

ストレージ運用の負荷軽減を実現した 統合記憶管理システム“DMFISM”

“DMFISM”, an Integrated Storage Management System That Reduces the Load of Storage Operation

新村義章*

Yoshiaki Shinmura

井上太郎**

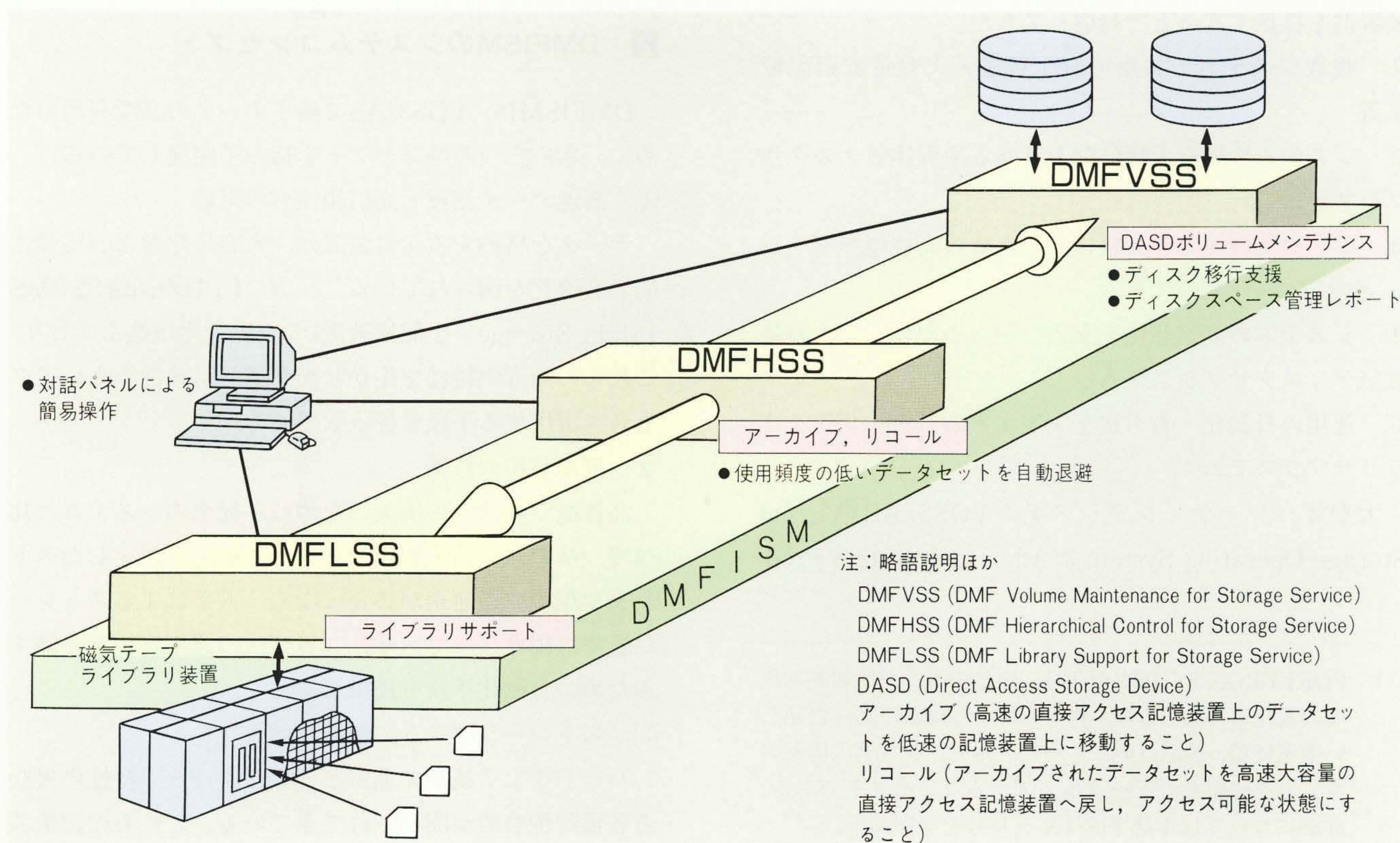
Tarô Inoue

山川隆康*

Takayasu Yamakawa

岩間正資***

Masashi Iwama



DMFISMによるストレージ階層管理 DMFISM(Data Management Facility Integrated Storage Management)を構成するプロダクトの連携により、ストレージ階層内でデータを効率よく配置し、ストレージ階層間でデータを効果的に移動することで、ストレージ運用の負荷軽減を実現する。

分散環境でのトータル マネジメント サーバの役割を果たすため、トータルシステムコンセプト“FOREFRONT”*)に基づき、VOS3/AS(Virtual-Storage Operating System 3/Advanced System Product)システムのストレージサーバ機能である「統合ストレージ管理機能-DMFISM(Data Management Facility/Integrated Storage Management)」の機能を拡充した。

DMFISMは、性能・コスト、容量などの違いによって記憶装置(ストレージ)を階層化し、記憶階層の

複数ボリュームをグルーピングした記憶プールという概念を導入し、記憶プール単位にストレージを管理することにより、ストレージ運用の簡易化を実現している。また、記憶プール内のデータを監視し、アクセス頻度の高いデータは記憶階層の高いストレージに、アクセス頻度の低いデータは低階層のストレージに配置するよう制御することで、データの最適配置を支援している。これにより、VOS3/ASに接続された大容量ストレージをよりいっそう効率よく配置、運用できる。

