

概念ネットワークを用いた知的ファイリングシステム

Intelligent Filing System with a Knowledge Base of Concept Network

情報の量と戦略的価値が増大するに伴い、その情報を適切に分類・整理・蓄積し、分析・選択・利用するための支援システムが求められている。これにこたえるため、関連分野の知識を計算機内に記憶させて、文書の登録と検索を容易にする将来的な文書ファイリング方式を開発した。

本方式は「概念関係モデル」と呼ぶ新しい知識表現形式を基本に、断片的な情報を逐次体系化して「概念ネットワーク」と呼ぶ知識ベースに記憶させると同時に、この知識を用いておぼろげな記憶からでも推論処理により文書の検索を可能とするものである。大形計算機と光ディスクファイル装置を用いて、本方式に基づく知的ファイリングモデルシステムを実際に構築し、実験的に方式の有効性を確認した。

藤澤浩道* *Hiromichi Fujisawa*

畠山 敦** *Atsushi Hatakeyama*

藤縄雅章** *Masaaki Fujinawa*

1 緒 言

広い意味で、文書は最も重要な情報媒体の一つであり、大量な文書を適切に分類・整理し、いつでもすぐに取り出せることが重要である。この要求にこたえるため、光ディスクを用いた電子的な文書ファイリングシステムが開発されてきているが、エンドユーザーにとって更に使いやすいものにする必要がある。本論文では、「ファイリング」の意味を改めて考察し、真のニーズにこたえるための高度なファイリング方式の理念を抽出すると同時に、それを実現するための知識ベースを導入したファイリングシステムについて述べる。

電子的なファイリングシステムは、情報を計算機の中に蓄えて、端末から欲しい情報を取り出すという意味で、従来の情報検索システムやデータベースシステムと共通点があり、従来の技術や手法が利用できる点が多い。しかし、一方で幾つかの基本的な点で異なっており、新しい技術が求められている。その一つは、一般のオフィスでのエンドユーザーは計算機システムの非専門家であり、そのユーザー自身が情報を入力しなければならないことである。第二には、通常のデータベースと違って、均一な情報ではなく広い範囲の多種多様な情報を記憶・管理する必要がある。更に第三には、ファイリングでは特に情報の受け手の価値感や、新しく入手した情報の位置づけが重要であることである。

本論文では、特にこれらの新しい課題に着目して、知識処理の考え方を導入するとともに、人間の記憶の特性を考慮したファイリングシステムを紹介する。本システムによれば、ユーザーは広い範囲から集めた断片的な情報を逐次体系化して、独自に知識ベースとしてファイリングシステム内に格納することができ、更にこの知識を利用しておぼろげな記憶からでも、それに関する文書を光ディスクファイルから検索す

ることが可能になる。また、複数件から成る検索結果に対しては、文書の各ページをディスプレイ画面上で実際の紙の感覚で高速にめくることが可能である。

2 高度ファイリングの理念

2.1 ファイリングの意味の考察

単語の意味は、辞書で調べることにより通常意識しない本質的な意味に到達できることがある。ある辞書によると、単語“file”の項目は次のように記されている¹⁾。

file : (1) to put or keep, paper or cards for example, in useful order ; (2) a receptacle that keeps loose objects or small objects in useful order.

すなわち、ファイリングとは「そのままにしておく、ばらばらになってしまうようなものをいつでもすぐに利用できる状態」にすることである。一般に情報は断片的にランダムに到来するが、これらを相互に関連づけてしまうことによって、知識体系を構築することがファイリングの究極の目標である。知識は体系化することによって初めて「知的」な検索が可能となる。したがって、ファイリングシステムでは断片的な情報を計算機内に逐次体系化していくための機能が重要である。ファイリングとは、このように知識を体系化すると同時に、この知識と文書本体とを関係づけることであると考えられることができる。

2.2 情報の種類の考察

ファイリングシステムが扱うべき情報を分類し、将来的なシステムの課題を明らかにする。従来、情報検索の分野で、情報は一次情報(原文情報)と二次情報(書誌情報)とに分類されている。しかし、ここでは以下の6種類に分類し、課題を

* 日立製作所中央研究所 工学博士 ** 日立製作所中央研究所

明確にする。

(1) 第1種(原文情報)

加工されていない生の情報であり、情報欠落を最小にすることが重要である。カラー情報や写真などの混在したマルチメディア文書のファイリングが求められる。

(2) 第2種(出典情報)

表題、著者名、掲載誌名などの書誌的事項と引用関係情報である。パターン認識を用いて文書から直接これらの情報を抽出して読み取る自動ファイリング機能^{2),3)}が将来的に求められる。

(3) 第3種(抄録情報)

内容に関する記述である。自動インデキシングや自動抄録が求められている⁴⁾。

(4) 第4種(評価情報)

情報の受け手が理解した内容、価値判断、他の情報との関係などである。従来のシステムで扱われていない情報であり、ファイリングで最も重要な情報である。

(5) 第5種(分野知識)

専門知識を含む対象世界に関する体系化された知識である。原文情報から抽出される知識でもあり、また評価情報を得るための判断規準や分類定義などのメタ知識も含む。この種の知識を援用することにより、推論処理を用いた知的な検索が実現できる。将来的には原文情報からの知識獲得の技術も求められよう。

(6) 第6種(一般知識)

ファイリングされる文書の世界に限定されない一般的な知識である。

従来、紙の世界のファイリングでは第1種情報だけを物理的に扱っている一方、文献情報検索システムは第2種、第3種の情報だけを扱っている。これに対し、近年製品化されている光ディスク装置を用いた電子ファイリングシステムは、第1種から第3種までの情報を扱っている。

したがって、真のニーズにこたえるためには、これらの情報に加えて第4種から第5種の情報(知識)を扱う機能がファイリングシステムにとって重要であることが分かる。

3 知識ベースを用いた知的ファイリング

3.1 知的ファイリングのシステムイメージ

これまでの議論で得られた理念に基づく新しいファイリングシステムは、図1に示すように知識ベースを持つことが特徴である。

従来のファイリングでは、文書のファイル体系や分類法をユーザーの頭脳に頼っていることが多い。そのため詳細な分類体系を作ることが難しく、文書を登録する際にどこに分類し、何をキーワードにすべきかを判断することが実際上難しい。また、検索に際してはキーワードなどを具体的に思い出せないと探し出すことが難しいため、粗く分類してしまう傾向があり、結果的に検索精度が落ちてしまうという問題点がある。

