

## 協調能動型データベースシステム技術の研究に向けて

増永良文 上林弥彦 金森吉成  
図書館情報大学 京都大学 群馬大学  
北川博之 今井浩 古川哲也  
筑波大学 東京大学 九州大学  
徐海燕 加藤和彦  
福岡工業大学 筑波大学

本研究では協調能動型データベースシステムを研究・開発する。このシステムは、データベースの黒板機能に着目して、同じデータベースをアクセスする人々が円滑に作業を協調して行なえるような機能を有するデータベースシステムをいう。従来型のデータベースシステムにはメタデータ管理機能、問い合わせ処理機能、トランザクション処理機能（障害時回復機能と同時実行制御機能）がある。また、最新のオブジェクト指向データベースシステムにはこれらに加えて、版(version)管理の機能、チェックイン・チェックアウト機能、スキーマ進化サポート機能などが備わっている。しかし、多数の利用者が協調して一つの作業を行なっていくことを支援する協調作業支援機構はデータベース機能として実現されていない。また、協調作業をデータベースシステムが効果的に支援するにはデータベースシステムが能動的(active)である必要がある。これまでデータベースシステムの能動的機能についての研究はあるが、それらは主としてデータベースの一貫性を保つ機構として考えられてきた。本研究・開発ではその機能を協調して作業を実施するための基本的同期機構として位置づけ研究する。それらの結果、真に利用者側に立った協調作業支援機能がデータベースシステムに実現されることになる。

### Towards the Research on Cooperative Active Database System Technologies

Y. Masunaga Y. Kambayashi Y. Kanamori  
ULIS Kyoto Univ. Gunma Univ.  
H. Kitagawa H. Imai T. Furukawa  
Tsukuba Univ. Univ. of Tokyo Kyushu Univ.  
H. Xu K. Kato  
Fukuoka Inst. of Tech. Tsukuba Univ.

This paper presents the aim of the research on cooperative active database system technologies, which will be carried out for the next three years as a significant project of the Grant-in-Aid for Scientific Research Program of the Ministry of Education, Culture, Science and Sport of Japan. As is known, current database management systems have meta data management, query processing and transaction capability. However, even modern object-oriented database management systems do not provide cooperative support functions for group work. We will investigate them from both theory and practice.

## 1. はじめに

文部省科学研究費補助金重点領域研究「メディア統合および環境統合のための高機能データベースシステムの研究開発」(略称名・高度データベース)が平成8年度からスタートすることとなった。原則は単年度毎の申請認可であるが、研究開発は3年を予定している。高度データベースでは、総括班のほかに4つの研究課題を擁立している。それらは「高度応用のための情報ベースモデルとその実現技術」(A01班)、「マルチメディア情報ベース技術の研究」(A02班)、「分散発展型データベースシステム技術の研究」(A03班)、「協調能動型データベースシステム技術の研究」(A04班)である。本稿はとくにA04班が今後どのような目的で研究を行っていく予定なのかを報告して、より実りの多い研究に向けて、皆様のご意見を頂戴したいという主旨で書かれている。

A04班は現在8名の計画班メンバーで構成されている。それらが本報告の著者として名を連ねている。研究代表者を増永良文(図書館情報大学・図書館情報学部)が勤める予定である。ほかに、若干名の公募班からのメンバーがこれに加わる予定である。A04班は研究を遂行するために、大別して3つの研究課題を掲げている。それらは次のとおりである。

- (1) 協調能動型データベースシステムの基礎研究
- (2) 協調能動型データベースのための利用者インタフェース
- (3) 仮想実験室環境実現のためのデータベースシステムの研究

## 2. 協調能動型データベースシステム技術の研究の目的・方法

### 2. 1 研究目的の概要

本研究では協調能動型データベースシステムを研究・開発する。このシステムは、データベースの黒板機能に着目して、同じデータベースをアクセスする人々が円滑に作業を協調して行なえるような機能を有するデータベースシステムをいう。従来型のデータベースシステムにはメタデータ管理機能、問い合わせ処理機能、トランザクション処理機能(障害時回復機能と同時実行制御機能)がある。また、最新のオブジェクト指向データベースシステムにはこれらに加えて、版(version)管理の機能、チェックイン・チェックアウト機能、スキーマ進化サポート機能などが備わっている。しかし、多数の利用者が協調して一つの作業を行なっていくことを支援する協調作業支援機構はデータベース機能として実現されていない。また、協調作