* 日立製作所 ソフトウェア開発本部

** 日立製作所 システム開発研究所

*** 日立エスケイソフトウェア株式会社

1 はじめに

コンピュータシステムで取り扱うデータ量は増加の一途をたどり、またデータのアクセス形態もホスト主体から分散機(WS: Workstation)へと多様化し、高速で大容量、高信頼性の各種記憶装置の効率的な運用が要求されている。これに対してハードウェアの面では、次の記憶装置群を提供することで対応してきた。

- (1) 複数システムで共用可能な高速・大容量拡張記憶装置
- (2) システム性能を大幅に向上させる半導体ディスクサブシステム
- (3) データ処理能力を大幅に向上させる高性能キャッシュディスクサブシステム
- (4) システムの高信頼性を支えながら小型化する大容量磁気ディスクサブシステム
- (5) 運用の自動化・省力化を実現する磁気テープライブラリサブシステム

大型オペレーティングシステムVOS3/AS (Virtual Storage Operating System 3/Advanced System Prod-

※) FOREFRONT: 1992年3月、日立製作所が情報処理環境の変化に対応し、エンドユーザーの視点に立った新しい事業姿勢、製品計画、サービス提供、システム構築の考え方を提唱したトータルシステムコンセプトである。詳細については本誌平成4年5月号を参照請う。

uct)では、トータルシステムコンセプト“FOREFRONT”に基づいた「ストレージサーバ機能」である統合ストレージ管理システム—DMFISM(Data Management Facility/Integrated Storage Management)を提供してきた。ここでは、DMFISMのシステムコンセプトとストレージ運用の負荷軽減を実現するための拡張機能について述べる。

2 DMFISMのシステムコンセプト

DMFISMは、VOS3/ASで扱うデータの高度利用のために、次の三つのコンセプトを持って開発している。

(1) 高速データ処理・高信頼性への対応

データを格納する記憶装置は、大容量化および処理性能の高速化が図られている。一方、CPUの高速化やMS (Main Storage: 主記憶装置)の大容量化が進んでおり、これらの両方の特性を生かした高速で信頼性の高いアクセスを実現する手段を提供していく。

(2) 運用負担の軽減

高性能システムの構築のために、従来のシステムと比べて一けた以上の大規模なシステム構成を想定したストレージ環境での運用が必要になる。人手によるストレージ管理は限界にきており、ユーザーの運用負担を軽減するための自動化手段を提供していく。

