

TM-0997

グループ問題解決のための知識
獲得支援ツール「GRAPE」

口藤 進、上田 晴康、岩内 雅直、
大津 建太、須永 知之（富士通）

January, 1991

© 1991, ICOT

ICOT

Mita Kokusai Bldg. 21F
4-28 Mita 1-Chome
Minato-ku Tokyo 108 Japan

(03)3456-3191~5
Telex ICOT J32964

Institute for New Generation Computer Technology

國藤 進、上田晴康

富士通国際情報社会科学研究所

岩内雅直、大津健太、須永知之

富士通ソーシャルサイエンスラボラトリ

知識獲得は知識ベース・システム構築の際の最大のボトルネック〔Lenat 86〕である。知識獲得は知識ベース・システム構築の上流工程を占め、その開発工数の半分以上を占めるといわれている。知識獲得ボトルネック問題を解決するために、一人の専門家のみならず、複数の専門家・ユーザ層（以下、与えられた問題を解決する計画作りに、積極的に参加していることを強調し、参画者と呼ぶ）からなるその問題に関与するグループでのディスカッションなどを通してグループ・メンバ全員が協力して問題の定式化や、問題評価の骨組みを作成する場合は多い。それにもかかわらず、従来からの知識獲得支援ツールは基本的に一人の専門家からの知識獲得を想定しており、複数の参画者からの知識獲得を対象にするツールほとんど存在しない。

日本の企業では、KJ法〔Kawakita 87〕などを利用したグループ問題解決のノウハウを結果して、顧客であるユーザの要求を分析して、こういった問題を解決する場合も多い。KJ法では、ブレイン・ストーミング、ラベル集め、グルーピングと一行見出し作りといった手順を繰り返し、知識のネスティング、空間配置と関係付け、および文章化を行なっていく。KJ法をコンピュータで支援する多くのシステムがインプリメントされつつある（KJエディタ〔Ohiwa 88〕、CONSIST〔Shinohara 89〕、D-ABDUCTOR〔Sugiyama 88, Misue 89, 90〕）が、それらは知識ベースの作成を直接の目標としていない。

この問題に対して我々は「KJ法の本質」でのシステム設計を行い、複数の参画者から個別の知識を抽出し、ブレイン・ストーミング風のディスカッションや各種システム工学手法などを用いて、問題に対する「初期知識ベース（構造化された専門家・ユーザモデルと問題の評価構造の構築）」を作成するグループウェア〔Tazelaar 88, Ishii 89b〕「GRAPE (Groupware for Acquiring, Processing & Evaluating knowledge)」〔Kunifuji 89a, 89b, 90b, Ueda 90b〕を構築している。GRAPEでは、ネットワークでつながれたマシンを操作している複数の参画者が他人の入力した仮説（代替案）や属性（評価項目）を、“WYSIWIS (What You See Is What I See)”〔Stefik 87〕で見ながら関連知識を入力する。この際に各人は、自分の知っている知識だけを入力すればよい。GRAPEは各人の入力した個別知識をシステム工学手法で分析して、初期知識ベースの枠組みとなる決定木（階層的代替案）を形成し、画面に表示する。各人はこの決定木をWYSIWISで見ながら、入力した知識を修正したり、一対比較などの主観的評価を繰り返し、参画者全員の意思を反映した相対的重要度付き決定木（主観的評価木）を作成していく。

■（同期・同室から同期・遠隔ツールへ）

グループウェアとは協調問題解決を行うグループのチームワーク支援を目的に設計されたコンピュータ・システムの総称で、計算能力の進化形態であるAI技術、記憶媒体の進化形態であるメディア技術、通信ネットワークの進化形態であるコミュニケーション技術の融合技術として、今まさに誕生しようとしている。グループウェアの実現には、図1〔Ishii 89a〕に見られように、同期・同室ツール（以下、方式Ⅰと呼ぶ）、同期・遠隔ツール（以下、方式Ⅱ）、非同期・遠隔ツール（以下、方式Ⅲ）の3つの段階がある。方式Ⅰの代表例が、Xerox PARCが開発した「Colab」〔Stefik 87〕である。Colabは同

室で協調的に問題解決する際の支援を行なうために開発された実験的会議室、いわばブレイン・ストーミングを支援するためのコンピュータ黒板である。全ての参画者が必要な入出力情報を共有ウィンドウで見れるようにするWYSIWISを用いた情報の共有環境を実現している。

会議への参加者が多忙な場合には、全員が同室に集まることが難しい場合も多い。方式IIは、このような場合に必要となり、ネットワーク社会の現代人にとって最も標準的な使い方を提供する。一方、方式IIIは、超多忙の人々にとって最も期待される方式で、自分の空き時間をその問題の解決に割り当てる方式である。ただし、この方式のツール実現には、非同期・遠隔でありながら、誰がどのようにして問題解決のステップを次に進めるべく決断すべきかという大問題がある。すなわち、必要な情報は全部集まったのか、議論は十分なされたのか、などの不安感が拭い去りがたい。

GRAPEでは、まず第0版〔Kunifuji 90b, Ueda 90b〕で方式Iを実現し、次いで第1版〔Kunifuji 90c〕で方式IIを実現すべく開発を進めている。方式IIIの実現は前述のような検討課題を抱えているので、方式IIの実現完了後に、別途、研究開発計画を立てる予定である。現在、複数のProlog専用ワークステーションPSI-IIをつないで、方式Iと方式IIの試作実験を行なっている段階である。

第0版ではまず、グループウェアに必要な基本機能として、WYSIWISによる入出力知識の参画者間共有、「不完全情報許容（三人寄れば文殊の智慧）」、「親子対等民主主義（参画者対等原理）」を実現した。

WYSIWISによる入出力知識の参画者間共有とは、各人の入力知識およびシステムによるその分析結果の出力知識などを、その問題解決に参加している人全員に情報公開することである。例えば図2では、自分の仮説のクラスタリング結果、他人の仮説のクラスタリング結果、グループ平均の仮説のクラスタリング結果が表示されている。この機能により、参画者は必要に応じて他人の知識も参照できることになり、安心して自分の思考を展開することができる。自分だけでは思い付かない仮説や属性を他人から表示されることにより、自分の発散的思考活動が刺激を受け、活性化され、思いがけない問題解決のヒントを得ることもあろう。他人とのコミュニケーションを促進するには、このようなWYSIWISによる情報公開環境が基本となると考える。

