション

- 仮想ストレージ環境内に最大4ノードまでのSVCを配置
 - 1つの仮想空間を4つのノードで共有可能
 - 異なるノード間での仮想ボリュームの移動が自由
 - 異なるノード間でもFlashCopy可能
 - 将来的には更に拡張する計画
- 最大2ペタバイトの大容量を管理可能

移行容易性に優れたソリューション

- 現在の状態から仮想ストレージ環境への移行がサポート機能が充実
 - イメージ・モードでの利用
 - データをコピーする必要なし
- 仮想ストレージ環境内での移行柔軟性
 - ディスクの移行作業はサーバーへのアクセスを停止せずに行う事が可能

ファイル・レベルの ストレージの仮想化技術

ブロック・レベルの仮想化の限界

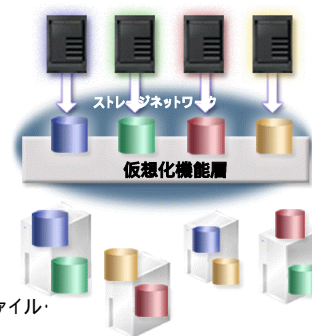
■ ブロック・レベルの仮想化だけでは、データの共有は出来ない

- SANボリューム・コントローラーを利用しても共有はできない
 - ・仮想ボリュームは各サーバーに占有される
 - ・ハードウェアの制限ではなく、ファイルシステムの問題
- 現在利用されているファイル・システム間には互換性が無い
 - ・NTFS、UFS、VxFS、EXT3、FAT、JFS...etc
- 同一ファイル・システム間でも共有は不能
 - ・ファイル・システムの構造上の問題
 - ・例えばNTFS <=> NTFS でもダメ
 - ・OSとファイル・システムの歴史的發展経緯から現状に至る
 - ・例外はホスト・システム (zSeries、S/390)

■ 共有を前提としたファイル・システムが必要

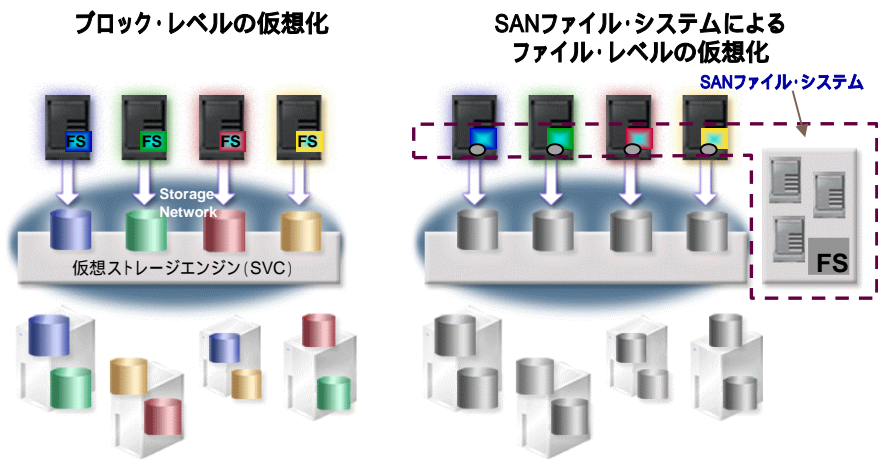
- SANの課題であるデータ共有を実現するためには、共有を前提としたファイル・システムが必要
- 加えて、SAN環境を更に効率的に利用できる仮想化機能を有したファイル・システムの出現が望まれた

ブロック・レベルの仮想化

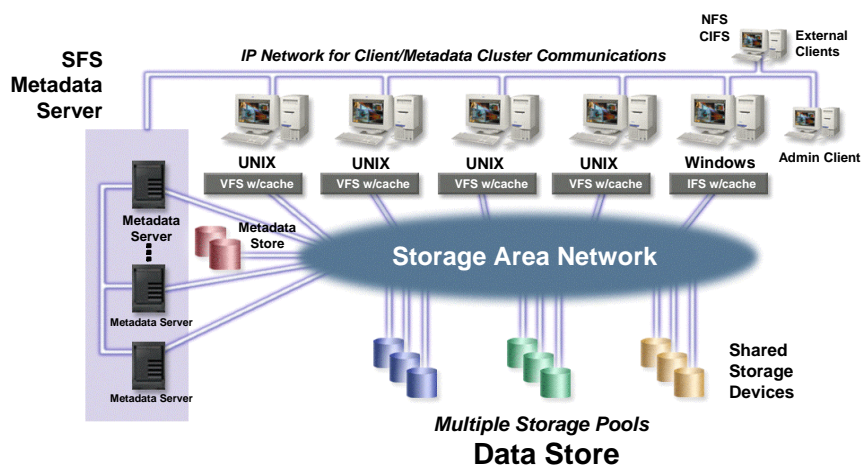


各仮想ディスクは、
各サーバーから占有使用されている

SANファイル・システムを利用した仮想化



SANファイル・システムで実現される世界



IBM TotalStorage SANファイル・システム・サーバー

■ ファイルレベルの仮想化機能を提供

- ▶ 仮想ストレージ機能をファイルレベルで実現
- ▶ 複数のシステムで共有可能なファイル・システム機能を提供
- ▶ 最小2台～最大8台までのクラスタリング構成