(3) ストレージコストの削減

ハードウェア技術の進展とともに、ハード特性の異なる各種記憶装置が開発されてきている。これらの記憶装

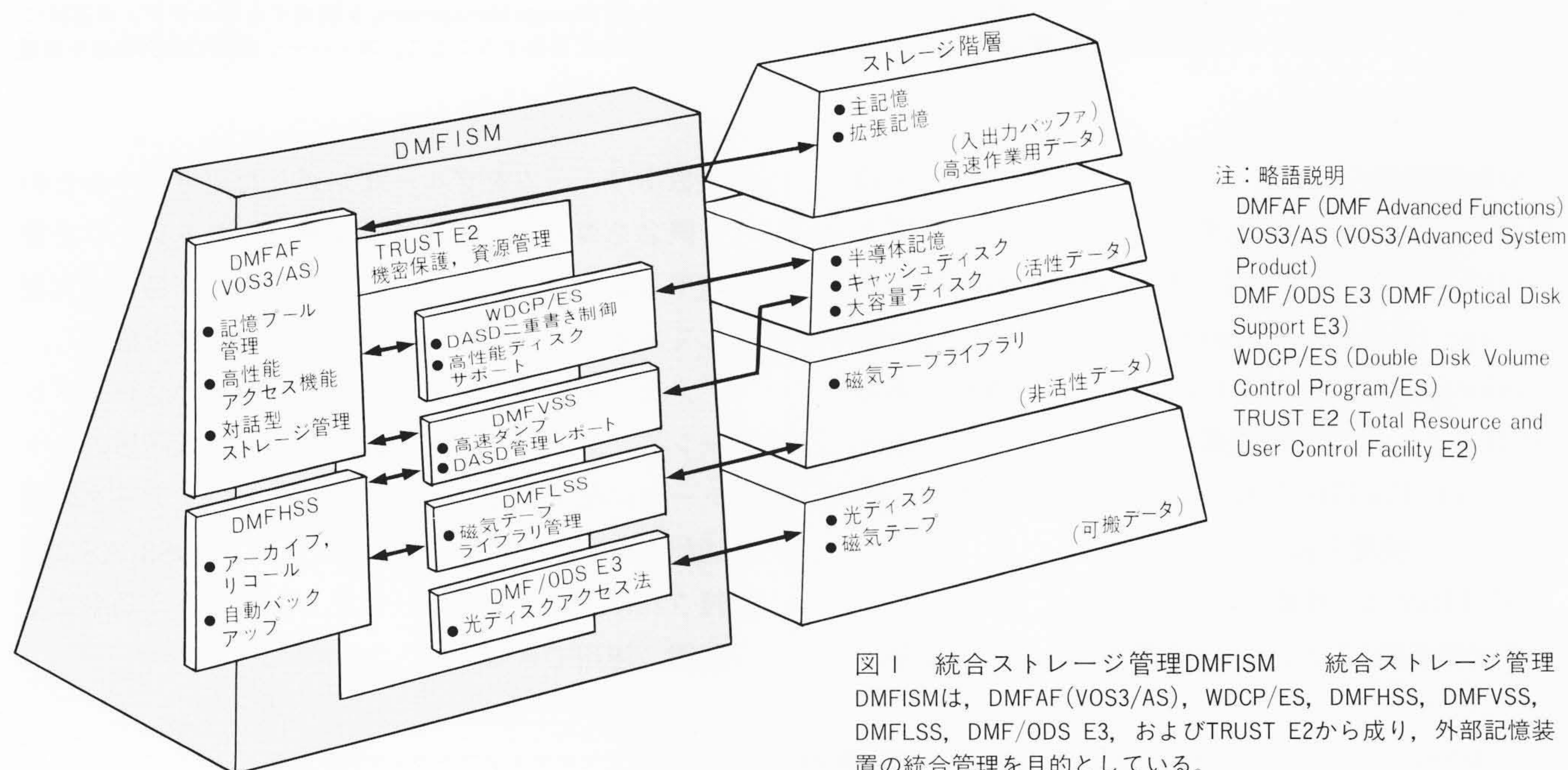


図1 統合ストレージ管理DMFISM 統合ストレージ管理DMFISMは、DMFAF (VOS3/AS)、WDCP/ES、DMFHSS、DMFVSS、DMFLSS、DMF/ODS E3、およびTRUST E2から成り、外部記憶装置の統合管理を目的としている。

置の階層管理を充実させ、取り扱うデータの特徴に対応した最適な記憶装置を選択する効率的な運用を可能とし、トータルのストレージコストを削減するための手段を提供していく。

3 統合記憶管理システムの概要

DMFISMはVOS3/ASの一部であるデータ管理拡張機能(DMFAF：DMF Advanced Functions)、および関連する各種のプログラムプロダクト(DMFHSS, DMFVSS, DMFLSS, WDCP/ES, TRUST E2, DMF/ODS E3)の総称名である。性能、コスト、容量などの違いによって階層化された記憶装置(ストレージ)への最適なデータの配置、および効率的な運用を支援することを目的としている。DMFISMを構成する各種プログラムプロダクトの役割負担と、ストレージの階層の対応関係を図1に示す。

4 記憶階層管理機能

4.1 記憶プール管理機能

記憶プールは図2に示すように、データセットを配置する記憶装置(ボリューム)を性能、用途に応じて複数個集めて群を形成したものである。DASD(Direct Access Storage Device：直接アクセス装置)の記憶プール管理機能は、記憶プール内のボリュームの空きスペース、入出力負荷を自動的に均衡化することにより、スペース不足エラーの削減、記憶装置の移行や増設作業を簡便化している。