不完全情報許容機能は類似度クラスタリング〔Ueda 90a〕とAHP (Analytical Hierarchy Process: 階層化意思決定法)〔Saaty 80〕において実現した。不完全情報許容機能とは、個々人の不完全な情報を暗黙値で補完する機能である。類似度クラスタリングでは、個々人のよく知っている知識（類似度）のみ入力することにする。すなわち、その人が確信のもてない類似度の暗黙値を0（類似度なし）とし、知らないことは知らないで済ませる立場である。同様にAHPにおいても、不完全一対比較行列を用いた不完全情報の補完法であるHarker法〔Harker 87〕を用いて、確信のもてない一対比較は入力する必要はない。このことは確信のもてない一対比較値を、変数として理想的な場合の一対比較行列から推定していくことを意味する。このような補完のなされた不完全情報は次の親子対等民主主義機能のところでグループ全体の知識にマージされて、初めて「三人寄れば文殊の智慧」的な完全な知識へと統合されるわけである。

親子対等民主主義機能は、司会役・参加者が別々に入力した知識をグループとしての知識に統合する際に、どの知識も対等にマージしようという機能である。個々人の入力知識を類似度クラスタリング、拡張ISM (Interpretive Structural Modelling: システムの構造モデリング法)〔Kunifuji 90a〕やAHPなどのシステム工学的手法を用いてマージする際に行なう。類似度クラスタリングで各人の類似度行

列をグループとしての類似度行列にマージする際には、類似度は距離尺度に近い性質をもつので、各人の類似度の算術平均値をグループとしてマージされた類似度〔Ueda 90a〕とする。拡張ISMでの各人の従属性のマージは簡単で、グループ全体での従属性は単純にマージされるだけである。AHPでは、一対比較行列が比尺度で評価対象間の比のみが意味をもつので、グループとしての一対比較行列は幾何平均を用いてマージ〔Tone 86〕される。どちらの処理でも、司会役・参加者という役割の区別に係わらず、個別知識をグループの知識としてマージする際に、それらの重要度を対等に扱うという民主的精神を反映したものである。

更に第1版では、WYSIWISの徹底によるユーザー・インタフェースの改良、「チャット（おしゃべり、耳打ち）」機能などを追加して方式Ⅱに対応できるようにし、グループウェアとしての機能を向上させた。

第1版におけるユーザー・インタフェースは、ユーザーがグループウェアを利用した場合に必要な多くの情報を得ることに重点において設計した。例えば、どのマシンがコミュニケーションに参加しているのか、その処理を終了したマシンはどれか、など参画者が他者の状態を知るための情報が陽に表示されるようになった。また、入力知識やシステムの分析結果の表示において、図3左下のテキストベースの入力ウィンドウと図3右上のグラフベースの出力ウィンドウという役割分担、図3右上に見られる仮説の増減に伴うクラスタリング結果のリアルタイムの表示、入力データの修正によるクラスタリング結果の後戻り機能をつけ加えた。

チャット機能はサブ・グループや個人間のコミュニケーションを支援する機能としてつけ加えた。議論進行中にも、別のウィンドウを開いて、特定の相手と意思の確認や打ち合わせを行なうことができる。おもな用途として、入力された仮説、属性等のキーワードが理解不十分のときの確認、および全員の決定の前に特定の誰かとの耳打ちなどを想定している。これによって参画者が一堂に会さなくともディスカッションを進めることが可能になるため、特に方式Ⅱのツールにおいて必須である。

■（ネットワーク・アーキテクチャ）

グループウェアにおけるネットワーク・アーキテクチャの設計は、コミュニケーションがいかに円滑に進むかの決定権を握っており、そのグループウェアが実用システムとして利用されるかどうかを左右する点で、極めて重要である。具体的には、与えられた環境で相手にどれだけの情報をWYSIWISできるか、方式Ⅰのみならず方式Ⅱでも適用できる結合方式は何なのか、更に方式Ⅲにも発展可能なアーキテクチャは何なのか、などの項目を決定しなければいけない。

ここでは、GRAPEにおけるネットワーク・アーキテクチャについて説明する。第0版では、司会者を中心とした階層構造ネットワークを採用した（図4）。だが、この方式で、方式Ⅱを実現しようとする場合、司会者と参加者のソフトウェア・モジュール構成が異なり無駄なモジュールを作成しなければいけないこと、共通のデータ構造に必要なデータが格納されていないので再利用方式の確立が難しいこと、同期をとるためのモジュール化が不徹底なことなどの欠点があった。

そこで第1版では、ネットワークにおける司会者と参加者の役割を対等にし、ネットワーク系統の一元化を促進して同期・遠隔方式の実現を容易にすること（図5）を図った。また、同時に各処理をモジュール化し、他の処理から完全に見えないようにする情報隠蔽で、同期・実行制御の記述を容易にした。また、各処理を全てESP〔Chikayama 84〕におけるサブルーチンである「メソッド呼出し」とすることで、同期処理部や実行制御部、ウィンドウ部を一つのクラスにまとめておいて、必要な時にメソッド一

つで呼び出せるようにした。

ネットワークが行なっている送信、受信等のデータ処理の流れを図6に示す。第0版と比較すると、同期・実行制御、通信制御もコントローラ部にまかせ、ネットワークからみるとどのマシンも同等になったことがわかる。第0版で司会者が負担していたコントローラ部（サーバー部）の機能を独立・分離し、新たにコントローラ、レシーバ、データ・マネージャ、シンクロナイザ、クライアントを設けた。また、保存するデータの形式を統一化し、データ格納用のクラスを用意して、そこへメソッドより格納・利用を行なえる様にした。その際、第0版のデータ形式をそのまま利用するのは非効率なので、新たにデータの再利用し易いデータ形式を考えた。また、コントローラ部にデータマネージャを作り、一括してデータを管理するようにした。

図6は、PSI-IIを4台つないだときの結合状態である。全体のデータと制御のフローは次のようになる。(1)レシーバはコントローラから送られてきた次に行うべき処理命令をシンクロナイザに送る。(2)クライアントは処理の実行が終わると、シンクロナイザから次の命令が送られてくるのを待っている。(3)命令が届くと、次の処理に必要なデータを読み込んで処理を行う。(4)処理中に格納すべきデータが生じると、外界に送信する。(5)処理が終了すると、まずデータ送信終了報告を送る。各参画者に送られたデータ送信終了報告ごとに、データマネージャはシンクロナイザに、データ格納終了報告を送る。(6)シンクロナイザは全参画者からのデータ格納終了を待ち、クライアントにデータ格納終了報告を、コントローラに送らせる。(7)コントローラは全参画者からのデータ格納終了報告が送られてくるのを待ち、送られてきたら、次の実行制御命令を送る。

■（初期知識ベース獲得機能）

次に、こういったグループウェア機能を前述のネットワーク・アーキテクチャ上に構築したGRAPEの初期知識ベース獲得機能について述べる。

知識ベース・システムの開発は、図7に見られるように、1)ラビッドプロトタイピング、2)プロトタイプ、3)実用システム開発の3フェイズからなる。フェイズ1)では知識ベースの設計に伴う初期知識ベース獲得を、フェイズ2)では初期知識ベースから知識ベースへの洗練に伴う一般知識の獲得を、フェイズ3)では知識ベースのチューニングに伴う例外知識の獲得を行なう。初期知識ベース獲得機能はシステム分析の各種手法を駆使して、特にフェーズ1)における専門家/ユーザ・モデルの同定、知識表現の選択、知識の抽出の過程を支援する。すなわち、問題定式化を支援する過程を通じて、その問題のラビッド・プロトタイピング用の知識ベースを作成する。また、並行して開発を進めている計画問題支援機能は作成した初期知識ベースに対し、制約プログラミングと事例ベース推論を用い、主としてフェーズ2), 3)における知識の抽出、知識の変換、知識ベースの管理の過程を支援する。

