

入れ子関係と複合オブジェクトに関する国際ワークショップ報告

小林功武(産業能率大) 上林弥彦(九大工) 田中克己(神大工)

「入れ子関係と複合オブジェクトに関する国際ワークショップ」は1987年4月6日から8日にかけて西ドイツのフランクフルトに近いDarmstadtで開催された。データベースの高度化に伴い単純値でないデータを扱う必要があり、そのようなデータベースシステム実現に関する諸問題を討議するのが主な目的であった。

Report of the International Workshop on Theory and Applications of Nested Relations and Complex Objects

Isamu Kobayashi (Sanno Institute), Yahiko Kambayashi (Kyushu University),
Katsumi Tanaka (Kobe University)

The International Workshop on Theory and Applications of Nested Relations and Complex Objects was held in Darmstadt from April 6 to 8, 1977. This paper is a report of the workshop. The major purpose of the workshop is to discuss problems in realizing database systems which can handle various kinds of data besides simple values.

1.まえがき

「入れ子関係と複合オブジェクトに関する国際ワークショップ」は1987年4月6日から8日にかけて西ドイツのフランクフルトに近いDarmstadtで開催された。データベースの高度化に伴い単純値でないデータを扱う必要があり、そのようなデータベースシステム実現に関する諸問題を討議するのが主な目的であった。Darmstadt工科大学が組織し、フォルクワーゲン、INRIA、ドイツ情報学会(GI)、ソフトウェアAGが主催した。はじめは招待論文だけで30人位の参加者でやる予定であったが、参加希望者が50人以上に増えたため、会場を変更し発表件数も約40件となった。組織委員長でDarmstadt工大のH.-J.Schekと、同じくM.H.Schollが会議の世話をを行った。他の組織委員はS.Abiteboul、C.Beeri、P.Dadam、P.Fisher、Y.Kambayashi、M.Scholl(INRIA)である。日本人の参加者は著者らのほかに、日本IBMからカーネギーメロン大学に派遣されている武田浩一氏がいた。参加者のためのホテルWeinmichelは、自家製のワインを作っている1880年からある由緒あるホテルであった。会議はDarmstadtの城の一室で行われた。7日の夜は近くにあるフランケンシュタイン城(フランケンシュタインの作者がここでこの小説を考えついたといわれる)でバンケットがあった。ワークショップのプロシーディングスはINRIAから発行されている。なお20件位の論文を選択して出版社から刊行する予定である。

今回は1989年春ごろDadamが主催してIBMハイデルベルグ研究所で開く予定である。なお、電子メールを使った研究交流組織を作ることになった。関係のある論文の著者は、論文要約(250語まで)と論文(コピー5部)を各地区の世話役に送る。論文要約は次のアドレスで集中的に管理する。

nrco@afit_arpa

論文のコピーは著者または世話役に申し込む。世話役は、ヨーロッパ(Schek)、アメリカ(Roth)、アジア(Kambayashi)である。

なお、単純値以外のデータを話した関係について、unnormanzed relation, NINF relation, NF2 relation, not-necessarily-normalized relation, generalized relation, nested relation等の用語が使われているが、組織委員会ではnested relationという用語を使うことに合意している。

2.会議の概要

4月6日の9時から会議が開催されSchekが開会の挨拶を行った後、各研究グループの研究サーベイ

があった。日本の牧之内氏の論文が最も古く良く知られているので、まず上林が日本の研究についてまとめ、あといくつかのグループが自分のグループの研究について紹介した。ついでシステムの実現、言語、再帰質問、設計論、複合オブジェクト、オブジェクト指向等のセッションがあった。

1.研究動向

(1)日本における入れ子関係の研究(九大、上林)

日本では、牧之内の研究(1977)以後、國井、北川、石井らのグループ、上林、田中、武田らのグループ、小林の研究、有澤、三浦のグループの研究があり、最近では知識ベースに関してICOT(横田)、NTT(中野)らの研究や日立等の研究のあることを紹介した。