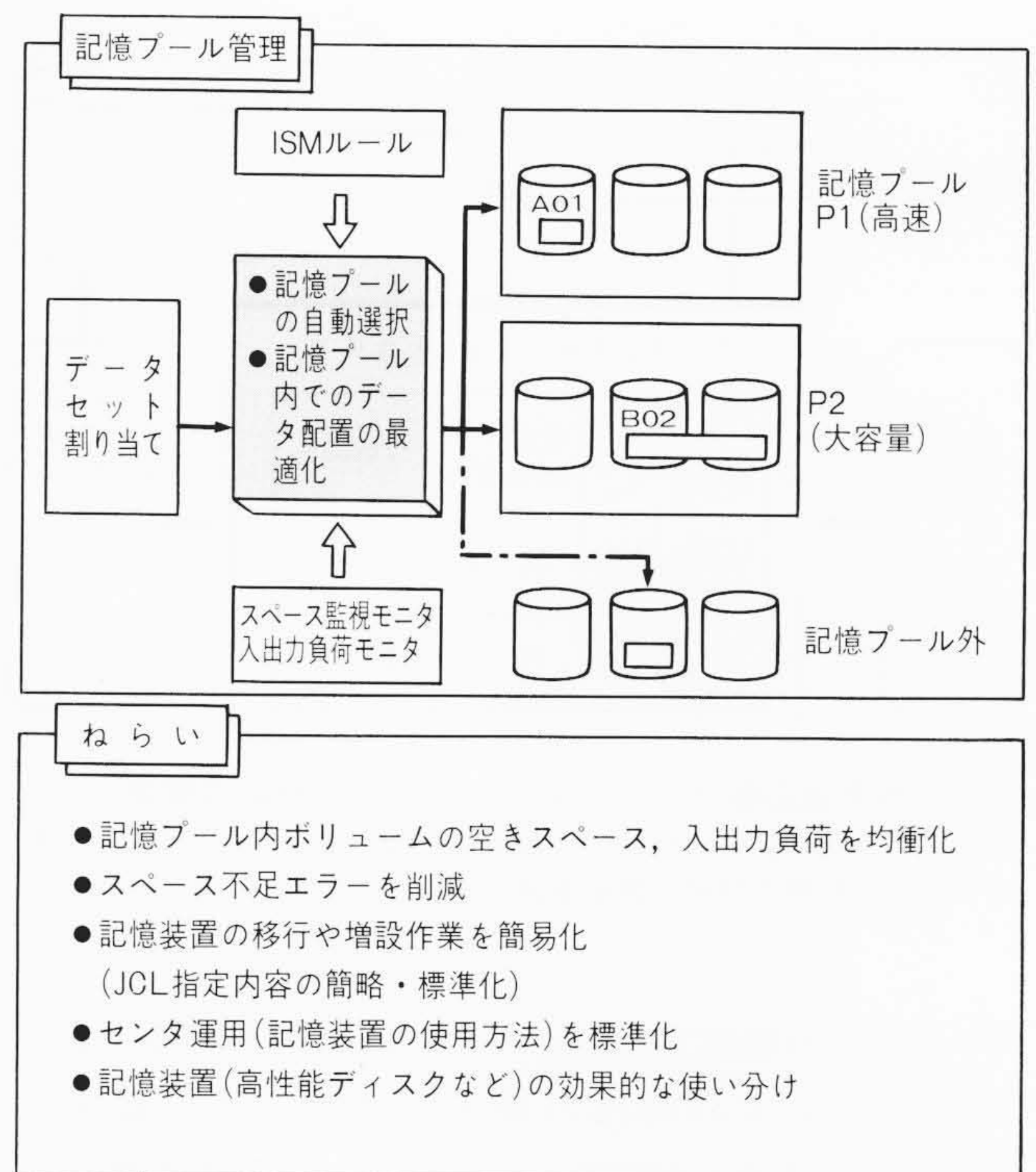
(1) 記憶プールの選択

データセットの割り当て方法に応じた記憶プールの選択機能を提供し、従来のJCL(Job Control Statement：ジョブ制御文)を変更せずに記憶プールを選択できる。また、記憶プールの選択基準を事前に定義することにより、データセット名称によって記憶プールを自動選択することができる。

(2) スペース割り当ての改善

記憶プール内のボリュームの空きスペース、入出力負荷を常時監視し、最適なボリュームへのデータ配置を支援している。また、次の四つのスペース割り当ての改善を行い、記憶装置のスペースの有効利用を実現している。

- 初期スペースを複数ボリュームに割り当てる。
- 割り当てエクステント数を123に拡大する。
- 増分スペースを縮小して割り当てる。
- 自動的にボリュームを追加して割り当てる。



注：略語説明 ISM(Integrated Storage Management)
JCL(Job Control Statement：ジョブ制御文)

図2 記憶プール管理機能 記憶プール内のデータ配置の自動管理、記憶プールの自動選択により、記憶装置を効果的に使い分ける。

(3) ISMルール

ISM(Integrated Storage Management)ルールは、データセットを割り当てるジョブ制御文の情報をもとにして、記憶プールの運用を規則化するものである。記憶プールの選択、データセットの属性(レコード形式、レコード長など)、割り当てスペース量の仮定をジョブ名、データセット名などで規則化できる。センタ固有の運用基準を規定することにより、使用環境に応じた標準化・効率化を実現する。

4.2 負荷適応型ディスクキャッシュ制御機能

ディスクキャッシュ¹⁾は、データの一部をディスクキャッシュ上に格納し、リード要求時に当該データをディスクキャッシュ上から転送(これをヒットと言う。)することにより、高速なアクセスを実現している。