GRAPE初期知識ベース獲得機能では、ラビッドプロトタイピングにおけるグループ全体の主観的評価木が生成される。初期知識ベース獲得機能は、問題決定部、基本（グループ）決定部、決定調整（コンサルティング）部の三つのモジュールからなる。このうちソフトウェア・モジュールとして試作が完了したのは基本決定部のみで、決定調整部は現在、再利用の方式確立として試作検討中である。問題決定部は、GRAPEで解くべき問題を決定する部分で、機械化の困難な部分である。少なくとも、解くべき問題はクリアで、グループ問題解決に参画する人々はその問題を明確に理解させる必要がある。コミュニケーション機能の充実で、問題決定部の仕様化を検討中である。基本決定部で問題に関与する全てのグループメンバが参加し、その問題に対するグループ全員の知識をマージした初期知識ベースを生成する。基本決定部は、基本的に三つのモジュール（仮説構造化、属性構造化、および評価構造決定）か

らなる。GRAPB では、仮説構造化モジュールで類似度クラスタリング、属性構造化モジュールで拡張ISM、評価構造決定モジュールでAHPを用いた初期知識ベース獲得機能を実現した。最後に、決定調整部でグループ構成員と専門家とのコンサルテーション・プロセスなどを通じて、グループ決定の結果を調整していく。

■実行例

旅行の行先決定問題について、実際の入出力例を用いて説明する。

①問題の設定：システム立ち上げの前に、解くべき問題とその問題のグループ意思決定に参加するグループ・メンバーを決定しておく。参画者間で問題意識を共通にしておくことは、電子会議を知的かつ生産的に進めるための決定的要因となるため、この過程は重要である。

②参画者の決定：司会役が図6のようにサーバ・マシンを立ち上げる。他の参画者はクライアント・マシンに配置される。参画者決定のための機能として、(単数、複数、終了)のマシン選択機能やメンバーの追加・削除機能がある。また参画者の人数は、3～6人位が理想的であろう。参画者の人数がやたら多いと、会議で合意をとるのが困難と同じ現象を呈する。司会役の役割は、以下に述べる各実行過程に関連したデータが揃っているかを確認し、揃っていれば次の実行過程に進行する決定を行い、実行過程全体の進行の同期をとることである。

③仮説の入力：与えられた問題に対して、各自がその問題の解の候補(グループ旅行では、グループで行きたい旅行先という仮説)を片っ端から入力する。図3に画面例を示す。テキスト・ベースのウィンドウから参画者が入力した仮説は、グラフィックス・ベースのウィンドウにノードとして出力される。参画者が仮説を追加(削除)するたびに仮説に対応するノードがひとつずつ増える(減る)ので、現在どのような仮説が挙がっているかが一目でわかる。

④仮説の構造化：これらの全ての仮説に対して、GRAPBはシステム工学でよく知られているクラスタ分析を行ない、仮説間の構造を抽出していく。クラスタ分析の手法として、(KJ法を含む)マニユアル法、類似度クラスタリング、林の数量化理論などがある。GRAPBでは類似度クラスタリングを採用したので、クラスタリングに要する時間は行列のサイズに比例し、他の方法に比べて極めて高速である。類似度クラスタリングでは、各自が自分の分かる分について仮説間の類似度を、図2に示されるように行列の要素として入力していく。この類似度入力に対しては、類似度行列に関して対称性と推移性という制約を満足するかどうか、入力と同時にチェックされる。ここに対称性とは類似度行列の対角成分が同じ値であることをいう。また推移性とは、任意の二つの仮説間類似度は中間仮説を介在しての類似度よりも大であることを意味する。チャット機能などを用いて、全員の入力終了したことを確認したら、グループ全体の類似度の値の算出過程に入る。システムは、類似度クラスタリング・アルゴリズムをグループ全体の類似度行列に対して適用し、図2の右ウィンドウのような階層的なクラスタ木を生成し、表示する。表示の際には、クラスタ化された木構造表示ルーチンのセンタリング(Shintani 86, 90)を行なう。類似度行列の作成途中段階の木構造はリアルタイムに表示する。なお、類似度の修正によって、クラスタリング過程を後戻りすることも可能である。

⑤属性の入力：グループ全体のクラスタ木の下の方から順次、各参画者がクラスタ化された概念を特徴づける属性を与える(図8)。さらに、クラスタ化された概念を分離するための概念(以下、差別化属性)を、それを特徴づける属性とその逆の属性(以下、対属性)とのペアの形で入力する(図9)。差別化属性はAHPの一对比較で用いる評価項目の抽出に、対属性は一对比較の際の主観的評価に利用する。いずれの入力においても、ノードごとに対応する別ウィンドウを開き、入力をリアルタイムに表示

できる。なお、属性を与える際には、該当する仮説を反転表示させるなど、入力し易いように工夫している。

⑥属性の構造化：クラスタ木の葉に近い方から、図10に見られるように、各参画者が属性間の従属関係を入力していく。これに拡張ISMを適用し、互いに従属しあう属性が等価な属性とみなした縮退した従属構造（骨格構造）を抽出する（図11）。この骨格構造の先頭にある属性がその階層木の分岐点における互いに独立な属性同士である。

⑦一対比較：図12の右上に見られるように、属性ごとに、その属性に含まれる仮説についての一対比較を行ない、どちらがどちらの何倍重要かという値を入力する。同様にして、互いに独立な属性同士の一対比較を行なう。比較値が入力できない場合には空白のままにしておき、GRAPEが前述のHarker法を利用して空欄を補完する。全員が入力を終わると、参画者ごとの一対比較行列を、グループ全体としての値を幾何平均として求める。これは、一対比較行列が比尺度だからである。一対比較値の入力も、全体の整合性を保持するために一対比較に関する推移性制約を満足しなければいけない。この部分の画面インタフェースには、当研究所で開発された問題解決支援環境「KORE/EDEN」の入出力インタフェース〔Shintani 86, 89, 90〕を利用している。次に、AHPを適用し、一対比較行列の最大固有ベクトルを計算する。その結果、図13の真ん中で示されるように、その分岐点における各属性／仮説ごとの重要度を主観的評価値として表示する。

