

データベースシステムの高信頼化技術 “HIDDS/HIDRESS”の開発

Development of HIDDS/HIDRESS for Reliable Database System Administration

データベースシステム利用の高度化に伴い、その正確な維持・管理、すなわち信頼性の向上が要求されている。このサポートツールとして最も重要なものが、データディクショナリシステムである。データディクショナリは、データやプログラムなどのソフトウェア資源の特性・関連情報を一括して保持し、データベースシステムの頭脳役を果たす。

本報告では、データディクショナリの具体的機能例について特に信頼性(整合性)の観点から、(1)ディクショナリ情報間の無矛盾性のチェック及び定義変更時の関連定義情報の自動修正、(2)データベース定義変更時の影響範囲や程度のシミュレーション機能、などについて述べる。

中村史朗* Fumio Nakamura

木村淳美* Atsumi Kimura

吉田郁三* Ikuzô Yoshida

角田昌隆** Masataka Kakuta

1 緒 言

データベースの概念・用語が1970年ごろ定着して以来、10年以上が経過した。この間、DBMS(データベース管理システム)は、導入期を経て普及期に入り高度な利用が行なわれるようになってきている。それに伴い、データベースシステムの維持・管理を正しく実施すること、すなわち信頼性の向上に対する要求が強くなっている。この信頼性は、次の3種類の観点に分類することができる。

- (1) 管理面からの整合性——データベースシステムの定義情報の整合性を維持し、正しい動作環境を保持する。
- (2) セキュリティ、リカバリ——データベースの内容を、不当に見たり変更したりするのを防ぐ。また、データベースの内容が破壊された場合にその修復を行なう。
- (3) データベース内容の整合性——不当なデータが入力されるのを防いだり、あるデータが変更されたとき関連するデータも自動的に修正する(例えば、年月日の月として12を超える値が入ってきた場合エラーとしたり、部品番号のフィールドが2箇所使われている場合、片方である部品番号が修正されたら他方も自動的に修正する)。

本稿では(1)の観点から、その基盤であるデータディクショナリを中心に、具体的機能例について報告する。

2 データベースシステム管理の必要性とそのツール

2.1 データベース管理者

データベースシステムは、図1に示すように複数のアプリケーションを統合し、共通のデータベースを共有して一連の処理を行なう点に特徴がある(例えば、生産管理システム)。統合化によりデータの重複(冗長性)を最小に抑え、整合性のとれたデータベースシステム管理の道が開けた(例えば、従来個々のファイルに重複してもっていた部品コードを1箇所に統合してもつ)。しかし、データベースシステムの設計・開発・運用・拡張の全ライフサイクルにわたり整合性を維持してゆくためには、適切な管理者を必要とする(例えば、統合した部品コードを、どのプログラムがどのように使用するかを把握しておかないと、改造時・拡張時正しい対処ができない)。こ