業をデータベースシステムが効果的に支援するにはデータベースシステムが能動的(active)である必要がある。これまでデータベースシステムの能動的機能についての研究はあるが、それらは主としてデータベースの一貫性を保つ機構として考えられてきた。本研究・開発ではその機能を協調して作業を実施するための基本的同期機構として位置づけ研究する。それらの結果、真に利用者側に立った協調作業支援機構がデータベースシステムに実現されることになる。このような観点からの研究は世界的に見てもまだなされておらず、そこで本研究では次に示す3つの研究・開発を与えられた3年間で行なう。

### 【協調能動型データベースシステムの基礎研究：A04-1】

現在のコンピュータ援用協調作業(CSCW)は、テレビ会議、ワークステーション、電子メールを組み合わせで実用化したものである。しかしながら、CSCWを本格的に実施しようとする大量データの共有が必要となり、CSCW技術とデータベース技術との統合が必須となる。文書の自動分類や過去の打ち合わせ記録の管理、分散型ハイパーカードの研究などが行なわれているが、現実世界での仕事と違和感のない環境をコンピュータシステム上で実現するためには、個別に行なわれているこれらの技術を有機的に組み合わせ、仮想的な作業環境をデータベースシステムを中核に作り出すことが必要である。利用者がどこに移動しようとも以前と同じ環境で他の共同作業者と協調して仕事ができ、また仕事内容によって環境が切り替えられる機能も必要である。この機能は、仮想的に構築した複数の環境を選択する機能であり、データベースのビュー機能の一般化であると考えられる。本研究ではCSCW機能をこれからのデータベースシステムの主要な機能の一つとして実現するための基礎的研究・開発を行なう。

### 【協調能動型データベースのための利用者インタフェースの研究：A04-2】

人間が協調作業を行なう場合には、集団と個人の独立という2つの要素を考慮する必要がある。このためには、個人の仕事と集団で共同して行なう仕事を分けて取り扱い、協調作業における個人の独立性を支援する必要がある。1人の人間が同時にできる仕事の数は限られているため、場合によっては他の共同作業者と同期をとらずに協調作業の一部を実施できれば、協調と個人の独立を両立することができる。これは、現実世界で(物理的に行なわれる)個人の仕事をデータベースに記録し、特定プロジェクトに関する仕事の

みを再生するような機構をコンピュータの論理的な特性を生かすことにより実現できる。加えて、これまで研究されているトリガーなどの能動機構も利用して、データベースと動的な結合を実現する高度な利用者インタフェースを構築する。応用としてオフィスでの協調作業を支援するシステムをデータベースシステムを中核にして構築する。

【仮想実験室環境実現のためのデータベースシステムの研究：A04-3】

研究者が全国に分散して別々に実験を行なっている、あたかも1つの実験室にいるようにして実験、討論、解析を行なうことのできる環境を作ることが理想である。仮想実験室には、実世界の実験室環境を忠実にデータベースシステム上に再現する場合と、実世界では実現不可能な実験室環境をその上に構築してみせる場合とに大別できる。前者の典型例には流体力学における風洞実験や電子回路をシミュレーションする場合などがある。一方、後者の場合には、医学分野の画像診断に基づく手術計画立案を挙げることができる。このような仮想実験室環境を実現するには、(1)履歴データ管理やマルチメディアデータ管理を効率よく行なうための時空間データモデルの研究、(2)複雑な画像処理を利用するにはその詳細を隠蔽しつつそれを行なえるデータベースの構築法、(3)コンピュータ援用設計技術とデータベース技術との融合などの研究を実施しなければならない。本研究では医学での事例を中心に持ち上げ分散協調仮想実験室環境の実現に向けての研究・開発を行なう。

## 2. 2 研究方法の概略

本研究を遂行するために上記研究項目ごとに下記のように役割分担を決めている。しかし、研究・開発の本質は極めて流動的であり、あくまで現在の枠組みを表明しているにしかすぎない。否、研究・開発はお互いがこのような領域を意識することなく、必要なことを必要だから行なうという基本的姿勢にたって行われてこそ実りある結果が期待されるというものである。