ここで提案する知的ファイリング方式は、文書が扱う関連分野の知識や文書ファイル体系などの情報を知識ベースに格

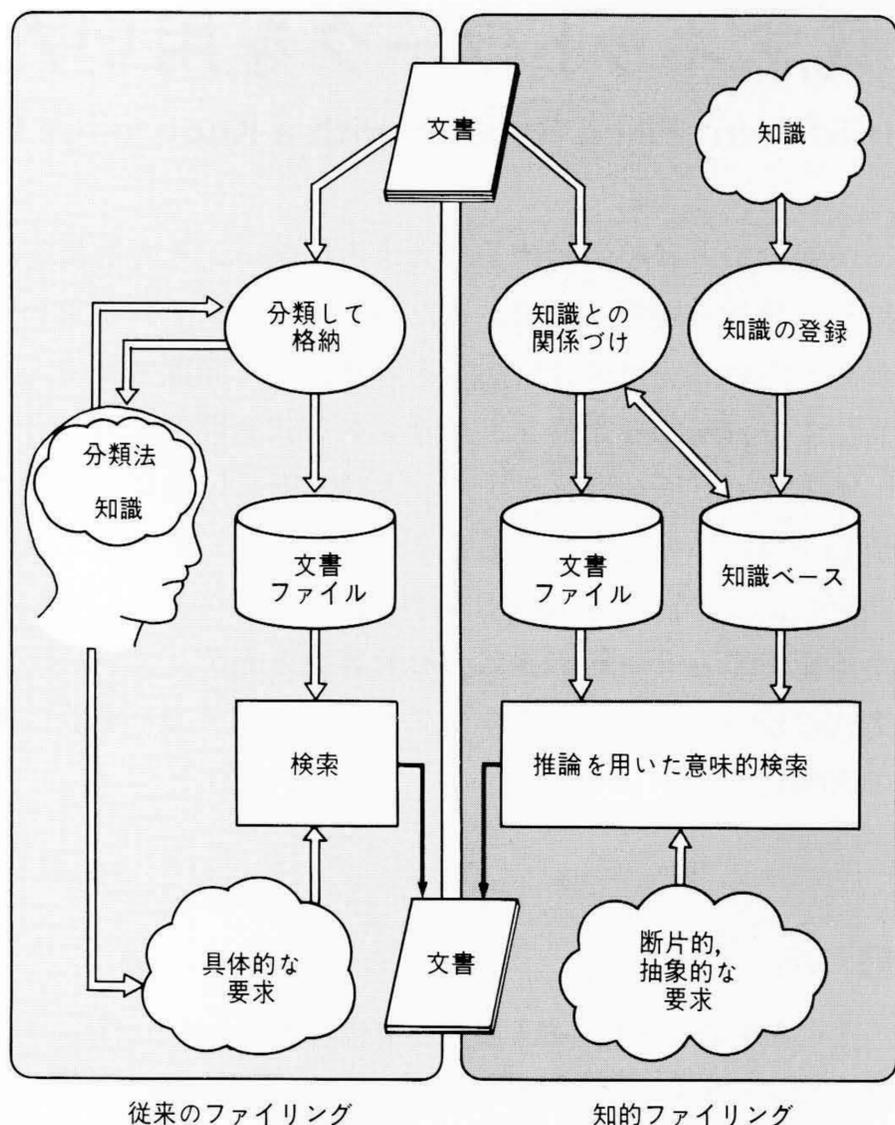


図1 知識ベースを用いた知的ファイリングのシステムイメージ
従来は、どのように分類すべきか、分類したか、を覚えておく必要があったが、記憶が不完全でも推論により検索することが可能になる。

納して用いることにより、これら問題点の解決を図るものである。具体的には、知識による支援によって文書の登録を容易にすると同時に、ユーザーの断片的あるいは抽象的な要求からでも、推論処理を用いて該当文書を検索することが可能となることを示す。

3.2 人間の記憶の特性に合った検索方法

知識ベースの設計と知識の利用法の決定に当たって人間の記憶の特性を考慮することにより、ユーザーにとって使いやすいシステムを構築することができる。次に、主な特性とそこから導かれる設計方針について述べる。

(1) 記憶の抽象化

事物の具体的な名前、(例えば固有名詞)は忘れやすいが、その物のクラス、すなわち、それは何であるかは覚えていることが多い。すなわち、包摂的又は構成的な上位の概念で覚えている。したがって、これら上位概念(抽象的概念)からの検索を次のように実行することを考える。

(a) 包摂的上位概念の例: 「S-810に関する記事」を「スーパーコンピュータに関する記事」という検索要求から推論検索する。

(b) 構成的上位概念の例: 「国分寺にある研究所」を「東京都にある研究所」から推論検索する。

(2) 関係の記憶

事物の名前は忘れても、それらの間の関係は覚えていることが多い。「B研究所が開発したオペレーティングシステムU

が主題である記事A」があったとき、「～が開発した～」や「～が主題である～」は忘れにくい情報である。したがって、従来のように単なるキーワードの集合だけでなく、それらの間の意味的な関係をも用いた検索機能を実現する。上記の例でいうと、名称B, Uを忘れても、「研究所が開発したオペレーティングシステムが主題である記事」という検索要求から、記事Aを検索することを実現する。

(3) 再刺激による想起

覚えていることを陽に思い出すことは難しいが、過去に触れた情報に再度接触することにより関連性を判断することは容易である⁵⁾。したがって、システム側から積極的に知識ベースの中の情報を表示することが重要である。この特性を十分に生かすため、本システムではユーザーが知識ベースの中を歩き回る感覚で関連する概念を探し出すことを重視し、そのためのブラウジング(Browsing)機能^{*1)}を提供する。