■ サポートOS

- ▶ AIX、SUN Solaris、Linux
- ▶ Windows 2000 Server、Windows 2003

■ ファイルのメタデータを集中管理

- ▶ 適用業務サーバー間での高速なファイル共有とフル・ロックング・サポート
- ▶ ポリシーベースのストレージ管理の自動化
- ▶ 重複データの削減や、サーバー間のテンポラリー・スペースの共有化

■ 各種高機能を提供

- ▶ グローバル・ネームスペース
- ▶ ストレージ・プール
- ▶ ポリシーベースのファイル・スペース
- ▶ ストレージの割り当て管理
- ▶ ロッキング
- ▶ キャッシング
- ▶ ボリューム・ドレイン
- ▶ Flash Copyイメージ
- ▶ データ・コピー・マイグレーション・ツール

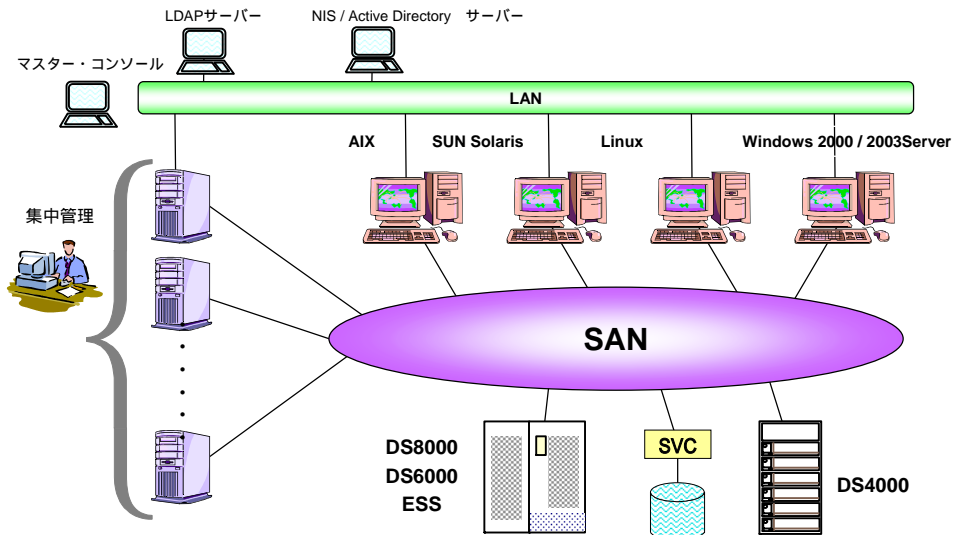
SANファイル・システム
サーバー・ハードウェア



+

SANファイル・システム
サーバー・ソフトウェア

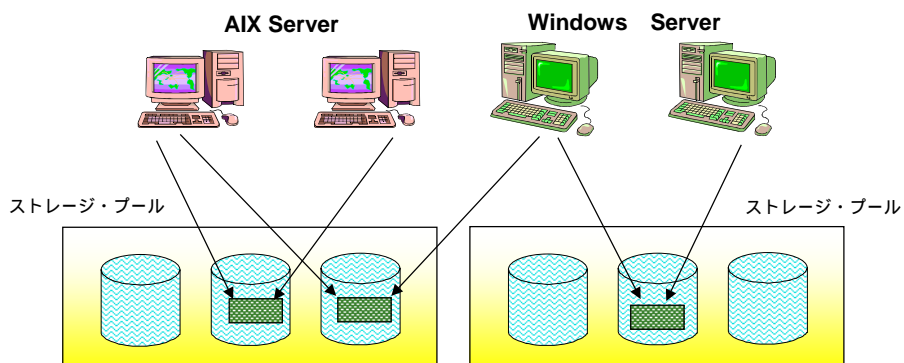
SANファイル・システムで実現される世界



ファイル・レベルの ストレージの仮想化技術、活用事例

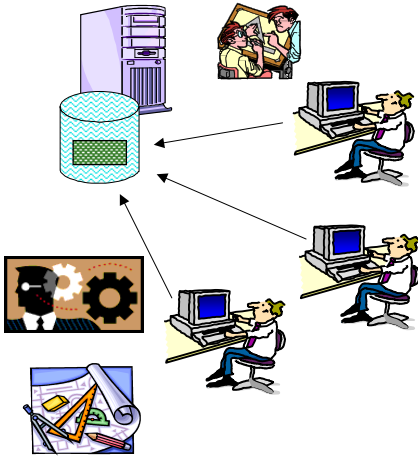
ファイルの共用