(2)Vandervilt大学における入れ子関係の研究(Vanderbilt大学、P.C.Fischer)

このグループは主として入れ子関係の数学的性質を研究している。とくに、入れ子操作、関数従属性、多値従属性、弱多値従属性、分割正規形の関係について研究しており、設計論の確立を目指している。

(3)VERSO開発の評価(INRIA、M.Scholl)

VERSOはINRIAで開発された入れ子関係を扱うプロトタイプである。ディスクの部分に有限オートマトンでモデル化されたフィルターがあり、主要な操作はそこで行う。フィルターの開発は8086(5MZ)、68000(8MZ)によるソフトウェア的方法およびハードウェアで行われた。ハードウェアによるものはディスクより速いがシステムとして統合されていない。ソフトウェアフィルターを用いても効果はあったが8086と68000の2つのシステムの差は出ず、ハードウェアの方がはるかに効果的と考えられている。VERSO開発に関連して、代数、質問処理、データベースマシン、モデル等の論文が出ている。

(4)高水準情報管理プロトタイプの歴史と現状(IBM、P.Dadam)

IBMハイデルベルグ科学センターの研究グループは、Schek、Lumのあと現在Dadamがマネージャーを務めている。はじめは、データベースで文章を扱う問題から入り、入れ子関係について研究し、さらにオフィスやCADへの応用を含めた研究を進めてきている。1983年よりAIM-P(Advanced Information Management Prototype)の開発を始めた。データモデル、言語、処理、システム構成や追加的機能を中心に全体的な研究を行っている。研究はDarmstadt工大

のほかHagen大、Karlsruhe大(R2D2、Relational Robotics Database System with extensible Datatypes)と協力している。

(5)Case Western Reserve大での入れ子関係の研究 (Case Western Reserve大、Z.M.Ozsoyoglu)

Ozsoyogluが来れなくなったため発表はなかったが、論文によると入れ子関係の正規形、従属性、言語等で成果をあげている。

II.実現

(6)入れ子関係を用いた関係質問の効率の良い評価 (LRI,N.Bidoit)

入れ子関係に対する操作として「Verso射影」と「Verso選択」を定義し、これをVersoフィルター上のオートマトンで実現する方法について検討している。

(7)入れ子関係を用いた物理データベース設計 (Darmstadt工大、H.-B.Paul)

論理レベルでは第四正規形の関係を、アクセスパスを含む入れ子関係で物理的に蓄えている。階層モデルとの違いは集合指向である点にある。アクセスパスは組の番地を利用して実現される。物理レベルの設計や最適化について述べている。

(8)第四世代技術を用いた複合オブジェクト表現のための統合的方法:ENTIRE(ソフトウェアA.G., P.Mossack)

NATURAL/ADABASのもとで複合オブジェクトや関係を扱うEntireについて述べている。特色は、カテゴリーの扱い、再帰質問、参照一貫性バージョン管理等を効率良く実現している点にある。

(9)入れ子関係モデルを用いたデータ管理システム (INRIA, J.-B.Ndala)

INRIAの分散データベースプロジェクト SIRIUSプロジェクトにおいて開発した入れ子関係を扱えるデータベースシステムについて述べている。入れ子関係モデルの意味的側面、利点や物理的实现について述べている。

(10)入れ子関係データベースのための記憶構造(インディアナ大、A.Deshpande,D.Van Gucht)

一般に行われている(属性、値)の対を組にリンクさせるかわりに、(値、属性)の対をその値を持つすべての組にリンクさせることにより、すべての属性に対して1つの木を対応させることができる。この方法は並列処理にも適した入れ子関係の記憶方法である。

III.質問言語I

(11)複合オブジェクトのための代数と論理(ヘブライ大、C.Beeri,INRIA, S.Ab'iteboul)

