

オペレーティングシステムVOS Kの基本制御方式

Fundamental Control Facilities of Operating System VOS K

中・小形コンピュータは、小規模ホストコンピュータとして企業の基幹業務で使用されるだけでなく、大規模システムの部門コンピュータとして第一線の実務担当部門で活用されるようになった。

このようなコンピュータの利用を円滑に進めるために、使いやすくて性能が良く、ネットワークの構築しやすいオペレーティングシステムを提供することを目的として、VOS K (Virtual-storage Operating System Kindness)を開発した。

VOS Kの基本制御は、この目的を実現するために次の機能をシステムの基本構造として組み込んだ。

- (1) リレーショナルデータベース機能
- (2) 対話制御機能
- (3) 拡張HNA (Hitachi Network Architecture) 通信制御機能

これらの機能は、31ビットアドレス多重仮想記憶制御や仮想データ空間制御などの技術によって、多機能とともに高性能と使いやすさを実現し、オペレーティングシステムVOS Kの基盤になっている。

1 緒言

中・小形コンピュータ用のオペレーティングシステムは、高性能・多機能であるとともに使いやすく、わかりやすくなければならない。

VOS K (Virtual-storage Operating System Kindness)の基本制御は、この目的を実現するシステムの基盤機能として、次の方針のもとに開発した。

- (1) システムの機能および情報を強化し、統合する。

コンピュータシステムの利用方法は、多様化している。使用者の要求を実現するためには、システムの基盤となる機能の強化が必要である。

しかし、その機能や情報が重複していると、使用者の選択や判断が必要になり負担になるだけでなく、混乱させることになる。

このために機能および情報は、強化とともに統合が不可欠である。

- (2) YES (do it Yourself, Easy to use, high Speed) コンピュータのハードウェア性能を生かす。

ハードウェアを性能の面からみると、CPUの演算の高速化と、メモリの最大実装容量の拡大によるデータの参照・更新

矢島 廣*	Hiroshi Yajima
長谷川 栄*	Sakae Hasegawa
風間 順一*	Jun'ichi Kazama
山口 康隆**	Yasutaka Yamaguchi
高崎 繁夫**	Shigeo Takasaki
加藤 礼吉***	Reikichi Katô

の高速化が際立っている。また、YESコンピュータは、小さなシステムから大きなシステムまで顧客の必要に応じて構築できるように、幅広いCPU性能レンジとメモリ容量レンジを持っている。さらに、CPUとメモリは、顧客の業務の拡大に伴って増強することができる。

VOS Kでは、このようなハードウェアの特長を生かして、CPUの高速化とメモリ実装容量の拡大に対応した制御を行うことにより、高性能なシステムを実現する。

VOS Kの基本制御は、この方針に基づきシステムの基盤機能であるファイル機能、ジョブ実行機能、ネットワーク制御機能のそれぞれに対して、リレーショナルデータベース制御機能、対話制御機能、拡張HNA (Hitachi Network Architecture) 通信制御機能をシステムの基本構造として組み込むことにより、機能の統合・強化とハードウェアの特長を生かした高性能化を実現した。

2 基本制御の機能

2.1 基本制御の特長

基本制御の特長は、次のとおりである。

* 日立製作所 ソフトウェア工場 ** 日立製作所 システム開発研究所 *** 日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社

(1) ファイル機能：リレーショナルデータベース制御機能

リレーショナルデータベースは、その有用性は実証されている。しかし、従来は索引ファイル、構造形データベースなど多様なファイル機能と併存して使用されていた。このため、どのファイル機能を業務に合わせて選択するかが利用者の重要な決定事項であり、負担となっていた。さらに、ファイル機能が異なれば同一データを別々のファイルで重複管理しなければならなかった。

この結果、リレーショナルデータベースは、十分な効果を発揮していなかった。

VOS Kは、ファイル機能をリレーショナルデータベースだけに統一することによって、多機能と使いやすさを実現した。さらに、高性能化を仮想データ空間制御などの新技術によって実現した。

(2) ジョブ実行機能：対話制御機能

コンピュータシステムで業務を操作・実行する場合、対話によるマンマシン形式が使いやすさの面で優れていることが多い。

VOS Kでは、対話処理をジョブ実行の基本環境として位置づけ、バッチ処理環境も対話処理環境に一元化した。このため、システムへの指令は単一のコマンド言語で行える。

(3) ネットワーク制御機能：拡張HNA通信制御機能

ネットワークアーキテクチャとして拡張HNAを採用することにより、「各種通信網への対応」、「国際標準への対応」、「各種ネットワーク利用形態への対応」を図り、ローカルネットワークから広域ネットワークまで、利用形態に応じたネットワークシステムを実現した。

