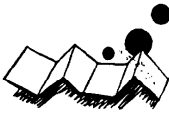


## 解説

マルチメディアデータベースのための  
データモデリング†

小島 功†† 植村 俊亮††

## 1. ま え が き

マルチメディア応用の発達にともなって、既存のデータベースシステムに対して多くの新しい機能上の要求が生じてきている。このため、CAD、OA や画像処理といった応用分野において、マルチメディア応用を支援するためのデータモデリングの研究が盛んに行われている<sup>1)~4)</sup>。また、これまで関係データベースを中心として発達してきた既存のデータモデルの分野でも、より高度なデータベース管理を実現するためのモデリングが数多く提案されている<sup>5)</sup>。本稿では、こうした高水準データモデルに関して、マルチメディア応用に有用と考えられるいくつかの機能、概念について議論する。

マルチメディア応用を支援するデータモデルに対しては、実にさまざまなアプローチ<sup>6)~8), 55)</sup>がある。これは、応用が多岐にわたるので支援すべき機能が非常に多く、DBMS に対する要求や問題の基盤が確立していないことを示していると考えられる。そこで、本稿ではまずマルチメディアデータモデルとして扱うべき枠組みを整理する。次に、これまでに提案されてきたデータモデルのうち、こうした問題点に対して有効と考えられるものを示す。

DBMS に限らず CAD システムなど多くのシステムがなんらかの形でマルチメディアデータ管理の問題を扱っている。一方で、マルチメディア応用のために提案されているモデルは、既存のデータモデルあるいはその拡張が多いとも考えられる。したがって本稿ではさまざまなデータモデルで提案されている概念モデリング (conceptual modelling) の手法を次のような立場から整理する。

(1) できるだけ応用分野に依存しない汎用のマル

チメディアデータの管理において、一般に有益と考えられるデータモデリングの手法や概念。

(2) オフィスシステムのような実際の応用システムで用いられており、DBMS に適用することが有益な手法や概念。

## 2. マルチメディアデータモデルに必要な機能

## 2.1 メディア独立性

マルチメディアデータベースで扱うメディア (media) には、光ディスクのような記憶媒体、音声、画像といった非定型データ型、CAD データやオフィス文書のような複合構造をもったデータ型などが考えられる。ここでは単純のために、メディアとして固有のデータ表現やデータ操作法などを有し異なった機能を実現するデータを考える。

マルチメディア (multi-media) データベースが実現すべき目標として、以下の三つの基準を考えることができる。

(1) **メディアの混在 (mixed media)** DBMS において、種々のメディアを混在して扱うことができ、統合的管理ができること。

(2) **メディア拡張性 (new media)** DBMS が新しいメディアに対して拡張性を有しており、新しい要求に従って追加や変更が可能であること。

(3) **メディア変換性 (cross media)** DBMS が扱う種々のメディアに関して、DBMS の管理の下に相互変換でき、互換性が保障されること。

これらの基準に従って、利用者に個々のメディアの相違をできるだけ意識させずに高度なデータベース管理を実現することが**メディア独立性**<sup>6)</sup>と考えられる。

マルチメディアデータモデルにおける諸問題は、これらの性質を実現するための問題に帰することができる。さらにマルチメディアデータモデルの各要素が上の概念をどの程度まで支援しているかを検討すれば、

† Conceptual Modelling for Multimedia Databases by Isao KOJIMA and Syunsuke UEMURA (Computer Science Division, Electrotechnical Laboratory).

†† 電子技術総合研究所ソフトウェア部

メディア独立性の実現水準を知ることができ有用である。

## 2.2 マルチメディアデータモデル

Codd が示したように<sup>9)</sup>、データモデルは次の三つの要素を支援している必要がある。

(1) データベースを構築、表現するためのデータ構造型。

(2) (1)の構造や実現値に適用できる演算子あるいは推論規則。

(3) 一般性をもった意味制約(一貫性)規則。

これらを実現するマルチメディアデータベースを考える場合、以上の条件は、たとえば次のようにいえることができる。

(a) テキストや種々のグラフィックデータ、音声などを記号化、抽象化して利用者が統一的に扱えること。さらに、それぞれのメディアに対して適切な内部表現や表示形式を提供するとともに、重複やデータの一貫性なども管理できること。

(b) (a)により異なる内部表現をもつデータを同じ言語を用いて操作できること。すなわち検索、更新といったデータベース操作が相互の変換などを意識せずに可能なこと。また、メディア操作など固有の性質をデータベース操作言語に容易に組み込めたり、マルチメディア応用のプログラミングのための効率的な言語インタフェースを提供できること。