⑧グループ全体の決定木の作成：⑦の過程を繰り返すことで、与えられた問題に対して、グループ全員が提案した仮説（代替案）を、考えられるあらゆる属性（評価項目）で主観的に評価した決定木を得ることができる。すなわち、仮説の階層木全体から見たこの木の葉にある相対的重要度を計算することができる。実行結果を図14に示す。

■今後の計画

現在、GRAPEに計画問題支援機能〔Ueda 90c〕を付与することで、計画問題のラビッドプロトタイピングを支援できることを検討中である。その際、図15に見られるように、並列制約指向の論理型言語を用い、強い制約と弱い制約をもつ制約解消系を実現し、初期知識ベースとして得られた候補の評価値や評価項目を用いて、両制約を満足する評価値の高いプランニング（スケジュール）系列を並列に生成する予定である。探索空間制御用の評価関数の生成には、事例ベース推論を用いる。このような機能の付与は、直観的にはKJ法A型図解をKJ法B型文章化〔Kawakita 87〕に展開することに相当する。つまり、強い制約を満足し、弱い制約に基づく評価関数をグループ全体の平均的評価で極大にするような仮説のプランニング（スケジューリング）系列を得ることになる。

今後の課題として、類似の問題に対して初期知識ベース獲得機能を再利用する場合の方式確立の実験、非同期・遠隔のグループウェアのアーキテクチャの検討、計画問題支援機能とのリンク等の問題を解決することが重要である。

GRAPE初期知識ベース獲得機能の応用分野として、集団意思決定、（使い易さ、見易さ、分かり易さなどの）ソフトウェアの評価、就職先の決定、研修・教育効果の評価、人事考課、R&D予算の配分、商品計画、経営戦略計画などが考えられる。また計画問題支援機能が付与されれば、旅行プランニング、PERTスケジューリング、R&Dプランニング等にも応用できるだろう。GRAPEは主観的評価と客観的評価の入り乱れる問題の解決に寄与しようと考えている。GRAPE開発の長期的波及効果として、図16〔Katayama 89〕に示されるように、知識ベースの自動知識獲得、グループ意思決定、合意形成支援のみならず、ブレイン・ストーミング支援、知的生産の技術支援、ソフトウェア・プロセスの上流工程支援を挙

げることができる。このようなタイプのグループウェア技術と分散協調型ソフトウェア技術が融合した世界に、発想支援システム〔Fujitsu 91, Kunifuji 86〕構築につながる魅力的な一大研究領域がある。すなわち、グループウェア、ハイパーメディア、ネットワークなどの技術的發展、AIのみならず、ニューロやファジィといった新しいアーキテクチャの登場、およびそれらの融合技術の発展可能性は、機械の得意なことは機械にまかし、人間の得意なことは人間にまかし、「揺りかごから墓場までコンピュータのお世話になる時代」の序章は近いのではないかとすることを予感させる。

〔謝辞〕本研究の一部は、第5世代コンピュータ・プロジェクトの一環として行われた。本研究に関連し貴重な先行研究をされた当研究所戸田光彦部長、新谷虎松、平石邦彦、片山佳則研究員および貴重な助言をされた富士通 S S L 太田祐紀子嬢に感謝する。

■〔参考文献〕

- 〔Chikayama 84〕 Chikayama, T.: Unique Features of ESP, Proc. of FGCS' 84, Tokyo, pp. 292-298, Nov. 1984.
- 〔Fujitsu 91〕 富士通㈱国際情報社会科学研究所編：発想支援システムの構築に向けて、第7回国際研
シンポジウム報告書、1991年3月（刊行予定）。
- 〔Harker 87〕 Harker, P.T. and Vargas, L.V.: The Theory of Ratio Scale Estimation: Saaty's AHP, *Manegement Science*, Vol. 33, pp. 1383-1403, 1987.
- 〔Ishii 89a〕 石井 裕：グループワークのコンピュータ支援に関する研究動向、*Human Interface N&R*, Vol. 4, 1989, pp. 113-117.
- 〔Ishii 89b〕 Ishii, H.: Cooperative Work Models and Groupware, FRIEND21 Int. Symp. on Next Ge
n. Human Interface Technologies, Sept. 1989.
- 〔Katayama 89〕 片山卓也編：次世代基礎技術研究委員会報告書, IPA, 1989年9月.
- 〔Kawakita 87〕 川喜田二郎：K J 法、中央公論社, 1987.
- 〔Kunifuji 86〕 國藤 進：演繹・帰納・発想の推論機構化をめざして、淵一博監修知識情報処理シリ
ーズ第2巻“知識の学習メカニズム”，共立出版，1986.
- 〔Kunifuji 89a〕 國藤 進、上田晴康、須永知之、井深克憲、岩内雅直：グループ知識獲得支援システ
ムGRAPE 構想、計測自動制御学会、第10回知識工学シンポジウム講演論文集、北海道大学, pp. 47-52, Oc
t. 19, 1989.
- 〔Kunifuji 89b〕 國藤 進、上田晴康、須永知之、井深克憲、岩内雅直：グループ知識獲得支援システ
ムGRAPE における初期知識ベース獲得機能、人工知能学会研究会資料SIG-HICG-8903-5, pp. 41-50, Dec.
6, 1989.
- 〔Kunifuji 90a〕 國藤 進、上田晴康、須永知之、井深克憲、岩内雅直：知識獲得支援のためのグルー
プウェアGRAPE における属性構造化、計測自動制御学会、第11回知識・知能システムシンポジウム、国
立教育会館, Mar. 12, 1990.
- 〔Kunifuji 90b〕 國藤 進、上田晴康、須永知之、岩内雅直：グループ知識獲得支援システムGRAPE に
おける概念構造化プロセス分析、日本認知科学会第7回大会発表論文集、九州工業大学、July 6, 1990.
- 〔Kunifuji 90c〕 國藤 進、上田晴康、岩内雅直、大津健太、須永知之：GRAPE の初期知識ベース獲得
機能第1版—研究開発構想と研究開発現状—、計測自動制御学会、第12回知能システムシンポジウム、
三田出版会／大阪, Oct. 23, 1990.

[Lenat 86] Lenat, D., Prakash, M. and Shepherd, M.: CYC: Using Common Sense Knowledge to Overcome Brittleness and Knowledge Acquisition Bottlenecks, AI Magazine, Vol. 6, No. 4, pp. 65-85, 1986.

[Misue 89] 三末和男、杉山公造: 図的思考展開を目的とした複合グラフの階層的描画法について、情報処理学会論文誌、Vol. 30, No. 10, pp. 1324-1334, 1989.

[Misue 90] 三末和男、杉山公造: 図の概略化と発想支援への応用、情報処理学会研究会資料、90-HI-31-1, 1990.

[Ohiwa 88] 大岩 元編: 発想・概念形成支援ツールKJエディタ、昭和63年4月.

[Saaty 80] Saaty, T.L.: The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, 1980.

[Shinohara 87] 篠原靖志: 知識整理支援システムCONSISTの開発、電力中央研究所報告Y86003、昭和62年7月.