2.2 基本制御の主な機能

基本制御の主な機能には次のものがある。

(1) ファイル機能

(a) 論理ファイル

ファイル内のデータを併合したり、条件で選択して、新しいファイルとして使用することができる。このファイルは、論理的なもので実在しない。

(b) 論理ボリューム

複数のディスクボリュームを一つのボリュームとして扱うことができる。

(c) 階層形ディレクトリ

ディスク内のファイルが階層構造で管理できる。

(d) 動的ファイル割り当て、動的ファイル拡張

ファイルの割り当てを必要なとき、必要なだけ動的にできる。また、あらかじめ割り当てたファイルの容量が不足したとき、自動的に拡張することができる。

(e) 順ファイル制御

ファイル処理の高速化のため、順ファイルに対して特別な制御をしている。

(f) 対話形ファイル定義

ファイル定義を対話形で簡単な操作で行える。また、定義したファイル情報は、プログラムソースへ簡単に組み込むことができる。

(g) 障害の自動回復機能

プログラムが異常終了した場合、システムが自動的にファイルを整合性のとれた状態に回復する。この目的のために、システムはファイル更新に関する履歴情報を採取している。

(2) ジョブ実行機能¹⁾

(a) 統一コマンド言語

コマンドの形式が、「操作名」+「対象名」に統一されているため、覚えやすく使いやすい。

さらに、コマンドがプログラムを呼び出すことのほかに、プログラムからコマンドを呼び出すことができる。

(b) 日本語メニューガイダンス

コマンドを使わずに、日本語メニューガイダンスで業務を実行することができる。

(c) HELP/プロンプト

操作方法がわからないときや入力内容に誤りがあったときに、その場で確認し、業務を進めることができる。

(d) 階層形ジョブ実行環境

ジョブを実行するときの環境情報を4段階の階層で指定できる。

(e) マルチセッション

一つのワークステーションで、同時に複数の業務を実行できる。

(f) システムの自動運転と省力化運転

オペレータへのメッセージに対して自動的に応答させることができる。また、システム内で発生した事象に対応して、使用者の定義した処理が実行できる。

(3) ネットワーク制御機能

(a) ファイル転送

一般ファイルやプログラムを、他のシステムと送受信できる。

(b) ジョブ転送

ジョブを他のシステムに委託して、実行結果を得ることができる。

(c) 部門分散システム管理

部門に分散しているシステムを、一つのシステムで集中的に管理できる。

(d) ネットワーク層中継

複数のシステムを中継して、目的のシステムに接続することができる。

これらの機能のいくつかについて、制御方式の観点から説明する。

3 リレーショナルデータベース制御

リレーショナルデータベースは、データベースの構造が理解しやすい表形式であるとともに、データの併合、条件選択などの機能により、データ処理が簡易に行える特長を持って

いる(図1)。

3.1 階層形ディレクトリ管理

VOS Kのリレーショナルデータベースのリレーションは、ファイルとして実現している。このファイルは、ディレクトリの木構造によって階層形に管理している(図2)。

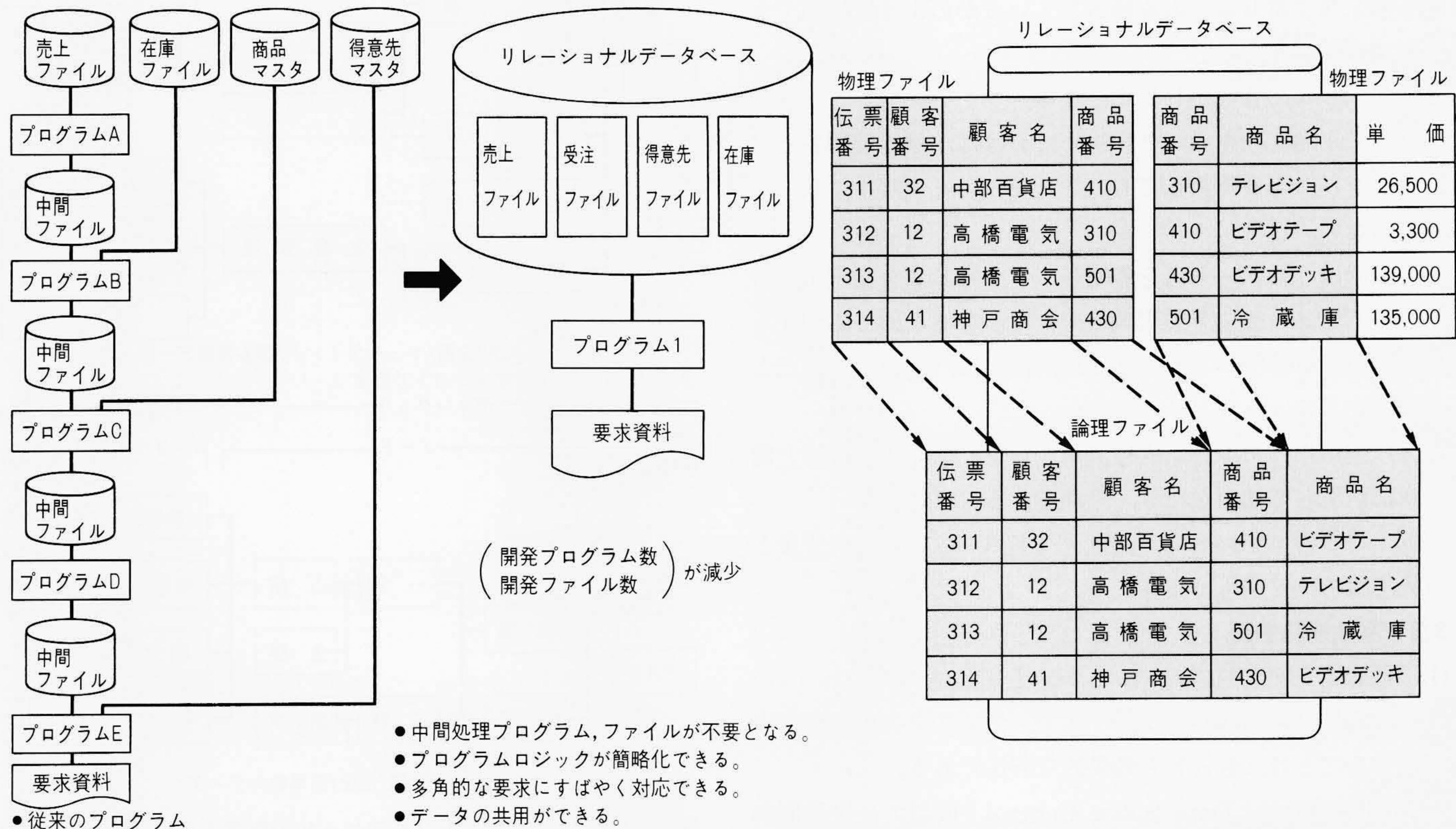


図1 リレーショナルデータベース機能 リレーショナルデータベースの論理ファイル機能により、業務プログラムの開発が容易になる。

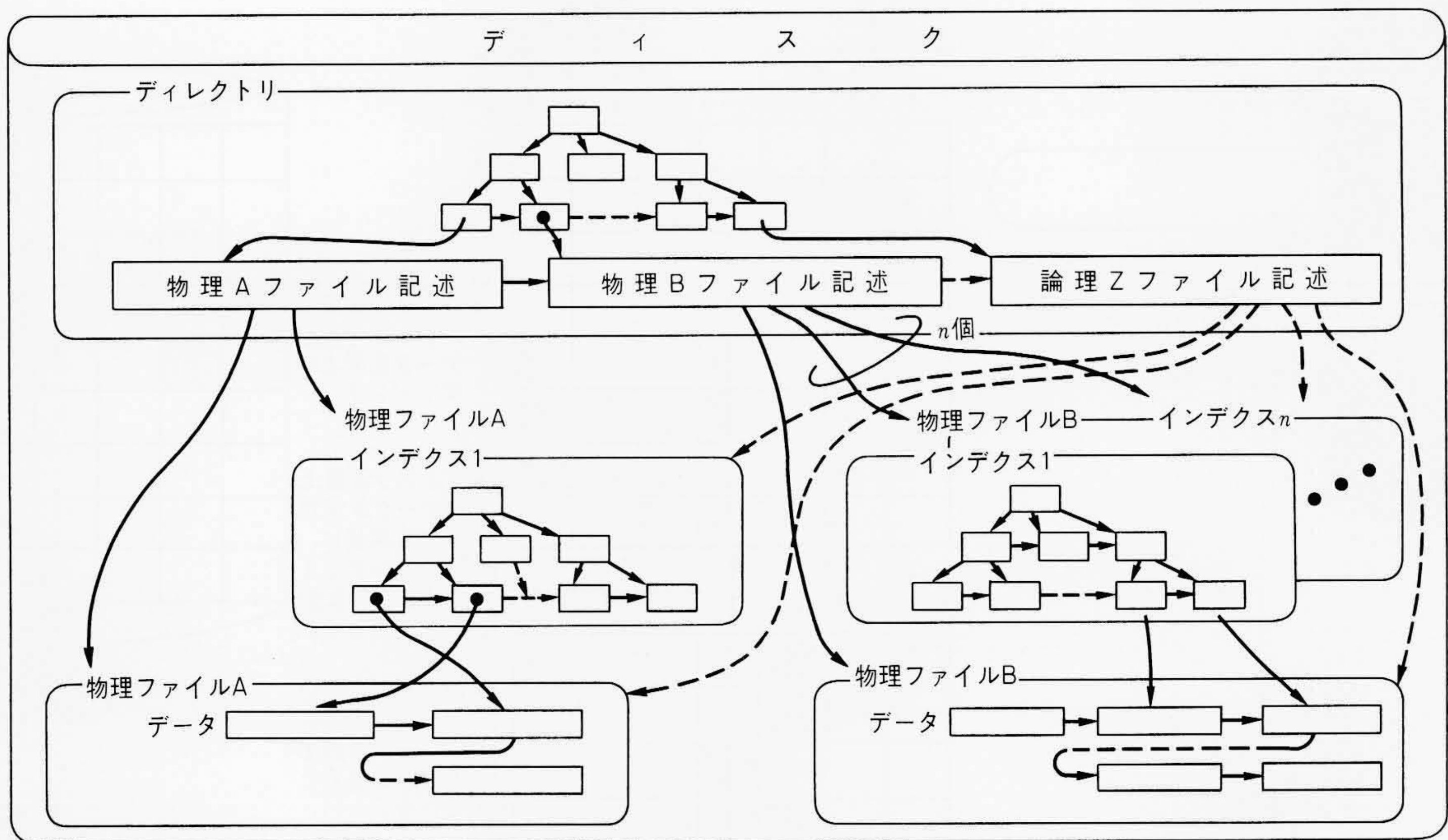


図2 木構造による階層形管理 物理ファイルは、実体を持った通常のファイルである。論理ファイルは、実体を持たずファイル記述に使用する物理ファイル情報と加工情報を持つ。