- 高速なデータ共有環境の実現
 - ファイバーチャネル・スピードでのアクセスが可能
 - 従来のファイル・システムと同等な利用が可能

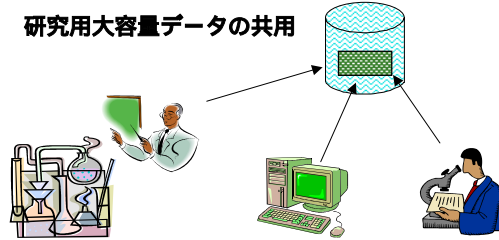


高速なファイル共有で実現するメリット

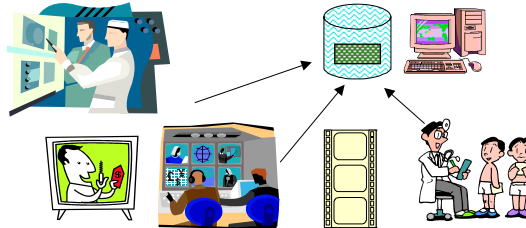
CADシステムでの図面の共有



研究用大容量データの共有



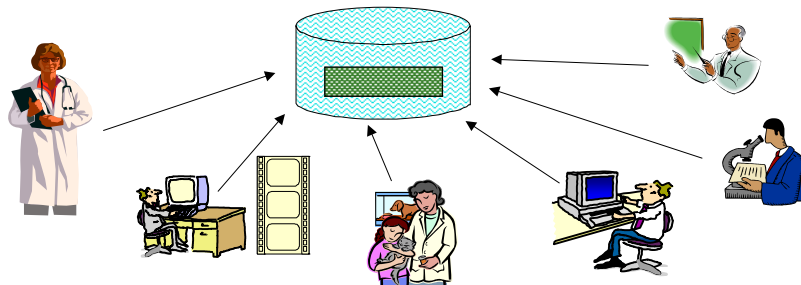
画像データの共有（医療、放送、映像配信）



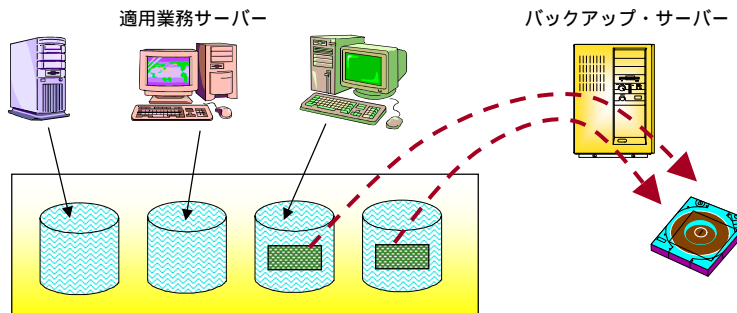
ファイル共有以外にメリットは？

- メリットはデータ共有だけなの？
 - 確かにファイルの共有で広がる世界はあるが、それだけ？

データが共有できる「環境」に大きなメリットがある



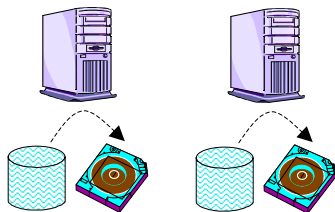
バックアップ・システムでの活用



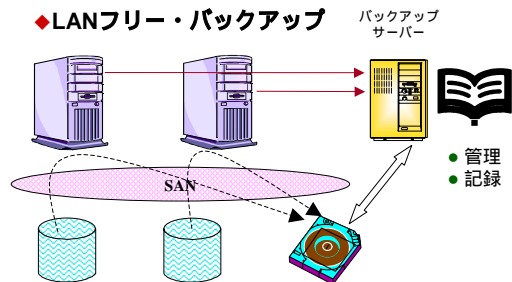
- 適用業務サーバーを稼働させながら、バックアップの取得が可能
- バックアップ・サーバーの集中化が容易
 - 直接バックアップ・システムからSAN経由で対象データを参照可能