(c) メディアデータ間の変換の場合のように、導出値、計算値に対する制約など、マルチメディア応用とそのデータ管理にともなう高度の一貫性が記述/管理できること。

データモデルの立場では、(1)~(3)に示したモデルの要素は相互に密接に関連していると考えられるが、現実には独立な問題として扱うこともできる。

また、従来からの OBE<sup>10)</sup> や Star, マルチメディア文書ファイルシステムのように部分的ながらマルチメディアデータを扱うことができるシステム<sup>11)~14)</sup>が知られている。これらのシステムで支援されている機能も含めて、マルチメディア対応のデータモデルに必要な機能を次のようにまとめることができる。

### (1) マルチメディアデータ型(タイプ)の支援

イメージ、音声といったデータ表現を扱うために、データ型を非定型データや複合データに拡張する。これには、イメージ型/テキスト型というようにシステムであらかじめいくつかのデータ型を提供するものや、抽象データ型のアプローチのように利用者がデータ型を定義可能にするものなどが知られている。

### (2) オブジェクト指向の概念

モデリングの対象となるデータなどを内部表現形式から独立なオブジェクトとして扱う。これは、実世界の实体を直接的にオブジェクトとしてモデル化し、後にそのデータ表現を規定するという点でオブジェクト指向であるといえる。その意味で、ここでのオブジェクトは ER モデルや多くの意味的データモデルにおける実体や関連の概念も含めて広いものである。OBE の box 表現もオブジェクトの概念に基づくと考えられる。また、データオブジェクトだけでなくプリンタなどの機能オブジェクトを扱うシステムも知られている。

### (3) 抽象機構とその階層の実現

(2)で示されたオブジェクトは対応するオブジェクト型と関連付け、クラスとして管理の対象とする(classification: 分類, クラス化)。また、個々のオブジェクトのもつ性質の記述や複合オブジェクト(complex objects)の実現のために集約(aggregation: Part-of)や汎化/特化(generalization/specialization: IS-A)や汎化/特化 (generalization/specialization: IS-A)

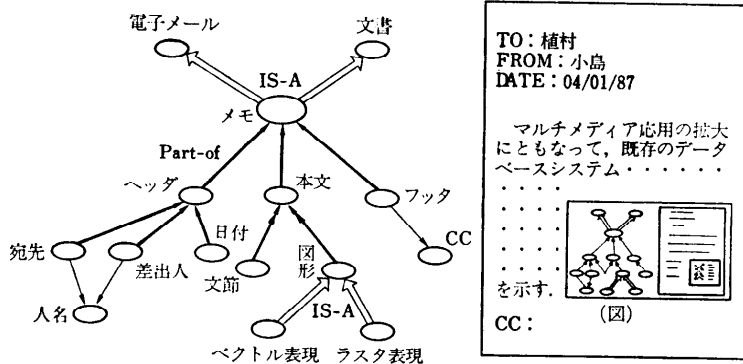


図-1 マルチメディア文書データとその抽象化表現<sup>(11), (14)</sup>

といった抽象を用いる。一般にこれらの抽象は階層的な構成を許しており、文書など複雑な構成をもつデータを表現しやすい。また、各利用者に異なる視野を提供するにも利用できる。システムやモデルによっては後述のように異なった種類の抽象も考えられている。マルチメディア文書データとその抽象表現の例を図-1に示す。

#### (4) オブジェクト間の関連、変換の支援

オブジェクト指向に基づいたモデリングを行う場合、個々のオブジェクト間の関連の表現手法を理解しやすい形で提供する必要があり、その抽象と関連して多くの手法が考えられている。また、図-2のように種々の組み込み関数やデータ型間のプログラム変換のように、異なるデータ表現の間での関連や、変換によるデータ型の移動を表す機能も必要であると考えられる。

#### (5) データベースの動的な状態変化の扱い

オフィス情報システムでは文書オブジェクトの移動、転送などの機能がある。これは従来のデータ操作言語には直接にはない機能である。また、質問文文字列やプログラムなど実行可能なデータの管理や一般のオブジェクト指向システムにおけるメッセージの転送も含めて、データベースの動的な状態変化を扱うモデルが重要となっている。

#### (6) 意味制約とトリガ/アラータの支援

型制約や一意性の検査だけでなく、処理前や処理後に成立すべき制約の述語による表現を許したり、導出によって得られる属性に対する制約など高度な制約記述が行える。

また、意味制約にはオブジェクト間の関連に係わるものが考えられる。この場合、一つのオブジェクトの更新がほかのオブジェクトの更新を引き起こすので、トリガやアラータの概念に基づいた意味制約の動的な管理手法が支援される場合がある。一般的には、高度なトリガ、アラータ機能の実現は、意味制約の機構と

データベースのスキーマを分ける方向にあると考えられるので、この機能は(5)のようにデータベースにおいてイベントをモデル化する要求や、時間の概念を扱うことと関連がある。