これにより、ファイル名は次のように指定する。

ファイル名：マスタ/企画/マーケティング/顧客情報データ
「マスタ」、「企画」などをノード、「顧客情報データ」をファイルラベルと呼び、使用者が自由に設定できる(図3)。

このノードとファイルラベルにより、次のような運用が可能である。

- (1) 各部門ごとにノードを分けることにより、各部門があたかもディスクボリュームを独占しているかのように使用できる。
- (2) ファイルの管理がしやすくなる。
- (3) ノード名を使用者ごとに決めておけば、他の使用者とファイルラベル名が重複しても、ファイル名を重複する誤りが起こらない。
- (4) 前のほうのノード名を省略してファイル名を指定する方法や、あるノード以下の複数のファイルをまとめて処理する機能が用意されている。このため、例えば、次のようなことが可能である。

- (a) 運用中のプログラムやファイルを、開発中のものと簡単に区別して使用したり、管理できる。
- (b) 一つのコマンドで、あるノード以下のファイルをまとめて他のノード下に複写する。

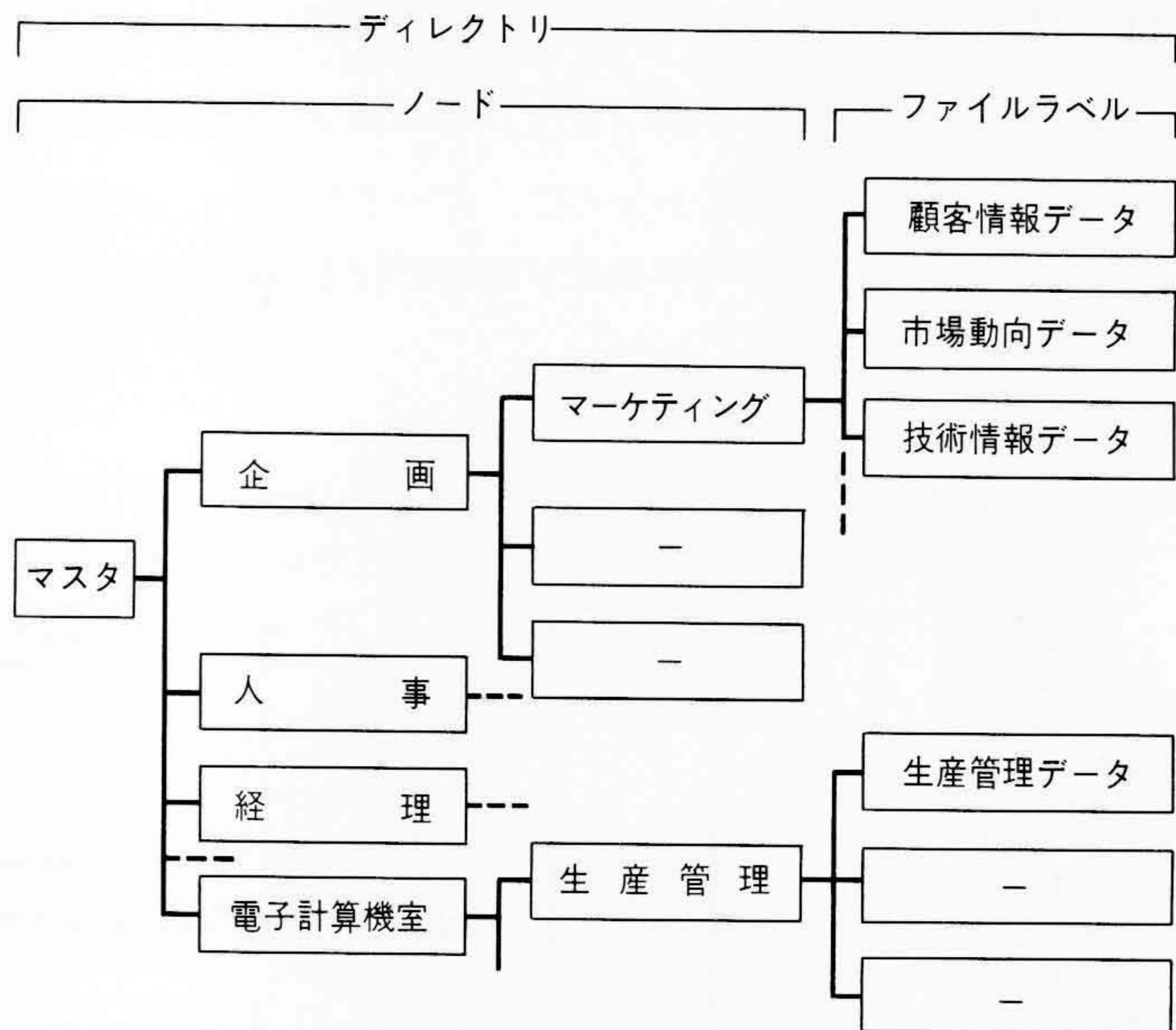
3.2 高性能化制御

(1) 仮想データ空間制御^{2),3)}

データ処理を高性能化するうえで、ディスク入出力を最小限にすることは、もっとも効果的な方法である。

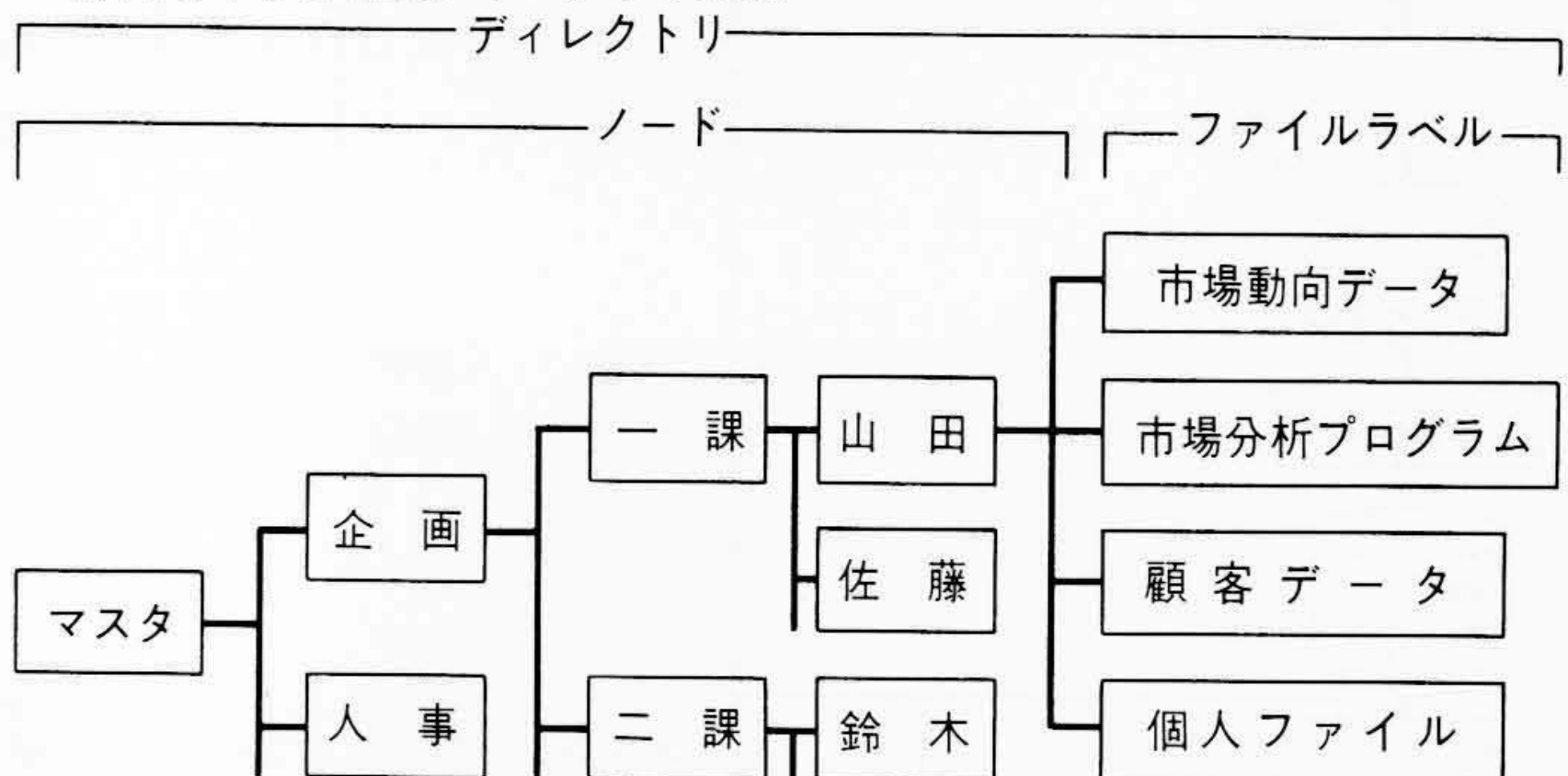
VDSA(Virtual Data Space Control：仮想データ空間制御)は、ディスク装置当たり8 Tバイト(8兆バイト)の仮想デ