これらのほかに、記憶の不完全性に対して通常行われている部分文字列からの検索機能とともに、同義語や同形異義語に対する処理機能をも与える。

3.3 概念ネットワークによる知識の表現

ファイリングで用いる知識ベースは、ユーザーの理解しやすさと使いやすさが重要である。また、ユーザーは事物や事象といった概念と、それらの間の関係を中心に記憶していると考えられている⁶⁾。したがって、「概念」と「関係」に特に

着目して単純化したオブジェクト指向⁷⁾の知識表現方式に、データベースの分野での実体関係モデル⁸⁾の考え方を導入した「概念関係モデル」と呼ぶ新しい知識表現方式を提案する。

概念関係モデルで記述される知識体系は、意味ネットワーク⁹⁾に似た概念ネットワークと呼ぶ図式で表すことができる(図2)。同図式で長円は「概念」を、矢印は「関係」を表す。UNIVERSALは「全体」を表す概念である。

概念ネットワーク上のすべての「概念」は、このUNIVERSALを頂点(根)とする階層的分類木によって分類されている。この分類木をここでは概念木と呼ぶ。図2で、上方に向かう矢印は、この概念木を構成する包摂関係を表す。人工知能の分野ではIs-Aリンクと呼ばれる。各概念は、抽象的なものも含む任意の事物あるいはその集合を代表する。一つの特徴は、数値的な情報を含めた属性情報もここでは一つの概念として等しく扱うことである。

概念木を構成する包摂関係を縦糸とすると、概念ネットワークには横糸を構成するその他の多種の「関係」が存在する。これらは、例えば「～を開発した～」、「～に含まれる～」、「～にある～」のように二つの概念間に定義される「関係」であり、各々の概念の属性を定義する。これらの「関係」には、一般的な概念の枠組みを定義する一般関係(Generic Relationship)と、その具体例としての具体関係(Instance Relation)がある。