従来、ディスクキャッシュの利用に関しては、あらかじめユーティリティプログラムを用いて設定する必要があった。

負荷適応型ディスクキャッシュ制御機能²⁾は、その時々のディスクキャッシュのヒット率の動向に応じて、低優先度データセットのディスクキャッシュの利用を許

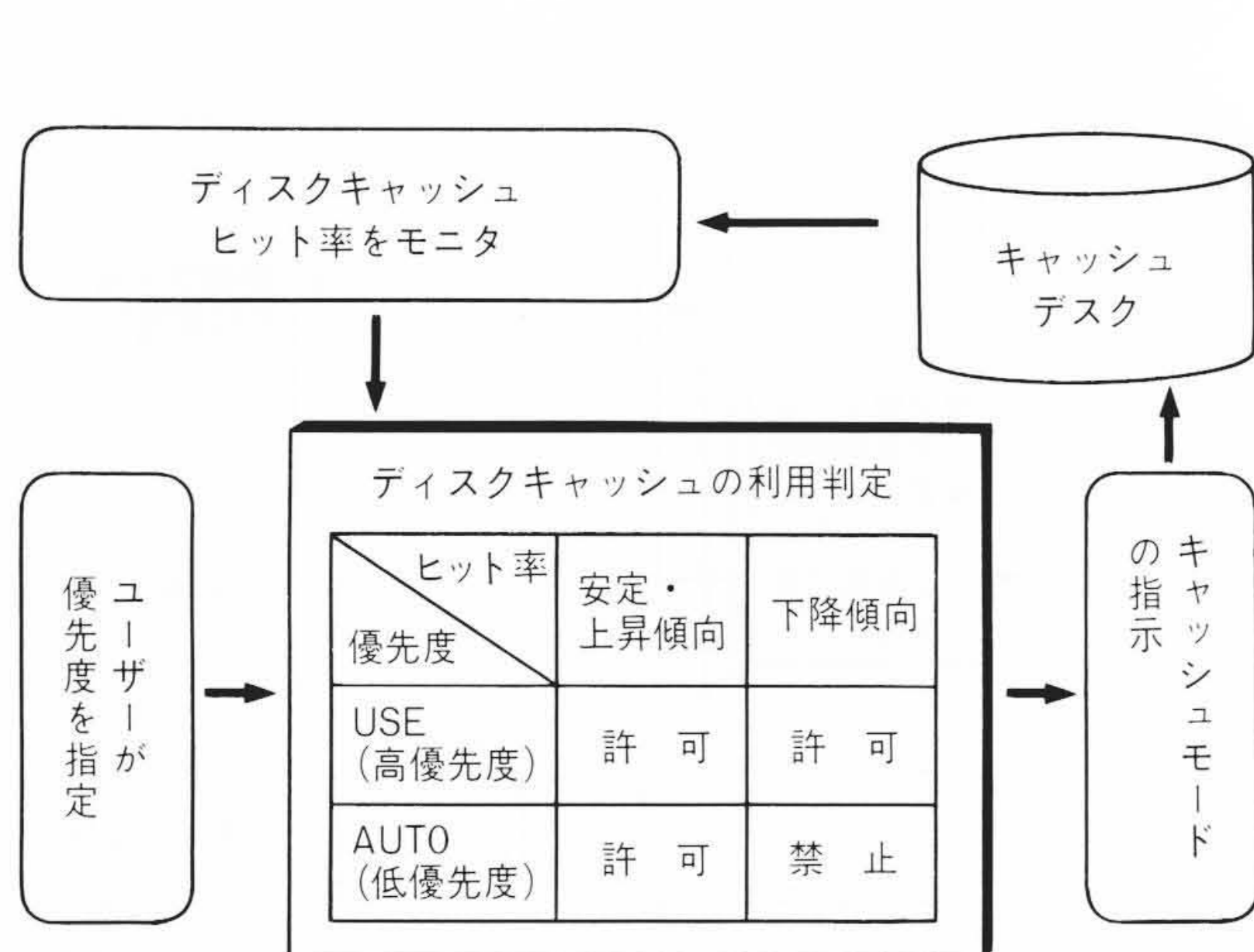


図3 負荷適応型ディスクキャッシュ制御機能の概要 ヒット率の動向およびユーザーの指定した優先度を基に、ディスクキャッシュの利用の許可・禁止を決定する。

可・禁止する機能である。データセットに対するディスクキャッシュの利用の優先度(USE:必ず使用, AUTO:システムが判断)は、データセットの重要度やアクセス性能への要求に応じてユーザーが指定する。これにより、センタ管理者のディスクキャッシュのチューニングの負担を軽減できる。負荷適応型ディスクキャッシュ制御機能の概要を図3に示す。