すでに関係データベースに対して得られている関係データベースの言語の等価性が、より一般のモデルでも成立することを示している。追加操作としては、組生成、集合生成、拡張操作(組集合内のすべての組に属性追加)、置換操作(属性値の置換)、パワーセットがある。このモデルで「安全な論理と代数は等価である」、「構成的に安全な論理とパワーセットを持たない代数は等価である」、「この等価性は任意の関数や述語があっても成立する」等の結果が得られている。

(12)複合オブジェクトを扱うための論理的方法 (INRIA, S.Abiteboul, S.Grumbach)

組生成、集合生成のある型付きの複合オブジェクトに関する研究である。データベース言語は、関数や述語のある拡張ホーン節による規則集合で構成され、関係モデルと関数モデルをまとめた性質を持つ。IFOモデル用の言語ともなる点や、質問もデータとして扱える点に特色がある。しかし最小モデルが一意でないこと、最小モデルの存在しないことのあることや収束性等に問題がある。Stratifiedプログラムには(一意とは限らないが)最小モデルが存在することを示し、不動点操作による求め方を示した。

(13)入れ子関係モデルのための拡張関係代数の表現能力(インディアナ大、D.Van Gucht, Vanderbilt大、P.C.Fischer)

BancilbonとParedaensによる関係代数の完全性(BP完全性)が、NEST, UNNEST操作を入れても成立することを示している。

IV.質問言語II

(14)複合オブジェクトを扱うための関係論理の拡張一組論理(産能大、I.Kobayashi)

関係論理に関数記号、非関係述語記号、集約関数記号を許した組関係論理についての諸性質を示している。この論理は任意の複合オブジェクトを扱うことができる。

(15)入れ子関係に対する操作(Wake Forest大、S.Thomas)

たとえばNEST-JOINの順の操作とJOIN-NESTの順の操作で結果の異なることがあり、NEST, UNNESTと他の従来からある関係操作との干渉問題について考察した。その他従属性や設計との関係についても考察している。

(16)入れ子関係に対する最小操作集合 (Darmstadt工大、M.H.Scholl)

NEST, UNNEST操作を許した代数における最小操作集合の問題を扱っている。入れ子射影, 選択, UNNESTを用いた動的制約により、NEST, 差, 直積(したがって結合も)が表現できることが示されている。

V. 質問言語III

(17) 入れ子関係に対する論理質問言語(南西ルイジアナ大, L.Y.Yuan, ケースウエスタンリザーブ大, Z.M.Ozsoyoglu)

入れ子関係データベースに対する論理型質問言語を提案している。質問はPrologのルールのような形をしており、ヘッドに出力属性、ボディに検索条件を属性名のみを指定する形で質問を構成する。入れ子関係スキーマは、複数個の木(各節点が属性集合、各枝が1つのMVDに対応)から成っているが、ボディ部の各検索条件を効率良い順序で処理するためのアルゴリズムも開発済みとのことである。

(18) 実体関連モデルにおける再帰的屬性構造(Bourgogne大, C.Parent and S.Spaccapietra)

ERモデルに属性の入れ子を許した、ERCモデルを提案し、さらに操作言語としてERC代数と呼ばれるものを導入している。これにより、ERモデルの属性を別の属性集合の集約という形で定義できる。属性値としては集合値や値の重複も許している。ERC代数は、実体型上の操作に加えて、「関連の継承」と呼ばれる操作を実現している。これは、例えば、実体型E1、E2の間に関連Rがあり、E1に何らかの制約を加えて新しい実体型E1'を生成したとすると、自動的にE1'とE2の間に関連Rが継承されて生成されるというものである。

(19) SQLからHDBLへ(IBMハイデルベルグ科学センター, P.Pistor)