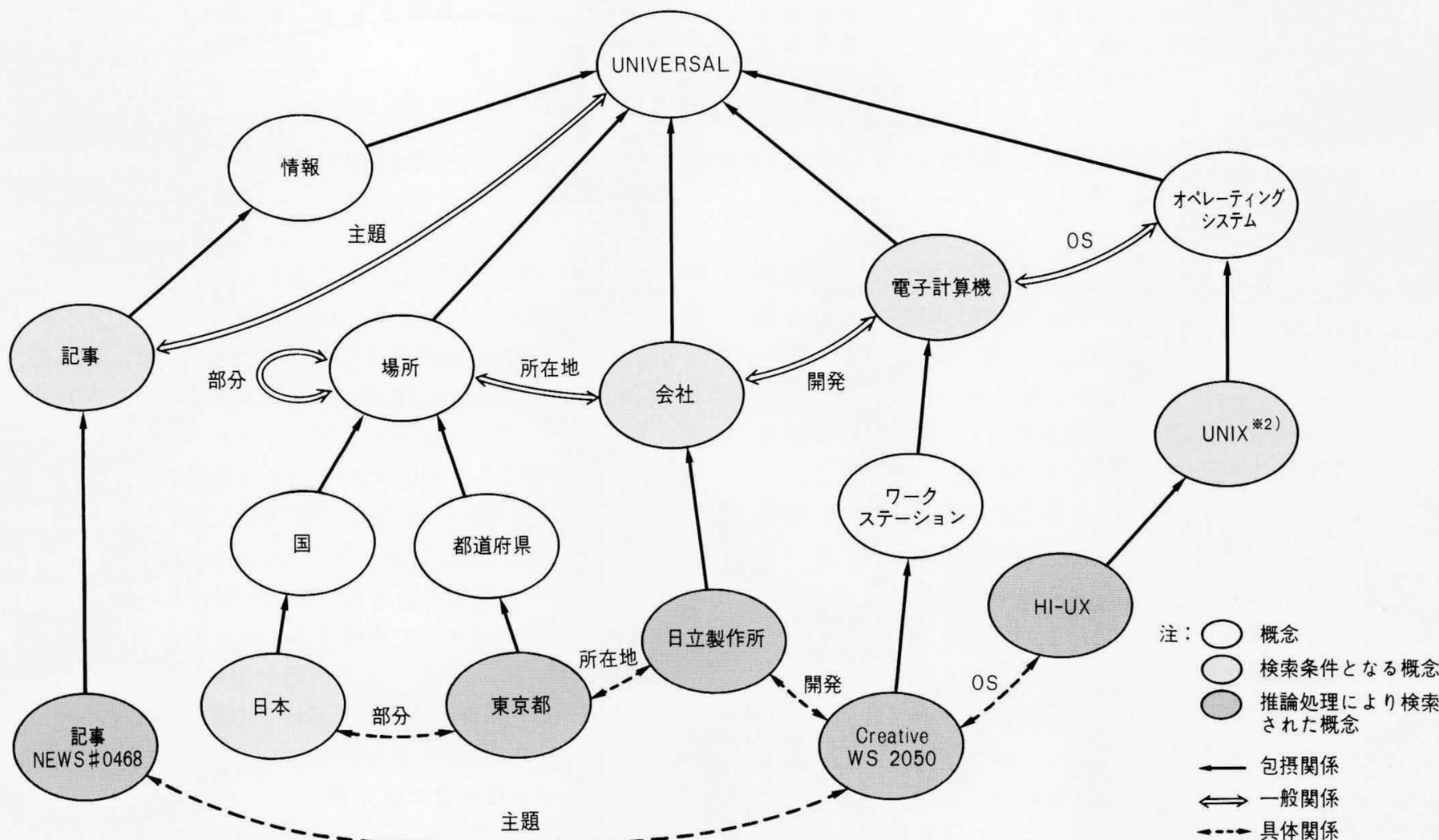


図2 概念ネットワーク 概念をノード、関係をリンクとするネットワークで知識を表現する。

*1) ブラウジング機能：本来は本などを拾い読みすることを意味するが、最近ではコンピュータの中に蓄えられているデータや

情報を、端末から自由自在に眺めたり、視点に移すための機能のことを意味する。

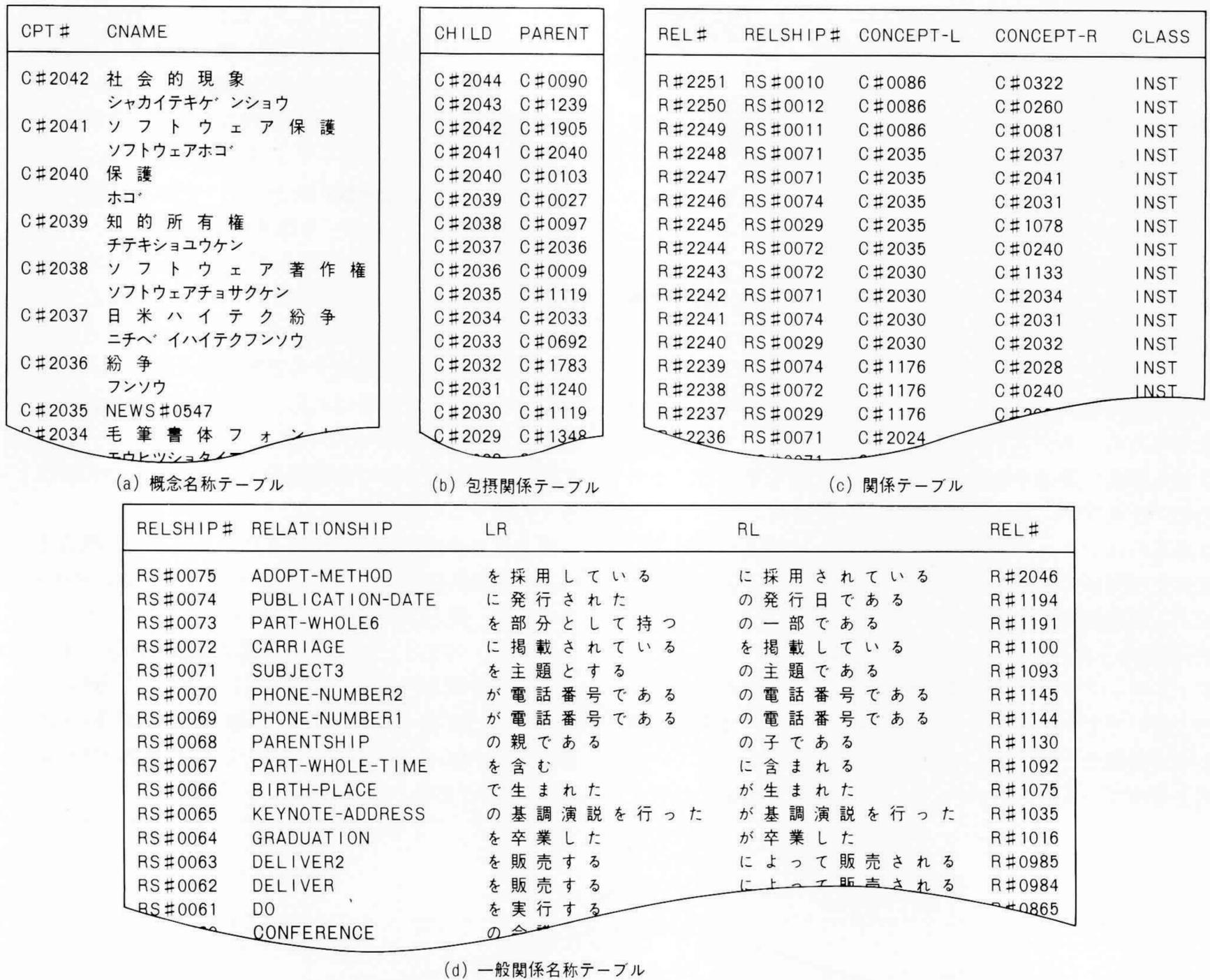


図3 知識のテーブル形式による記憶 概念ネットワークで表される知識は、4種類のテーブルで記憶管理することにより、登録や修正が容易に行える。

一方、「概念」にも一般概念(Generic Concept)と具体概念(Individual Concept)の区別がある。前者は事物のクラスを表すいわゆる総称名称であり、「会社」や「電子計算機」を指す。後者はこれらの具体例であり、「日立製作所」や“Creative WS 2050”はその例である。概念木の枝を作っている節が一般概念であり、葉の部分が生体概念であるとみることができる。

一般概念と一般関係で構成する概念木の幹の部分には、知識体系と、事物がどんな属性を持ち得るかを表す。例えば、「会社」と「電子計算機」を結ぶ一般関係「開発」は、会社というものが電子計算機を開発し得るものであることを表す。この一般的知識体系を持つことが、知識ベースと通常のデータベースの相違点であり、知識の登録や検索の容易化と高度化に対して重要な役割を果たす。

さて、概念関係モデルでは、これらの「概念」と「関係」をテーブル形式で記憶・管理する。これにより知識の登録や修正といった更新処理を局所的な処理で実現することができる。具体例を図3に示し、記憶・管理方法を説明する。第一のテーブルは概念名称を記憶し、一つの概念を幾つかの名称(単語)で表すことができる。例えば、同図で2042番の概念C#2042の概念名称は「社会的現象」である。同時に「シャカイ

テキゲンショウ」を記憶しておくことにより、この概念を漢字とともに仮名やローマ字からも検索することが可能である。

第二のテーブルは包摂関係を記憶する。例えば、図3で、概念C#2044の上位概念はC#0090であることが記憶されている。第三のテーブルは関係テーブルであり、概念ネットワークの横糸を記憶する。同図(c)の上から5番目のレコードは、2247番の関係は71番の一般関係(“SUBJECT 3”)に属し、概念C#2035とC#2041の間に定義されていることを表す。第四のテーブルで記憶する関係の読み方の情報を用いて、この関係R#2247は次のように日本語で表現することができる。