5 記憶階層制御機能

5.1 アーカイブ機能・リコール機能

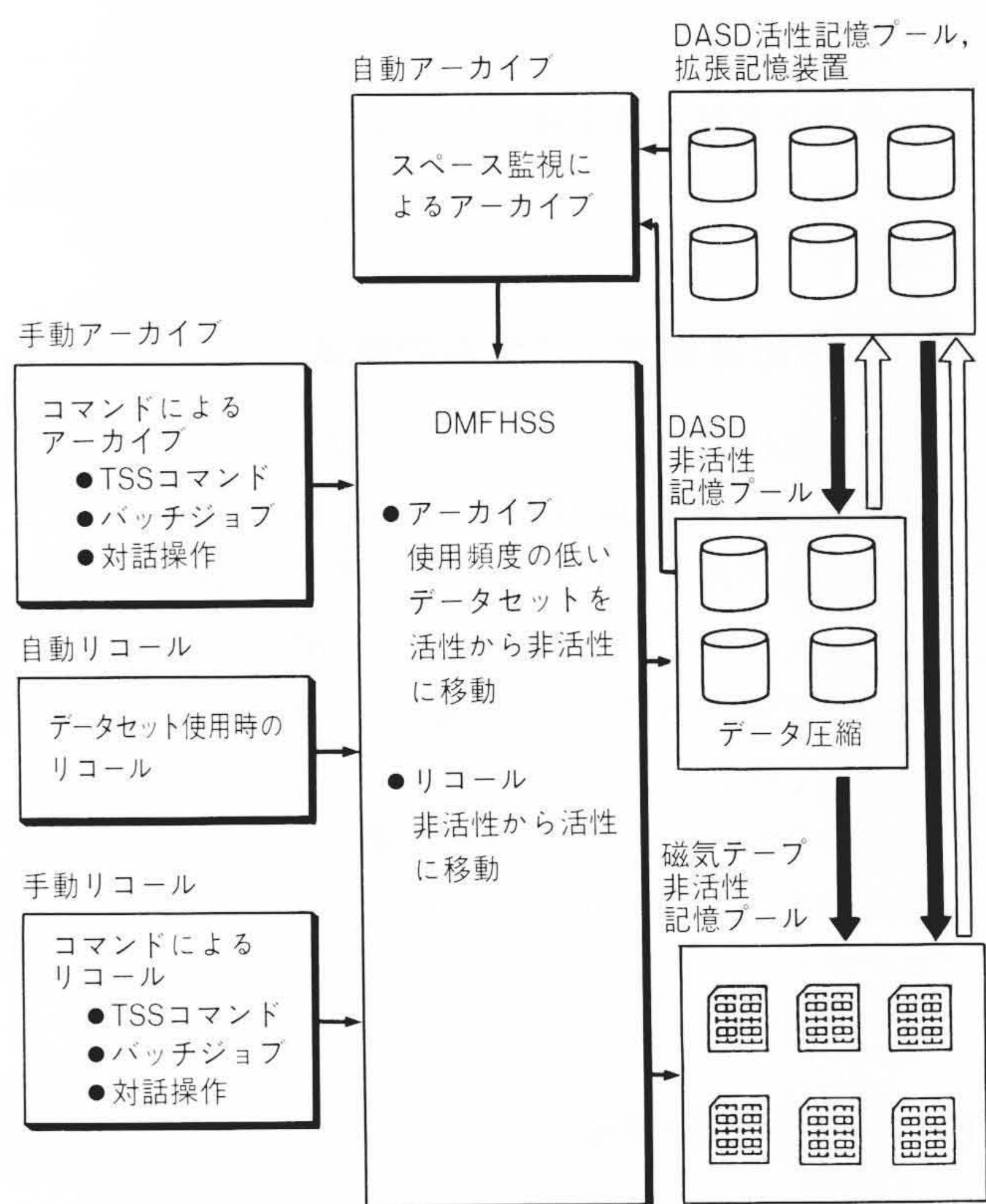
DMFHSSの提供するアーカイブ機能・リコール機能は、アクセス頻度の低いデータセットを、高い記憶階層の拡張記憶装置や磁気ディスクから低い記憶階層の磁気テープライブラリに移動しておき、データセットが必要となった時点で、再び磁気ディスク上に戻すことができる。これにより、処理速度や記憶容量の異なる外部記憶装置全体を効果的に利用できるようにしている。アーカイブ機能・リコール機能の概要を図4に示す。

(1) アーカイブ機能

アーカイブ機能には、自動アーカイブと手動アーカイブがあり、アクセス頻度の低いデータセットを、高い記憶階層から低い記憶階層に移動させる。

自動アーカイブは、記憶プール内のスペース使用率を監視し、使用率が警告値に達したとき、アクセス頻度の低いデータセットを低い階層の記憶プールに移動させ、スペース使用率が一定の値に低下するまで繰り返す。スペース監視モニタによる自動アーカイブを図5に示す。

手動アーカイブは、アーカイブしたいデータセット群



注：➡（アーカイブ）、⇄（リコール）

図4 アーカイブ、リコール機能 使用頻度の低いデータセットを記憶階層の低いDASD、磁気テープライブラリに移動させることにより、DASDストレージを効率的に運用できる。