AIM-P(Advanced Information Management Prototype)システムのデータベース操作言語であるHDBLについて述べている。HDBLでは、単なる入れ子関係のみならず、組の順序を入れた表、リストや多重集合のような非表をも扱うための機能が用意されている。テーブルを1つの属性値とするような場合、これに関して射影や制約を行えるようにするため、SQLのSELECT句の出力属性記述中にSQL質問が書けるように拡張している。また、出力結果が組集合なのか、リストなのか、又は多重集合なのかを明示できるようにもなっている。

(20) 意味の均一的扱いのためのB関係モデル(ニース大学, Z.Bellahsene, N.Le Thanh and S.M.Miranda)

文献検索のシソーラスを構成する単語集合のように、上位下位関係等の構造を持つ定義域をB-定義域と呼び、これに基づいて拡張したB-関係モデルについて報告があった。また、このモデルのために拡張された代数についても述べられた。

VI. 再帰質問とKBMSの実現

(21) 非正規関係と再帰質問:SQLに基づく方法(IBMサイエンティフィックセンター, V.Linnermann)

集合や関係に加えて、リストをも属性値として許す「拡張NF2関係」と、それを操作するための「拡張SQL」言語を導入し、これによって従来の第1正規形の関係に対しては表現しにくかった。再帰質問をより自然に表現する方法を提案している。具体的には、SQLのSELECT句の出力属性を記述する部分にその属性値を再帰的に計算する質問式を埋め込む方式を採用している。

(22) NF2データベースとルールベースの専門家システム(ケンタッキー大学, W.Marek and M.Truszczynski)

ルールベースシステムにおけるif-thenルールが、 $if\ 170 \leq \text{身長} \leq 180 \text{ and } 50 \leq \text{体重} \leq 60 \text{ then}$ もっと太れというものである時、これを入れ子関係の1つの組($[170,180]$, $[50,60]$, "もっと太れ")という形で表現できる。このような組の集合Sが「完全」であるとは、ルールベースシステムへの任意の入力に対し、その条件部に該当するような組が必ず存在することと定義し、Sが「健全」であるとは、どの入力に対しても違う結論を引き出すような組が複数個存在することはないものと定義している。このような概念と、関数従属(FD)に類似の概念を導入することにより、唯一の結論を得るのに必要な極小な(条件)属性の集合が唯一に決まるための諸条件を与えている。

(23) 構造的継承ネットワークから入れ子関係への変換(IBM, B.Studer and S.Borner)

大規模な知識ベースを入れ子関係を用いたデータベースの形で蓄積する方法について述べている。対象とする知識表現は、KL-ONEを拡張したもので、基本的には、概念のサブクラス \leftrightarrow スーパークラス関係、instance-of関係、概念間の関連、及び関連間のis-a関係等からなる「構造的継承ネットワーク」であり、これを入れ子関係で表現している。

(24)再帰タイプに基づく複合オブジェクトのモデル化(IBMヨーロッパネットワークセンター、W.Lamersdorf)

CAD/CAMデータやテキスト処理等において、複合オブジェクトの扱いが特に重要である。ここでは、複合オブジェクトのモデリング、データ定義、オブジェクトの生成、応用に依存した操作の埋め込み等を容易に行えるようにするために「再帰的オブジェクト」による方法を提案している。オブジェクトの型定義に再帰を許すもので、Pascal/Rを用いて実際のプロトタイプ開発が行われ、その後分散処理環境の拡張も行われている。本モデルを使うことで、1つのオブジェクトが複数の関係上に散らばることなく、また可変長のオブジェクトの扱いが容易になるとしている。

(25)複合オブジェクト:モデルと質問処理について(CCA、U.Dayal)

CCAで開発中のオブジェクト指向DBMSであるPROBEおよびそのデータモデルであるPDMに関連させた形で、複合オブジェクトのモデル化と質問処理に関する口頭発表のみがあった。(論文集には掲載されていない)。