《参考》現在利用可能なバックアップ手法

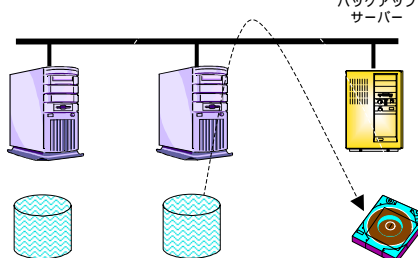
◆直接/個別バックアップ



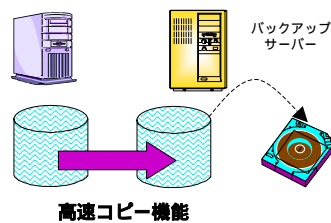
◆LANフリー・バックアップ



◆LAN経由バックアップ

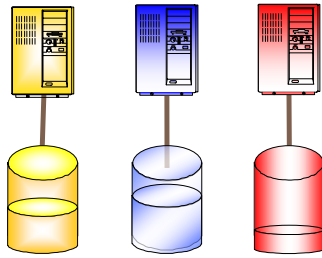


◆高速コピー機能を利用したバックアップ



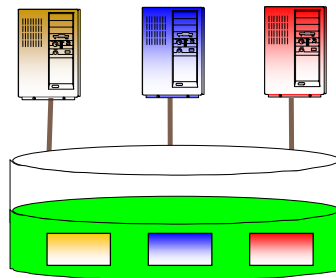
システム間での空きスペースの共用

SFS以前のシステム



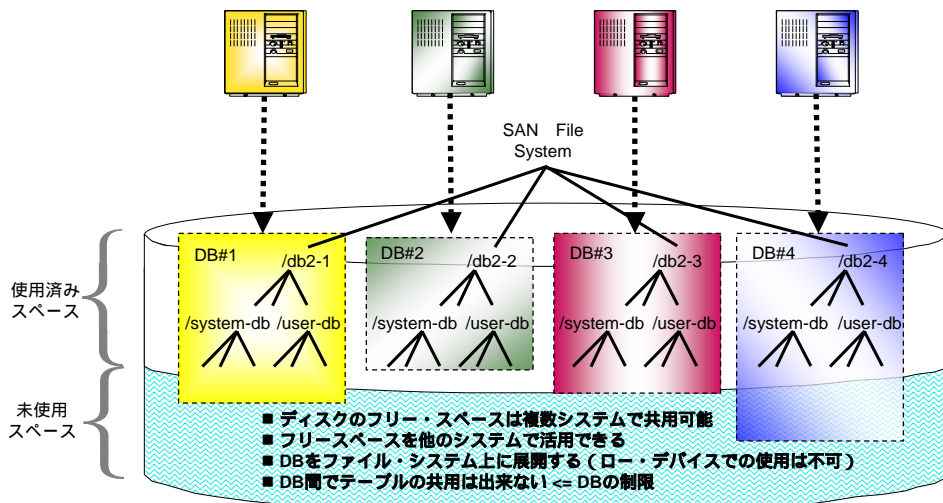
- ディスクのフリースペースは各ディスク単位
- フリースペースを他のシステムで活用できない