●業務内容を中心としたディレクトリ構成



ファイル名=マスタ/企画/マーケティング/顧客情報データ

●個人を中心としたディレクトリ構成



ファイル名=マスタ/企画/一課/山田/市場動向データ

図3 階層形ディレクトリとファイルの指定方法 ファイルの管理方法に合わせてディレクトリ構成を決定できる。

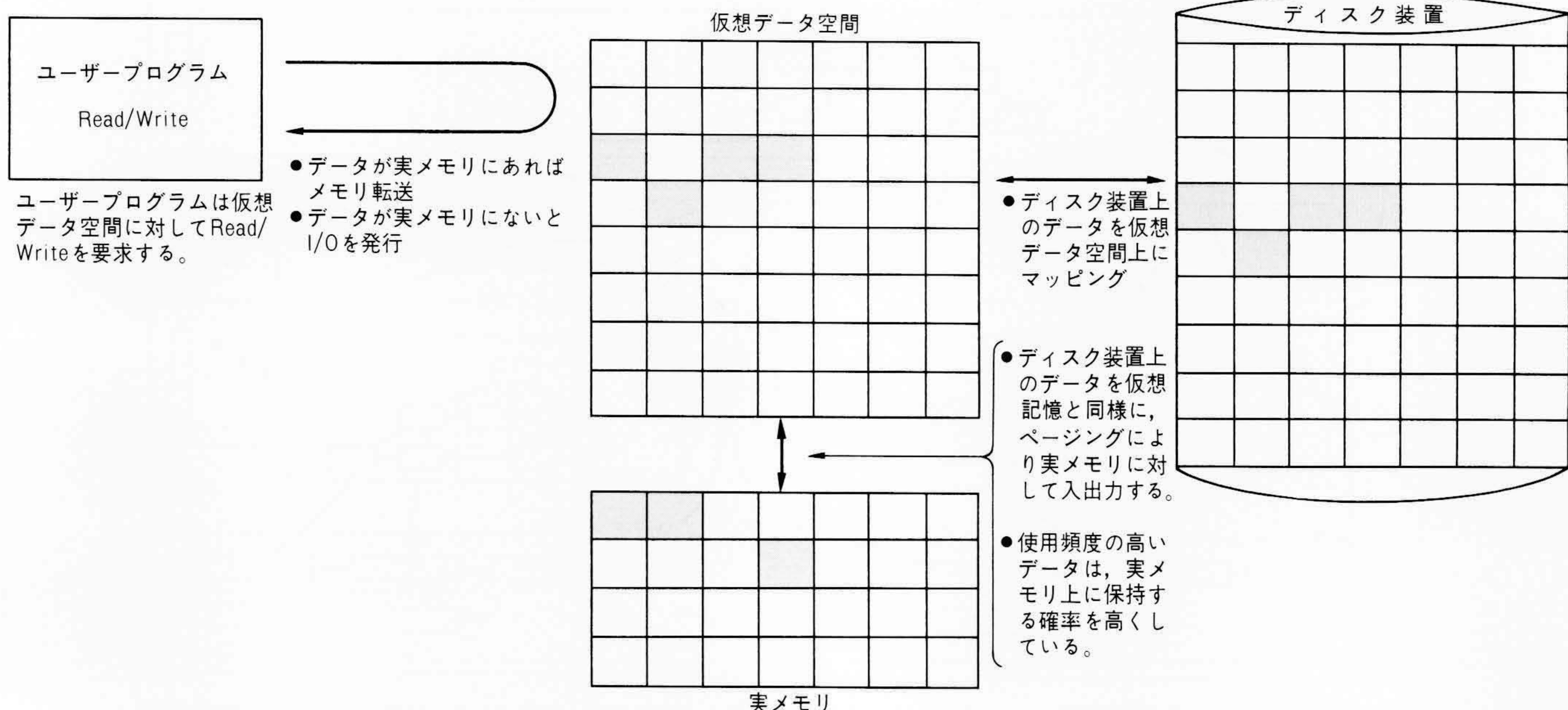


図4 仮想データ空間制御 仮想データ空間制御により、ディスク入出力がメモリの参照・更新に置き換えられ、データ処理が高速になる。

ータ空間を設け、ページング方式と同様な方式でディスク入出力を行う。この制御により、ディスク上のデータがメモリに保持されている確率が高くなり、ディスクの入出力回数が削減できる(図4)。

さらに、ディスク上のデータをメモリ上にまとめて「先読み」・「後書き」することによって、ディスクの入出力回数を格段に削減できる。

(a) データの先読み制御

データの読み込みに当たって、次のデータの読み込みを見越してメモリにデータをまとめて先読みすることによって、プログラムの処理時間を短縮する(図5)。

(b) データの後書き制御

プログラムの書き込み要求に同期してディスクには書き込まず、適切なときをシステムが判断して、まとめて書き込むことによって、プログラムの処理時間を短縮する(図6)。

(2) 順ファイル制御

一般の業務処理では、キーのないデータを連続して書いたり、読んだりする順ファイル処理が少なくない。このような

処理は、リレーショナルデータベースでもできるが高度な機能を必要としないため、リレーショナルデータベースより簡易なファイルのほうが性能の面でよい。VOS Kでは、性能と使いやすさを両立させるために、順ファイル処理に適したファイル構造をリレーショナルデータベースの内部に作っている。

この順ファイル制御は、データが連続することを考慮しているため、VDSAの「先読み」・「後書き」制御との相乗効果により高性能が発揮できる。

3.3 対話形ファイル定義

順ファイルを含めてデータベースの定義は、対話形に簡単にできる。

定義した情報は、ファイルの生成のときに使われるだけでなく、EAGLE/4GL(Effective Approach to Achieving High Level Software Productivity/4th Generation Language)やCOBOLなどのコンパイル時に自動的に取り込まれ、使用者がプログラムに二重に定義する必要はない。