彼らの方法は、関係モデルやNF2関係モデルからスタートせず、DAPLEXのような意味的データモデルからスタートとするもので、「NF2は複合オブジェクトを扱う場合、その氷山の一角を扱っているにすぎない」という立場に立っている。実際、DAPLEXを発展させる形でPDMを開発し、データ操作には「オブジェクト代数」を提案している。基本的には関数型データモデルであり、図形や履歴情報はこの上でPOINT SETエンティティを使って表現する。オブジェクト代数は、関係代数をエンティティや関数に適用できるように拡張したもので、応用に依存する関数はオブジェクト代数やCでプログラム可能である。

(26)RAFFAELLOにおける入れ子関係に基づくフレーム(ベンダリオン大学、E.Nissan)

RAFFAELLOは、LISPによる知識表現・管理用ツール群で、非正規関係に基づくフレーム表現・管理ツール、「メタ表現」で駆動される応用独立な検索システム、非正規関係をINGRESの関係に変換するツール、最適化のための再利用可能なソフトウェア群などからなる。本システムは実際に、ヘブライ語の"新語"や料理に関するエキスパートシステムの構築に利用され、その開発経験についても述べている。

VII.設計理論と正規形

(27)入れ子関係データベースに対する射影結合構成可能性(ロンドン大学、M.Levne and G.Loizou)

関係のある関係の射影と適当に結合して行き、最終的に元の全属性集合上の関係 r が得られ、しかも途中に r の組以外の組が出現しない場合、与えられたデータベーススキーマは与えられたMVD集合に対して"Project-Join constructible"であるという。この概念をもとにして、NF2関係データベースにおいて、あるクラスのEMVD集合からある結合従属性が論理的に合意できるか否かを判定する多項式時間アルゴリズムについて述べている。

(28)入れ子関係データベースのための新しい設計法(空軍テクノロジー研究所、M.A.Roth)

入れ子関係データベースにおいては、Ozsoyogluらの提案したNNF(Nested Normal Form)スキーマが、設計の1つの規準となる。直感的には、NNFスキーマは、属性集合が節点、枝が1つの(E)MVDに対応するような木の集合 $\{T_1, \dots, T_n\}$ であり、あらかじめ与えられたMVDやFDの集合がこの木集合によって非冗長に表現されているものをいう。ここでは、このようなNNFスキーマを設計する新しいアルゴリズムを提案しており、その特徴は、入力として4NFの関係集合を用い、これを木表現した後、適当に複数個の木を1つの木に併合するという方法をとっていることである。これにより、FDによる冗長性や全属性集合上のEMVD等を考慮に入れた、より柔軟なNNFスキーマの設計ができるとしている。

(29)入れ子関係の一意性(日本IBM、K.Takeda)

第1正規形に変換すると同一の関係になるような、いくつかの入れ子関係のうち、組数の最小の入れ子関係は1つとは限らない。ここでは、まず、与えられた入れ子関係が上記の意味で組数最小のものかを判定する問題はNP-完全であることを示している。次に、第1正規形の関係に対してネスト操作を繰り返し適用して得られる入れ子関係は、一般にネスト操作を行う属性の順序によって異なるのが普通である。ここでは、ネスト属性の順序に関係なくユニークでしかも組数最小の入れ子関係が得られるための十分条件を、あるテンプレート従属性の存在という形で示している。

(30)入れ子関係の効率の良い生成法(九大、Y.Kabayashi and H.Yamamoto)

第1正規形の関係データベースに対して質問を行って得られる結果を非正規関係で出力するため

の効率的な処理方法について述べている。基本的には、まず質問を部分質問群に分解し、各々の部分質問の結果を非正規関係で表し、これらの非正規関係群を結合することで所望の結果を得るという方法である。この場合の、結合操作のコスト評価に関する諸性質についても明らかにしている。

(31) ネットワークデータベース出力のための入れ子関係(九大、Y.Kambayashi and T.Furukawa)