れがデータベース管理者¹⁾と呼ばれる職能である。図2に以上述べたデータベースシステム管理の必要性をまとめる。

2.2 データディクショナリ

複数のアプリケーションを統合したデータベースシステムを正しく維持・管理してゆくには、人手では限界がある。最大の問題は、データやプログラムなどの資源の関連の複雑さ

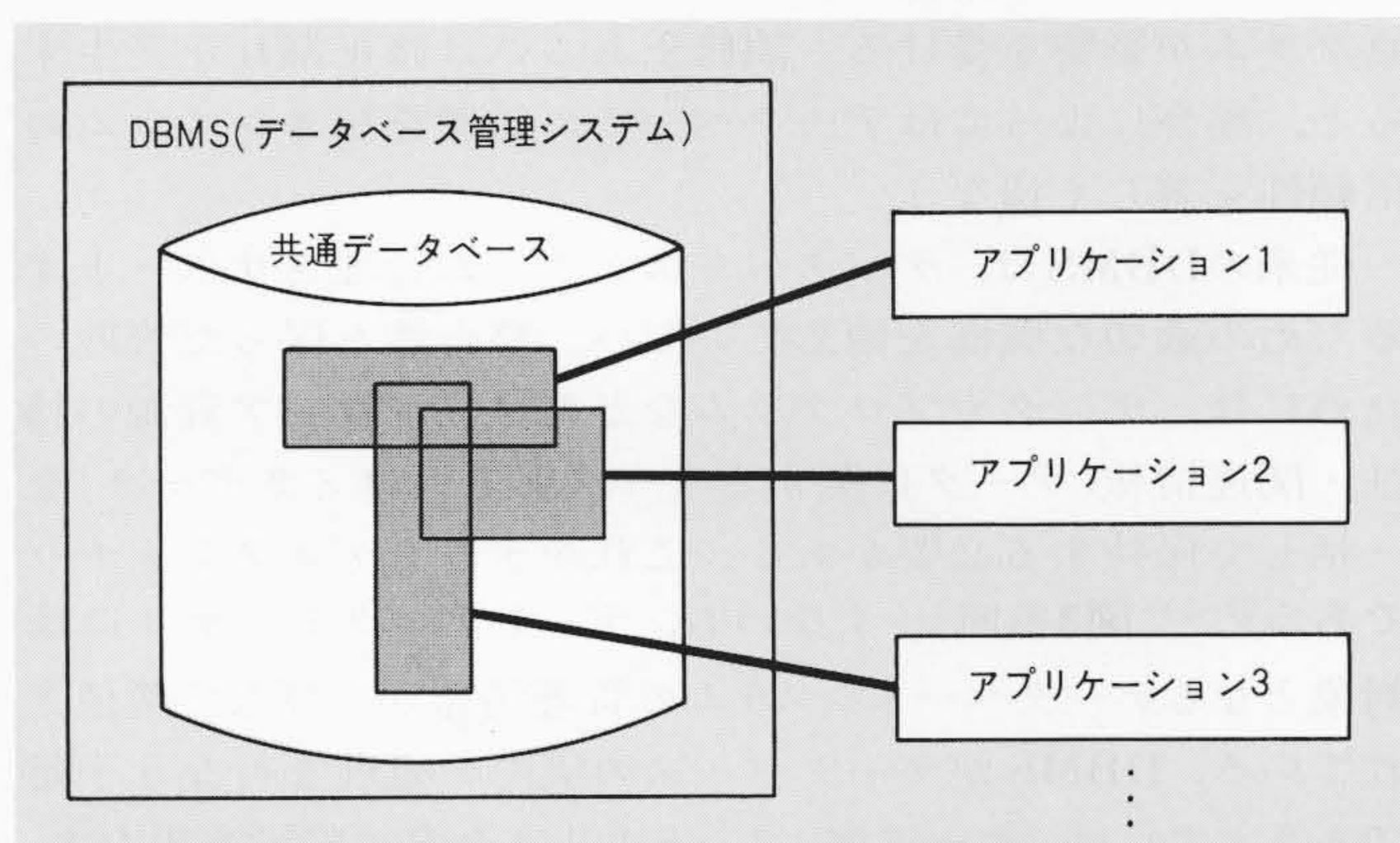


図1 単純化したデータベースシステムのイメージ データベースシステムでは複数のアプリケーションを統合し、共通のデータベースを共有して一連の処理を行なう。

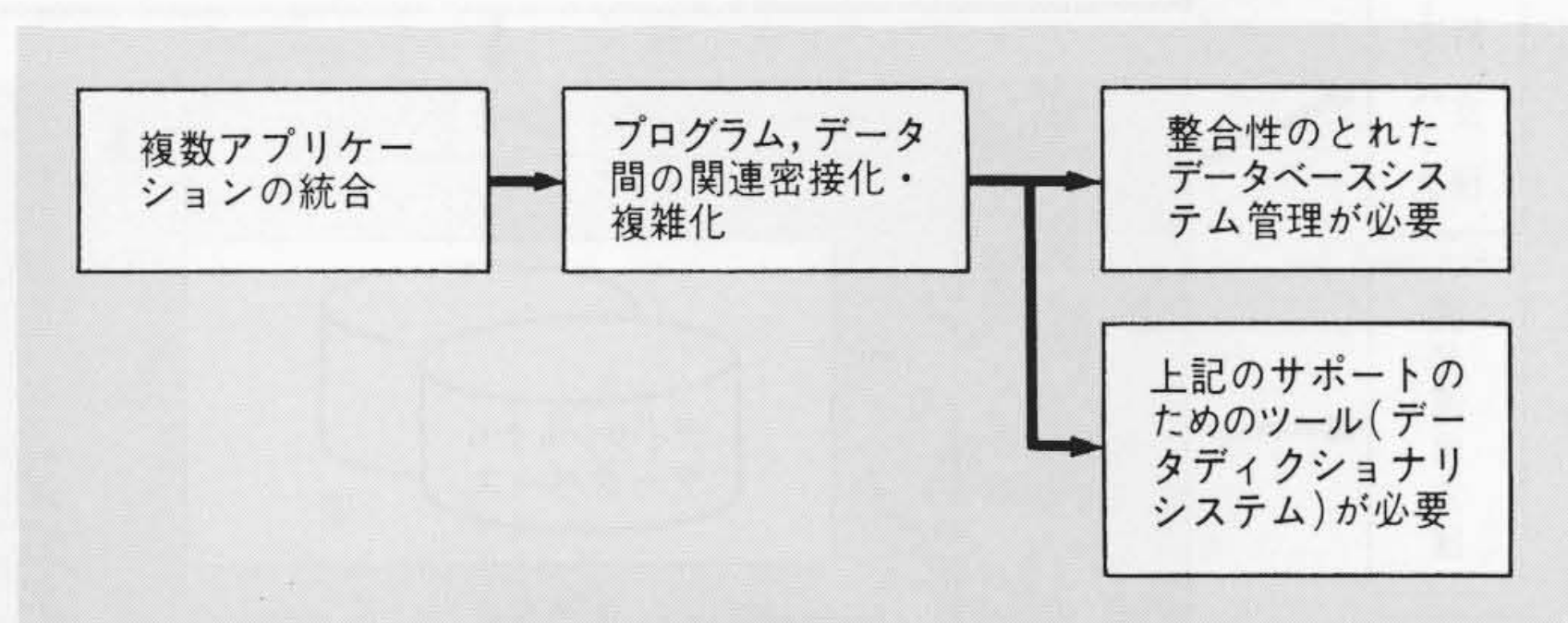


図2 データベースシステム管理の必要性 データベースシステムの特徴であるアプリケーションの統合とデータベースの共用の利点を発揮するには、複数のプログラムやデータ間の整合性を維持することが重要となる。

* 日立製作所システム開発研究所 ** 日立製作所日立工場

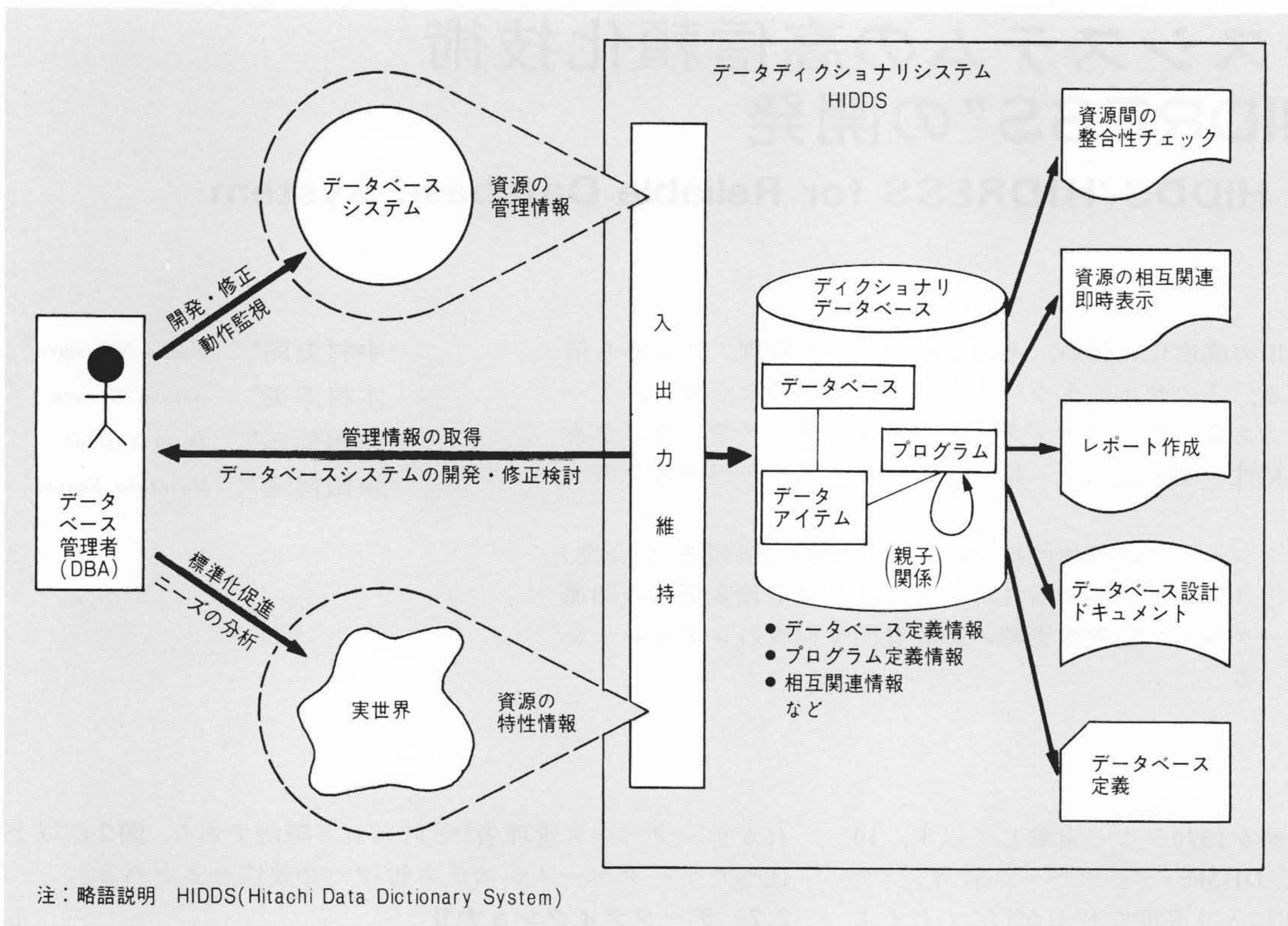


図3 HIDDSの位置づけと役割 HIDDSは、データベースシステムの資源の特性情報を統合管理し、データベース管理者の頭脳役を果たす。

による整合性維持の難しさである。例えば、生産管理システムで部品コードの桁数が変わった場合、多数のデータ及びプログラムが影響を受ける。誤修正あるいは修正漏れが発生すると、場合によってはデータベースの破壊を招きシステムの信頼性を著しく損なう。

従来のDBMSは、データベースシステム管理をサポートするための適切な機構を備えていない。整合性を保った管理のためには、データやプログラムなどのソフトウェア資源の特性・関連情報(データに関するデータあるいはメタデータ)を一括して保持する必要がある。これがデータディクショナリである^{2)~5)}(図3参照)。すなわち、データディクショナリには対象となるデータベースシステムの管理情報が一括して蓄積されている。DBMSがデータベースの実際の処理を行なう手足であるとすれば、データディクショナリはその頭脳役を果たす。

3 データディクショナリシステム“HIDDS”

3.1 HIDDSの役割と機能構成

データディクショナリシステム“HIDDS”(Hitachi Data Dictionary System)は、図3に示すように、データベースシステムのデータ、プログラムなどの資源の特性情報を統合管理する。この情報をもとに、資源間の整合性チェック、相互関連表示などの機能を提供することによって、データベースシステム運営負担の軽減、信頼性の向上をサポートする⁶⁾。

HIDDSの全体機能構成を図4に示す。HIDDSはADM(Adaptable Data Manager)を用いたデータベースシステムを主対象とする。資源情報は、管理対象のデータベースに関する情報を保持するデータベース以下7個のディクショナリデータベースに格納される。図5に基本的な構成資源と、それらの