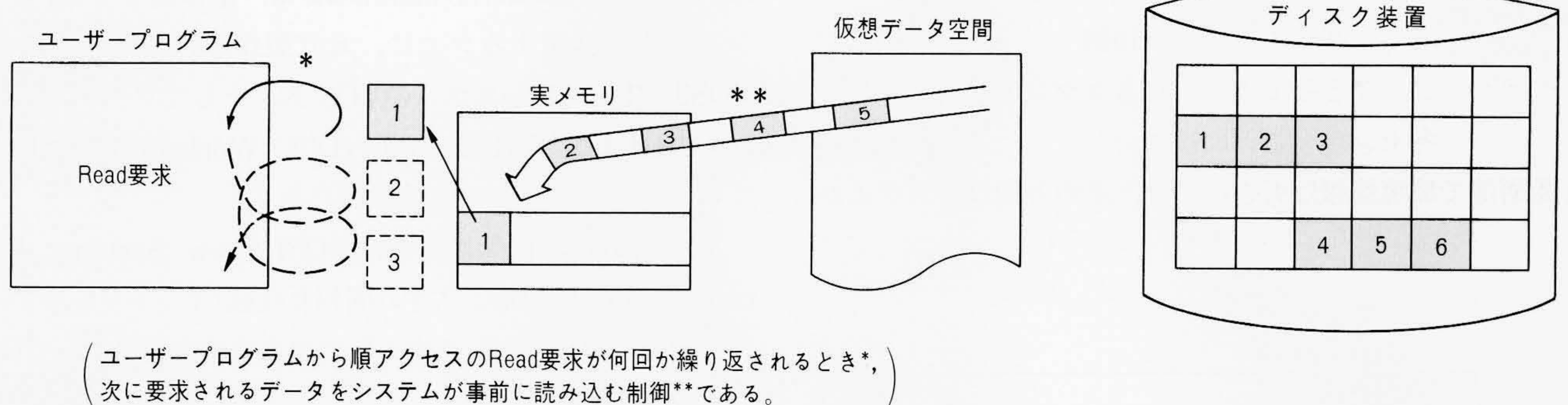


図5 データの先読み制御 VDSAのデータ入出力に当たって、次のデータ読み込みを見越してメモリ上にデータを先に読み込んでおくことにより応答時間の短縮を図る。

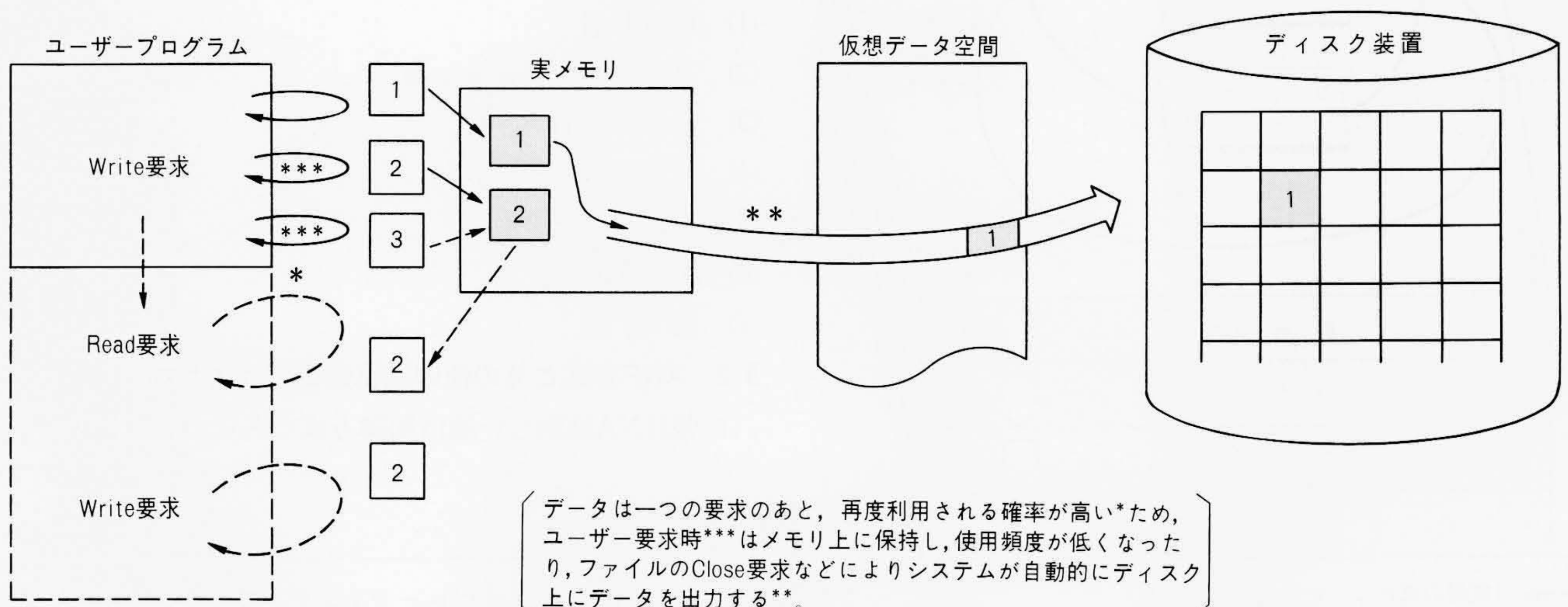


図6 データの後書き制御 ユーザープログラムからのWrite命令と同期してディスク上にデータを書き込まず、ユーザープログラムの処理とは非同期に出力処理を実行することにより、I/O待ちによる処理速度の低下を防ぎ応答時間の短縮を図ることができる。

4 対話処理制御

VOS Kでは、ジョブはコマンド、プログラムまたはパネル(画面)によってシステムに投入され、実行される。これらのコマンド、プログラムおよびパネルは、相互に呼び出すことができる。

ジョブが実行されるときの実行環境は、4階層を持っており、コマンド、プログラムおよびパネルで共通に参照・更新・設定が可能である(図7)。

4.1 階層形ジョブ実行環境

実行環境の標準値は、使用者ごとに設定できたほうが使いやすい。さらに、使用者が標準値を設定しなかったときは、使用者全体に共通の標準値が自動的に使われると運用がしやすくなる。

VOS Kではこのような目的を実現するために、ジョブ実行環境をシステム、ユーザー、セッションおよびローカルの4階層で構成した。それぞれの階層の意味は次のとおりである。

- システム：システム全体の環境
各VOS Kシステムに一つ
 - ユーザー：個々の利用者の環境
各ユーザーごとに一つ
 - セッション：ジョブが実際に実行されるときの実行環境
各ユーザーごとに最大10個
 - ローカル：ジョブとして実行されるコマンドの持つ環境
各セッションごとに複数
- 4階層間で環境情報は引き継がれ、その方向はシステムからローカルである。

らローカルである。例えば、ローカル、セッション、ユーザーの環境情報が設定されていなければ、システムの実行環境が使われる。

ジョブの実行環境は、コマンド変数としてシステムに格納されている。

コマンド変数は、システムの共通情報領域であり、同一のコマンド変数に対して、オペレーティングシステムも顧客プログラムも共通に参照・更新・設定が可能である。

コマンド、プログラムおよびパネルは、相互に呼び出すことができるが、このコマンド変数を媒体として、情報を連絡しあうことができる。

4.2 マルチセッション

ジョブは、図8に示す31ビットアドレス多重仮想記憶のもとで処理される。1「ユーザー」に1空間が割り当てられ、最大10個のジョブが並行実行できる。

「ユーザー」は、一つのワークステーションで同時に複数個が開設できる。

5 XNF

XNF(Extended HNA based Communication Networking Facility：拡張HNA通信制御)は、全体的なネットワークシステムを構築するために、日立製作所の大形システムのVOS3、中・小形システムのVOS K、そしてワークステーションのHI-UX/W(Hitachi UNIX[®])/Workstation)で提供しているネットワークの共通基盤である。

XNF方式は、国際標準規格のOSI(Open Systems Interconnection：開放形システム間相互接続)ネットワークアーキテクチャに準拠し、システム間の相互接続を容易にしている。