A04-1：増永良文（図書館情報大）、古川哲也（九州大）、加藤和彦（筑波大）

A04-2：上林弥彦（京都大）、今井浩（東京大）、徐海燕（福岡工大）

A04-3：金森吉成（群馬大）、北川博之（筑波大）

## 3. 協調能動型データベースシステム技術研究の位置づけ

本章ではこれまで協調作業支援環境実現に向けてい

わゆるCSCWあるいはグループウェアと言われている分野でどのような研究が行われ、それらがデータベースとどう関わってきたか、データベースの視点を設けたときにグループウェアはどのような姿になるのか、そのためにデータベースシステムはどのように変貌しないとイケないのか、などについて述べる。なお、本章で述べることは本報告第一著者（増永良文）の私見であり、A04班としての総意はまだ本重点研究が開始されていないことを考えると、あくまでそれが承認された時点でもう一度議論しまとめるべきものであることを冒頭注意しておく。

さて、データベースシステム技術が一段落したかを感じられるいま、データベースは更に様々な分野で活用されることが期待されている。データベースがリレーショナルからオブジェクト指向へと世代が進んでいくにつれて、その期待も膨らんできた。しかし、オブジェクト指向で何でもできるも期待過剰になっていけないのは事実である。冷静に、オブジェクト指向の限界を見つめることも大事である。更に考えを進めれば、これまでのデータベースシステムに出来なかったこと、あるいはこれまで莫とは考えられていたもののその実現技術がそう真剣には考えられてこなかったものを今真剣に考えるタイミングに来ていると考えることもできる。

そのような機能の一つにデータベースが協調作業をいかに支援できるかという問題がある。オブジェクト指向データベースシステムが登場したとき、協調作業支援はそのベンダーもが掲げた先進的機能であったが、CADやマルチメディアへ応用への適用が真剣に研究・開発されてきたのに対し、それはいつの間にか誰も振り向かないテーマとなってしまった。

その原因は真剣に議論すべきである。端的に言えば、CSCWはオブジェクト指向データベース技術単独で料理できるような代物ではなかった、と言えるかも知れない。そもそもCSCWはグループウェア(groupware)とも呼ばれ、そもそも「グループのための協同作業を支援する環境を提供するシステム」と定義される。(遠隔)会議支援システム、ソフトウェア・ハードウェアの協同開発システムなど、様々な分野への適用が試されている。しかし、人間が協調するということは非常に人間らしいふるまいであるので、それをコンピュータ技術で支援するという事は極めてむずかしいことである(新版・情報処理ハンドブック、オーム社、12編4章グループウェア4.1節より)。グループウェアにとって、実時間性の必要の有無、対面か遠隔分散か、という次元は大事である。ここに、

実時間性とは、実時間の映像などなまの情報のことを言う。B-ISDNやギガビットLANの必要性はこのようなところから生まれる。

さて、グループウェアの研究・開発でこれまでにデータベース（システム）がどのようなところで求められてきたかを簡単に振り返ってみよう。

・ハイパーカードを積極的にグループウェアに適用して、連想的アクセスを可能とすることを旨としたPilot cardシステムの提案（慶應大・松下温グループ）では、写真・図版などのマルチメディアデータが取り扱えるマルチメディアデータベースが必要であり、また共有の実現のため抽象データ型のサポートも必要で、それにはオブジェクト指向データベースが適しているのではないかという指摘がある。

・情報共有を実現するための手法として、グループメモリ(group memory)、あるいは組織体メモリ(organizational memory)をベースにした方法が考えられている[Ackerman, M.: Proceedings CSCW'94, pp.243-252, 1994]。グループメモリは個人作業空間と協調作業空間をサポートし、個人作業や協調作業中でも随時グループメモリから共有情報に検索・更新をかけられる機能を有する。このような、グループメモリに求められる機能として次を挙げられる：

- ・柔軟な同時実行制御
  - ・長トランザクションのサポート
  - ・版管理(version management)
  - ・イベント通知
- ・様々なデータのカプセル化と関連付け
  - ・マルチメディアデータのサポート
- ・連想付け