SFS後のシステム

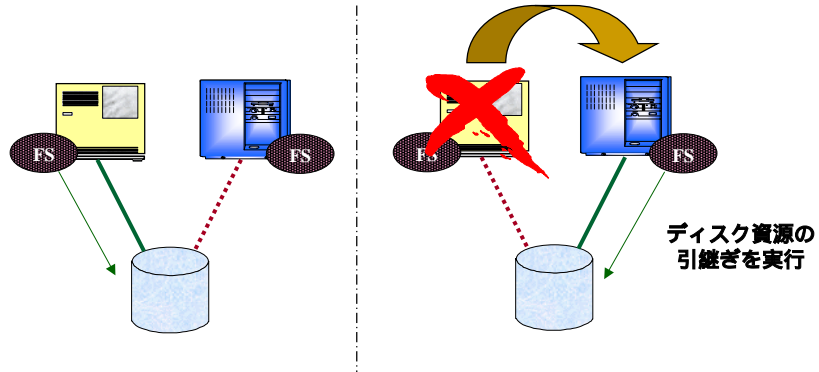


- ディスクのフリースペースはシステム全体で共用
- フリースペースを他のシステムで活用できる

フリー・スペースの共有: データベース・システムでの応用

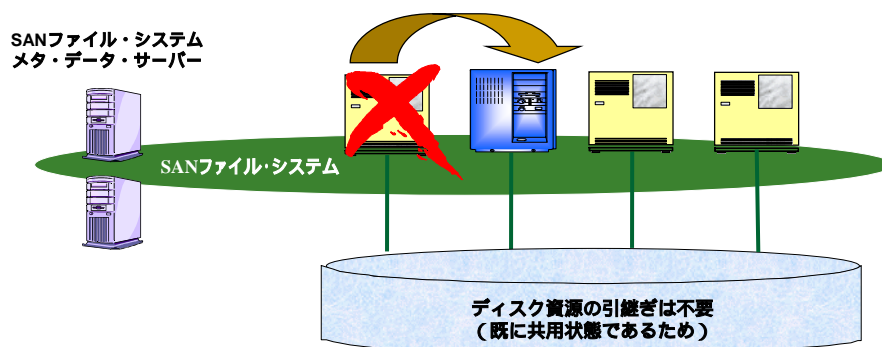


クラスタリング・システムの課題点



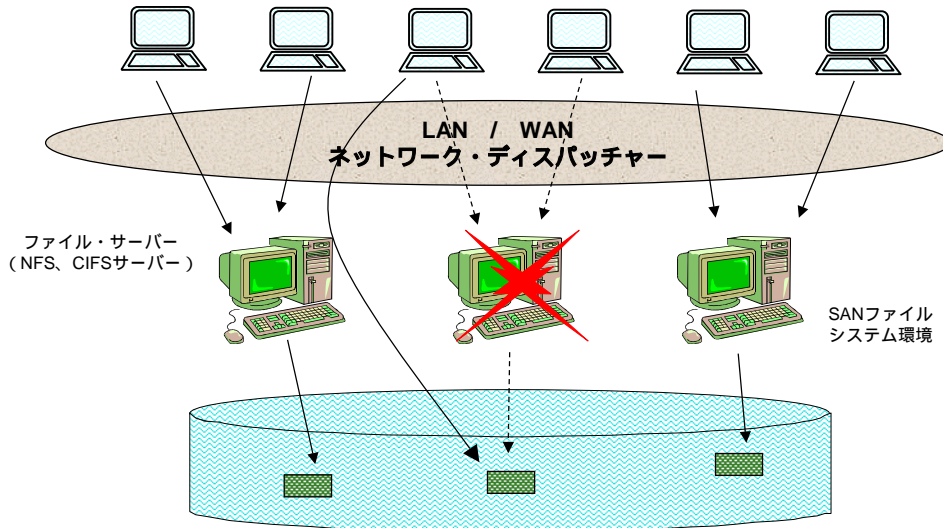
- テイク・オーバーに時間がかかる
 - ファイル・システムの整合性を確認するため
 - FSCK
 - ファイル数やサイズが大きいと時間が伸びる
 - 場合によっては数十分
 - 長い場合は数時間

クラスタリング・システムにおける活用



- SFSではファイル・システムを共有しているため、ディスク資源を引き継ぐ必要はない
 - 共用機能の恩恵により、既に利用可能となっているため
 - 高速なテイク・オーバーが可能
- テイク・オーバー用システムを少なくする事も可能
 - 1対1のクラスタリングではなく、多対1のクラスタリング構成の検討も可能

ファイル・サーバーとの連携による利用

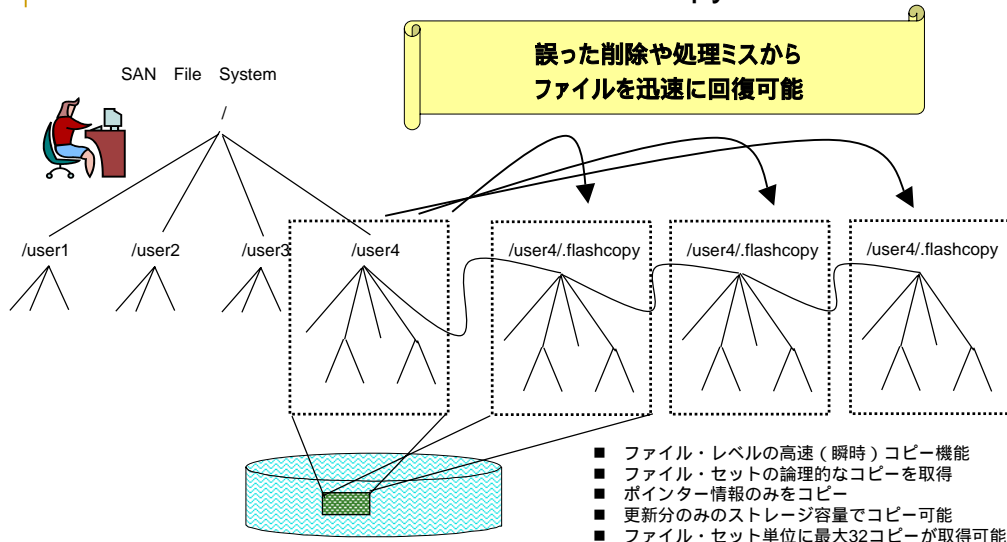


Internet Week 2004 用資料

日本アイ・ビー・エム株式会社
© Copyright IBM Corporation 2004 All rights reserved.