「NEWS#0547はソフトウェア保護を主題とする」

「ソフトウェア保護はNEWS#0547の主題である」

このように、双方の読み方を与えることは本方式の特徴である。

3.4 概念ネットワークエディタ

概念ネットワークエディタは、概念関係モデルに基づく知識ベースを作成、編集、検索するためのソフトウェアである。これまで議論してきたように、ファイリングでは断片的な情報を逐次体系化し積み上げて、知識ベースを構築していくための機能が重要である。このためには、新しい概念や関係の登録と定義とともに、新しい概念の出現に伴う概念木の再構

築や誤りの修正といった作業が、ユーザーにとって分かりやすくかつ容易であることが必要である。本節では、これらの要求にこたえるための概念ネットワークエディタの特徴的な機能と、推論を用いた意味的な検索について述べる。

3.4.1 知識の表示とブラウジング機能

格納されている知識の中身をいろいろの形式で表示しながら、知識ベースの中を歩き回る感覚で視点を移すことが可能である。表示の形式には、概念木、テーブル及び概念フレーム¹⁰⁾の各形式がある。図4は地理的な概念の世界を概念木で表示した例である。同図(a)は概念的な包摂関係で表される分類木であり、同図(b)は横糸の関係の一種である部分全体関係で表される分類木である。このように、同一の部分世界を複数の分類法を適用して表示する機能はファイリングで特に重要である。図5に電子計算機の世界をテーブル形式で表示した例を、図6に概念フレームの例を示す。前者は同一クラスの概念を幾つかの属性とともに一覧するのに適しており、後者は一つの概念のすべての属性を一覧するのに適している。

これらの各表示形式に対応してブラウジング機能が用意してある。概念木表示では、枝の番号を指示することにより、上位及び下位の概念へ視点を移すことができる。すなわち、概念木をたどりながら所望のより具体的な概念に到達することができる。

テーブル形式の場合には、スクロール機能と任意の欄に対する条件指定による選択機能とがある。また、概念フレーム

形式の場合には、スクロール機能とともに関係で結ばれている別の概念に連想的に視点を移す機能がある。

更に、より大局的な探索のためには、部分文字列からの概念探索機能がある。これには完全一致、前方・後方一致、及び中間一致の指定が可能である。例えば、文字列“COMPUTER”を入力すると、「電子計算機」と“Computer”が出てくる。すなわち、その文字列から同義語であるハードウェアとしての「電子計算機」と、意味的に異なる雑誌であるところの“Computer”が検索される。ユーザーはその一方を指定することにより、そこへ視点を移すことができる。このような同義語や異表記、あるいは同音異義語や同形異義語に関する処理機能も概念ネットワークエディタが持つ特徴である。

3.4.2 知識の登録

新しい概念の登録と定義は以下のように行う。いま、パーソナルコンピュータB-16を登録する場合を想定する。まず、「パソコン」の世界を、例えば文字列“PASOKON”を入力して呼び出して、その下位概念として“B-16”を登録することができる。次に、その概念の定義をコマンドで指令すると、エディタはB-16の上位概念から継承される一般関係を概念フレーム形式で表示する(図6)。B-16はパソコンであり、パソコンは電子計算機であるので、「B-16は会社で開発された」という関係が概念フレームの中に表示されているはずである。ユーザーが、例えばこの項目を指定すると、エディタは自動的に視点を「会社」へ移す。ここでユーザーはブラウジング機能