[Shintani 86] 新谷虎松、片山佳則、平石邦彦: 問題解決支援環境KORE (その2) - 知識記憶利用機構KORE/EDEN とその応用 -、情報処理学会昭和61年前期全国大会, 1145-1146, 1986.

[Shintani 89] 新谷虎松: 代替案選択支援機構における主観的評価の一貫性保持、Proc. of the LP C' 89, pp. 79-87, July 1989.

[Shintani 90] Shintani, T.: Knowledge Table: an approach to speeding up the search for relational information in knowledge base, JIP, IPSJ, 1990 (accepted).

[Stefik 87] Stefik, M., Foster, G., Bobrow, D.G., Kahn, K., Lanning, S., and Suchman, L.: Beyond the Chalkboard: Computer Support for Collaboration and Problem Solving in Meetings, CACM, Vol. 30 No. 1, Jan. 1987, pp. 32-47.

[Sugiyama 88] 杉山公造: 図的思考展開支援に関する基礎的研究 - 発想系情報学の構築にむけて -、国際情報社会科学研究報告第24号、第25号、富士通㈱、1988.

[Tazelaar 88] Tazelaar, J.M. (ed.): Groupware, BYTE, pp. 242-282, Dec. 1988.

[Tone 86] 刀根 薫: ゲーム感覚意志決定法、日科技連, 1986.

[Ueda 90a] 上田晴康、國藤 進、井深克憲、須永知之、岩内雅直: 知識獲得支援のためのグループウェアGRAPEにおける仮説構造化、計測自動制御学会、第11回知識・知能システムシンポジウム、国立教育会館, Mar. 12, 1990.

[Ueda 90b] 上田晴康、國藤 進、須永知之、岩内雅直: 知識獲得支援のためのグループウェアGRAPEとその実現について、人工知能学会、第4回全国大会論文集、学習院大学, July 24, 1990.

[Ueda 90c] 上田晴康、國藤 進、岩内雅直、大津健太: GRAPEの計画問題支援機能 - 並列論理型言語に基づくアプローチ -、計測自動制御学会、第12回知能システムシンポジウム、三田出版会/大阪, Oct. 23, 1990.

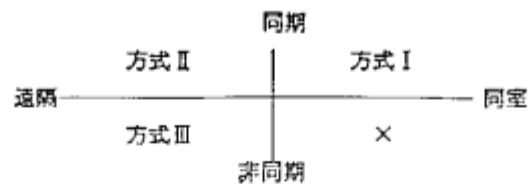


図1 グループウェアの分類

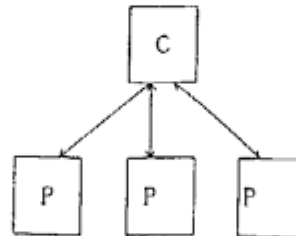


図4 同期・同室でのネットワーク・アーキテクチャ
(ただし、CはCoordinator(司会役)、PはParticipant(参加者)を意味する)

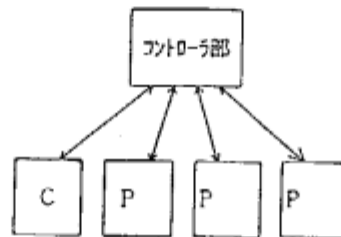


図5 同期・遠隔でのネットワーク・アーキテクチャ
(ただし、CはCoordinator(司会役)、PはParticipant(参加者)を意味する)

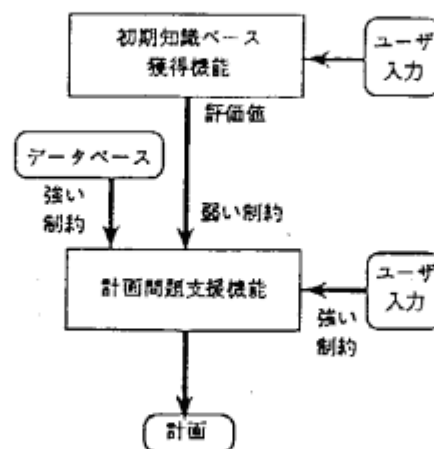
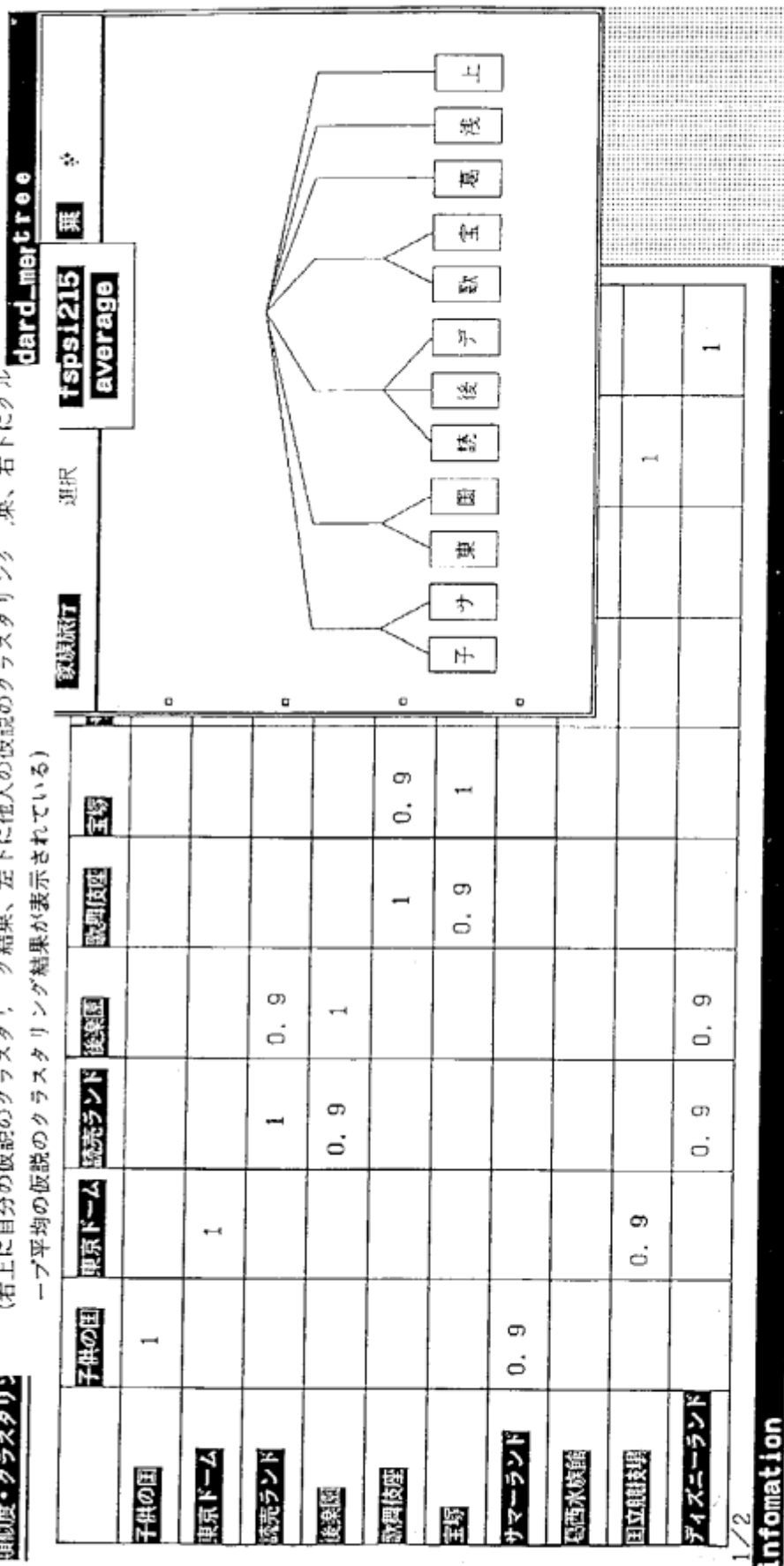


