

解説



## 2010年マルチメディアコミュニケーションと社会

## 2.1 社会を変えるデータベースシステム†

滝沢 誠†† 寺中 勝美†††

## 1. はじめに

光ファイバ等を用いた通信ネットワークの進歩により、高速なデータ通信が可能となってきた。2010年には、数Gbps～数十Gbpsの高速通信ネットワークが各家庭まで普及することになる。このことにより、コンピュータのみならず、各家庭内の家電、自動車、工場内のロボット等の移動体を含めたあらゆる情報機器が相互接続されたものとなる。こうした中で、情報をどのようにコンピュータ内に蓄積し、利用していくかが問題となる。情報を蓄積し、複数の利用者により利用させるシステムが、データベースシステムである。本稿では、こうした高度情報化社会でのデータベースシステムがどのような形態をとるようになるかについて考え、これが社会においてどのような役割を演じるかについて考えたい。

21世紀に向かう現在、これまでの科学技術に対して、新しい展開が必要となってきた。産業革命以降、テイラーシステム等の生産性の向上を中心とした技術から、人間と環境にやさしい「やわらかい」技術が求められてきている。ポストモダンの立場は、組織体の目標を達成するために、最適なシステムを考えてきた合理主義から、人間中心の立場に立ったシステムを考えるものである。

これまでの通信ネットワークとコンピュータを考えてみると、利用者は、これらを意識して利用してきた。現在の事務機器および家電機器の多くが何らかの形でコンピュータを利用しているが、利用者にはこれら機器の機能が見えるだけであ

り、通信ネットワークおよびコンピュータを見ることができない。このように、情報通信システムにおいても、コンピュータと通信ネットワークは、早晚、利用者から意識されないものとなるだろう。Weiser<sup>3)</sup>は、これらのことをまとめた *Ubiquitous computing (Ubicomp)* という概念を示している。この概念の中で、コンピュータは、黒子として、いつでも、どこでも利用でき、利用者から見えなくなるものとしている。データベースシステムは、これまで、企業のような1つの組織体の目的を達成するために構築され、利用されてきている。また利用者も、データベースを意識し、いかに効率よく、データを蓄積し、利用するかに、多大な労力を費やしてきた。しかしながら、携帯情報端末の進歩にも見られるように、ハンディな情報機器が現在の事務機器および家電機器並みに普及することにもない、これまでメモ帳等に雑然として記憶されていた情報が、コンピュータ内に記憶され、利用されることになる。このとき、通信ネットワークおよびコンピュータが見えなくなるように、データベースシステムも利用者からは、見えないものとなっていくと思われる。また、従来の企業で組織的に作成されたデータベースシステムに対して、各個人ごとに作成されるデータベースシステムの位置付けが重要になってくるものと思われる。このように、2010年には、組織体により組織的に整備されたデータベースシステムとともに、膨大な数の個人データベースシステムが、相互に接続された超分散型システムになる。

本稿では、まず、2.で、社会の変化について述べる。3.では、データベースシステムの動向について概略する。4.では、個人データベースシステムを中心とした超分散データベースシステムについて述べる。

† Database Perspective in 2010 by Makoto TAKIZAWA (Tokyo Denki Univ.) and Katsumi TERANAKA (NTT Info. & Comm. Sys. Lab.).

†† 東京電機大学  
††† NTT 情報通信研究所

## 2. 組織体から個人へ

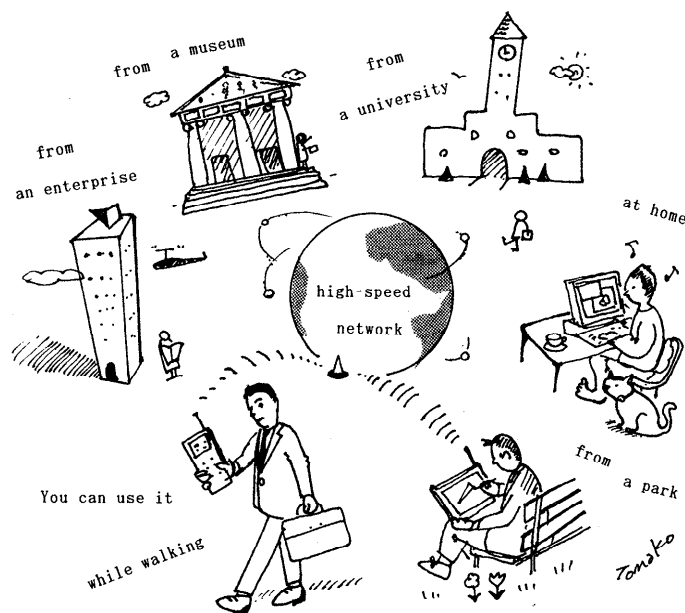
これまでのデータベースシステムは、企業、官公庁、大学といった組織体内のデータを統合的に管理するシステムであった。各組織体は、組織体の目的を達成するために、組織体の種々の業務で必要となるデータを、順次、データベースに蓄積してきた。また組織体全体の業務が効率よく遂行できるように、データベースシステムの構築、運用にあたっては、いかに効率よく、データを蓄積するか、また、データを利用するかに多大な労力を費やしてきた。