第三章 71

ファイル・レベルの高速コピー : FlashCopyイメージ

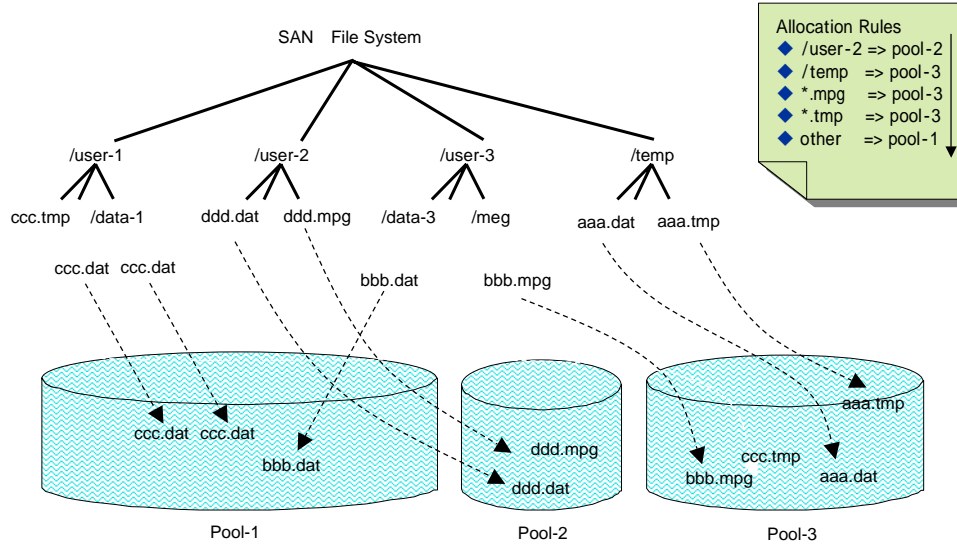


Internet Week 2004 用資料

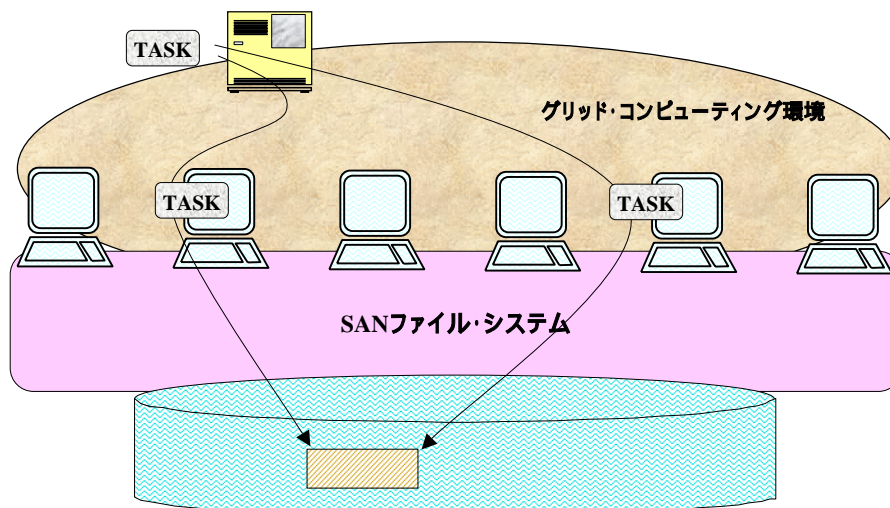
日本アイ・ビー・エム株式会社
© Copyright IBM Corporation 2004 All rights reserved.

第三章 72

ポリシー・ベースのファイル・アロケーションの制御 (例)



グリッド・コンピューティング実現への基礎技術として



SFSで実現される世界 : まとめ

- 共通ファイル・システムを提供
 - システム間でのディスク使用効率のバラツキを解消
 - プラットホームにとらわれないグローバル・ファイル・システムの提供
 - 異なるプラットフォーム間でデータの共用が可能
- ストレージ使用効率の向上
 - 従来システム毎に分割されたディスクの空きスペースを有効に利用可能
 - 企業全体でストレージ資源の平準化が可能
- 仮想ファイル・システムによるワークロードの削減
 - 適用業務に影響なく、ディスクの追加、削減が可能
 - データの物理的な移動を意識する必要はなし
 - フラッシュコピー・イメージで高速なバックアップイメージを取得可能
 - ポリシーに基づいたストレージの最適な配置を実施
- TCOの削減
 - データ配置先を自動的に制御
 - クラスタリングに対する負荷を軽減
 - スペース管理作業の軽減
 - データ・リプリケーション作業の軽減
- 将来へと飛躍する基礎技術
 - グリッド・コンピューティング実現のための前提技術

SANの将来的な展望 ハイブリッドSANと ストレージの仮想化技術の応用が もたらす世界

ハイブリッドSANを支えるスイッチ/ゲートウェイ製品

IBM2062-D01

- MDS 9000シリーズ
- MDS 9612
- 16-48 FC ports
- Max 8 IP port
- 3Uラックマウント
- 中小規模ハイブリッドSAN用



IBM NAS Gateway 500

- IBM NASシリーズ
- 2ノード仕様
- テイク・オーバー機能標準装備
- 10Uラックマウント
- SANをNASとして利用可能



IBM2062 - D04/T04

- MDS 9000シリーズ
- MDS 9506
- 16-128 FC ports
- 8-24のIP port
- 6Uラックマウント
- 中規模ハイブリッドSAN用



IBM2062-D07/T07

- MDS 9000シリーズ
- MDS 9509
- 32-224 FC ports
- 8-40のIP port
- 14Uラックマウント
- 大規模ハイブリッドSAN用



IP Storage Services Module

- 8-Port IP Storage Service Module
- iSCSI, FCIPのプロトコルをサポート
- MDS 9000シリーズ用 IP Storageカード
- IBM 2062で共通に利用可能