このような要件からは、オブジェクト指向データベースシステムの適用が考えられる。しかし、グループメモリの実現技術としてのハイパーメディア（含HTML）アプローチが現在最も有力なアプローチであるという。（新版・情報処理ハンドブック、オーム社、12編4章グループウェア4.3節より）また、グループメモリは長期間の協調行動における組織に変化や成長を含めて共有過程全体の理解と支援が必要で、その進化過程を取り込む必要があるとも指摘している。しかしながら、この機能はオブジェクト指向データベースシステムでの実現が以前から取りざたされているスキーマ進化機能にほかならないように考えられる。更に、know how支援を可能にするためには、従来型のデータベースのデータは定型的・体系的であり、小集団の協調作業支援には向かない旨の指摘が見られるが、これは的を得ていよう。

さて、近年のマルチメディア通信技術の著しい発展に裏打ちされて、人間をメディアによって作り出された新たな共有空間；メディア空間(media space)の中で協同作業をしている状況を実現する共有メディア空間の研究・開発が行われるようになってきた。そこでは、インフォーマルコミュニケーション（偶発的に開始されるコミュニケーション）のサポート、作業過程の共有、臨場感追求、3次元物体の扱いなどが研究対象となっている。したがって、必然的に仮想現実システムとグループウェア技術のドッキングが研究されることとなった。例えば、Takemura et al. [CSCW'92 Proceedings, pp.226-232, 1992]は仮想現実感によって実現された協調環境に関する報告は多くないことを指摘したうえで、3-DカーソルやCG(computer graphics) handを用いない仮想現実システムで協調作業空間のプロトタイプを構築してみせ、3次元に積み上げられた27個の立方体をそのある面に塗られた色情報により分類する例を用いて協調作業の実験を行っている。このシステムでも、データベースという用語が出現するが、一つの機能は各ローカルサイトでの3-D表示を高速化するためのローカルcacheとしてのデータベース、サイト毎の仮想世界実現のためのオブジェクトを格納しておくデータベース、一方マスターサイトではVWDBM(Virtual World Data Base Manager)がマスター仮想世界DBを管理する。このシステムでは、VWDBMに排他制御機能を司らせている。ここに、排他制御とは、2人のユーザが同じ物体を同時に握り、異なった方向へ移動させようとするような場合を回避させることをいう。

これからの協調作業支援環境の実現はいくつかの先端コンピュータ関連技術の総合技術となるであろう。なぜなら、上記のように、グループウェアは様々な技術が必要としながらも、既存のシステム技術をどう融合し、また協調作業支援環境実現のために既存のシステムに何が欠けているのか、が明かとなっていないからである。したがって、これからの協調作業支援環境を実現するためには次の技術を統合し、不足する機能についてはそれを補う技術開発が必要である：

- (1) ATM LANやB-ISDNなどのマルチメディア通信技術
- (2) マルチメディア・実時間コンピュータマイクロプロセッサ・OS技術
- (3) オブジェクト指向・マルチメディアデータベースシステム技術
- (4) 仮想現実感システム技術
- (5) これらの技術の改良と関連技術の育成