#### (7) テンプレート型の支援

一般の関係型 DBMS では対話型インタフェースとプログラム言語インタフェースの二つの利用インタフェースが同じ言語に基づいて提供される。近年、アイコンに基づいた言語やメニュー操作、あるいは拾い読み(browsing)機能のように対話環境でマルチメディアデータを直接操作する要求が高まっている。このような機能は従来のプログラム言語からは別のデータベース操作環境を提供する可能性がある。

そこで、データ操作言語の統一性を保つために概念モデリングにおける外部スキーマの機能を次のように分ける考え方がある。

(a) 外部スキーマ (view) 利用者応用のための仮想的な複合データ構造、いわゆるビューである。

(b) 提示スキーマ (presentation view または template 型) (a)の外部表現/操作形式。

これにより、一つ概念オブジェクトが複数の提示表現をもつので、固有の提示モデルに基づいた専用システム(たとえばワードプロセッサ)の実現が可能である。一方で、この機能を区別せずプログラム言語も含めて一つの環境で実現することで、DBMS を意識させない方向も考えられている。

#### (8) 履歴データの支援

CAD 応用では古くから版(バージョン)を中心とする履歴データの管理を行っている。この分野では、版履歴や版の代替可能性の管理、画像データなどの大容量データの効率的な版管理などの問題が未解決である。

以上にあげた要素を統一的なアーキテクチャに基づいて構築していけば、高度なメディア独立を可能とするマルチメディアデータモデルを実現できる。実際にはこの問題は非常に広範囲にまたがっており、すべてを高度なレベルで実現するモデルはまだ少ない<sup>15)</sup>。したがって次章以降では個々の問題に関連するいくつかのアプローチを示すにとどめる。

### 3. マルチメディアデータモデルの実現技法

#### 3.1 関係データベースに基づくアプローチ

関係モデルに関しては多くの研究が行われており、複合オブジェクトや CAD のための機能拡張<sup>16),17)</sup>な

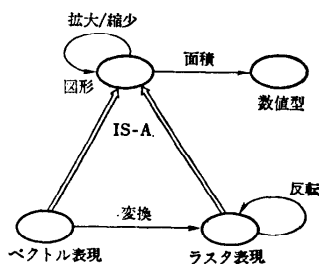


図-2 プログラム変換などによる関連の実現

ど、各種の応用が必要とされる機能や抽象などの機能によりモデルの能力を向上させる方法が考えられている。応用に独立なモデルの問題として扱う場合には、このようなアプローチは非正規関係を含めて多く知られている。ここではより一般的な拡張により関係データベースの能力を向上させようとするアプローチを示す。

### (1) 抽象データ型の導入

マルチメディアデータ型を利用者定義可能にするために、関係データベースに抽象データ型を導入する考えがある。この場合、データ型の定義に必要なデータの表現形式やその操作手続きなどの定義は関係データ言語だけでは一般に記述できないので、汎用のプログラム言語を用いて記述し、定義中にその手続き名などを記述する方法が一般的である。Quel を拡張した **Quel-ADT**<sup>18)</sup> では、各属性に対して定義域となるデータ型の定義を許し、C プログラムによる抽象データ型の実現が可能である。**RAD** 言語<sup>20)</sup> も同様のアプローチをとっている。**SMART** システム<sup>19)</sup> では配列やリスト構成などのような型の定義が可能である。

この一般的な拡張として、データとして関係データベースの質問文を許し<sup>18)</sup>、その実行機構をシステムが支援すれば、実行可能なデータの管理ができる。この場合には、Dynamic SQL と同様の質問のライブラリ的な管理や、トリガの実現、ルールの記憶や抽象の支援などを同じ枠組みで扱うことができる。Quel-ADT の例を図-3 に示す。

### (2) OBE システム

**OBE** システム<sup>10)</sup> はオフィスの自動化を目的としており、**QBE** システムを二次的に拡張したものといえる。このため、図-4 のようにテキスト、図面などの二次元オブジェクト (box) を扱えるとともに、グラフやレポートなどの多くの帳票言語の機能を自然に実現している。

**OBE** は関係言語に基づく単純な操作言語を支援する。**OBE** の特徴的な点は管理の対象となる box に

```
APPEND TO EMP (
  NAME="KATO"
  SALARY-HISTORY="RANGE OF S IS SALARY
    RETRIEVE (S. ALL)
    WHERE S.NAME="KATO"
  DEPT="RANGE OF D IS DEPT
    RETRIEVE (D.DNAME) WHERE
    D.MGR="TOJO"
)
```