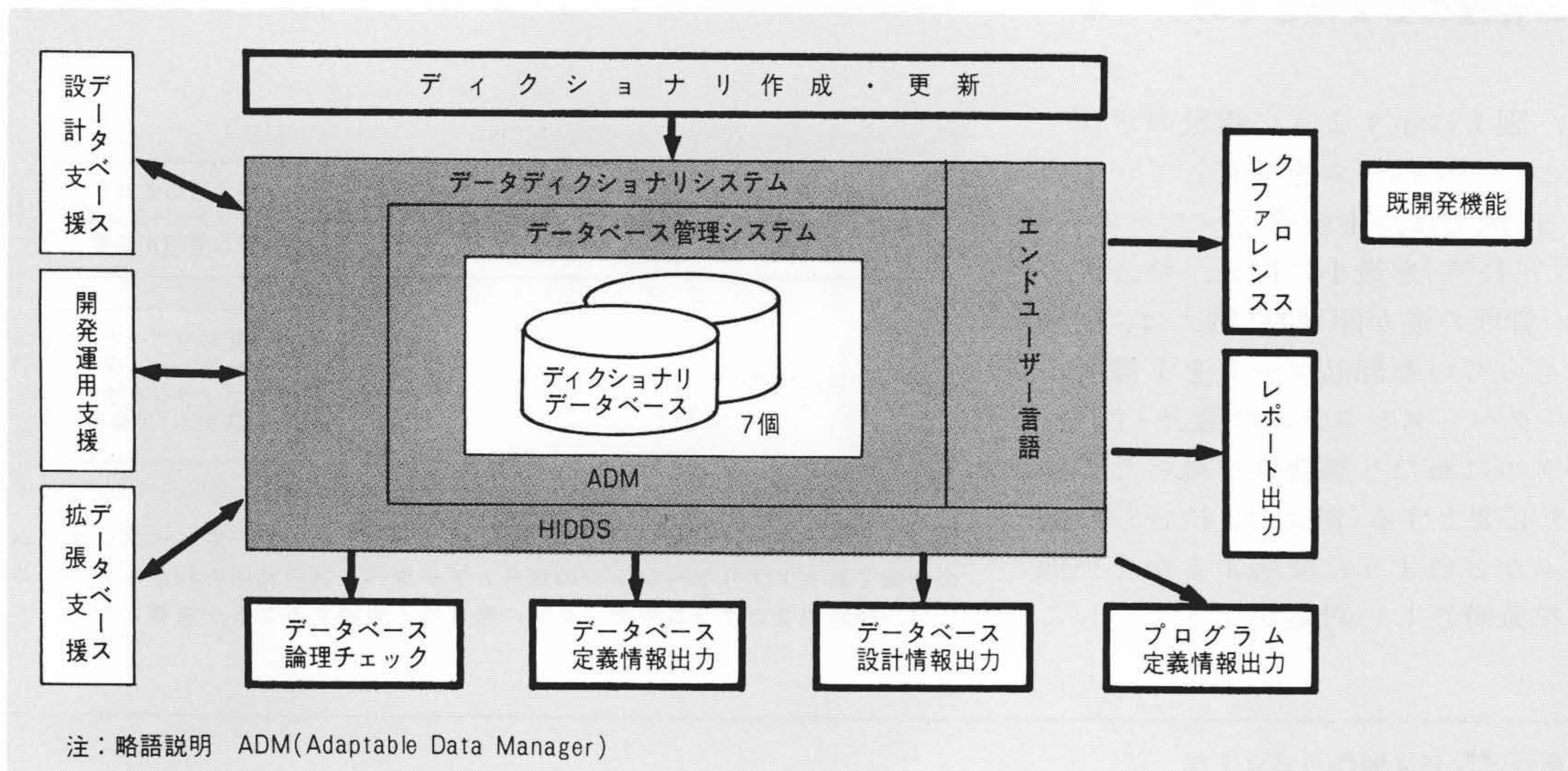


図4 HIDDSの全体構成 HIDDSは、データベース管理システムADMを用いたデータベースシステムを主な対象とする。

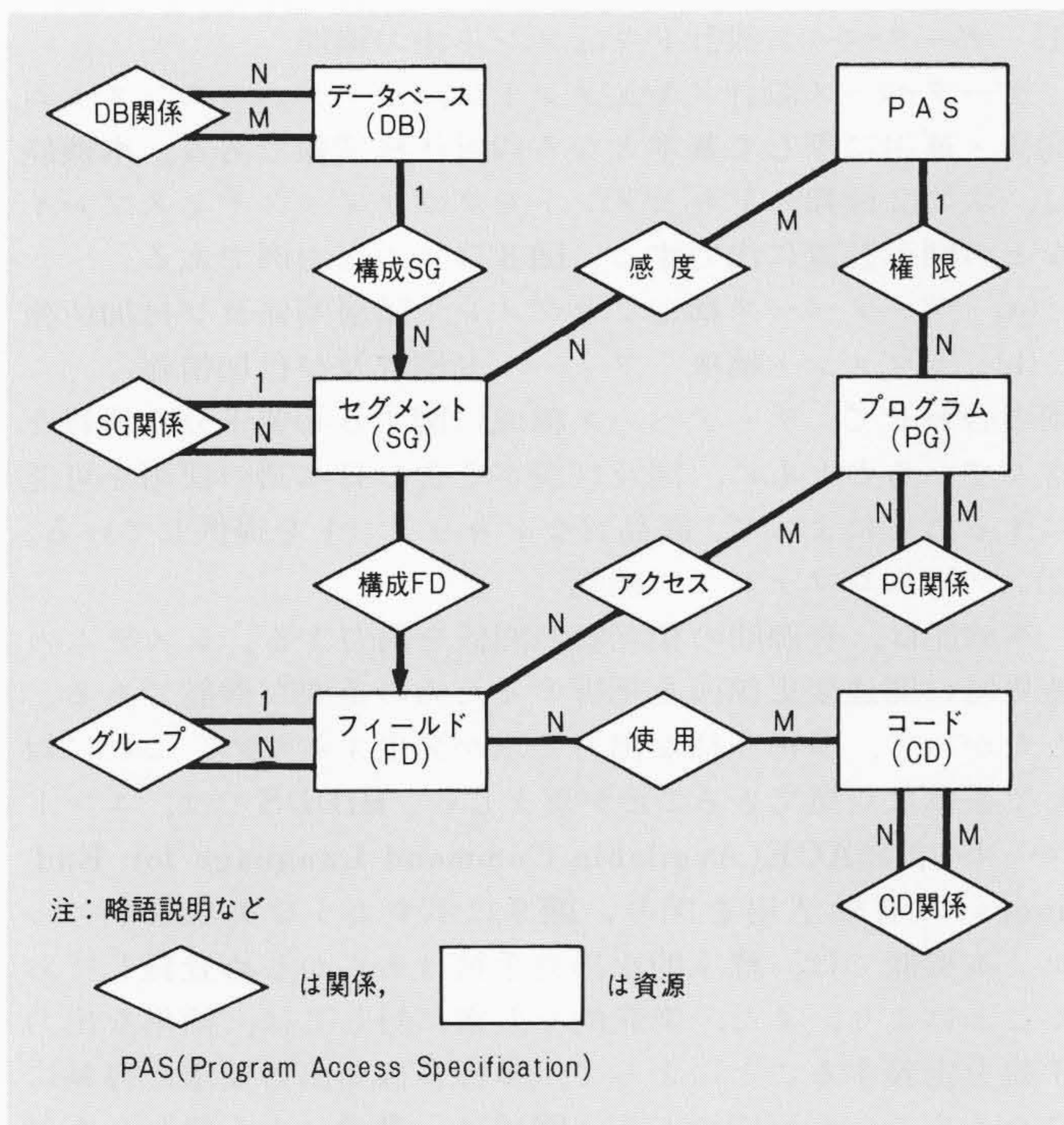


図5 デクショナリの基本的構成資源及び関係 データベース、プログラム、コードなどの資源情報と関係情報をもつ。

関係を示す。以下に主要機能について概要を述べる。

(1) デクショナリ作成・更新機能

広範囲な情報を矛盾なくデクショナリデータベースに蓄積する。

(2) データベース設計情報出力機能

システム変更などの場合に最新のデータベース設計ドキュメントを作成する。

(3) クロスレファレンス機能

データとプログラムの使用関係などのように、資源間の相互参照関係を表示する。

HIDDSでは、これらの機能によって、データベースシステムの設計から開発・運用・拡張にわたる総合支援システムを目標とするとともに、信頼性を高めるために各機能の高度化を図っている。次節以降では、これらのうち、デクショナリ蓄積情報とその出力情報に関する高信頼化技術について述べる。