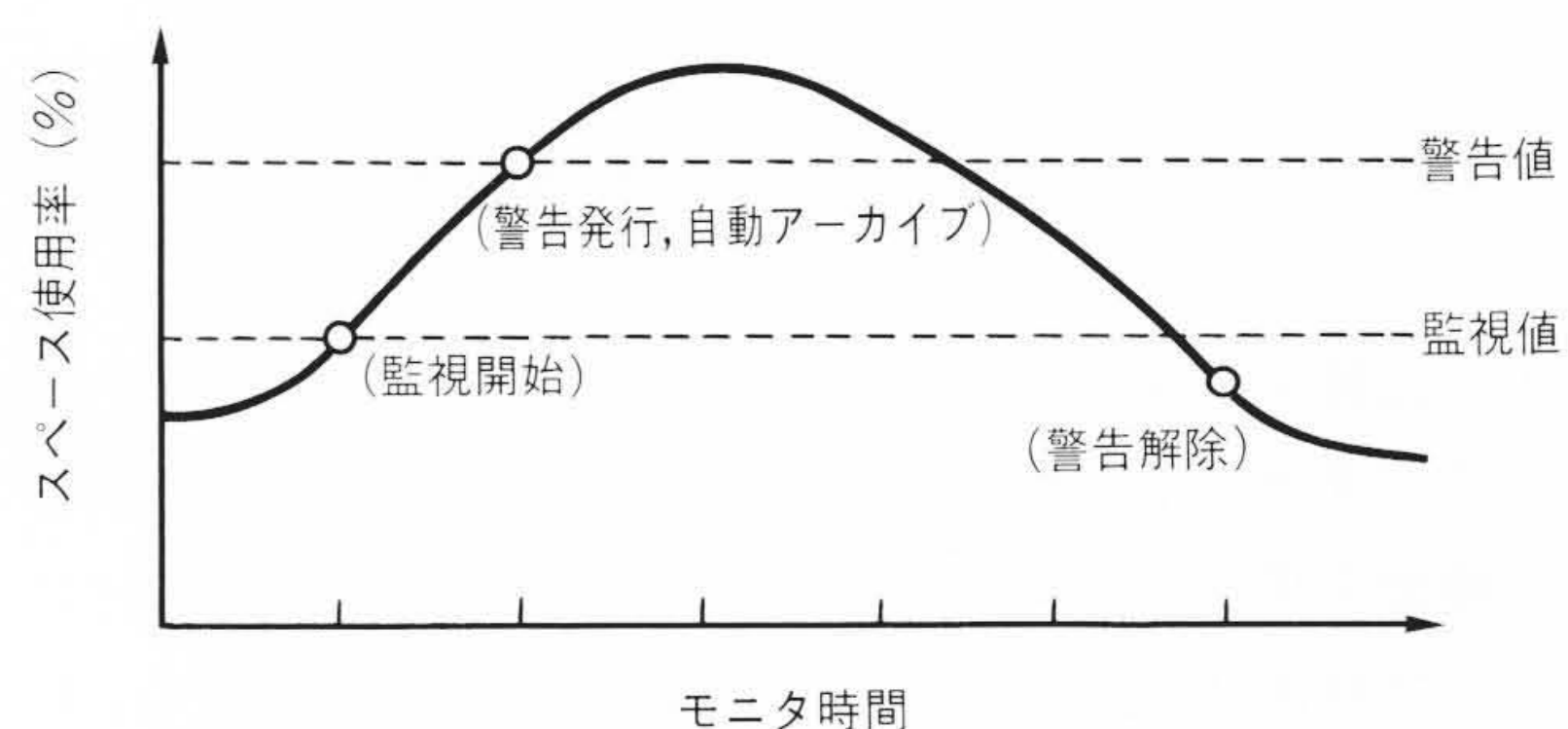


図5 スペース監視モニタによる自動アーカイブ機能 記憶プール内のスペースの使用率を監視し、使用率が警告値に達したとき、アクセス頻度の低いデータセットを自動アーカイブすることにより、ストレージの効率的利用を実現する。

の名称をDMFHSSのコマンド(TSSコマンド、バッチジョブ、対話操作)に指定することにより、任意の時点でデータセットをアーカイブできる。

(2) リコール機能

リコール機能には、自動リコールと手動リコールがある。

自動リコールは、アーカイブされているデータセットを使用するときに、自動的に元の記憶階層に戻す機能で

ある。これにより、既存ジョブを変更することなく容易にアーカイブ、リコール運用を実現できる。

手動リコールは、データセットを事前にリコールする機能であり、週単位など定期的に使用するデータセットのアーカイブ、リコール運用に対して有効である。

(3) 非活性記憶装置の階層化

アーカイブ先装置を、磁気ディスクと磁気テープライブラリ装置に階層化することができる。階層化すると、アクセス頻度の低いデータセットをいったん磁気ディスクにアーカイブしておき、順次磁気テープライブラリ装置にアーカイブする。これにより、アーカイブ、リコールが多発しても記憶装置の使用効率を低下させることなく、効果的な自動アーカイブ、リコール運用を実現できる。

5.2 統合ボリュームサービス機能

DMFVSSは、記憶階層間のデータ移行を強化し、DMFISMを構成するプロダクト間の連携のもとで、ストレージ運用効率の改善と管理の容易化を図っている。

DMFVSSによるストレージ運用支援の概要を図6に示す。

(1) 記憶プール運用への移行

ボリューム移行機能では、記憶プール運用へのデータ移行を支援する。データ移行時、記憶プール内の最適ボリュームを自動選択するので、多数のDASDボリュームを使用する場合でも、スペース使用効率の維持・改善と

負荷分散が容易に実現できる。

(2) アーカイブ、リコールとの連携

アーカイブ機能・リコール機能のデータ移動には、DMFVSSのボリューム移行機能を適用している。

したがって、記憶プールに対してアーカイブ・リコール運用を適用しておけば、活性記憶装置の稼働効率の維持・改善と同時に、特定の装置タイプへの段階的な移行が実現できる。これにより、ユーザー業務を中断することなく効率の良いストレージ運用管理に移行でき、運用管理の負担がいっそう軽減できる。

(3) 安全性への配慮

ボリューム移行機能は、移動するデータの安全性確保のために、次の機能を提供している。

(a) 移行中間媒体の二重化

移行前後のボリュームが併設されていない環境の移行では、磁気テープなどの中間媒体を経由する。中間媒体の正・副二重化、移行チェックポイント情報の採取などの障害・中断対策機能を組み込み、再開を容易にしている。