以下、更に詳しく、現時点で本研究計画班構成員がどのような視点を持って研究に望もうとしているかを個別的に示す。

#### 4. 協調作業支援環境実現のための研究の視点

##### 4. 1 協調能動型データベースシステムの基礎研究の視点

###### 4. 1. 1 増永良文の視点

協調作業をコンピュータが支援しようとするとき実に様々な視点がある。現在研究・開発が盛んに行われているグループウェアの形態に共有メディア空間の実現があることは本稿3章で紹介した。そこでは、マルチメディア通信の利用が考えられており、実際 Takemura et al. の実験システムなどが報告されていることも述べた。それらの研究・開発意向もグループウェア関連の技術革新には目を見張るものがある。また、グループウェアのような新しいシステムの開発に当たっては、新技術をどしどし取り入れてゆく必要性がある。実際、マルチメディア通信技術はATMスイッチの実用化を迎えて高速にマルチメディアデータを遠隔地に伝送することを可能にする。データベース技術もここ2、3年の発展はオブジェクト指向およびマルチメディアデータベースを中心に目覚ましいものがあった。仮想現実感技術もその応用範囲を広め普及してきている。グループウェアには対面型か遠隔分散型かの類別がある。対面型では会議室に種々の電子機器を持ち込むのが典型で、WYSIWIS (What You See Is What I See) に代表される共有環境を作り出す技術とも言える。3章でも述べたように、データベース機能はグループメモリの実現や、マルチメディア通信技術に裏打ちされた共有メディア空間の実現を考えたときに非常に重要になる。一方、作業空間は個人の作業空間と共に、協調作業空間がある。一般に、作業者はよしんば物理的に同じテーブルに座り、同じオブジェクトを作業の対象にしても、その協調作業空間に加わっていると同時に論理的には個人の作業空間を併せ持つものである。そのような意味で、一般に作業者は物理的、あるいは論理的に分散しているものである。一方、分散したシステムを結合する方式については、データベースの分野ではこれまで分散型データベースシステムの実現技術として研究されてきた。そこでは分散したサイトの自律性(site autonomy)を重んじながらも有機的に統合をはたせる方式が目されて久しい。このような方式は分散したサイト間を結ぶ通信線が高速であることが必要である。このような分散環境の中で協調作業空間を共用仕様とすれば、分散型の仮想現

実感システム技術を想定することは自然である。仮想作業環境でどのような協調作業を行うのかで、そこに要求される機能がどのようなものであるか異なってくることは当然のことである。しかしながら、最も典型的と考えられる、(3次元)オブジェクトの協調設計のような使われ方を想定しても、オブジェクトの生成、永続化、(格納されたオブジェクトベースからの)検索、更新、イベント駆動、あるいは(例えば、シミュレーションを目的とした)データベースプログラミングなどができる機能がそこに備わっていなければならないことは明らかなことであろう。換言すれば、「協調作業支援のための自律分散型3次元データベースシステム」を構築することが本研究を遂行するためのキーテクノロジーであることが納得できよう。それを理論的・実践的に研究する。

###### 4. 1. 2 古川哲也氏の視点

地理的に分散して協調作業を行うには最適なデータ配置が重要であるが、分散したデータのアクセスには時間がかかるという問題が生じる。その解決策として、データを複製することによって処理効率を向上させる方法がある。データの複製において、作業に必要なデータがビューとして定義されていれば、そのビューの計算結果、例えば関係代数式で定義されたビューはその関係代数式の結果を記憶する、即ちビューを具現化しておくで、処理効率の向上をはかることができる。これは単純なデータ複製の一般化である。

このようなデータ複製を実現する際の問題点として次のものがある。

- ・データ一貫性：データを複製すると、複製したデータが最新のデータと一致しているかどうかの一貫性の問題が生じる。データの更新をいかに効率良く複製データに反映するかが問題となる。
- ・更新の方向：複製したデータの上での更新を許可するかどうかは、データ一貫性の保持法に影響する。仕事の内容によって環境を切替えたり場所を移動して作業することに対応するためには、次の問題がある。
- ・多重ビュー：複数の環境を用意するためには、複数のビューを定義しなければならない。各々のビューが独立してはならず、その定義に共通部分を持つなどなんらかの関係があるとき、どのようなデータを複製するのがよいか問題となる。
- ・作業場所の移動：利用者が移動しても同じ作業環境を効率良く利用できるようにするためには、複製データの動的な再配置が必要となる。新規に複製するデー