5.1 XNF方式

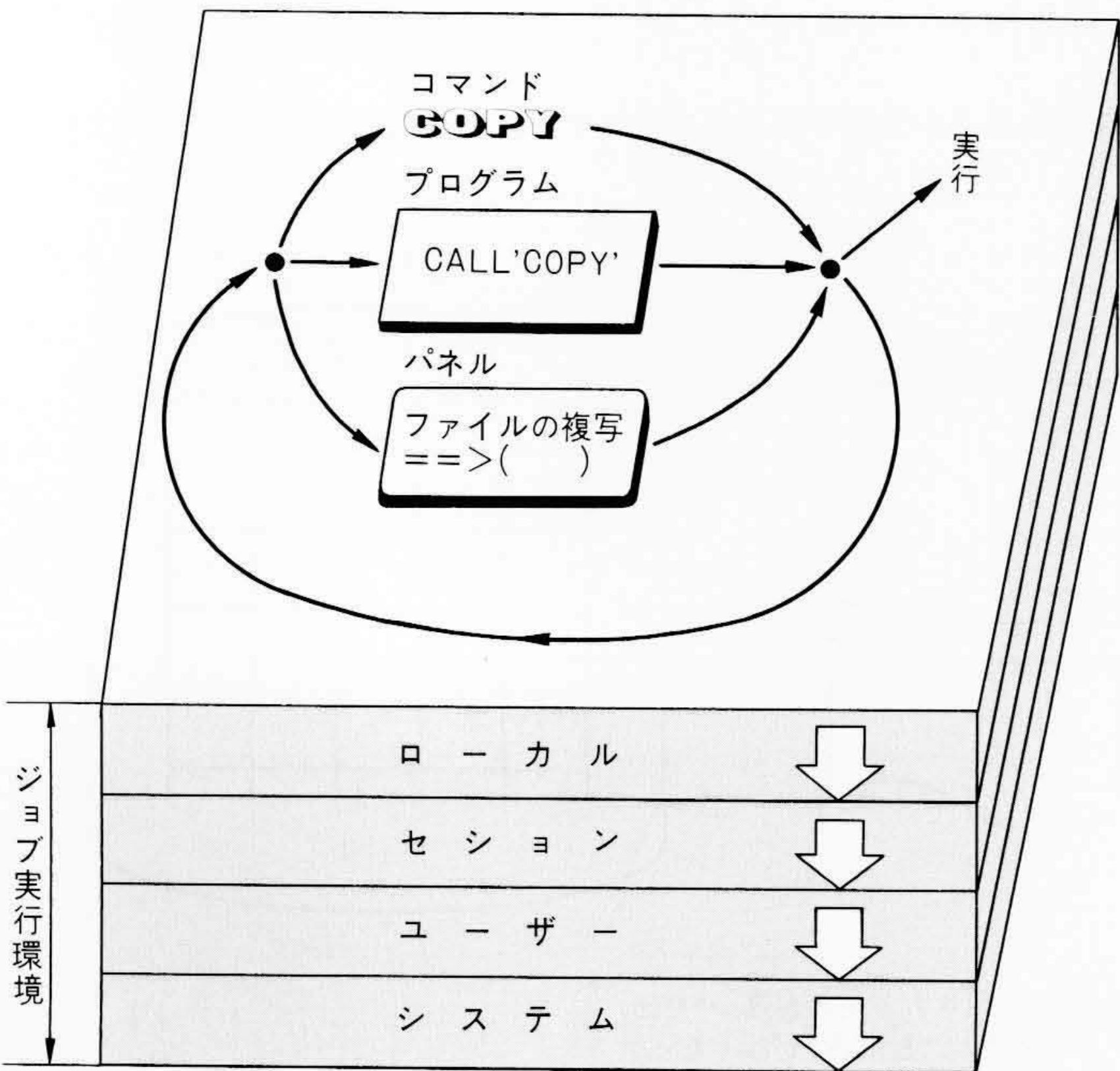
VOS KのXNFは、OSIのアーキテクチャに基づき、OSI基本参照モデルに従った内部構造を採用している。OSI基本参照モデルは、以下の7層の分類になっている。

- (1) 応用層
- (2) プレゼンテーション層
- (3) セッション層
- (4) トランスポート層
- (5) ネットワーク層
- (6) データリンク層
- (7) 物理層

5.2 XNF方式とその他の通信制御方式の共存

拡張HNAは新しい通信制御方式であり、ネットワークシス

※) UNIX：UNIXオペレーティングシステムは、米国AT & T社ベル研究所が開発したソフトウェアであり、AT & T社がライセンスしている。



注：→ (制御の流れ), ⇨ (参照の流れ)

図7 ジョブの実行環境 コマンド、プログラムおよびパネルは相互に呼び出せる。また、ジョブの実行環境は、4階層で構成している。

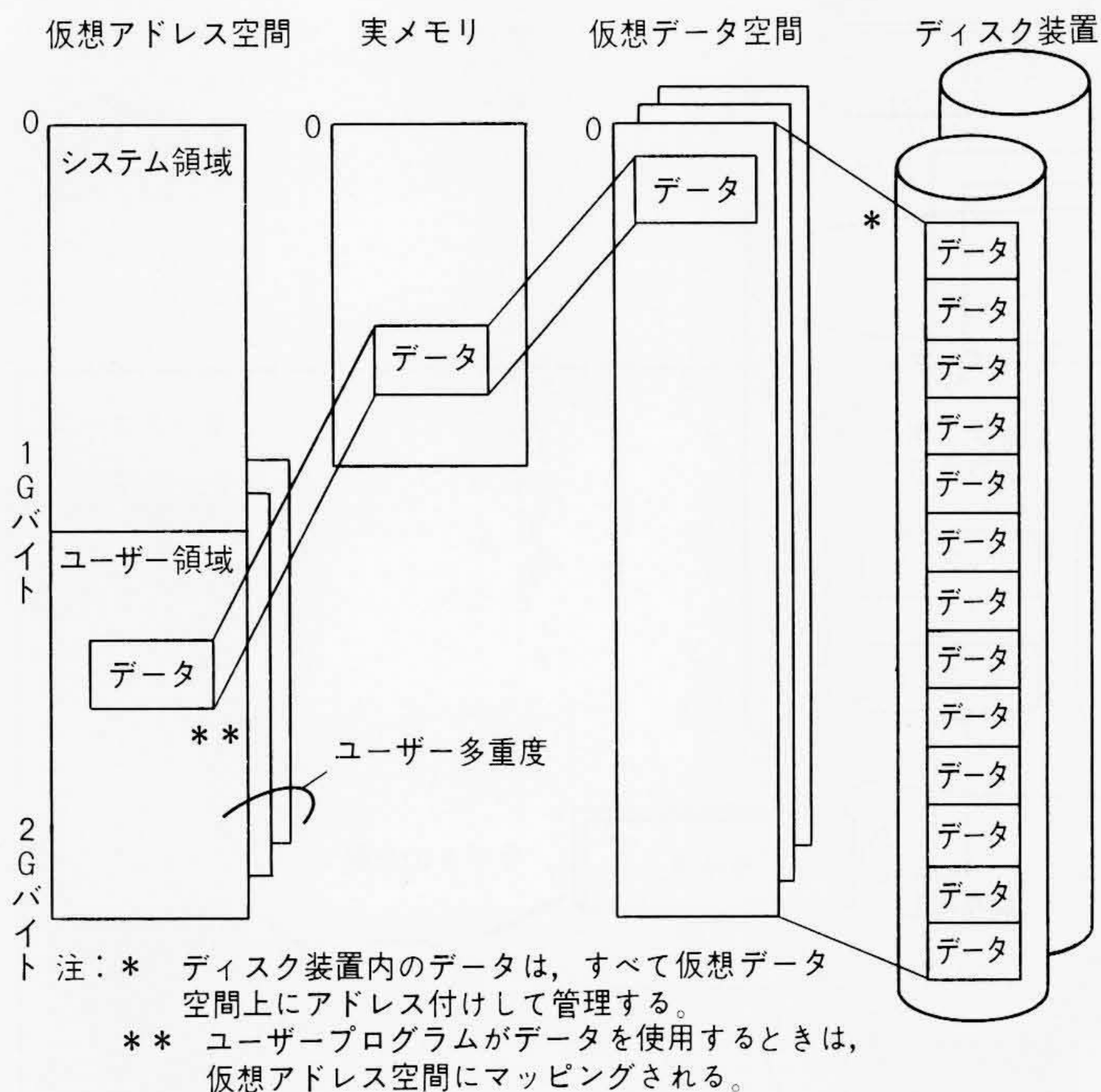


図8 仮想メモリの構成 システム領域とユーザー領域を合わせた2Gバイトの領域を「空間」と呼ぶ。この空間は、ユーザーの多重度分だけ、動的に生成される。システム領域は、すべての空間で同じ内容になっている。このことが、メモリの効率利用を図ることになり、性能向上となる。