3.2 デクショナリ蓄積情報の高信頼化技術

先に述べたように、デクショナリには、データベースシステムの資源の特性情報が蓄積される。しかも、これらの資源は独立して存在するのではなく、相互に関連し合っている。したがって、ある資源を変更する場合に、それと関連する資源を漏れなく拾い出し、誤りなく修正することが重要である。しかし、このような変更を人手によって行なう場合、修正漏れや誤りの可能性が大きくなり、資源間の整合性が破壊される危険を生ずる。

このような危険を防止するため、図6に示す整合性向上方式を開発した。本方式は、以下に述べる四つの機能から構成される。

(1) 変更要求指示の正当性チェック機能

本機能は、変更情報に対して、意味的な面からの徹底したチェックを行なう。例えば、変更データの属性(数値形、文

字形、値の範囲、長さなど)、既蓄積情報との妥当性(データベースのアクセス法との関係、セグメントのサイズとの関係など)をチェックする。この段階で、不正な変更要求は排除される。

(2) 関連情報の自動修正機能

(1)で正当と認めた変更要求によって、デクショナリ情報は変更される。これと同時に、変更情報に対して変更が必要な他の情報に対して、自動的に修正を実施する。これは、図5に示した資源間の関連とデータベース構成規則に基づいて行なわれる。本機能によって、以下のケースを除き自動修正を可能としている。

(a) 変更の有無がユーザーの意思による場合

(b) 変更する値がユーザーによって決定される場合

(3) 関連データベース間の整合性チェック機能

本機能は、変更された全データベースに対して、関連するデータベースとの間の論理的な整合性をチェックする。この段階で、(2)で除かれた部分を含めて不整合箇所が摘出される。これによって、変更箇所の漏れなどを防止する。

(4) データベース再定義情報生成

変更された情報は、最終的にADMが管理するデータベース構成情報に反映されなければならない。本機能は、このための定義パラメータを生成する。

更に、上記(1)~(4)の機能を有機的に結合することによって、変更要求から始まり、変更後のデータベース再定義情報の生成までを一貫して制御する。本方式によって、変更箇所の漏れ、誤変更などを防止でき、デクショナリ蓄積情報の高信頼化が図れる。

図7に、経理DB(データベース)の従業員No.セグメントを変更する場合の例を示した。この場合、経理DB、人事DB、管理DB及び経理PAS(Program Access Specification)の該当情報が、自動修正の対象となる。更に、上記情報及びこれらの情報と関係する全情報の整合性チェックが行なわれ、最終的に、変更後の上記データベースの再定義パラメータが出力される。

3.3 デクショナリ出力情報の高品質化

前節では、デクショナリ蓄積情報の高信頼化のための整合性向上策について述べた。この情報の主な利用者は、データベース管理者に代表される人間である。したがって、人間

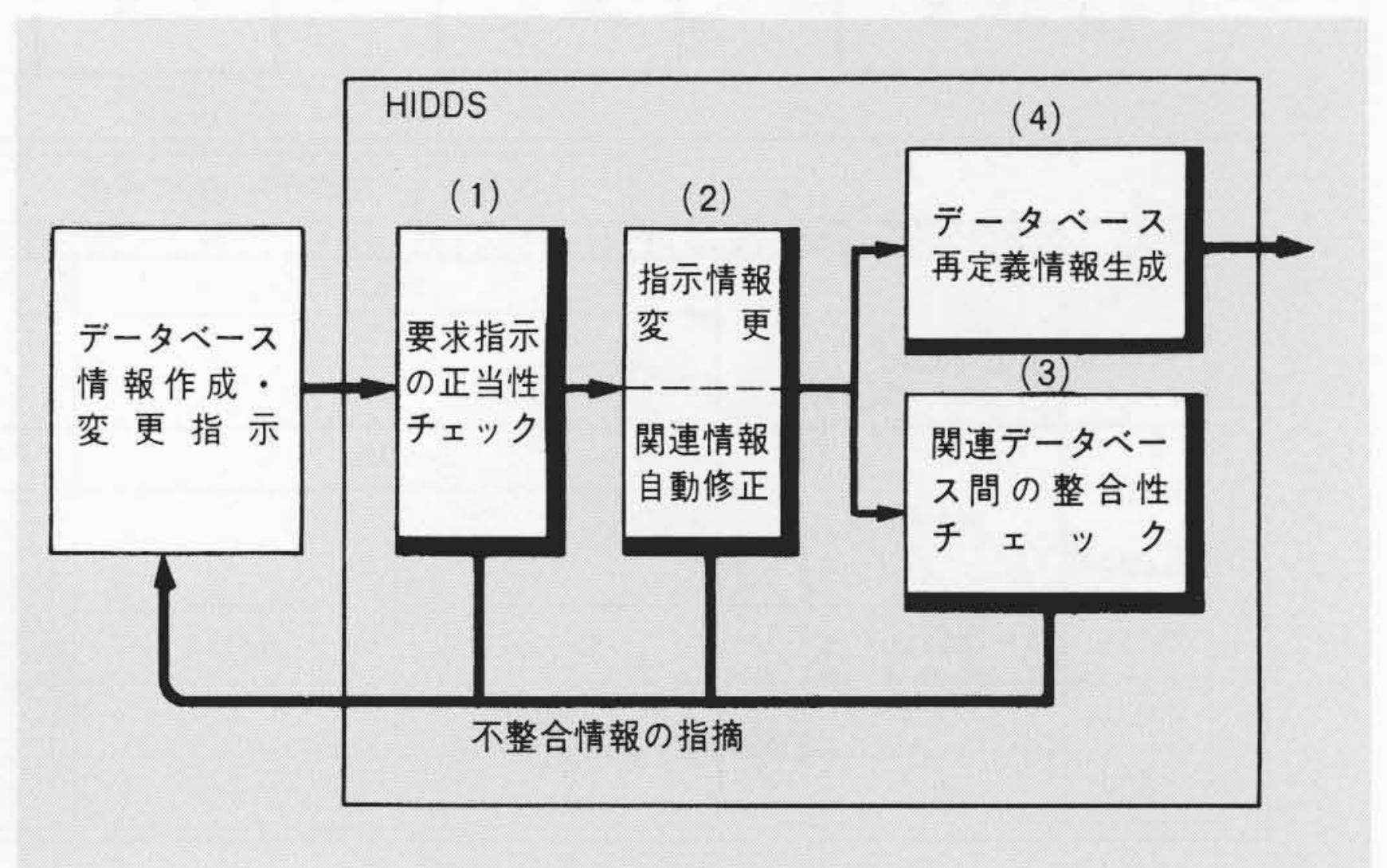


図6 デクショナリ蓄積情報の整合性向上方式 データベース情報の作成・変更要求に対して、デクショナリ中の資源情報の整合性を保持するために、関連情報の自動修正、関連データベース間の整合性チェックなどを行なう。