タをどのように扱うかは移動先での作業期間にも依存し、一時的なビューキャッシュとする方法もある。

協調作業を支援するデータベースを構築するためには、これらの問題を総合的に検討し、解決しなければならない。

#### 4. 1. 3 加藤和彦氏の視点

近年の計算機ネットワークの普及に伴い、分散処理システムに対するユーザからの要求は高度化している。クライアントが情報サーバや計算サーバが提供するサービスに対して単純なアクセス要求を行うだけでなく、複数クライアントが互いに協力し合って協調処理を進めつつ、複数のサーバに分散して存在する情報や計算能力を有機的に活用する分散協調処理の実現が求められるようになってきている。我々はそのような分散協調アプリケーション構築を支援するための基礎ソフトウェアとして分散共有格納庫システム(Distributed Shared Repository System; 以下DSRシステム)の開発を進めている。DSRシステムは一種の分散永続オブジェクト管理システムであり、また、分散処理環境上で黑板モデルを実現するための基盤システムとみることができる。DSRシステムの最大の特徴は、分散永続性を有するモバイルオブジェクトの概念に基づいてシステムの設計と実現が行われている点にある。オブジェクトは永続オブジェクト空間であるDSRを介して、複数コンピュータサイトを移動可能である。DSRシステムにおいては、オブジェクトは、内部にスレッドを含まないパッシブオブジェクトと、内部にスレッドを含むアクティブオブジェクトの両方がサポートされる。

本重点領域の研究では、DSRシステムを基盤環境として用い、モバイルオブジェクトの概念に基づいたオブジェクトデータベースの設計と実現を目指す。各クライアントは、複数サーバの協調に実現されているオブジェクトデータベースから、クライアントが指定した問い合わせに基づき、クライアントが求めるオブジェクトをクライアントの空間内に取り寄せる。各クライアントは、そのようにして得たオブジェクトにアクセスして様々な加工を加えることができる。加工されたオブジェクトは、他のクライアントの空間に送り込んでさらなる処理が続けられたり、あるいはDSRに送り戻されて再び永続性が付与され、全体として高度な連携性をもった分散協調処理が実現される。

#### 4. 2 協調能動型データベースのための利用者インタフェースの研究の視点

##### 4. 2. 1 上林弥彦氏の視点

仮想環境のモデル、個別化の支援、分散教育への応用という三つの側面で、環境と統合された協調能動型データベースシステム技術の研究を行う。

##### [仮想環境のモデル開発]

データベース、ハイパーメディア、CSCW技術を有機的に組み合わせ、コンピュータ内に仮想的な空間を作り出すためのモデルを開発する。実世界と異なり、仮想環境では仕事内容や利用者の都合で柔軟に環境を切り替えることが可能である。データベースのビューは、仮想環境のこのような側面を支援するための基本的な枠組みとして利用可能であると考えられる。ビュー概念の拡張によって、仮想環境のモデル化を行うためには、ビュー(環境)のオブジェクト(メディアや利用者)に対する影響だけでなく、オブジェクト(メディアや利用者)のビュー(環境)に対する影響を考慮しなければならない。また、動的な環境の変化、複数利用者の権利の衝突を考慮することも重要である。

##### [仮想環境における個別化の支援]

仮想環境では、利用者間のコミュニケーションと各利用者の個別化が協調作業の基本となる。利用者は、コミュニケーションにおいて、自分の視点や興味対象を他人と共有していることを仮定する傾向があると考えられるため、既存のCSCWシステムの多くは、ビデオ会議システム等で参加者の全てが同じビューを共有するWYSIWIS(What You See Is What I See)の原則に基づいて構築されている。個別化の支援では、自由度の高いオブジェクトや能動規則の共有/個別化機構が必要だけでなく、コミュニケーションの容易さとの兼ね合いを考慮することが重要であり、利用者インタフェースやウェアラブル支援方式の開発まで含めて行う。また、共同作業である以上、個別化の制限をどのように定義するかも重要である。

##### [協調能動型データベースを応用した分散教育システムの実現]

上記の応用として、地理的・時間的に分散した学生と教師が仮想環境上で対話を行うことが可能な分散教育システムを開発する。システムの基本機能としてハイパーメディア化された講義の資料や、リアルタイムで行われる質問とその回答の内容を保存し、協調能動型データベースシステムで管理する。

#### 4. 2. 2 今井浩氏の視点

能動的機能解析とマルチメディア処理実時間解析による高度データベース機能実現を研究する。個人が集団として協調作業を行なう際には、個人の行動・作業

をデータベース登録し、その蓄積された大量データからそれぞれの協調作業に必要な情報を抽出することが必要となる。そのためには、必要とされる情報・有用な情報を適切に採り出す能動的機能の実現が望まれる。本研究では、そのトリガーなどの能動的機能の解明を目指す。具体的な手法としては、まず高速処理のための確率的手法の適用技法を確立する。確率的サンプリングによるepsilon近似の理論についてはある程度の成果を得ているので、それを具体的に実現して実用性の検証を行なう。動的解析についても検討する。次に、マルチメディア情報を統合して、利用者に優しい表示情報を得るための統合方法についても検討する。そこでは、幾何的・画像处理的・情報圧縮技法の面からの研究も通して、マルチメディア情報処理と融合した機能の実現を図る。