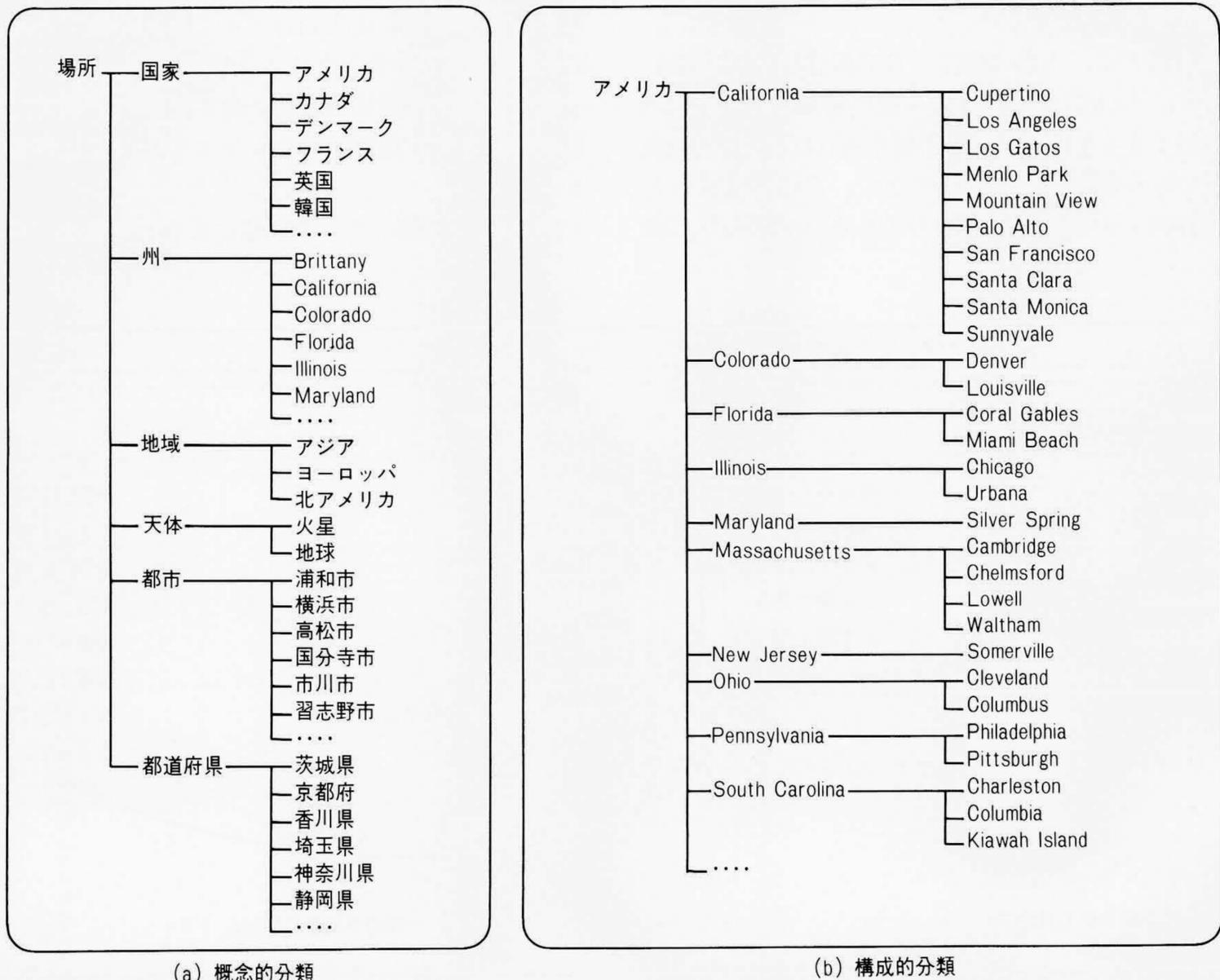


図4 概念木による知識の表示 同一の概念集合を複数の異なる分類体系で表示することができる。

電子計算機	である	で開発された
Apple Lisa	パーソナルコンピュータ	Apple Computer Inc.
Apple Macintosh	パーソナルコンピュータ	Apple Computer Inc.
ACOS	大形計算機	日本電気株式会社
B-16	パーソナルコンピュータ	日立製作所
B-16/EX	B-16	日立製作所
B-16/FX	B-16	日立製作所
B-16/MX	B-16	日立製作所
Compass Central Minicomputer	ミニコンピュータ	Grid Systems Corp.
Creative WS 2050	ワークステーション	日立製作所
CADMUS-9000	ワークステーション	Cadmus Computer Systems Inc.
CMU Work Station	ワークステーション	Information Technology Center
Dolphin	リスプマシン	PARC. Xerox Palo Alto Research Center
Domain II	ワークステーション	Apollo Computer Inc.

図5 テーブル形式による知識の表示 任意の一般概念に対して、それが含む具体概念の一覧表示が可能である。任意の関係を欄として選択することができる。

を用いて会社の下位概念である「日立製作所」を呼び出すことにより、「B-16は日立製作所で開発された」という具体関係を登録できる。このように、ユーザーは二つの概念と一つの関係を対話的に選択することにより、容易に一つの事実を登録することができる。

ここで重要なことは、上記の例で「日立製作所」が存在しなかった場合に、「会社」の世界の中にその場でそれを新しい概念として登録できることである。必要があれば、「総合電機メーカー」という一般概念を登録した上で、その下位概念として「日立製作所」を登録することもできる。すなわち、概

念ネットワークエディタ自体を再帰的に用いることにより、関係の定義の最中に新しい概念を登録したり、更なる定義を行ったりあるいは分類体系を変更したりすることが可能になっている。すなわち、断片的にかつランダムに到来する知識を、その順番で逐次登録することが可能である。

3.4.3 概念マッチングによる推論検索

新しい概念の登録・定義と全く同様の手順で、ユーザーは検索条件とする抽象的概念をシステム内部に作ることができる。

例えば、「記事」の一般関係による一般概念フレームから関

<p>No. Creative WS 2050</p> <hr/> <p>1 ワークステーション である</p> <p>2 日立製作所 で開発された</p> <p>3 HI-UX の上で動く</p> <p>4 NEWS#0031 の主題である</p> <p>5 NEWS#0468 の主題である</p>		<p>No. Creative WS 2050</p> <hr/> <p>1 組織・機関 で開発された</p> <p>2 組織・機関 によって生産された</p> <p>3 会議 の主題になっている</p> <p>4 計算機言語 を動かす</p> <p>5 事物 に似ている</p> <p>6 事物 に似ている</p> <p>7 オペレーティングシステム の上で動く</p> <p>8 人 によって提案された</p> <p>9 年 に提案された</p> <p>インタフェース装置</p>	
(a) 具体的な概念フレーム		(b) 一般的な概念フレーム	