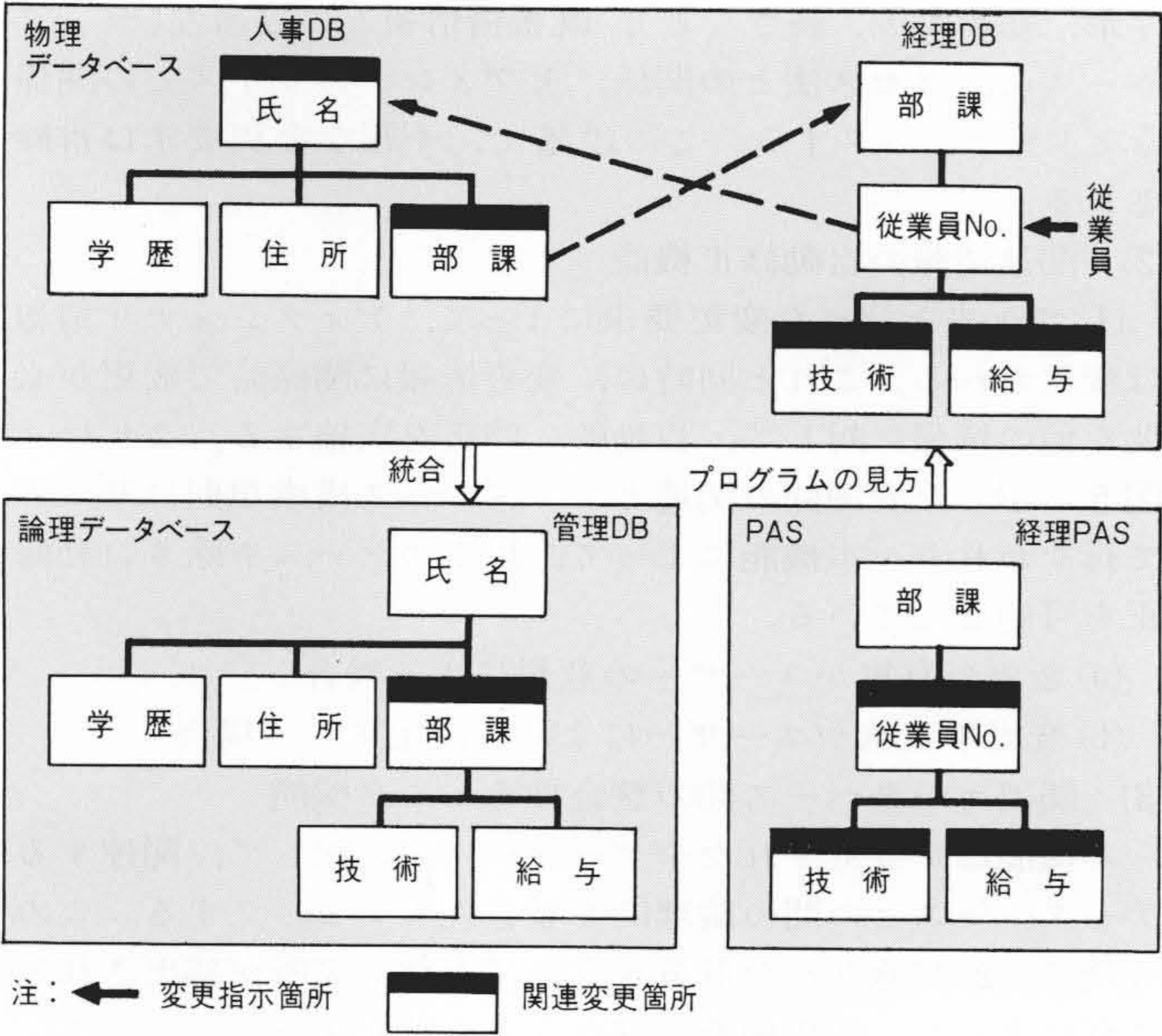


図7 関連情報の自動修正例 経理DBの従業員No. セグメントを変更することによって、関連箇所が変更される。

とのコミュニケーションを良くし、データベースシステムの運営を円滑化するためには、インタフェースとなるディクショナリ出力情報の質を向上することが必要である。

HIDDSでは、以下に述べるように、ディクショナリからの各種情報出力機能に、図形表示、日本語情報出力などを行なうことによって、出力ドキュメントの質の向上、出力要求に対する柔軟性を図った。

- (1) データベース設計ドキュメント出力機能
 - データベース設計ドキュメントは、データベースシステム開発・運用に際して基本となる設計仕様情報である。本機能は、次の2種類のドキュメントをグラフィックディスプレイなどの図形装置に出力する。図8はこの出力例である。
 - (a) データベース構造：セグメント階層関係及び付加情報
 - (b) セグメント構成：フィールド構成及び付加情報
- 両者合わせて、データベース構成に関する必要十分な情報を含んでいるとともに、図及び漢字を含む日本語の使用を可能にすることによって、高品質なドキュメントを提供している。
- (2) クロスレファレンス機能
 - 本機能は、資源間の相互参照関係を出力する。システムの変更時に関連変更箇所を把握するための重要な機能である。したがって、多種多様な出力要求が発生するため、これに対して柔軟に対処できることが望ましい。HIDDSでは、エンドユーザー言語ACE(Available Command Language for End-users)の有効活用を図り、図9に示すような実現を行なった。本機能では、標準的な出力手続はあらかじめ登録しておくことにより、また、突発的な要求に対しては、簡単な出力手続を定義することによって、多種多様な出力要求に容易にこたえることが可能である。図10は、書式による枠取りを付加したプログラム-フィールド相互関連出力例である。

4 データベース変更シミュレータ“HIDRESS”

4.1 HIDRESSの役割

データベースシステムの改造・拡張を行なう場合、最も基本的かつ重要な事項は、システムの既存資源に対する影響を正確に把握することである。データディクショナリシステムでは、この役割をクロスレファレンス機能が担っている。し