仮想オフィス環境での協調作業をさらに大規模化・複雑化させた近未来的環境の一つに、交通ナビゲーションがある。そこでは、双方向通信を用いたセンサーからの情報の放送と利用者側活動の情報収集が将来的に可能になり、社会システムとしての協調作業の側面が重要となる。これまでに、ナビゲーションに関する利用者インターフェースのプロトタイプの実現などを行なってきたおり、このプロジェクトを通して情報蓄積による地図情報を伴ったマルチメディア情報の高度サービスを可能にしたインタフェースを検討し、また全体の非線形動的システムのデータベースによる管理法の確立を目指す。

#### 4. 2. 3 徐海燕氏の視点

人間が協同作業を行う場合に、使用されるデータに重なりがあれば、共有データによる干渉で種々の問題が生じる。そのために、それらの問題を防ぎ、かつ高度の協同作業を支援できる利用者インタフェースを必要とする。協同作業時に生じる問題の中で大きい割合を占めるのが、検索・変更されるデータベースの一貫性に関する問題である。従来は、データベースの一貫性は未知のものとされ、各作業を逐次的に実行する直列実行の結果がデータベースの一貫性を保持するという前提の下で、協同作業を制御していたが、CSCWのような高度の応用においては、作業手順によって定義される状態の変化規則がデータベースの一貫性のための統一的な判定基準となる結果が得られている[徐海燕 et al.: 一貫性情報を用いたデータベースの並行処理制御, 情報処理論文誌, Vol.35, No.12, pp.2752-276, 1994].

この結果に基づいて、まず、集団、グループや個人

のそれぞれの作業手順を、利用者インタフェースで総合的に処理し、次に、各作業は一貫したデータベースから一貫したデータベースへの独立遷移である実行と等価なもののみを許可する制御方式を研究・開発し、最終的に、それらを総合して利用者インタフェースを構築することを検討する。このように構築される利用者インタフェースでは、作業手順に従って作業を行っていれば、互いに中間結果を検索するなどの従来のデータベースにおいては許可できない高度な協同作業を支援でき、かつ共用データ間の干渉による種々の問題を防止できる。さらに、集団全体の一貫性基準から利用者個人個人の一貫性要求まで受け付けして総合処理するため、集団の協同性と個人の独立性という2つの要素とも支援できる。

#### 4. 3 仮想実験室環境実現のためのデータベースシステムの研究の視点

##### 4. 3. 1 金森吉成氏の視点

基本方針として、マルチメディアデータベースを高度利用して、仮想実験室環境を実現するための技術課題を具体例を通して、実践的に研究する。例えば、医学における画像診断を挙げる。この分野で必要とする仮想実験室環境は、次のような機能や操作が要求される。

(1) 各種画像、CT、MRI、SPECT、超音波、等を患者毎、症例毎に検索する、また患者の治療履歴に従った画像検索、治療履歴の検索

(2) 画像検索の後に必要な画像処理、簡単な処理としては、拡大、縮小、強調、回転などから、複雑な各種画像の組み合わせによる複合画像の生成、例えば、CTとSPECTの重ね合せ、複数のCT (MRI) の断面画像から3次元画像の再構成、に至る様々な応用がある。この要求を満たすためには、次のような技術課題がある。

(1) により発生する課題

(1-1) Temporal Database (履歴データベース) のモデル構築: 履歴データの管理と検索

(1-2) 画像の内容検索: この課題を問題向きに解決しないで、汎用的手法で開発する

(1-3) 画像データベース: CT、MRI、SPECTなどの各個別のシステムに分散して格納されている画像データを利用者には統合されて見えるようにする異種分散画像データベースシステムの構成