図-3 Quel-ADT (Quel 文をデータとする例)<sup>18)</sup>

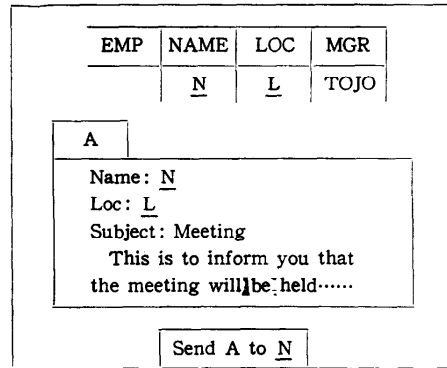


図-4 OBE プログラム<sup>10)</sup>

**OBE** プログラムを含んでよく、階層的なオブジェクト構成が可能で、box に基づいたメッセージ通信やトリガ機能が強力であり、結果として多くの手続き操作機能をもつ点にある。したがって、トリガ機能を用いた自動的なデータベース定形操作や、メール機能、高度の利用権や一貫性の記述/制御などが可能となっている。

この(1)、(2)のアプローチは、データ管理の対象として実行可能なプログラム (たとえば関係データ言語の質問文) を許すなど、いずれも比較的少ない概念の拡張で強力な機能を実現しているといえる。

### 3.2 意味的データモデルに基づくアプローチ<sup>21), 5)</sup>

関係データモデルを中心としたレコード指向のデータモデルに対して、意味的データモデルが近年注目されている。意味的データモデルの目標は実世界のデータとその関連性をより自然に扱う機能を支援することであり、実体型の表現とその間の関連、抽象などの機構に特徴がある。

#### (1) 実体と関連に基づく意味的データモデル

**関数型データモデル (FDM)**<sup>22)</sup> は実体の型表現とその間の関数的な関連表現に基づくスキーマを提供する。IS-A 関連を除いて、集約などのモデルの構成要素はすべて関数で表現され、意味的制約も検査関数の形で扱われる。関数型モデルは言語 **DAPLEX** 及び親言語組み込み型の **ADAPLEX** で支援されている。

同様のアプローチとして **SDM**<sup>23)</sup>、**Galileo** 言語<sup>24)</sup> などが知られているが、**SDM** はより一般的な意味ネットワークに基づくものであり、述語による言語などの支援を行っている。また、Galileo ではクラスに入らないタイプなどの存在が可能である。

一般に汎化などの抽象は実体に対して定義されるが、文献 25) では IS-A 関連を実体同士の関連 (FDM

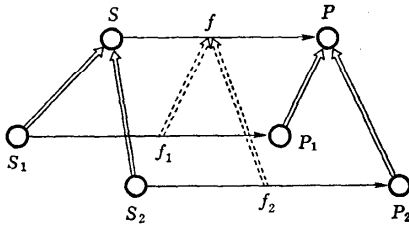


図-5 IS-Af<sup>29)</sup>

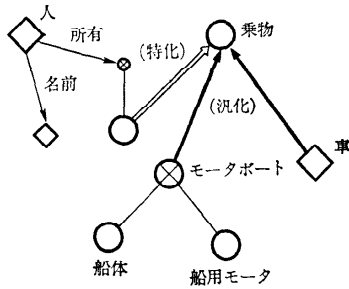


図-6 IFO スキーマ<sup>31)</sup>

の関数: function) に適用する拡張 (IS-Af) が提案されている (図-5)。

**IFO** データモデル<sup>26), 27)</sup>も実体とそれらの間の関数的な関連表現に基づくが、実体表現における関連の定義域と値域が区別されていること、抽象の構成要素に2種類の IS-A 関係をもつこと、また出力可能な実体 (printable objects) を区別することなどが特色である。図-6 に IFO スキーマの例を示す。IFO は意味的モデルの形式的基盤として提案されており、更新の波及や設計上の問題点についても議論されている。同様の有向グラフ的なアプローチの形式的モデルとして<sup>28)</sup>がある。

(2) データベースの動的な状態変化を扱うためのモデル

**TAXIS**<sup>29)</sup> は関係モデルに IS-A 関連、クラス/メタクラスなどの拡張を行ったデータベースの概念をもつプログラム言語である。そのため例外処理のようなデータベースにおけるイベントの扱いに特徴がある。イベントの記述はベトリネットの拡張に基づいている。SDM のイベントモデル (**INSYDE**)<sup>30)</sup> も同様のイベントのモデリングを扱うが、オフィスシステムにおける発展型のスキーマや情報のライフサイクルを扱うことを目標とする点が特徴である。