一方、企業のリストラ等に見られるように、企業での終身雇用性も保証されなくなり、これに応じて、各個人の企業に対する忠誠心も変化してきている。これまでの組織体中心の考え方から、ゆとり、優しさといった各個人、家庭を中心とした考え方が重要視されてきている。また留守番電話、レンタルビデオ、携帯電話、パソコン通信等の普及により、時間と場所を越えたサービスを受けられる基盤は揃ってきた。このように、個人生活の多様化にともない、個人の生活を大切にしたい時間の使い方ができる情報通信システムが必要になると思われる。データベースシステムも、娯楽情報、買い物情報の提供といった個別のデータベースシステムでなく、各個人の日常の活動全体を

支援する必要がある。各個人の活動を支援するためのデータベースシステムとは、各個人の情報のみならず、知人の情報、過去に学習した事項、日々獲得される情報等を、個人の観点から整理したデータベースシステムである。このとき、どのようなサービスが提供されるかに加えて、各個人がどのようにこれらのサービスを利用していけるかが重要な課題となる。

またデータベースの利用方法も、Hypertext, WWW, Gopher等のデータベースシステムを利用者に意識させない方法が用いられてきている。しかしながら、これらの利用方法を含め、一般には、データベースシステムの「使い方」を習得するためにはかなりの時間をかける必要がある。

ある調査結果では、コンピュータに蓄積される情報が、2000年初頭には、現在の20倍程度になると言われている。これら情報の中から、各個人に必要なデータをどのようにして得るかが、大きな問題となる。情報の洪水に溺れることなく、誰でもが、容易に、必要な情報を取り出せることが、真に、個人の日常活動を支援するデータベースに必要である。このためには、Ubicomで提案されているような情報機器の実現と、膨大な超分散データベースシステムから、容易にデータが引き出せるデータベース技術の確立が不可欠となる。



### 3. データベースシステムの技術

データベースシステムの歴史は、1950年代にさかのぼることができる。1950年代初頭に、組織体のデータをデータベースとして統合化し、種々の応用が共有して、データを利用できるシステムとして提案された。また、現在のデータベースの主流であるリレーショナルモデルが、Codd, E. F.により発表されてから、約四半世紀が経過している。この間、データベースシステムは、1970年初頭から、1980年代までは大型汎用コンピュータを中心にした集中システムとして実現され、1980年代後半からは、複数のワークステーションを用いた分散システムへと徐々に移行してきている。これまでのデータベースシステム技術が、他の分野の技術に対して、どのような特徴を持つかをまとめると以下ようになる。

- (1) 高水準利用者インタフェース。
- (2) トランザクション管理。
- (3) 二次記憶システムの管理とアクセス。

データベースシステムでは、SQL等に加えて、ハイパテキスト、メタファ等のデータベースシステムを利用者に意識させない利用者インタフェースが用いられてきている。

データベースシステムの1つの特徴は、複数の利用者により、1つのデータが共有して利用されることである。データベースシステムの処理単位をトランザクションという。また、データベースシステムでは、利用者の必要とするデータをデータベースから検索するだけでなく、データの更新も行われる。こうした更新に対して、データベースのインテグリティ制約を保つことが求められる。このためには、同時実行制御、障害復旧、セキュリティの管理等の複雑な制御が必要となる。さらに、非手続き的な利用者の操作要求に対する最適化が必要となる。これまでに、データベースシステムでは、こうしたトランザクション管理機能の技術の研究と開発<sup>2)</sup>がなされてきている。

データベースシステムのもう1つの特徴は、主記憶内に記憶できる以上の大量のデータを二次記憶に格納し、これを操作することである。このために、どのように、二次記憶内のデータを高速にアクセスするかについての技術として、B+木等の索引、ハッシング等の種々の技術が研究開発さ