(2) により生じる問題

(2-1) 利用者が画像処理を容易にできるために、処理を隠蔽する画像オブジェクトの構成とそれを提供

するアーキテクチャ

(2-2) 対話的な画像処理が必須となるので、利用者が円滑に対話をするために、一連の対話過程で生じる画像オブジェクトの格納や再利用をファイルレベルの管理からオブジェクトの版管理問題として抽象化する必要がある。すなわち、利用者にはオブジェクトの管理を意識させない。

(2-3) 利用者の多様なデータベース応用を容易に、かつ迅速に開発するためには、応用を簡単に記述できる言語が必要にある。言語には画像処理を記述できる機能が必須である。この目的のためにオブジェクト指向の可視化スクリプト言語を開発する。3次元も含む高度なユーザインタフェース環境も提供する必要がある。

以上の機能を準備したデータベース環境の上で、仮想的実験室を構築する。

(1) 仮想的実験室では、過去の長期間に渡る治療症例をデータベースに蓄積することにより、実世界では実現不可能な短時間で症例の履歴をシミュレーションできる。これは症例教育に有効利用できる。

(2) 手術症例では、CADを用いて手術をシミュレーションできる。実世界では実現できない失敗や試行錯誤過程を経験できるので、教育に有効である。

#### 4. 3. 2 北川博之氏の視点

協調能動型データベースに関する研究を進めるにあたり、特に重要と思われる二つの技術課題に言及する。

##### (1) 異種情報の統合的利用

協調能動型データベースシステムの重要な適用対象の一つに、試行錯誤を伴いながら発見的に各種作業が行なわれる協調作業環境がある。そのような環境において必要となる情報資源と操作対象のデータオブジェクトは極めて多岐に渡る。これらには、従来のデータベースにおけるようなあらかじめ明確に定義されたスキーマによりその構造や操作が規定されたデータのみではなく、一定の構成規則に基づく緩やかな構造をもつ準構造化オブジェクトや、インスタンスごとに大きく異なる構造や操作を伴ったデータが含まれる。また、情報表現のメディアにも多様性が要求される。したがって、このようなデータの多様性を生かしつつその統合的利用を可能とするような枠組みの構築が急務である。その枠組みの下では、個々の作業者のデータ利用要求に応じて動的にデータを異なる見方や抽象度で取扱えることが必須と考えられる。また、その抽象度に応じて各種データの類似性の取扱いやデータ操作

が可能なことも重要である。さらにまた、作業に必要な情報は作業内容やその進捗に応じて決定されるものであり、あらかじめその範囲を限定することはできない。したがって、何らかの手がかり情報に基づき外部の情報資源を探索し、そこから供給される情報を動的に取り込んだり連係して利用することが可能な機構に関する研究を行なうことも必要である。

##### (2) 多様な時間概念の取扱い

上記のような作業環境においては、データに関する各種の時間概念を取扱う必要がある。例えば、作業者や外部情報源の履歴を管理する上では時制データベースの概念が必要である。また、各種作業データや実験データの中には時系列データが多く含まれる。また、試行錯誤的に複数の作業者が協調して作業するため、版の概念は必須である。さらにまた、過去の履歴管理のみでなくシミュレーションによる予測などの機能も必要である。したがって、これらの様々な時間概念を扱うことのできる環境や基盤システムについて研究を行なう必要がある。また、時間的および空間的データの操作のためのユーザインタフェースについても検討を行なう必要がある。

#### 5. おわりに

本稿では平成8年度から開始が予定されている文部省重点領域研究「高度データベース」のA04班「協調能動型データベースシステム技術の研究」でどのようなことを研究・開発しようとしているかをまとめてみた。しかし、まだ正式には研究は承認されておらず、また研究は時代の流れと共に変わってゆくものである。第4章ではA04班の構成員(予定者)が一体何を研究しようとしているのかを800字見当でまとめてもらったものを紹介している。これらはあくまで構成員の善意で(社)情報処理学会データベースシステム研究会の要請により、日本のデータベース研究の高揚を願って著したものであることを記して結びとした。

##### 【文献】

上林弥彦：科学研究費補助金「重点領域研究」平成8年度発足重点領域申請書「メディア統合および環境統合のための高機能データベースシステムの研究開発」1995。

その他の文献は本文中で記してあるのでここでは省略する。