**SHM+**<sup>31)</sup> もデータベースの動的なふるまいに注目しており、データの抽象とともに、抽象されるデータに対する更新などの操作にも抽象を適用できる。した

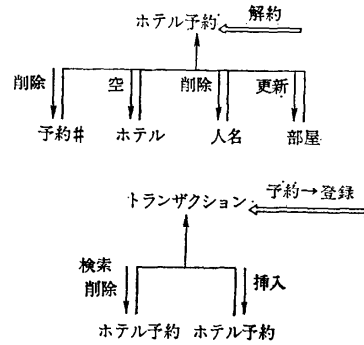


図-7 SHM+<sup>31)</sup>

がって、データベースの一連の操作を抽象してトランザクションとして定義できる。SHM+ の特徴としては、図-7 のように、差分による定義が可能なことである。したがってスキーマ定義の局所性を実現している点で、後述のようにオブジェクト指向的であると考えられる。

(3) その他の意味的データモデル

**RM/T**<sup>32)</sup> は基本的には関係モデルの拡張であるが、種々の型の関係を導入することで、関係モデルにおいては関係型が種々の意味をすべて表すという“意味のオーバーロード”を避けるとともに、IS-A 関連などサブタイプの実現や種々の拡張操作を可能としている。関係モデルとの親和性を有するほかの意味的データモデルとして **GEM** 言語<sup>33)</sup>がある。

分子オブジェクト (molecular object)<sup>34)</sup> は ER スキーマ図に対して二次元的な抽象を適用するもので、実体と関連をまとめて抽象する点と、集約や汎化といった特定の抽象要素をもたない点で、より一般的な抽象手法といえる。例を図-8 に示す。また、分子オブジェクトに対しては関係スキーマに変換する方法が提案されている。同様な方法で、スキーマのグラフ表現

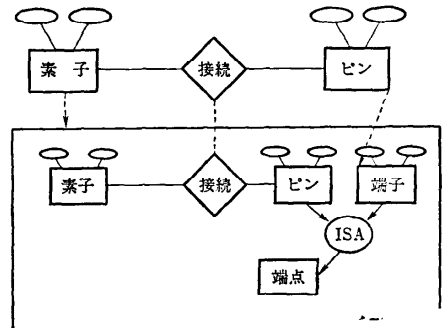


図-8 分子オブジェクト<sup>34)</sup>

の抽象をデータ操作も含めて扱う方法もいくつか提案されている<sup>35)</sup>。

### 3.3 オブジェクト指向によるアプローチ

先に示したように、前節の意味的データモデルの多くを含めてオブジェクト指向的な方法に基づくデータモデリングは盛んになりつつある。オブジェクト指向プログラミング<sup>36)</sup>の特徴を有するデータモデルは、次のような要素を支援していると考えられる。

- (1) オブジェクトの概念による内部データ表現/操作の隠蔽 (encapsulation)。
- (2) 継承などによる抽象階層の支援や差分によるデータ定義能力。
- (3) メッセージに基づいたオブジェクト操作とその起動。

モデルの構成要素としてみた場合、(1)、(2)は意味的データモデルで扱われていることが多いので、ここでは(3)の機能に注目したアプローチを示す。

一方で、汎用のプログラミング言語である Smalltalk-80 をデータベースの実現方法の一つとすることも可能である。この場合には、DBMS の機能及びモデリングの機能として扱われていない点がいくつか考えられている。

次に、この二つのアプローチに基づいた研究をいくつか示す。

#### (1) 自律的オブジェクトによる DBMS

トリガ機能に示されるように、オフィスにおける定型処理の自動化を行う場合などはオブジェクトが動的で、かつ能動的である必要がある。Kno<sup>37)</sup> は自律オブジェクトの分散/協調制御に基づくシステムで、再帰的な動作やオブジェクト自身の転送、コピーなどを行うことができる。オフィスシステムにおける同様のアプローチとして、38) はプロセスオブジェクトの概念をもち、39)、14) はオフィスの分散環境を扱っている。また Hybrid<sup>14)</sup> はオブジェクトの自動トリガの機能をもつ言語を支援する。これらの多くは29)、30) 同様動作の記述モデルは ICN ネットなどペトリネット<sup>40)</sup> やその拡張に基づいている (図-9)。

#### (2) Smalltalk-80 に基づいたデータベースとその拡張

Gemstone<sup>41)、42)</sup> は Smalltalk-80 に基づいた DBMS で、Gemstone データモデルと対話型言語 OPAL を支援する。データモデルはオブジェクト型の拡張性を支援するとともに、集合に対するラベル付けによる一般的な抽象の階層を支援する (図-10)。また、メッ