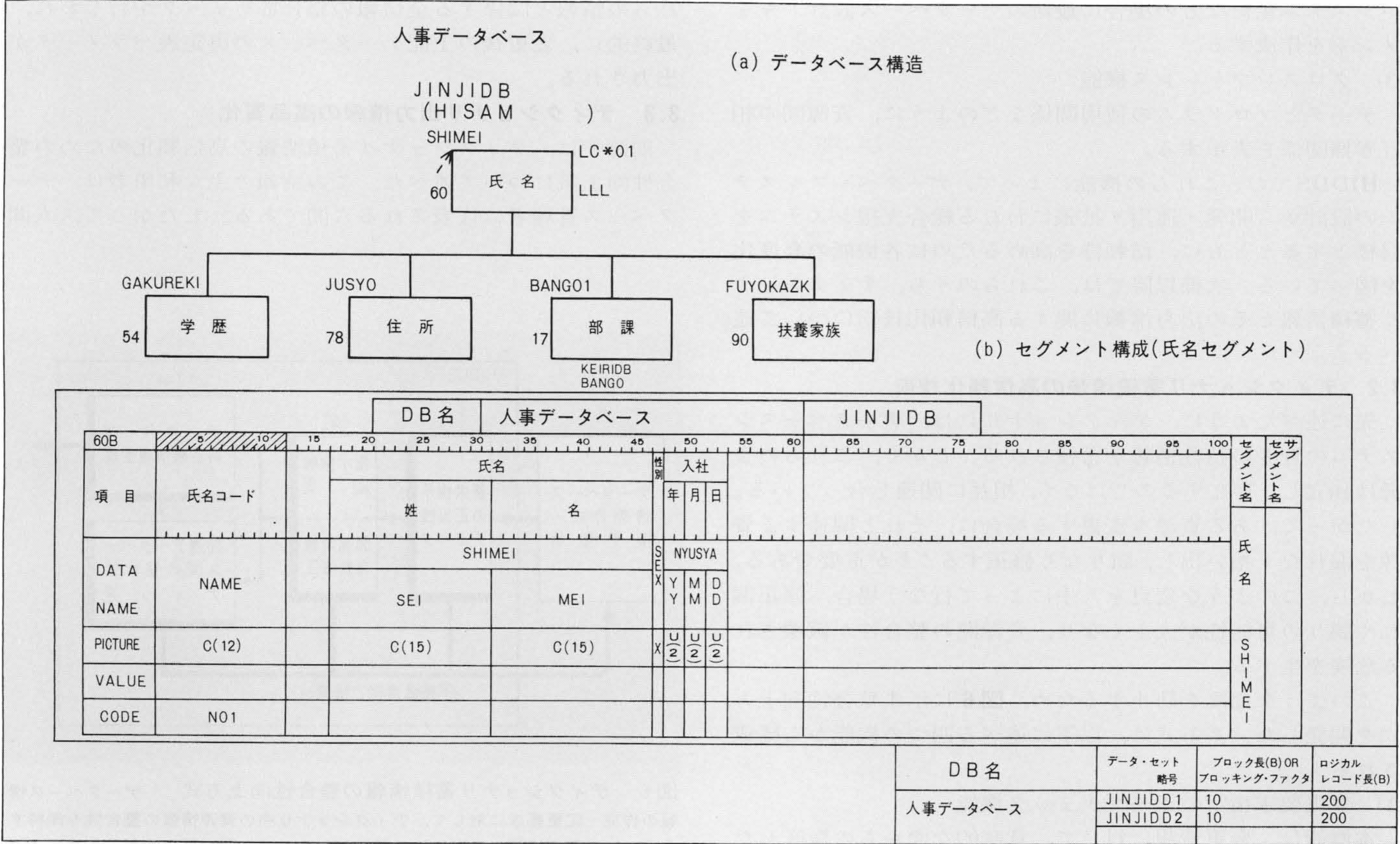


図8 データベース設計ドキュメント例 データベース構造とセグメント構成の実際の出力例である。

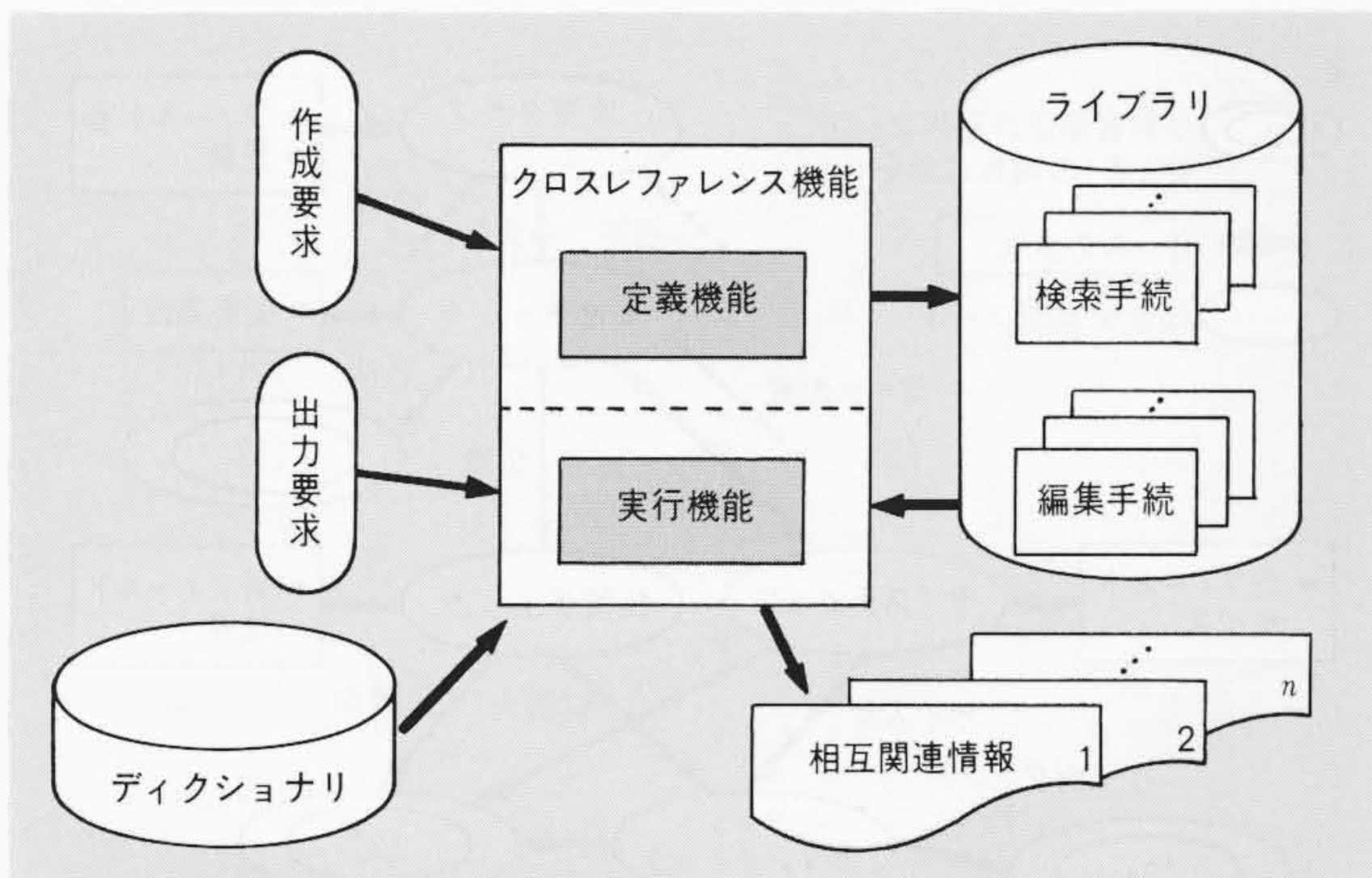


図9 クロスレファレンス機能の実現方式 必要な相互関連の検索・編集手順を定義することによって、多種多様な相互関連情報が得られる。

PROGRAM NAME	EXPLANATION OF PROGRAM	SYSTEM NAME	V-ID	DATE	PAGE	FMT-ID
YADDB	DB/SEG/FLD TEXT NAME INPUT	BDDS	P	79/05/17	0001	FPRGFD

NOTE. G: GET
I: INSERT
R: REPLACE
D: DELETE

FIELD NAME	EXPLANATION OF FIELD	DATABASE NAME	SEGMENT NAME	G	I	R	D
KEY		DBDB	SGDB	0			
KEY		FLDDB	SGFLD	0			
LTDBN	EXPLANATION OF DATABASE	DBDB	SGDB	0		0	
LTFLDN	EXPLANATION OF FIELD	FLDDB	SGFLD	0		0	
LTSEGN	SEGMENT NAME FOR LIST	DBDB	SGSEG	0		0	
PTDBN	DBD NAME FOR PLOTTER	DBDB	SGDB	0		0	

FIELD COUNT 9

図10 クロスレファレンス出力例 プログラムとフィールドの相互関連出力例である。

かし、変更によって影響が生ずる範囲は、表1のフィールドの例で示すように、変更種類(追加, 更新, 削除), 変更属性(名称, サイズ, データ形式など), 資源の現状などによって大きく変化する。したがって、クロスレファレンス機能だけでは影響関係の分析が複雑になり、影響を把握し切れない場合が生ずる。

上記問題の解決策としてデータベース変更シミュレータ“HIDRESS”(Hitachi Database Reconstruction Estimation Support System)を開発した。本システムは、図11に示すように、システムの改造・拡張時に、資源の変更によって既存資源に生ずる影響範囲の明確化のサポートを目的とする。

4.2 HIDRESSの機能と構成

変更の種類に応じた影響範囲の解析を行なうには、次の能力が必要である。

(1) 変更要求の認識

変更する資源, 属性及び変更の種類などの, 変更の外部要因の判断能力。

(2) 変更内容の分析

外部要因ごとの影響の分析方法の決定と, 資源の現状検査による内部要因の判断能力。

(3) 影響関係選択

最終的に内部要因の分析結果から, 選択すべき影響関係種類の決定能力。

(4) 影響資源出力

決定された影響関係種類に基づいて, 資源を検索し整理して出力する能力。

HIDRESSは, 上記(1)~(3)の能力を, 図11に示す影響波及モ

表1 フィールド変更と影響波及関係 変更の種類によって, 影響を受ける資源は大きく変化する。

項番	変 更	属性値との関係	影響範囲(プログラムのみ)
1	フィールド名称		FD. アクセス→PG
2		セグメントサイズを超えない。	FD. アクセス→PG FD. グループ→FD. アクセス→PG
3	フィールドサイズ	セグメントサイズを超える。	FD. アクセス→PG FD. グループ→FD. アクセス→PG FD. 構成FD→SG. 構成FD →FD. アクセス→PG FD. 構成FD→SG. SG関係→ SG. 構成FD→FD. アクセス→PG