図15 初期知識ベース獲得機能と計画問題支援機能との関係

図2 WYSIWIS による類似度クラスタリングの入出力結果の表示

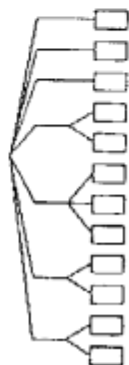
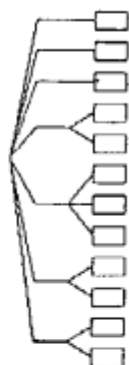
類似度・クラスタリ

(右上に自分の仮説のクラスタリ、結果、左下に他人の仮説のクラスタリ、果、右下にグループ平均の仮説のクラスタリ結果が表示されている)



fspi215

average



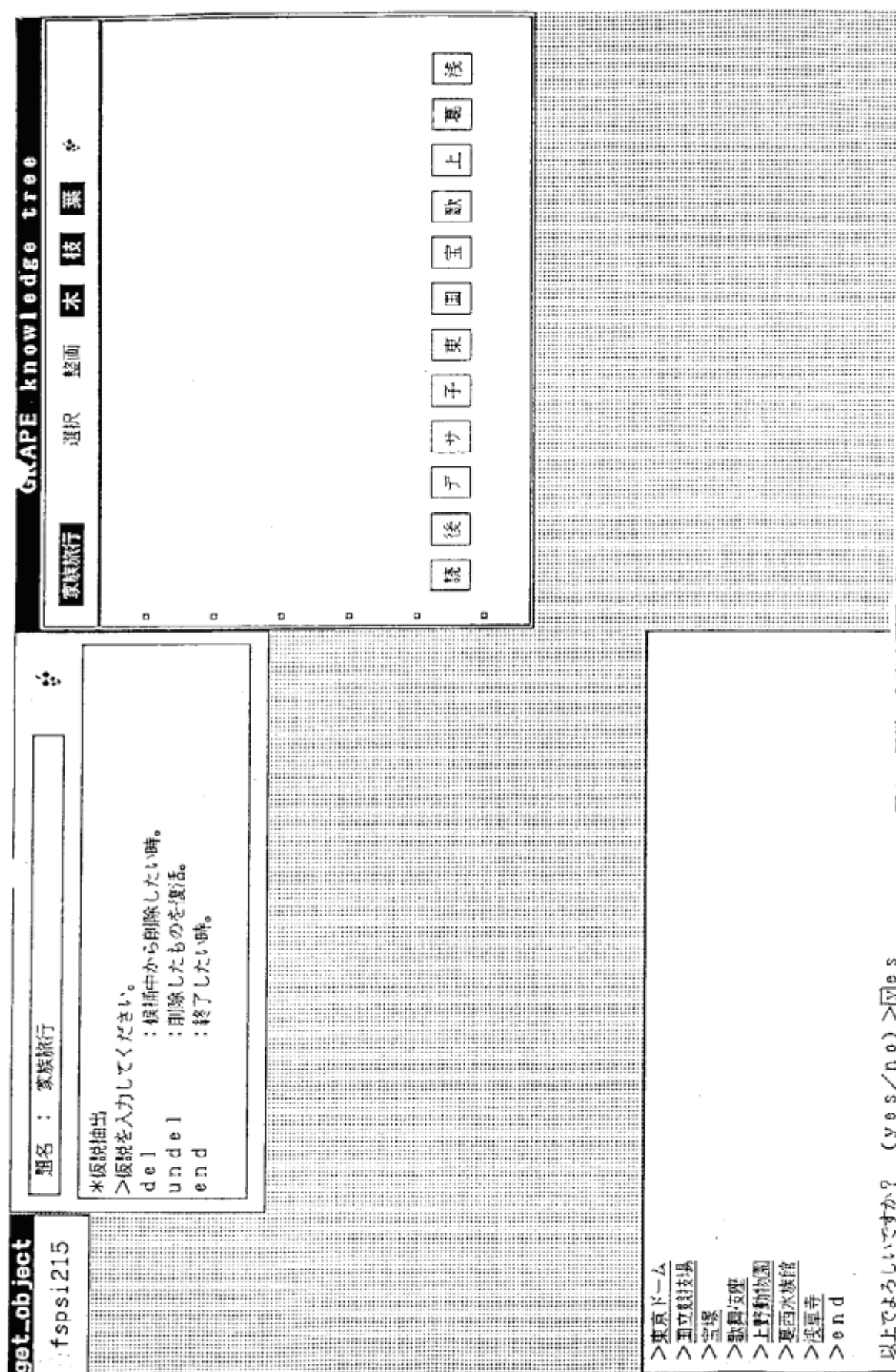


図3 仮説の入出力画面の例

(左下にテキストベースの入力ウィンドウ、右上にグラフィックベースの出力ウィンドウが表示される。仮説の追加(削除)に対応し、右上のノードはリアルタイムに増減する)