れてきている。

以上に加えて、現在のデータベースシステムの動向として、以下があげられている。

- (1) マルチメディアデータベースシステム。
- (2) 分散(連合)データベースシステム。

現在、ビデオデータ、音声、画像等のマルチメディアデータを利用することが求められている。ビデオオンデマンド、カラオケサーバ等のマルチメディア応用では、鍵となる技術である。マルチメディアデータの二次記憶への記憶とアクセス方法が研究されてきている。今後、マルチメディアデータのオブジェクト指向概念に基づいたより一般のモデルが求められている。

通信ネットワークにより相互接続されたワークステーションの普及により、データベースシステムもクライアントサーバモデルに基づいた構成をとってきている。これにともない、各応用が複数のサーバを利用することが可能となり、データベースシステムの分散化が進んでいる。1950年代に統合化の概念のもとに、集中化したデータベースシステムは、現在は分散化の流れの中にある。フォールトトレランスシステム等を実現するためのデータベースシステムの多重化等の技術も分散化の中で議論されている。分散環境で、並列コンピュータを用いた高性能なトランザクション処理(OLTP)技術の研究開発も要求されている。

### 4. 超分散データベースシステム

2010年におけるデータベースシステムとしては、以下の種類のものが考えられる。

- (1) 超大規模データベースシステム。博物館、図書館、情報サービス等のデータベースシステム。
- (2) 企業データベースシステム。
- (3) 個人データベースシステム。

2010年における情報システムでは、世界中のこれらのデータベースシステムが相互接続される。1つは、博物館、図書館等の展示品等の画像、イメージ、音声等のマルチメディア情報を含めた情報を記憶する超大規模なデータベースシステムである。これらを情報サーバとして、利用者は、種々の情報を種々の形態で取り出すことができる。次に、企業等の組織体により管理されるデータベースシステムがある。これらに加えて、各個

人単位に形成、管理されるデータベースシステムがある。各個人は、個人用の情報機器を用いて、他の博物館といったデータベースシステムを利用するとともに、自分のデータを記憶し、管理する。

これらのデータベースシステムは、無線、光ファイバ等の高速通信ネットワークにより相互接続され、世界中から利用できる。たとえば、大英博物館の恐竜についての画像データと、図書館の恐竜についての文献を利用しながら、大学の講義を在宅で受けることがある。講義自体とともに、恐竜の映像と文献情報といったマルチメディアデータ、メモを自分のデータベースシステム内に記憶できる。

各個人は、自分のデータベースシステム内に、種々の情報を蓄積し、利用する。このように、膨大な数のデータベースシステムが、相互接続された超分散データベースシステムとなる。超分散データベースシステムは、利用者に世界中のあらゆる情報を含んだ仮想的な情報空間（サイバ空間）<sup>1)</sup>を提供する。これらの情報は、超分散データベースシステムを構成する各データベースシステムにより提供される。データベースシステムは、マルチメディアデータから構成され、自律的である。各個人は、自分の情報機器を通じて、仮想情報空間に対するアクセスを行う。

こうした超分散データベースシステムでは、以下の点が問題となる。

- (1) 利用者インタフェース。
- (2) マルチエージェントシステム。
- (3) 自律的データベースシステム間の協調。
- (4) 手書きのメモ、会話、表情、感情等の形式化されないデータの記憶方法。
- (5) セキュリティ。

利用者は、いつでも、どこでも、コンピュータを意識することなく、仮想情報空間にアクセスできる必要がある。このインタフェースは、マルチメディア情報を扱えるもので、ディスプレイに加えて、画像とともに音場を提供できるものである。

こうした超分散型システムでは、巨大な仮想情報空間内で、自分の必要なデータと関連したデータがどこにあるかを知ることが重要な仕事となる。超分散データベースシステムは、利用者に世界中のあらゆる情報を含んだ仮想的な情報空間を

提供する。利用者にとって、必要となる情報を、巨大な情報空間からどのように見つけてくるかが重要な問題となる。1つの解は、各利用者に代わって、必要な情報の所在を明確にし、これをアクセスするエージェントを用いることである。人間社会において、ある問題を解決しようとするときに、自分で解決を試みるとともに、その分野の専門家に相談を行う場合がよくある。こうしたことを、人間が行うのではなく、エージェントが代行して行うものである。エージェントは、データベースシステムを持つとともに、他のエージェントについてのデータベースを持つ。他のエージェントについてのデータベースを、メタデータベースとする。メタデータベースは、エージェント間の交渉を行うことにより、状態が変化する。