ネットワーク型データベースに対する質問の結果を非正規関係の形で出力するための、質問処理の最適化技法について述べたものである。Group-By及びRow-Nest操作を用いた場合のコスト関数及びそれに基づく処理手順が示されている。

VIII. 複合オブジェクト/オブジェクト指向 I

(32) IFOフラグメントを用いた直積、集合および関数関連の表現について(南カリフォルニア大学、R.Hull)

意味的データモデルIFOにおいては、“fragment”が1種類の複合オブジェクトのスキーマを表現する。1つのfragment中では、オブジェクトの類別(抽象型、印字可能型等)や、オブジェクトの直積や集合によって新たなオブジェクトを定義することができる。また、オブジェクト間の関数型関連も1つのfragment中でなされる。複数のfragment間は、2種類のis_a関係のいづれかによってつながれる。ここでは、複合オブジェクト表現の基本単位であるfragmentについて述べた後、SNAPと呼ばれるグラフィック指呼委のインタフェースについて説明している。SNAPは、IFOのfragmentを画面上で指定または複写することにより質問を生成でき、丁度意味的データモデルのQBEとでもいった操作言語をサポートしている。出力結果はVersoモデルの「バケツ記法」による非正規関係の形でも行える。

(33) オブジェクトデータベース設計における入れ子関係の利用(テキサス大学オースチン校、H.Korth)

オブジェクト指向のプログラミング環境を実現する上で、関係データベースをバックエンドに置いたものとして、Smallworld(IBM T.J.ワトソン研究センター)があるが、クラス階層等の構造は入れ子関係モデルを用いた方がより自然に表現できる。ここでは、オブジェクト指向モデルと入れ子関係モデルを相対立するモデルと考えるのではなく、前者の表現のために後者が自然なフレームワークを与えているととらえる。このことにより、入れ子関係モデルの理論的成果をオブジェクト指向データベースに適用できるとしてい

る。オブジェクト指向データベースの設計における新たな問題として、(1)オブジェクト指向データベースのスキーマ(DAG又は木)は頻繁に変化するので、このような「動的スキーマ」の設計・維持をどのように行うか?、(2)オブジェクトが種々の方法でグループ化されるため、“multiple views”のサポートが必要となるがこれをどうするか?を挙げている。(1)の問題については、SIGMOD'87で発表予定とのことである。(2)の問題については、既に著者の1人(田中)らのグループでの研究があり、これについても発表後討論を行った。

(34) TOOL: データベースのための型オブジェクト指向言語(INRIA、G.Barbedette and P.Richard)

Smalltalkのアイデアを大幅に取り入れた、メッセージバッキング機構付きのオブジェクト指向データモデルについて述べている。これにより、複合オブジェクトやマルチメディアデータの扱い、ユーザ定義可能なデータ型の導入、オブジェクトのバージョン管理、データ型の動的変更、トランザクション管理、データ操作言語とプログラミング言語との融合を可能になるとしている。導入されている概念は殆どSmalltalkのものであり、論文集の範囲では、「オブジェクト指向データベース」のデータベースとしての側面等については触れられていない。

IX. 複合オブジェクト/オブジェクト指向 II

(35) 入れ子関係の意味解釈とそれを用いた動的データモデルの表現(クラークフルト大、J.Eder、ウィーン大、G.Kappel and A.M.Tjoa、リンツ大、R.R.Wagner)

本報告では、まず、入れ子関係の意味的な分類を行っている。第1正規形の関係の意味的な分類についてはSchmidとSwensonが5種類の分類を行っているが、ここでは入れ子関係のもとでは3種類に類別できるとしている。また、入れ子関係モデルにおけるサロゲートの利用法についても述べている。次に、BIERと呼ばれるデータモデルを導入し、このモデルの形式的記述に入れ子関係モデルを用いるアプローチについて述べている。BIERはERモデルを拡張してデータの動的振舞いも記述できるようにしたもので、直感的には、各エンティティはベトリネット間のスキーマ上を状態遷移し、それにともない必要な操作(例えば新しい関連の生成)を行うというものである。