テムの中には、従来の通信制御方式に基づいたハードウェアや各種ソフトウェアアプリケーションが共存する。

VOS KのXNFは、このような財産を有効に活用するため、拡張HNAの通信制御方式だけでなく、従来の通信制御方式も具備している。

さらに、HNAと拡張HNAのアプリケーションが一つのシステムに存在する場合、それぞれの通信コネクションを動的に確立する機能を持っており、1本の回線でHNAと拡張HNAを共存させることができる。

6 適用例

VOS Kシステムは、昭和63年12月に出荷した。その後、利用者の意見などを採り入れ改良を行ってきた。この適用例として、高性能、使いやすさ、構築しやすいネットワークについて具体例を示す。

6.1 性能

一つの例として、従来システムのVOS0/ESシステムとのジョブ実行性能比較を示す(図9)。

6.2 使いやすさ

階層形実行環境を適用することにより、使いやすさを向上した例として、印刷出力機能を説明する。

印刷出力機能は、ジョブの最終結果を扱うものであり、その操作性は、システムの使いやすさの中でも重要な位置を占めている。

VOS Kの印刷出力機能は、いったん「出力キュー」に登録

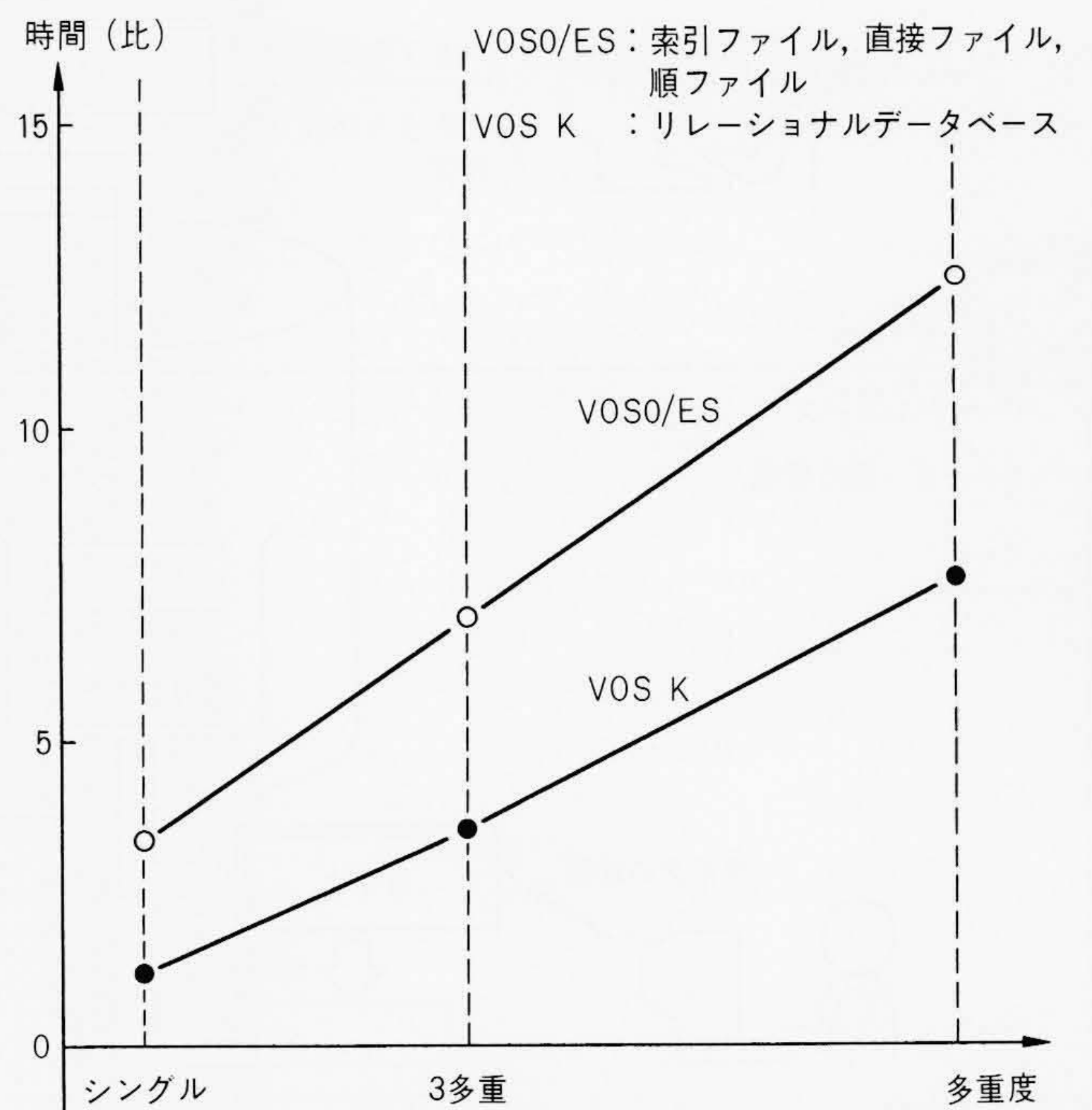


図9 VOS KとVOS0/ESのジョブ実行性能の比較例 同一ハードウェアでの測定を示す。ファイル編成は異なる。

した後、「ライタ」によって実際のプリンタに出力するスプーリングである。

出力キューは仮想的なプリンタであり、印刷先のプリンタの種類や印刷様式の違いに合わせて、使用者の判断で複数定義できる。

このスプーリングでの階層形実行環境の効果は、システム標準環境で運用する「センタユーススプーリング」と個々の使用者が業務や好みに合わせて運用を変えられる「パーソナルユーススプーリング」の二つを使い分けることができることに現れている(図10)。

6.3 構築しやすいネットワーク

XNF方式の適用例として、ネットワーク層中継機能を説明する。VOS Kシステムやワークステーションを、いくつかのシステムを経由して目的のシステムに接続する中継機能を、ネットワーク層中継機能と言う。この機能は、図11に示すように、OSIネットワークアーキテクチャのネットワーク層の機能に基づく制御方式によって実現されている。

また、この方式は国際規格であるため、VOS Kだけでなく、VOS3などを中継することができる。

7 結 言

通常、オペレーティングシステムの基本部の制御方式は、コンピュータの使用者に気づかれない部分である。しかし、最近のハードウェアの技術革新やコンピュータの使用方法の多様化に対応し、使用者の満足をうるためには、オペレーティングシステムの根幹である基本制御を確固としたものにす