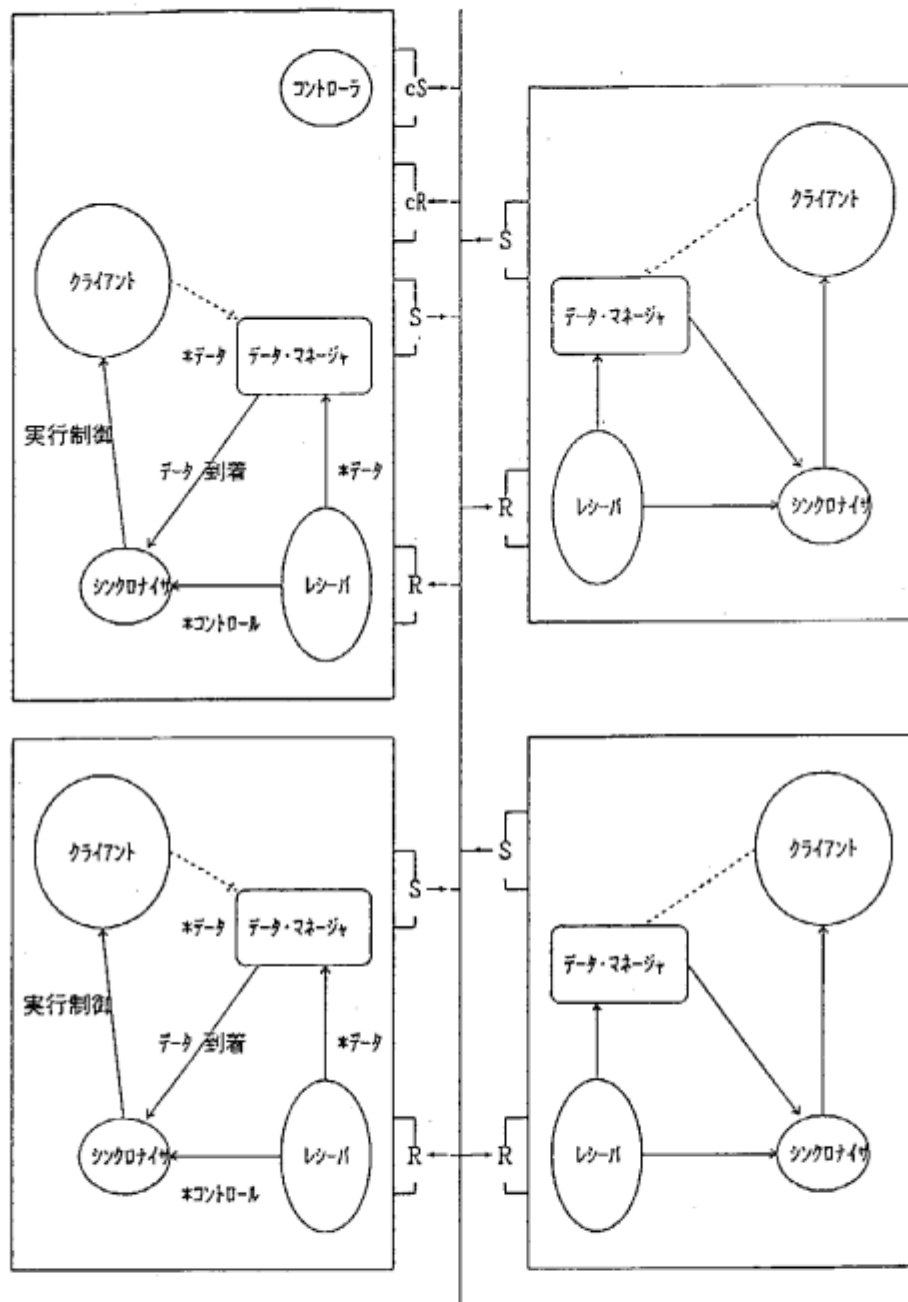


図6 実際のGRAPE システムのネットワーク・アーキテクチャ
(コントローラ内蔵マシンをサーバとみなせば、クライアント・サーバ・モデルとなる)

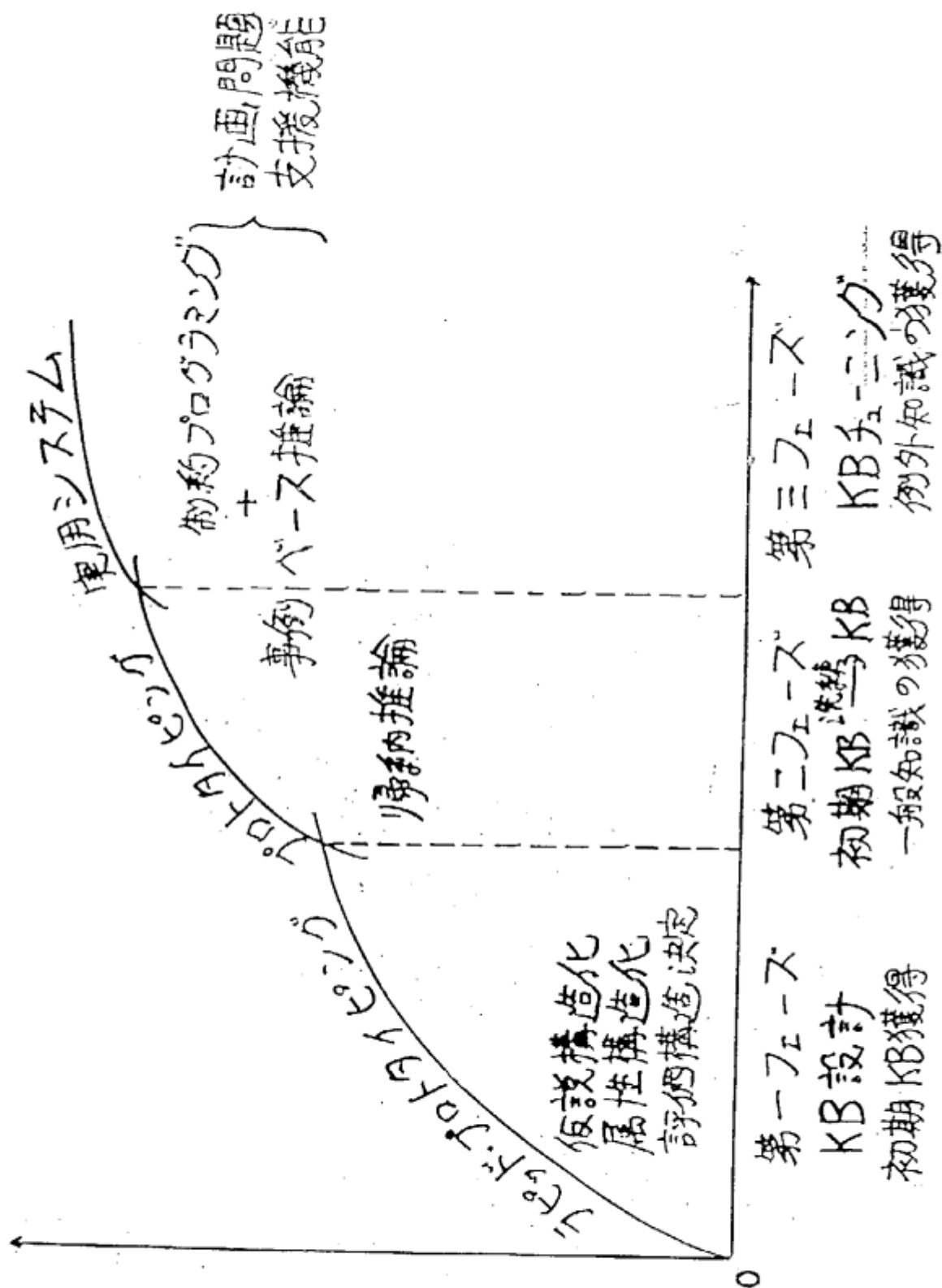


図7 知識獲得のフェーズ

next_same_ai

fspsi215

題名 : 家族旅行

*類似属性抽出

>仮説間の類似している点を入力して下さい。
リターン入力 : 次の仮説間の類似属性入力へ。
消す入力 : 候補中から削除したい時。
復活入力 : 削除したものを復活。
終了入力 : 途中だが終了したい時。