次に、情報空間を構成するデータをどのように入力していくかが問題となる。日常生活、仕事では、利用する情報の多くは、コンピュータ化されていない。メモ、気持ちといった定式化されていない、または定式化できないデータをどのようにコンピュータ化していくかが課題となる。

最後に、巨大な情報空間内で、自分のデータのセキュリティをどのように保っていくかが問題となる。特に、情報が、不正に流出していく情報流をどのように制御していくかが課題となる。

最後に、こうした仮想情報空間を、超分散データベースシステムにより提供することにより、以下のようなことを行える。

- (1) シミュレーション。仮想情報空間内のデータを変更することにより、大規模なシミュレーションを行える。
- (2) 情報ビジネス。情報の商品としての価値が高まる。情報の処理を代行して行うエージェントがビジネスとなる。

これらエージェントは、商品取引の契約上の問題および著作権上の問題解決を代行する必要がある。

(3) 仮想体験。仮想旅行。博物館の仮想見学。音楽鑑賞。仮想ボトル。情報空間内の情報を用いて、仮想的な体験を行える。たとえば、遠隔にいる個人間で、仮想的な会議を、仮想的な環境（例、ハワイ）で行う。

(4) 在宅勤務。仮想情報空間を利用することにより、在宅での勤務が可能となる。

一方、仮想情報空間に対する破壊活動、不正アクセス、不正流出等の情報犯罪にも対処する必要がある。

## 5. ま と め

本稿では、2010年のデータベースシステムのありかたについて論じた。ここでは、これまでの組織体中心のデータベースシステムに対して、個人のデータベースシステムが相互接続され、個人の活動を支援するシステムが重要となることを述べた。こうした中で、2010年に、データベースシステムという用語が存在するだろうかという疑問がある。従来のデータベースシステム（オブジェクト指向データベースも含め）、ある意味で厳格でおしつづけたデータベースシステムは、2010年は、無用の長物と言えるかもしれない。では、データベースシステムとしての課題は、何なのだろうか。筆者は、エージェント技術に代表されるAI技術、今後ますます重要となるセキュリティ技術、およびデータベース技術の本質である信頼性を持って情報が共有されるための技術、すなわち、トランザクション管理、同時実行制御、障害管理等の技術との境界領域での研究が課題と考える。さらに重要なことは、今後のデータベースシステムは、蓄積されるデータの変化だけでなく、その構造自体も変化し、発展するということを心に留めて置く必要がある。

## 参 考 文 献

- 1) Benedikt, M. et al.: Cyberspace First Steps, (Benedikt, M. eds.), MIT Press (1991).
- 2) Lynch, N., Merritt, M., Weihl, W. and Fekete, A.: Atomic Transactions, Morgan Kaufmann (1994).
- 3) Weiser, M.: Some Computer Science in Ubiquitous Computing, ACM Comm. of the ACM, Vol. 36, No. 7, pp. 75-84 (1993).  
(平成7年1月23日受付)



滝沢 誠 (正会員)

1950年生。1973年東北大学工学部応用物理学卒業。1975年同大学院工学研究科応用物理学専攻修士課程修了。同年(財)

日本情報処理開発協会入社。1986年東京電機大学理工学部経営工学科講師、1987年同助教授、1994年同教授。工学博士。1989年9月より1年間ドイツ国立情報処理研究所(GMD)客員教授。1990年7月よりKeele大学(英国)客員教授。分散型データベースシステム、通信網、分散型システム、トランザクション管理等の研究に従事。著書「知識工学基礎論」(オーム社、共著)、「データベースシステム入門技術解説」(ソフトリサーチセンタ)、「分散システム入門」(近代科学社、共著)、「OSIプロトコル技術解説」(ソフトリサーチセンタ、共訳)。電子情報通信学会、ACM、IEEE各会員。taki@takilab.k.dendai.ac.jp



寺中 勝美 (正会員)

1950年生。1974年京都大学工学部数理工学科卒業。1976年同大学院修士課程修了。同年日本電信電話公社(現、NTT)入社。

これまで、データベース管理技術、データベース利用技術等の研究開発に従事。現在、NTT情報通信研究所データベース研究部主幹研究員。IEEE会員。teranaka@isl.ntt.jp