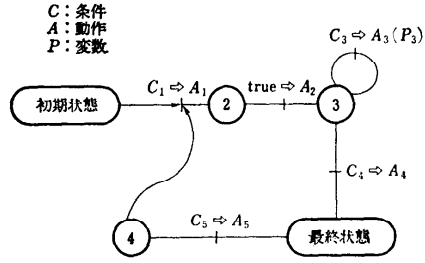


図-9 拡張ペトリネット<sup>41)</sup>

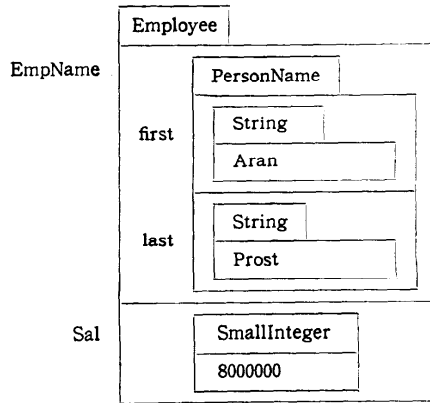


図-10 Gemstone における複合オブジェクト<sup>42)</sup>

セージに基づいた質問は単純なデータベース言語インタフェースを提供できる。オブジェクト指向マルチメディアデータベース<sup>43)</sup>ではマルチメディア応用のためにいくつかの拡張が行われている。汎化/特化は優先順位を付けて多重継承を許し、集約も表示順序などが導入されている。また、メソッドやオブジェクトの関連を別のオブジェクトとして扱う点や履歴データも扱われている点にも特徴がある。

### 4. その他のマルチメディアシステムと拡張可能 DBMS

一般にマルチメディア応用で扱われる機能は応用によって広範囲にわたるが、個々の応用ではその一部しか用いないことが多いと考えられる。そこで、先の2.2の提示スキーマの問題と関連して次のような二つのアプローチが考えられる。

- (1) 統合的環境 プログラム言語も含めて、対話的なマルチメディア応用の機能が統一的に支援できるようにする。この場合、外部スキーマと表示スキーマは同じ汎用のマルチメディアデータモデルの枠組みで

扱うことができ、したがってそのデータモデルは単一のモデルで多くの機能を実現する。

(2) 応用固有環境 マルチメディア文書を直接表示形式で扱う場合やテキストフォーマットなどは、固有の文書アーキテクチャ(提示モデル)に基づいた操作を支援する方が効率的である。したがって、DBMSで帳票を扱ったり専用の利用者インタフェースを実現するのと同様に提示モデルに基づいて固有のシステムを実現する方法も考えられる。多くのマルチメディア対応のシステムがこのような問題を中心的に扱っている<sup>11),12)</sup>。ここでは利用者インタフェースの問題は扱わないが、提示(操作)モデルに関連して考えると有益なシステムがいくつか知られている。例として、SDMS<sup>11)</sup>における空間的なデータベース構造や、Whiteboardシステム<sup>44)</sup>、ISISの視覚インタフェース<sup>45)</sup>、SIG<sup>46)</sup>システム、MINOS<sup>47)</sup>におけるオブジェクトの提示方法などがある。

マルチメディアデータベースの問題が非常に広範囲にわたり、かつ複雑化している理由の一つは、応用分野が広いために扱うべき機能が多く、単一のシステムやモデルですべての機能を扱うにはオーバーヘッドが大きいことである。このようにDBMSの機能が多くの各応用に依存してしまうという性質(応用依存性)<sup>6)</sup>を解消するための別のアプローチとして、DBMSが各応用に容易に対応できるよう高度の開放性と拡張性を実現し、利用者固有の応用データベース環境を提供できるようにする方法がある。このような拡張可能なDBMS(extensible DBMS)の概念に基づくシステム<sup>48)</sup>のうち、データモデルに関連する拡張性を実現するものがいくつか知られている。

POSTGRES<sup>49)</sup>はQuel-ADT<sup>18)</sup>と同様のアプローチに基づき、関係モデルの枠組みのなかで拡張性を実現している。18)と比較すると、言語POSTQUELは時間の概念をもつデータの導入、繰り返し(再帰的)質問、トリガ/アラータ、推論規則の扱いや仮想カラムといった強力な拡張を行っている。PROBE<sup>50)</sup>は拡張性を関数型モデルに基づいて実現しており、再帰質問やルールの扱いに関して<sup>49)</sup>と同様の拡張をDAPLEX言語に行っている。また、データ型は時間に加えて空間の概念ももつ。

また、先に示したGemstoneなどのオブジェクト指向データベースの多くもデータ型や抽象要素などの拡張性をもち、(1)の統合的環境を効率的に実現できると考えられる。

EXODUS<sup>51)</sup>では種々の機能がモジュール的に構成されており、モジュールを組み合わせて応用固有DBMSが構築できる。応用に独立な核となるオブジェクト記憶システムが開発されている。EXODUSは、言語インタフェースや質問処理、同期制御などDBMSの機能が多くて応用固有の実現が可能なることからDBMS生成アプローチ的であるといえる。<sup>52)</sup>もAdaDBMSについてモジュール化を行い、EXODUS同様に応用DBMSを構築できるとしている。GENESIS<sup>48)</sup>システムも同様のモジュール化に基づくと考えられる。