図6 概念フレーム形式による知識の表示 任意の概念に定義されている関係(属性)を、一覧表示することができる。

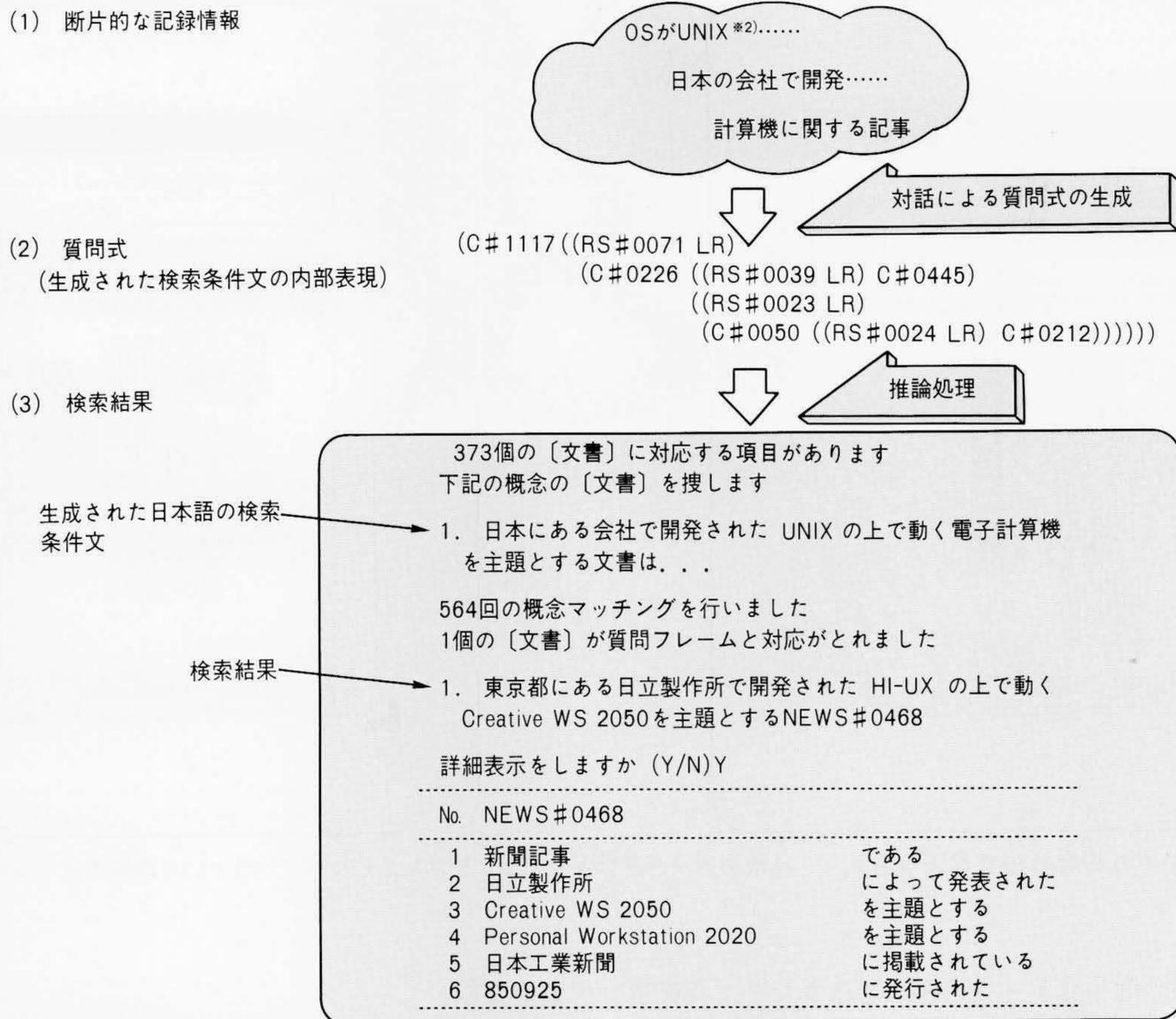


図7 推論を用いた意味的な検索 断片的な情報をもとに対話的に検索条件を生成し、後向き推論を用いた意味的な検索が可能である。

係「主題」を選択して、次に「電子計算機」の世界を呼び出す。ここで、その一般概念フレームを表示して、関係「開発」を選択した上で「会社」の世界へいく。これを繰り返すことによって、抽象的概念：「UNIX*2)の上で動く日本にある会社で開発された電子計算機を主題とする記事」を生成することができる。

検索は概念「記事」の世界に含まれる具体概念を対象に行われ、各々の具体概念が検索条件としての抽象的概念に意味的に包含されるか否かを判断することにより行われる。例えば、主題は電子計算機であるか、それは会社が開発したか、それは日本にあるか、といった条件が満たされるか否かを、包摂関係と部分全体関係を介した属性継承による後向き推論により検定する。この過程を概念マッチングと呼ぶ。実際の検索例を図7に示す。また、図2の概念ネットワークはこの検索に必要な知識を表している。

4 知的ファイリングモデルシステム

今回開発した知的ファイリングモデルシステムは、知識ベースを用いて文書や知識の登録・検索を実行する大形計算機上の知的ファイル管理プログラムKBFSと、文書画像の蓄積・表示を行う画像ファイル、更にこれらを連結するためのパーソナルコンピュータから成る。現状システムはHITAC Mシ

※2) UNIXは、米国ATTベル研究所が開発したオペレーティングシステムの登録商標である。

リーズ ホストコンピュータ、画像ファイルHitfile 60、及びパーソナルコンピュータB-16/MXを用いている。ユーザーは大形計算機の端末として動作する同パーソナルコンピュータから文書の登録や検索を指令し、パーソナルコンピュータは検索結果である文書番号を大形計算機から受け取り、画像ファイルのディスプレイ上に文書本体のイメージを表示させる。文書のページ数が多い場合は、図8に示すようにページ画像を立体的に表示して、実際の紙の文書のページをめくる感覚で、毎秒3ページの速度でページめくりすることが可能である。このような表示方法によって、ユーザーは位置感覚とめくり動作の方向感覚を保持することができる。また、見ているページにしおりを付けておき、後に容易に戻るための機能もある。

知的ファイル管理プログラムKBFSは約1万行のLISP言語で書かれており、概念関係モデルに基づいて知識ベースを作成したり編集したりするための概念ネットワークエディタがその中核を成す。また、マンマシン性向上のための先の高速ページめくり機能などは、パーソナルコンピュータ上に約8kステップの画像表示制御プログラムを開発することにより実現した。

本システムを用いて約300件の技術関係の記事を含む文書を、そこに現れる新しい概念とともに逐次的に登録した。その結果、概念ネットワークは0から出発して約2,000個の概念と約4,300の関係とを持つネットワークに成長した。これらの概念のうち、400個が物のクラスを表す一般概念であった。こ