注: 「FD. アクセス→PG」は, 資源「FD」と関係「アクセス」に属する資源「PG」に影響することを示す。

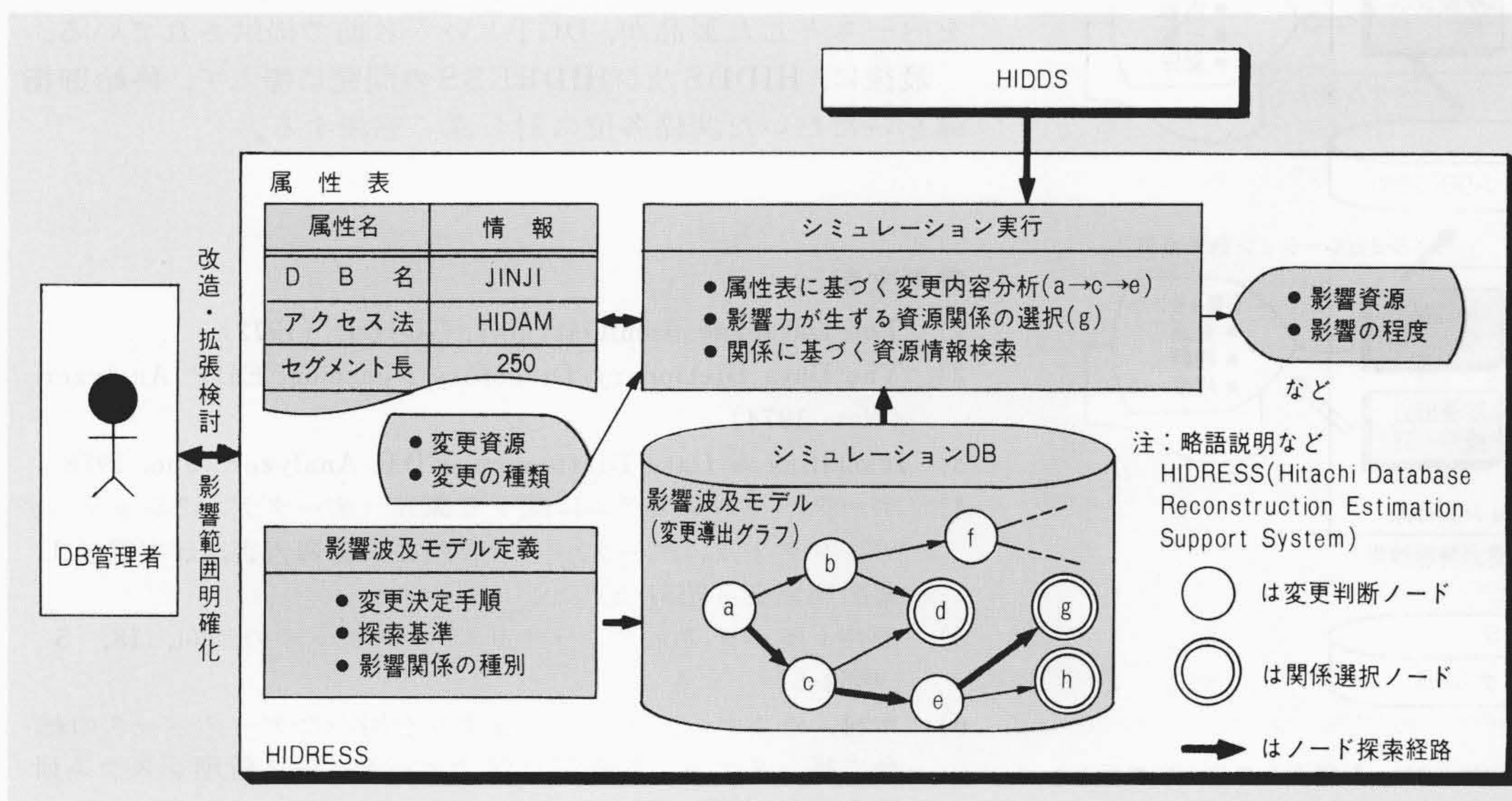


図11 HIDRESSの位置づけと役割 HIDRESSは, システムの改造・拡張に際して, 既存資源に対する影響波及箇所を明確化する。

デルとして表現する。このモデルを、影響波及モデル定義系によってシミュレーションデータベースに格納しておく。シミュレーション実行系は、このモデルを実行することによって、データベース管理者との対話を通して影響資源を明らかにする。図12は、上記の機能を実現するためのHIDRESSの機能構成である。

4.3 影響波及モデル

影響波及モデルは、前節の(1)~(3)の能力を有向グラフとして表現する。このモデルは、ノードと呼ぶ基本単位から構成される。図13は、表1のフィールド変更を想定した場合の影響波及モデルの一例である。モデルのノードは、前節の(1)及び(2)の能力をもつ変更判断ノードと、(3)の能力をもつ影響関係選択ノードから成る。いずれも専用の手続言語を用いて簡単に定義することができる。

シミュレーションの実行は、このノードの手続を実行し、ノードを探索してゆくことによって行なわれる。図13の太線で示した径路は、表1の項番3、すなわちフィールドのサイズ変更要求が、現在のセグメントのサイズを超える場合の探索結果である。

シミュレーションの実行結果、次の情報が得られる。

- (1) 集計情報
影響波及資源の総数
 - (2) 影響資源
資源の種類単位(データベース、プログラム、コードなど)の詳細情報
 - (3) 影響種類
データベース情報の場合、影響が構成情報の範囲内か、データベースの実体への影響かを表わす。
 - (4) 影響程度
影響の重大さ(変更が必要な確度)を示す。
- (3), (4)の規準は、モデル定義時に設定する。この実行結果は、変更代替案の比較検討などを容易にするために、シミュレーションデータベースに格納することができる。