(36) オブジェクト指向データ定義技法による入れ子関係モデル(ルイジアナ州立大、L.P.Jones)

データベースのスキーマ定義中に基本的なトランザクション処理手続(例えば更新波及のプログラム)を埋め込んで、システムがトランザクションのコードを自動的に生成・実行するようなデータモデルを提案している。

(37)複合オブジェクトに対する履歴データベース(神戸大、K.Tanaka)

一般的なオブジェクト指呼の意味的データモデル上で履歴情報を表現する方法、汎化や集約階層に履歴情報を導入した場合の諸問題、履歴情報を扱う上での完全性制約、及びここで開発した履歴データベース操作言語について述べている。ここでの方法は、履歴情報を表現するオブジェクトを「履歴オブジェクト」と呼び、時間からオブジェクトへの写像という形で定義している。これによりオブジェクトの存在・非存在の履歴、オブジェクトの合併・分裂の履歴の表現が可能となる。

履歴オブジェクト間の汎化には、ここでは強汎化・弱汎化の2種類を提案している。操作言語は、IFOモデルとPrologに基づくもので、さらに正規表現による履歴検索や履歴データベースの内容を仮想的にある時点のものに戻すロールバック機能等を実現している。

(38)動的入れ子関係によるスキーマバージョンの表現(SCS、W.Benn)

ドメインや属性が時間と共に変化する場合、即ち、あるオブジェクトを表現する組の構造が変化するような場合に対処するために、入れ子関係モデルを拡張したNF2D関係モデルを提案している。具体的には"Variant"という概念を属性レベルに導入することで、スキーマの変化を表現している。具体例として、ここではテレビ画像に現れるpictureオブジェクトのバージョンの表現、及び、履歴データベースにおけるスキーマ変化の履歴の表現を取り上げて本モデルを説明している。

(39)複合オブジェクトに対するデータモデル:データベース設計とオブジェクト代数(Clausthal工科大、A.Heuer)

EXTREM(EXTended Relational Model)という意味的データモデルのデータ定義機能や質問機能について述べている。このモデルによるデータのモデル化は、上から、(1)IFOレベル、(2)EXTREM概念レベル、(3)EXTREM関係レベル、(4)古典的な関係モデルのレベルの4レベルからなる。(1)は、AbiteboulとHullのIFOモデルでデータのスキーマ定義を行うものである。(2)では、EXTREM概念というもので与えられた応用のためのスキーマを定義する。(3)は、CoddのRM/TモデルやSchekの入れ子関係に類似したもの

であり、(4)は第1正規形からなる従来の関係モデルである。データベース設計は、(1)→(2)→(3)→(4)の形に変換されることで行われる。各レベル間の写像はそのための操作で定義される。例えば(3)と(4)の間は入れ子関係操作が使われる。(2)と(3)の間はより複雑で、例えばget_complex_object操作はあるオブジェクトの情報を全て取り出す操作で、ISA関係で継承されるものも全て取り出すものである。また、(2)のレベルでは、「オブジェクト代数」が定義され、その「完全性」についても議論している。直感的には、この完全性は、下位の関係レベルでの任意の関係代数質問で得られるインスタンスに対し、これに対応する上位レベルのオブジェクトがあるオブジェクト代数質問で得られることを意味する。

以上の他に、予定外の口頭発表として、以下の3件があった。

(40)構造化されたオフィス文書に対する代数(IBM Almaden研究センター)

オフィスの文書の検索・生成のためのモデルとして、組系列のネスティングに基づくものを提案し、さらにNST代数に基づく操作言語を導入している。

(41)ALGRESシステムについて(ミラノ工科大、R.Zicari)

入れ子関係のための諸演算にさらに閉包演算などの不動点操作を加えた言語及び文法の形で行うスキーマ記述について述べている。

(42)VLSI設計のためのデータベースサポート(カールスルーエ大学、J.Muelle)