## 5. あとがき

本稿では高水準のマルチメディアデータモデルの実現のために有効なデータモデルの方法をいくつか示した。このような立場以外でも、マルチメディアの問題は非常に多くの概念を含んでおり、扱うべき問題が多いと考えられている。本稿でも時間の概念にともなった、バージョン管理や履歴に関するモデル<sup>45),53)</sup>などは扱っていない。本稿で述べたような、応用に適した機能の効率的な支援方法を提供することにより高水準マルチメディアシステムの実現が可能となると考えられる。オブジェクト指向の概念に基づいた拡張可能なデータモデルはこのようなマルチメディアデータベース実現に有効な概念と考えられるが、モデルにおける設計問題やビューなどDBMS機能の実現手法など<sup>54)</sup>さらに扱うべき問題があり、これらと関連して議論の進んで行くものと思われる。

謝辞 日頃熱心にご討論いただく筑波データベースシステムセミナーの皆様、情報システム研究室加藤俊一氏、ならびに田沼均氏を始めとするプログラム研究室の皆様に深謝いたします。また、マルチメディアデータベースに関する研究をご支援いただく棟上昭男ソフトウェア部長に感謝いたします。

## 参考文献

- 1) Gardarin G. and Gelenbe, E. (Eds.): *New Applications of Data Bases*, Academic Press (1984).
- 2) Katz, R. H.: *Information Management for Engineering Design*, Springer-Verlag (1985).
- 3) Tschritzis, D. C. (Ed.): *Office Automation*, Springer-Verlag (1985).
- 4) 加藤, 藤村: パターン情報処理とマルチメディアデータベース—マルチメディア情報システムの研究動向, 電総研集報(昭和62年4月)

- 5) Brodie, M. L. et al. (Eds.): *On Conceptual Modelling*, Springer-Verlag (1984).
- 6) 穂鷹他: マルチメディアデータベースシステム (パネル討論), 情報処理, Vol. 27, No. 11, pp. 1282-1297 (1986).
- 7) 日本電子工業振興協会編: データベースシステムに関する調査 (1986).
- 8) 同上: マルチメディア情報技術に関する調査報告書 (1986).
- 9) Codd, E. F.: *Relational Database: A Practical Foundation for Productivity*, Comm. ACM, Vol. 25, No. 2, pp. 109-117 (1982). [邦訳, bit 1982年9月号]
- 10) Zloof, M. M.: *Office-By-Example*, IBM Systems Journal, Vol. 21, No. 3, pp. 272-304 (1982).
- 11) *Multimedia Data Management*, IEEE Database Engineering, Vol. 7, No. 3 (1984).
- 12) *Automated Office Systems*, IEEE Database Engineering, Vol. 6, No. 3 (1983).
- 13) *Engineering Database Systems*, IEEE Database Engineering, Vol. 7, No. 2 (1984).
- 14) *Object Oriented Systems*, IEEE Database Engineering, Vol. 8, No. 4 (1985).
- 15) Gibbs, S. J.: *An Object-Oriented Office Data Model*, Univ. of Toronto, CSRG TR 154 (1984).
- 16) Haskin, R. L. et al.: *On Extending the Functions of Relational Database System*, ACM SIGMOD '82, pp. 207-212 (1982).
- 17) Udagawa, Y. and Mizoguchi, T.: *An Extended Relational Database System and Its Application to Management of Logic Diagram*, 12th VLDB, pp. 267-277 (1986).
- 18) Stonebraker, M. et al.: *Quel as a Data Type*, The INGRES Papers, Chapter 17 & 20, Addison-Wesley (1986).
- 19) Fox, E. A.: *Implementing SMART Systems* SIGSMALL News, Vol. 7, No. 2, pp. 119-129 (1981).
- 20) Osborn, S. L. and Heaven, T. E.: *The Design of a Relational Database System with Abstract Data Types*, ACM TODS, Vol. 11, No. 3, pp. 357-373 (1986).
- 21) Hull, R.: *A Survey of Research on Semantic Database Models*, FODO'85 Tutorial (1985).
- 22) Shipman, D.: *The Functional Data Model and Data Language DAPLEX*, ACM TODS, Vol. 6, No. 1, pp. 140-173 (1981).
- 23) Hammer, M. M. and Mcleod, D.: *Database Description with SDM*, ACM TODS, Vol. 6, No. 1, pp. 351-386 (1981).
- 24) Albano, A. and Orsini, A.: *DIALOGO An Interactive Environment for Conceptual Design in Galileo*, Methodology and Tools for Data Base Design, pp. 229-253, North-Holland (1983).
- 25) Dayal, U. and Whang, H. Y.: *View Integration and Generalization for Database Integration in a Multidatabase System*, IEEE Trans. SE, Vol. SE-10, No. 6, 628-644 (1985).
- 26) Abiteboul, S. and Hull, R.: *IFO A Formal Semantic Database Model*, USC Report, TR 84-304 (1984).
- 27) Abiteboul, S. and Hull, R.: *Update Propagation in the IFO Database Model*, FODO '85 pp. 243-251 (1984).
- 28) Lausen, G.: *Conceptual Modelling Based on Net Refinements*, Database Semantics, North-Holland, pp. 41-57 (1985).
- 29) Mylopoulos, J. et al.: *A Language Facility for Designing Database-Intensive Applications* ACM TODS, Vol. 5, No. 2, pp. 185-207 (1980, also in 5).
- 30) King, R. and Mcleod, D.: *A Methodology and Tool for Designing Office Information Systems*, ACM TOOIS, Vol. 3, No. 1, pp. 2-21 (1985).
- 31) Brodie, M. L. and Ridjanovic, D.: *On the Design and Specification of Database Transactions*, *On Conceptual Modelling*, Springer-Verlag, pp. 277-306 (1984).
- 32) Date, C. J.: *An Introduction to Database Systems* Vol. 2, Addison-Wesley (1983).
- 33) Zaniolo, C.: *The Database Language GEM*, ACM SIGMOD '83, pp. 207-218 (1983).
- 34) Batory, D. S. and Buchman, A. P.: *Molecular Objects, Abstract Data Types and Data Models*, 10th VLDB, pp. 172-186 (1984).
- 35) Neuhold, E. J.: *Objects and Data Types in Information Systems*, Database Semantics, North-Holland, pp. 1-12 (1985).
- 36) Cox, B. J.: *Object-Oriented Programming*, Addison-Wesley (1986).
- 37) Tsichritzis, D. C. and Gibbs, S. J.: *KNOs Knowledge Acquisition, Dissemination and Manipulation Objects*, Univ. of Geneva (1986).
- 38) Ahlen, M. et al.: *An Architecture for Object Management in OIS*, ACM TOOIS, Vol. 2, No. 3, pp. 173-196 (1984).
- 39) Woo, C. C. and Lochovsky, F. H.: *Supporting Distributed Office Problem Solving in Organizations*, ACM TOOIS, Vol. 4, No. 3, pp. 185-204 (1986).
- 40) Peterson, J.: *Petri Nets*, ACM Comput. Surv. 9, 3 (1977).
- 41) Copeland, G. and Maier, D.: *Making Small-talk a Database System*, ACM SIGMOD '84, pp. 316-325 (1984).
- 42) Maier, D. et al.: *Development of an Object-Oriented DBMS*, ACM OOPSLA '86, pp. 472-