以上述べた機能によって、HIDRESSを用いて次の効果を挙げることが可能である。

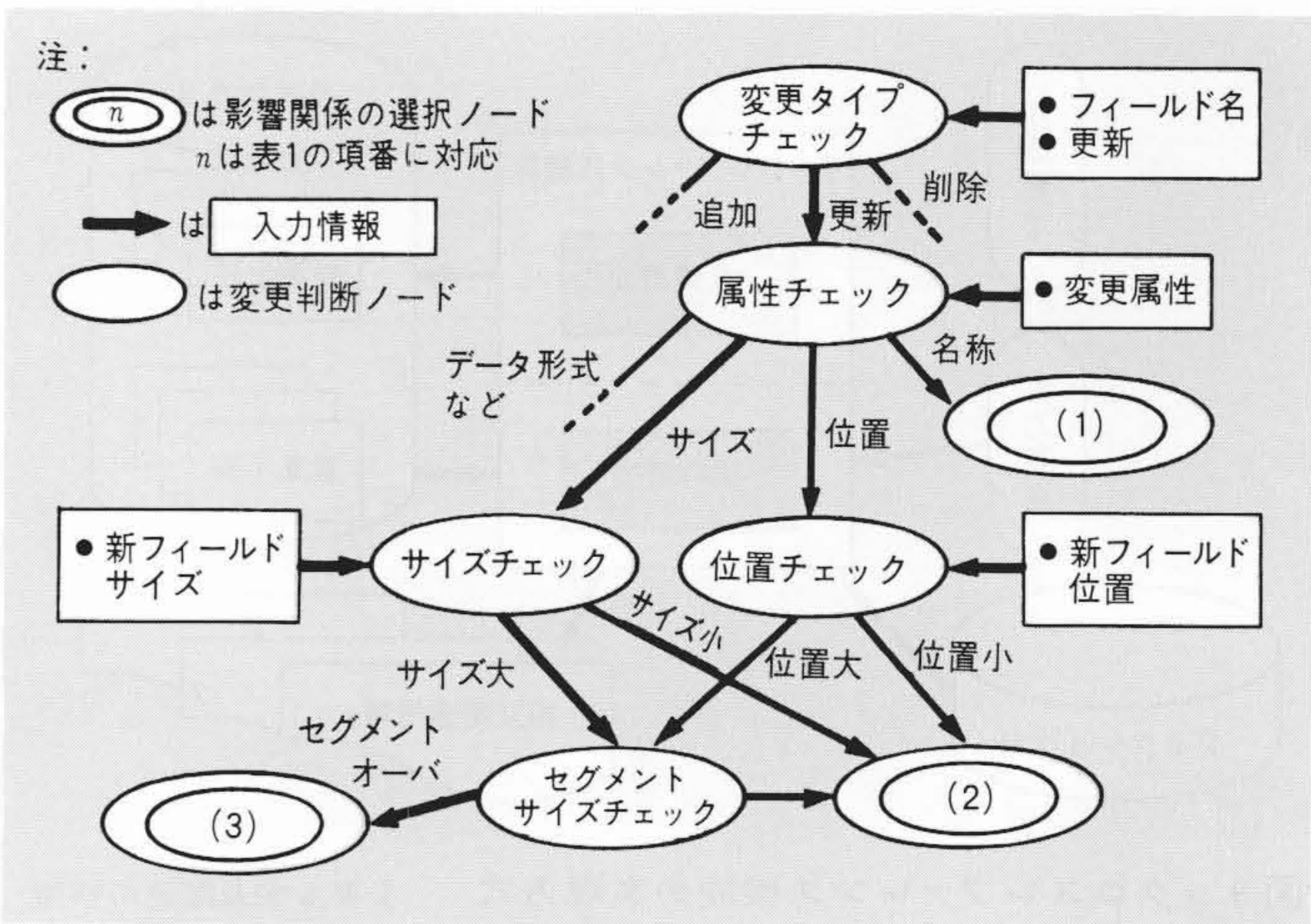


図13 影響波及モデルの例 表1のフィールド変更の場合の影響波及モデル定義例である。シミュレーションは、ノードの探索という方法で行なわれる。

- (1) システムの変更によって生ずる既存資源への影響を、対話的に検討した上で、システム改造・拡張の最終決定を行なえる。
- (2) システムの変更内容に従った影響波及箇所を把握することが非常に容易になり、漏れや判断ミスが減少する。
- (3) システムの改造・拡張に関するノウハウを、影響波及モデルとして蓄積し拡張してゆくことが可能となる。

5 結 言

データベースシステムの信頼性向上のため、その維持・管理面からデータディクショナリに焦点を当て、具体的な機能例を中心として述べた。今後DBMSには、信頼性や使いやすさなど機能面からの要求がますます強まってくると考えられる。言い換えれば、DBMSのブラックボックス化が要求されている。このためにはDBMS自身、データディクショナリの情報を活用する必要がある。したがって、今後のDBMSではデータディクショナリが必須のものとなり、形態としてもデータディクショナリとDBMSが完全に一体化した形になっていく。それと共に、データディクショナリの高度化も要求される。短期的には緒言で述べたデータベースの内容の整合性の保持があり、長期的には知識ベースの技術発展を待って、それとの融合を図ってゆくことが必要である。

なお本稿で説明したデータディクショナリシステム“HIDDS”をベースとした製品が、DCTという名前で提供されている。最後に、HIDDS及びHIDRESSの開発に際して、終始御指導をいただいた関係各位に対し深く感謝する。

参考文献

- 1) The Database Administrator, GUIDE (1972)
- 2) The Data Dictionary/Directory Function, EDP Analyzer (Nov. 1974)
- 3) Installing a Data Dictionary, EDP Analyzer (Jan. 1978)
- 4) データベースシステムに関する調査—データディクショナリ/ディレクトリ, データベース専門委員会報告書, 日本電子工業振興協会 (昭51-3)
- 5) 酒井：データディクショナリ/ディレクトリの動向, 18, 5 (昭52-5)
- 6) 木村, 外：データディクショナリを用いたデータベースの総合支援システム, 情報処理学会データベース管理システム研究会資料 (昭55-3)

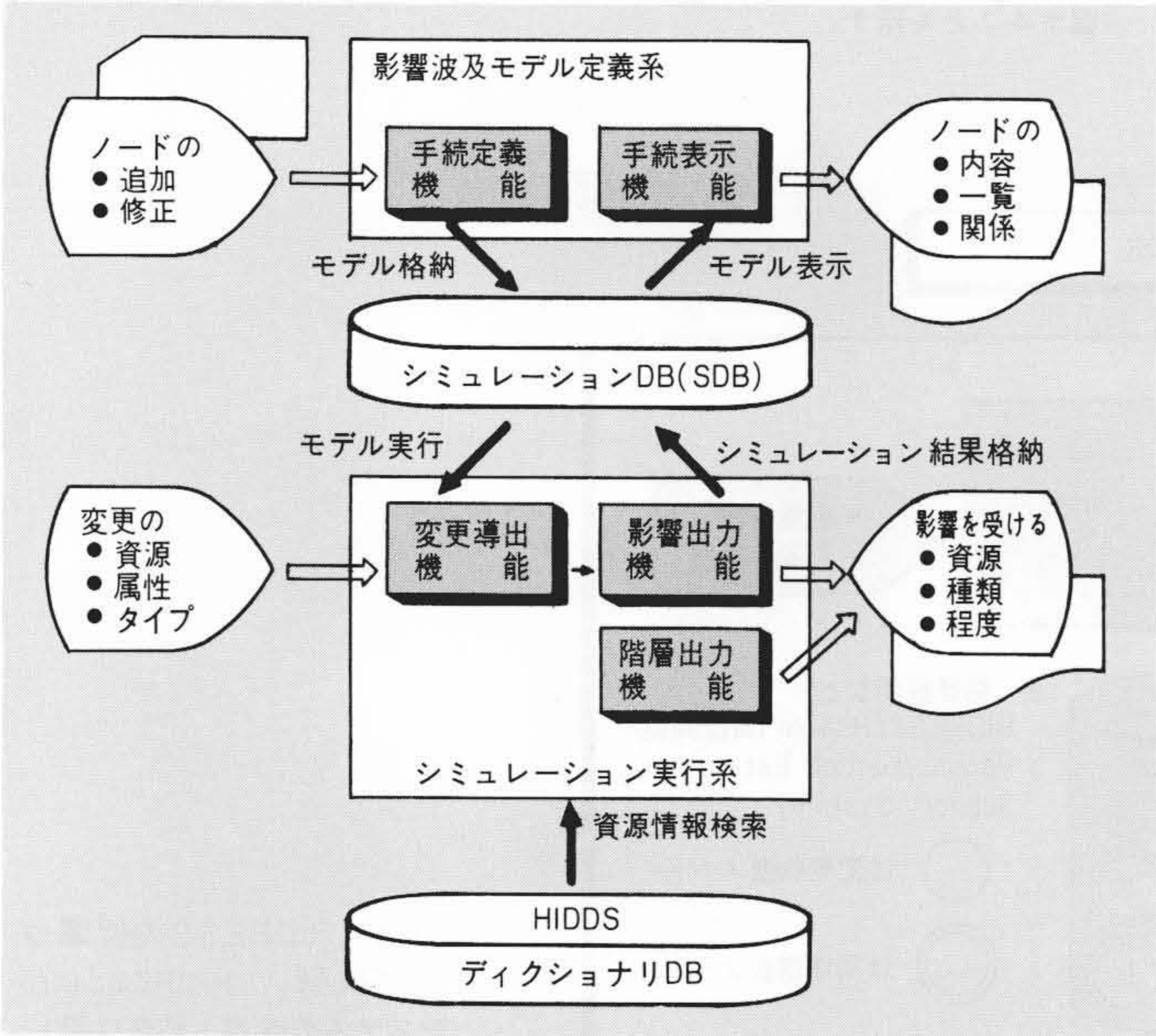


図12 HIDRESSの機能構成 HIDRESSは、影響波及モデル定義系とシミュレーション実行系から構成され、対話によって影響箇所を明らかにする。