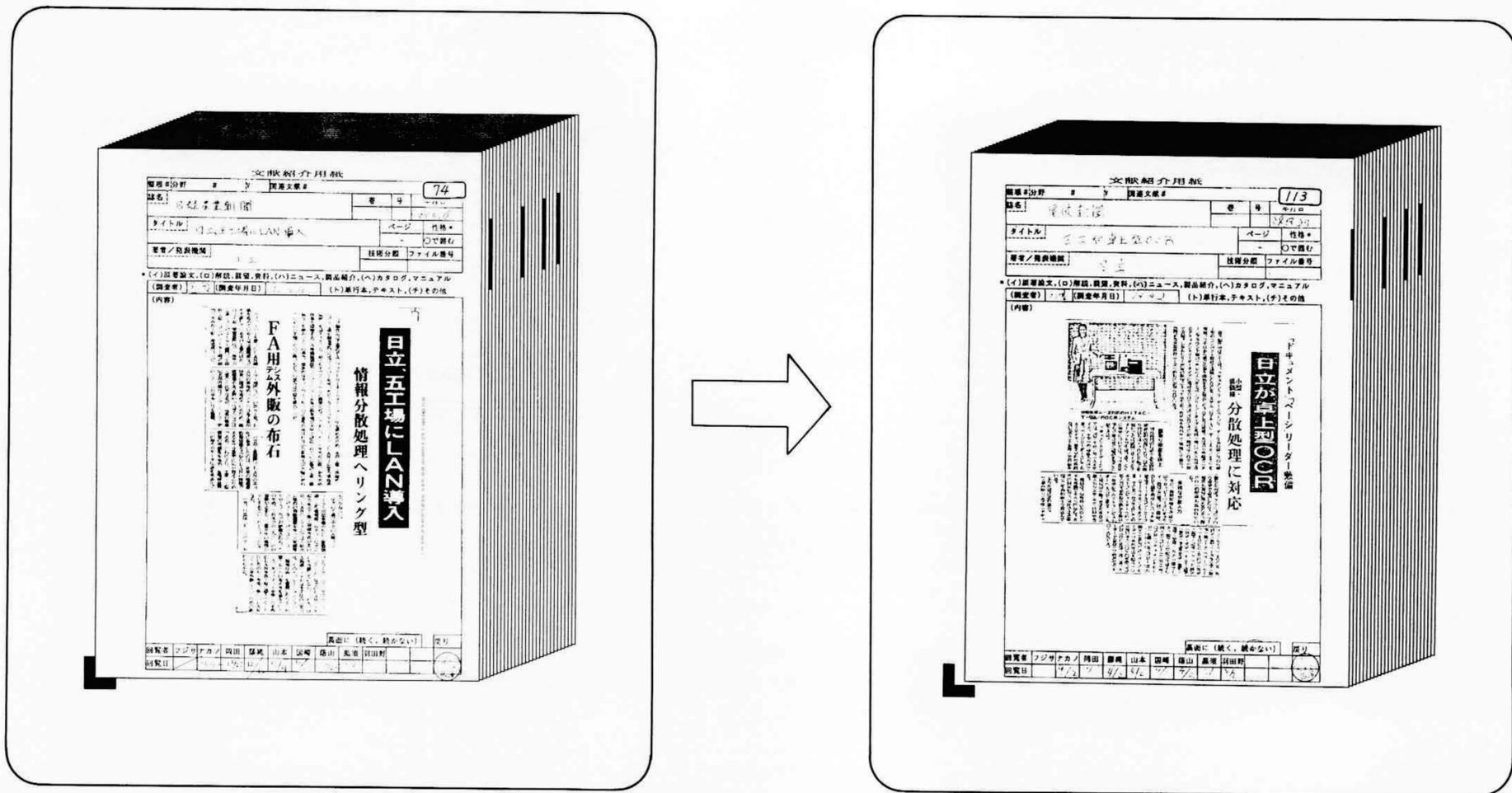


図8 高速ページめくりのための文書表示方式 多数のページ画像を立体的に表示し、かつペラペラという感覚でページを前後にめくることが可能である。

のことから、従来の均一なデータベースとは異なり、異種混在のデータベース(Heterogeneous Database)となっていることが分かる。具体的には、これらの記事から48の都市を含む83の地名、127の会社を含む231の機関・組織、74種の電子計算機を含む170種のハードウェアあるいは35の科学技術項目などが抽出された。また、関係の種類は75種になった。

これら実際の情報を登録する実験から、概念ネットワークエディタが断片的な情報を逐次体系化して、積み上げて知識ベースとするための手段として有効であることを確認した。

5 結 言

オフィスでの情報の重要性はますます増大する。光ディスクなどの小形かつ大容量の記憶装置技術を十分に生かして、我々人間にとって使いやすいものにしていくためには、情報を蓄えることの本質的な意味を考察し、システムとしてどのような機能が重要であるかを改めて探り出すことが求められる。また、人間の記憶の特性に合致した方式とすることも極めて重要である。

本論文では、これらにこたえる一つの方式として、概念ネットワークで構成する知識ベースを、画像ファイリングシステムを導入する知的ファイリングの考えを提案した。断片的な情報から知識ベースを構築するための概念ネットワークエディタと、それを用いて実際の文書を登録する実験について述べた。

今後は試験的利用を行いながら、課題の抽出と使いやすさの追求を継続して進めていく。

最後に、本システムの開発に当たり東京大学計数工学科和田研究室で開発されたUTILISPを利用させていただいたことを記し、感謝の意を表す次第である。

参考文献

- 1) "The American Heritage Dictionary, "Houghton Mifflin Company, 1980
- 2) 中野, 外: 自動ファイリングのための一方式, 電子通信学会パターン認識・理解研究会, PRU86-30, 1986年7月
- 3) 東野, 外: 矩形領域の集合表現に基づく知識表現言語FDLと文書画像理解への応用, 電子通信学会パターン認識・理解研究会, PRU86-31, 1986年7月
- 4) G.Salton: Dynamic Information and Library Processing, Prentice-Hall, 1975
- 5) J.F.Sowa: Conceptual Structures, The Systems Programming Series, Addison-Wesley, 1984
- 6) R.L.Solso: Cognitive Psychology, Harcourt Brace Jovanovich, Inc., New York, 1979
- 7) R.J.Brachman, et al.: An Overview of the KL-ONE Knowledge Representation System, Cognitive Science, 9, 1985, pp.171~216
- 8) P.P.Chen: English Sentence Structure and Entity-Relationship Diagrams, Information Sciences, 29, Elsevier Science Publishing Co., New York, 1983, pp.127~149
- 9) N.J.Nilsson: Principles of Artificial Intelligence, Tioga Publishing Co., 1980, pp.370~378
- 10) R.E.Fikes, A Representation System User Interface for Knowledge Base Designers, The AI Magazine, Fall, 1982, pp.28~33
- 11) 藤澤, 外: 高度ファイリングの基本理念—知的ファイリング, 第31回情報処理学会全国大会, 2N-1~5, 1985
- 12) H.Fujisawa, et al.: A Personal Universal Filing System Based on the Concept-Relation Model, First Int. Conf. on Expert Database Systems, Charleston, SC, 1986, pp.31~44