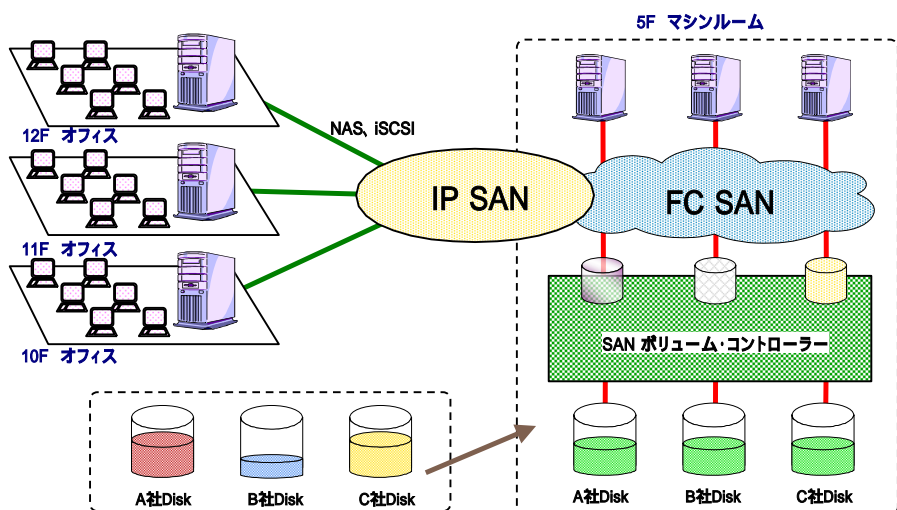


Caching Services Module

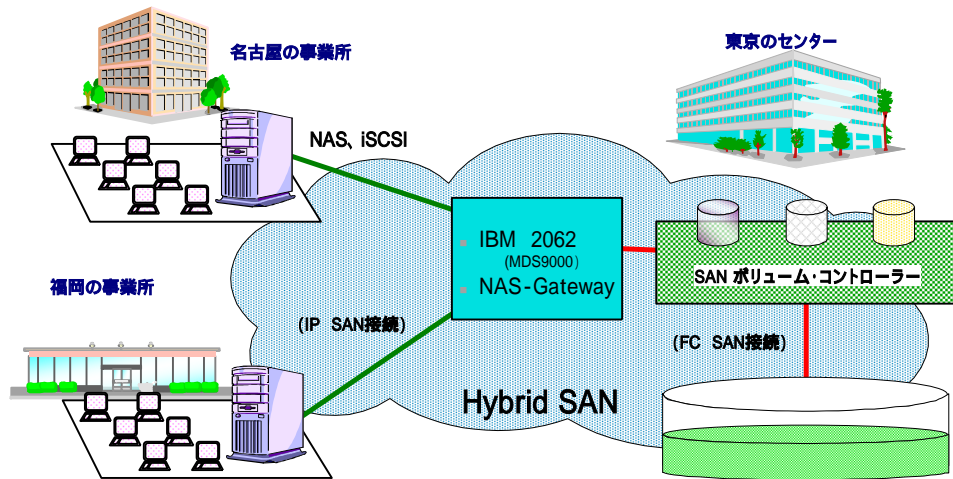
- ブロック・レベルの仮想ストレージ機能を提供
- IBM SVC 相当の機能をスイッチに同梱
- IBM 2062で共通に利用可能