属性値としてオブジェクトをとり得るような、VLSI設計用データベースシステムDAMASCUSについて述べている。オブジェクトはいくつかの属性値と、バージョン情報を表すグラフから成る。本システムは、設計オブジェクト管理部、内部オブジェクト管理部、オブジェクト記憶システムの3階層から構成されている。

3.ECRC訪問記(小林功武)

Darmstadtに於けるワークショップ出席前、4月2日ミュンヘンのECRC(European Computer Industry Research Centre)にJ.-M.Nicolasを訪ねた。ECRCは仏Bull、英ICL、西独Siemens3社の同額出資によって設立された民間研究所である。現在約50名を擁する研究員は原則として上記3社からの出向となっているが、大学から引き抜かれて出向の名目で直接研究所に参加したのも多くNicolasもその1人であった。

研究所の基本的目標は意思決定を支援するシステムの研究開発にあるが現在は論理型プログラム言語と関係データベースを土台とした演えきデータベースの開発に主力が向けられている。研究員はアーキテクチャ、推論エンジン、知識ベース、マン・マシン、インタフェースの4グループに分かれ、Nicolasは知識ベースグループを監督する立場にある。このような演えきデータベースの開発には、いくつかの異なった方法が考えられるが、そのうち相異なる2つの方法についてプロトタイプが作られている。

筆者の今回の訪問の目的は質問式の対象領域独立性や有限評価可能性、またデータベースの整合性保証問題など共通の興味について意見を交換することであった。Nicolas以下約10名の知識ベースグループに対して、データベース・スキーマ同値問題、タプル論理とその質問処理、整合性保証への応用など筆者の最近の研究について講義を行い、熱心な質疑応答と意見交換があって、約3時間半にわたる充実した訪問となった。

4. INRIA, ミラノ工大, ウィーン大学, リンツ大学 (上林弥彦)

会議に先立って上記4カ所を訪れた。

INRIAでは、南パリ大学のDelobel教授と1985年に京都で開催された「データ組織化の基礎に関する国際会議」(International Conference on Foundations of Data Organization)の次回の手定について検討した。その結果は次の通りである。

時期	1989年6月上旬
場所	フランス
委員長	Delobel
プログラム委員長	Schek, Litwin
事務局	Scholl
国際組織委員会	Ghoshら

INRIAではBancilholがMCCから帰り、新しいデータベースプロジェクトを設立していた。このプロジェクトでの開発目標は、データベース言語を含む言語の設計、データベースワークステーションの開発等である。言語としては、関数型とオブジェクト指向とを検討した結果、オブジェクト指向を採用することに決まったという。ワークステーションの中でも利用者インタフェースを重視しているということであった。

ミラノ工大ではCeri教授、Schreiber教授や会議参加者のZicari先生に会った。イタリアのシステムでは副教授から教授になるとき他大学に移るといことで、Ceri, Gottlob共に本務は別大学

(ModenaとGenova)であった。同大学内のプロジェクトは次の通りである。

オフィスシステム(Bracchi, Pernici, Barbic, Maiocchi)

論理データベース(Ceri, Tanca, Garzotto)

拡張関係モデル(Crespi-Tefhizt, Zicari)

分散データベース(Schreiber, Paolini, Pelagatti)

ウィーン大学では会議参加者のTjoa教授らに会った。ウィーンの街同様大学も古い建物で構成されている。リンツ大学は新しい大学で、ケプラーを記念した建物がある。オーストリアの大学は教授の人に助手が数人から数十人いるというシステムであった。

これらの3大学で講演したが、オーストリアでは拍手のかわりに机をたたくという習慣があり、それにおどろかされた。

5. むすび

データベースの分野の広がりにつれこのような制限された分野でのワークショップも重要となりつつある。動的にワークショップを作ったりやめたりすることがこの分野の発展に特に有効であろう。