- 482 (1986).
- 43) Wolek, D. and Kim, W.: An Object-Oriented Approach to Multimedia Databases, ACM SIGMOD '86, pp. 310-325 (1986).
- 44) Donahue, J. and Wisdom, D.: Whiteboards: A Graphical Database Tool, ACM TOOLS, Vol. 4, No. 1, pp. 24-41 (1986).
- 45) Davidson, J. and Zdonik, S.: A Visual Interface for a Database with Version Management, ACM TOOLS, Vol. 4, No. 3, 226-256 (1986).
- 46) Maier, D. et al.: Displaying Database Objects, 1st EDBS, pp. 15-30 (1986).
- 47) Christodoulakis, S. et al.: The Multimedia Object Presentation Manager of MINOS: A Symmetric Approach, ACM SIGMOD '86, pp. 295-310 (1986).
- 48) Extensible Database Systems (Pannel), ACM SIGMOD '86, pp. 190-198 (1986).
- 49) Stonebraker, M.: The Design of POSTGRES, ACM SIGMOD '86, pp. 240-355 (1986).
- 50) Dayal, U. and Smith, J. M.: PROBE A Knowledge-Oriented Database Management System, On Knowledge Base Management Systems, M. Brodie (Eds.), Springer-Verlag, pp. 227-257 (1986).
- 51) Carey, J. M. et al.: Object and File Management in the EXODUS Extensible Database Systems, 12th VLDB, pp. 91-100 (1986).
- 52) Wiederhold, G. et al.: Modularization of an Ada Database System, 6th ADBS, pp. 135-142 (1986).
- 53) Adiba, M. and Quang, N. B.: Historical Multimedia Databases, 12th VLDB, pp. 63-70 (1986).
- 54) Tanaka, K. et al.: Schema Design Views and Incomplete Information in Object Oriented Databases, Kyoto Sangyo Univ. (1987).
- 55) Masunaga, Y.: Multimedia Databases: A Formal Framework, IEEE Symp. on Office Automation (to appear) (1987).

(昭和62年4月30日受付)