(b) 移行分析情報表示機能

データの移行性の分析情報を表示し、障害の事前検証と補正の便宜を図っている。

(4) スペースの有効利用

ボリューム移行機能では、移行中間媒体のデータ圧縮

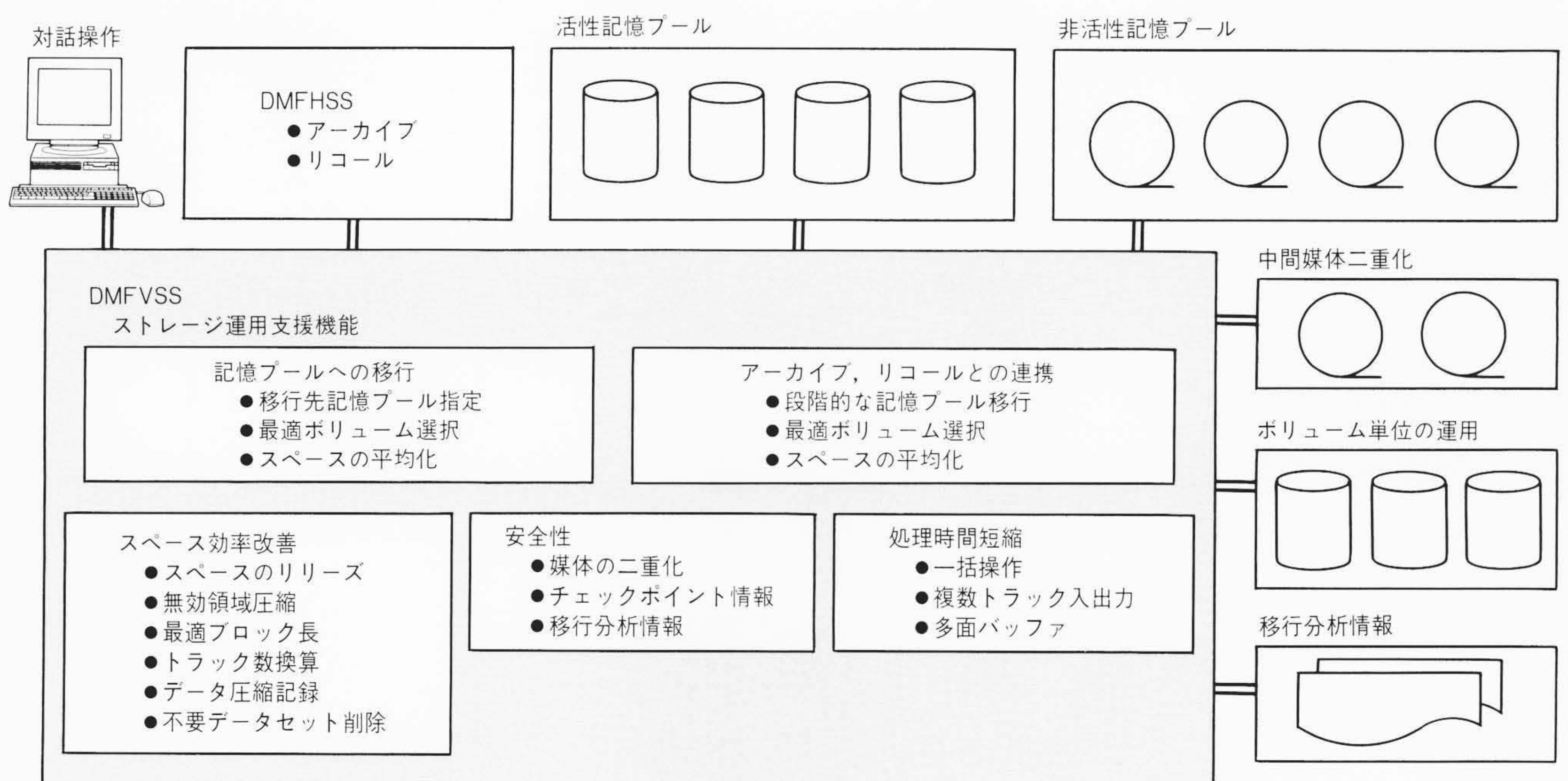


図6 DMFVSSによるストレージ運用支援 記憶階層間のデータ移行を強化し、DMFISMを構成するプロダクト間の連携のもとで、ストレージの運用効率の維持・改善を図っている。

とともに、移行先のDASDボリュームのスペース記録効率を改善するために、次の機能を提供している。

- (a) データセット中の未使用スペースのリリース
 - (b) 区分データセット中の無効領域の圧縮
 - (c) データセットのブロック長の最適化
 - (d) DASD容量に対応した割り当てトラック数の自動換算
 - (e) 移行中間媒体のデータの圧縮記録
 - (f) 未参照期限管理による不要データセットの削除
- (5) 移行処理時間の短縮

ボリューム移行機能では、データ入出力に従来退避・回復機能で実現していた複数トラック一括処理方式、多面バッファ方式を適用している。これらにより、当社従来比で30～40%の時間短縮としている。

6 おわりに

以上、VOS3/ASの統合ストレージ管理システムの拡充機能について述べた。VOS3/ASはネットワークを核としたマルチベンダ環境でのトータルマネジメントサーバとして位置づけられ、DMFISMは大容量ストレージサーバに対応している。今回、DMFISMは大容量ストレージサーバとしての基盤機能(記憶階層内のデータ配置、記憶階層間のデータ移動)を拡充することに力を置いた。

今後とも、トータルシステムコンセプト“FORE-FRONT”に基づいて、統合ストレージ管理の機能拡充を進めていく考えである。

参考文献

- 1) Smith A.J.: Disk Cache-Miss Ratio Analysis and Design Considerations, ACM Transactions on Computer Systems, Vol.3, No.3, pp.161-203 (Aug., 1985)
- 2) 井上, 外: 負荷適応型ディスクキャッシュ制御機能とその評価, 情報処理学会第47回全国大会講演論文集(4), 4B-5 (1993-10)