備考: 最大利用可能ポート数はポートの種類の組合せにより変化いたします。

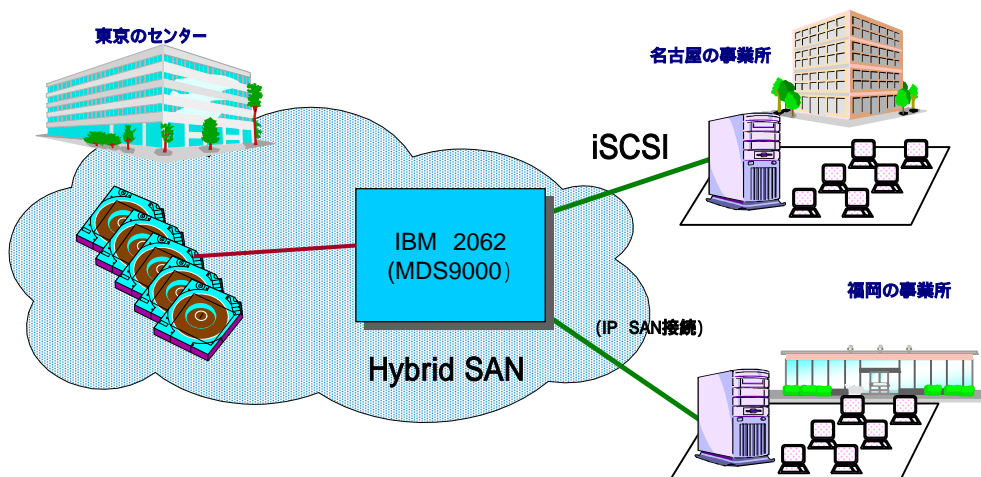
SVCとハイブリッドSANの組合せ



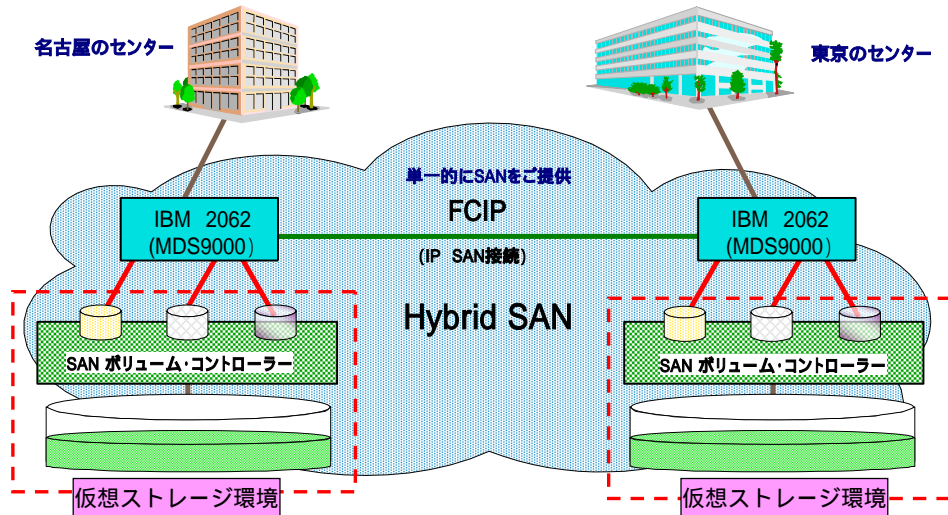
遠隔地にある事業所のデータ統合



遠隔地にあるデータのバックアップ



遠隔地にあるセンターのデータ統合

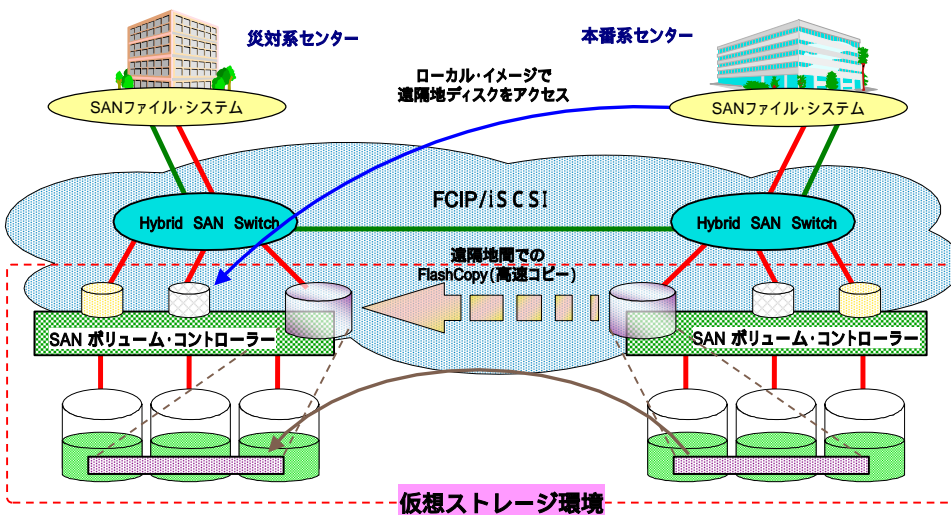


Internet Week 2004 用資料

日本アイ・ビー・エム株式会社
© Copyright IBM Corporation 2004 All rights reserved.

第三章 81

将来的には単一的な仮想ストレージ環境をご提供

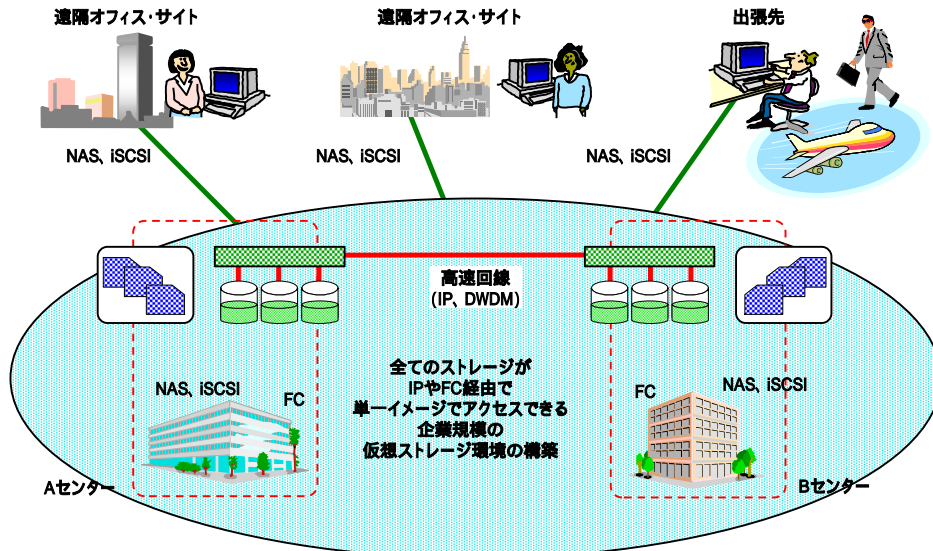


Internet Week 2004 用資料

日本アイ・ビー・エム株式会社
© Copyright IBM Corporation 2004 All rights reserved.

第三章 82

ハイブリッドSAN+仮想化技術の未来予想図



Internet Week 2004 用資料

日本アイ・ビー・エム株式会社
© Copyright IBM Corporation 2004 All rights reserved.

第三章 83

講義終了



最後までお付き合い頂き、ありがとうございました

Internet Week 2004 用資料

日本アイ・ビー・エム株式会社
© Copyright IBM Corporation 2004 All rights reserved.

第三章 84