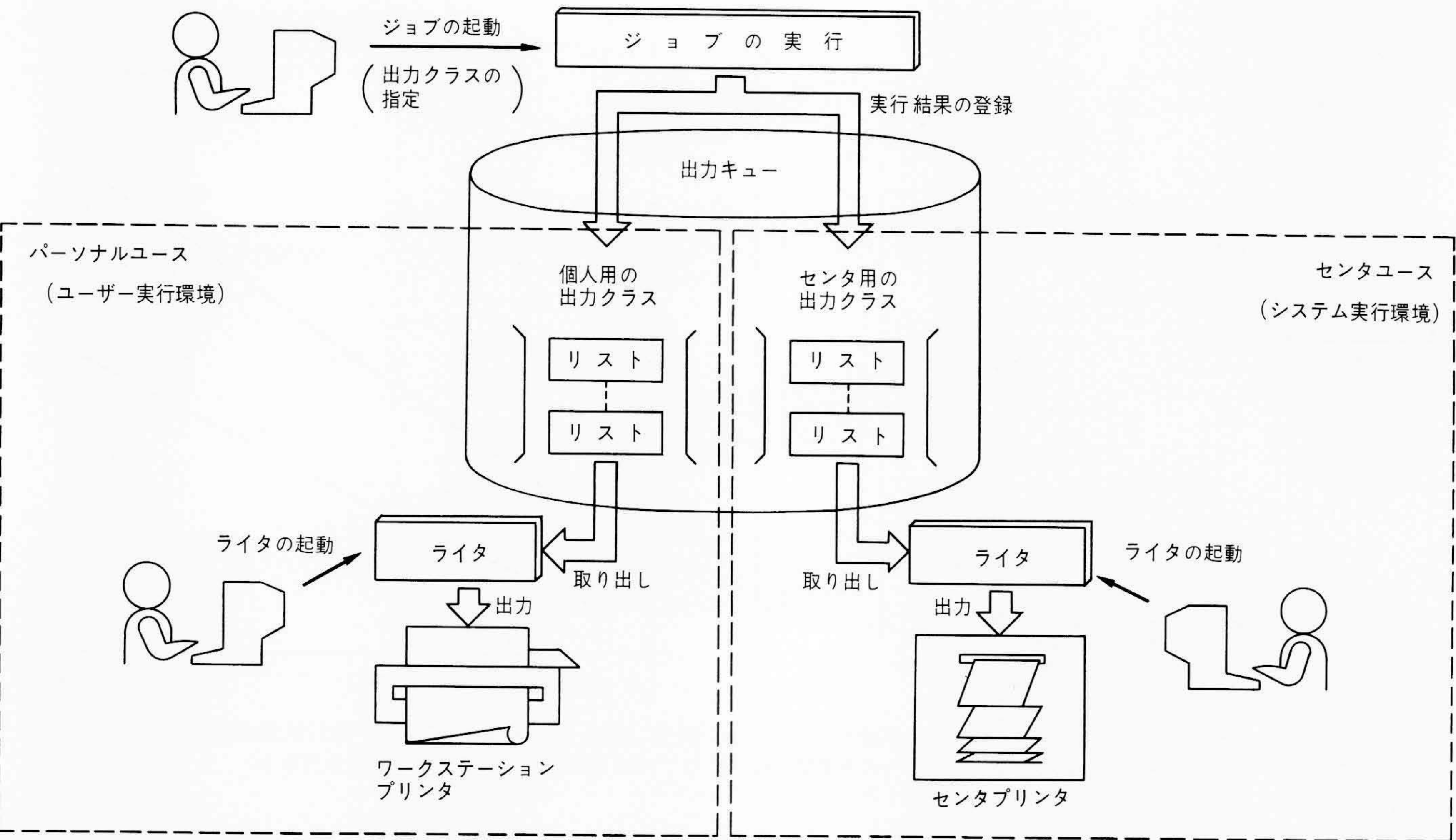


図10 ジョブの実行結果の印刷出力 リスト出力を、システム全体(センタユース)と個人(パーソナルユース)に分けて運用できる。

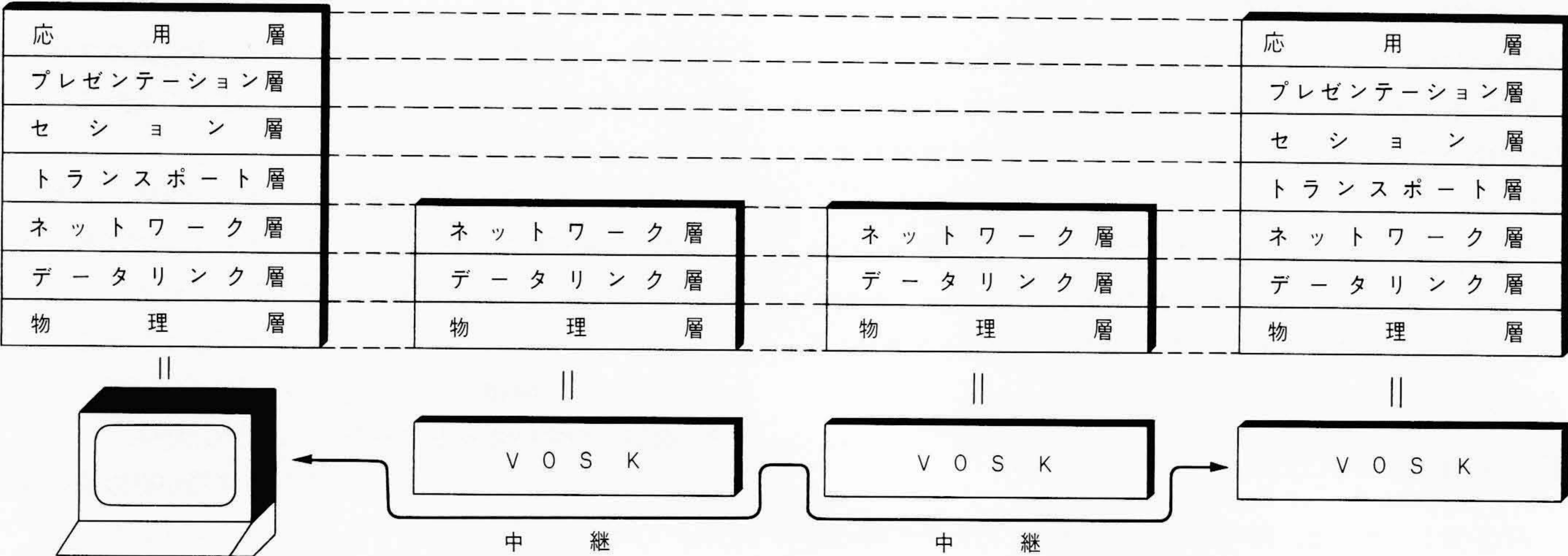


図11 ネットワーク層中継機能 複数のシステムを中継して、目的のシステムに接続することができる。

る必要がある。

VOS Kの基本制御は、このような目的に基づいて新しい技術を導入した。例えば、簡易性を追求するために、リレーショナルデータベースをシステムの基本機能とし、性能を十分に引き出すために、仮想データ空間制御を採用したことなどである。

VOS Kの位置する中・小形システム分野は、高度情報処理の重要なかなめであり、いっそうの発展が予想されている。このようななかで、VOS K基本制御は、VOS Kの多機能・高性能・高簡易性と高信頼性を実現する基盤制御として、今

後も拡張、発展させてゆく考えである。

参考文献

- 1) 菅居, 外: 中小形システムVOS K(3)―対話制御方式―, 情報処理学会第38回全国大会発表論文集, 6N-3(平1-3)
- 2) 荒井, 外: 中小形システムVOS K(2)―基本制御方式―, 情報処理学会第38回全国大会発表論文集, 6N-2(平1-3)
- 3) 高崎, 外: DB統合型OSの構造と性能評価, 情報処理学会DBS・OS合同研究会(平1-9)