親状態 (fspsi2:5)

類似属性を挙げてください。

>遊園地

>

next

『東京ドーム』と『歌謡は座』と『宝塚』と『国立競技場』の類似属性を挙げてください。

>親状態

>

図 8 類似属性の入出力例

(左下ウィンドウからそれぞれのサブクラスを特徴づける類似属性が入力されている)

GRAPE knowledge tree

家族旅行

近況

登場

木

枝

葉

*

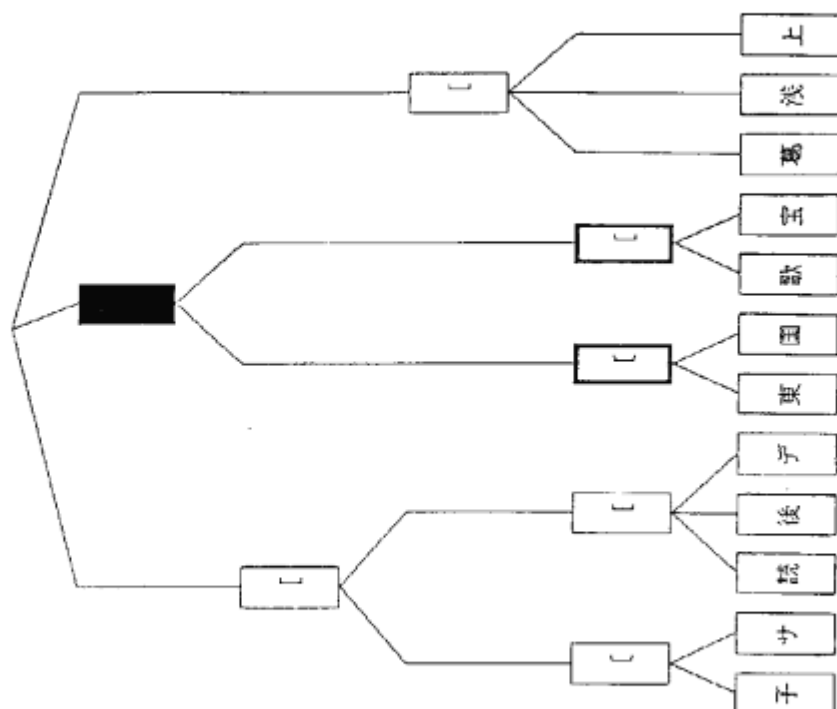
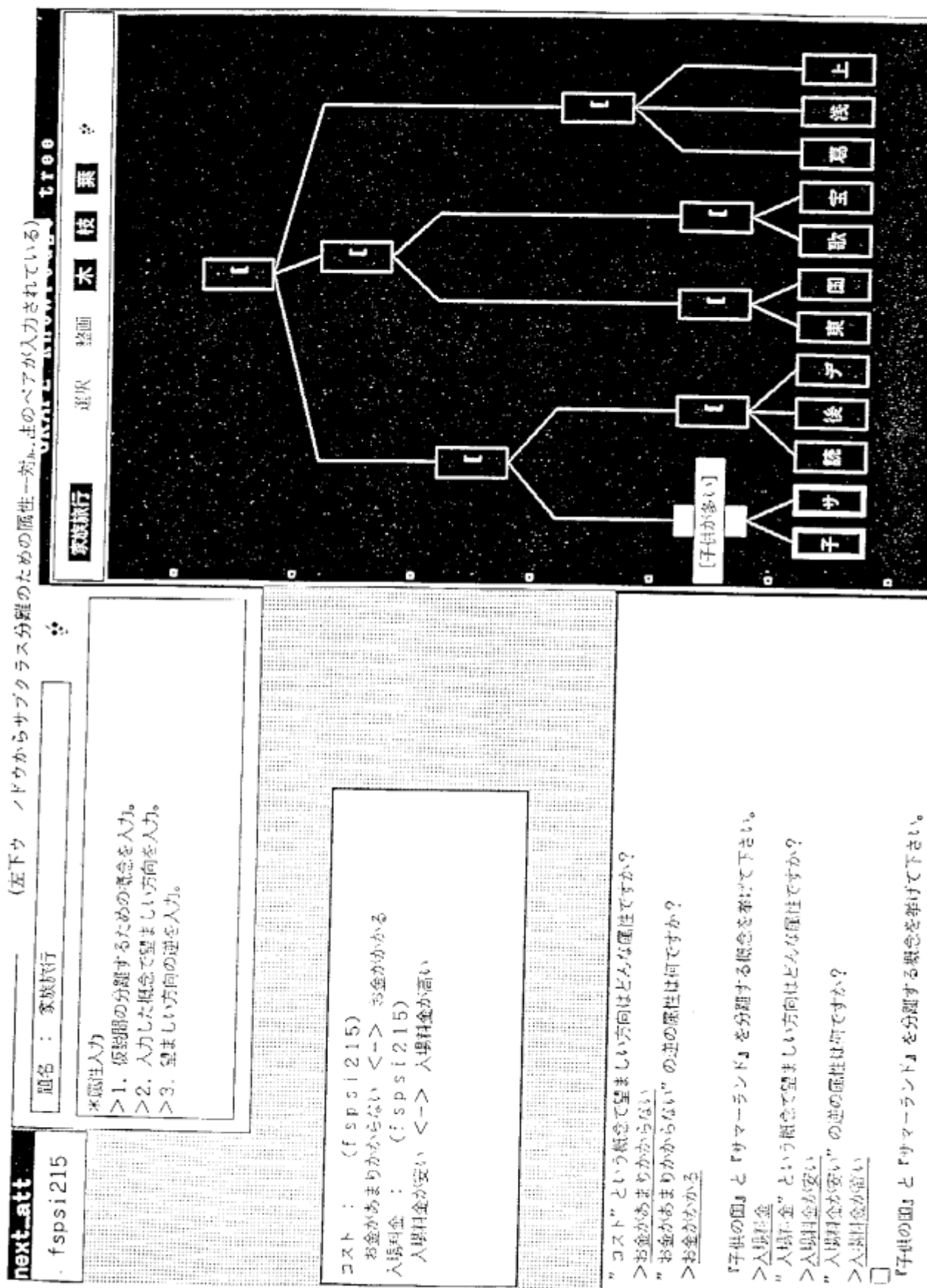


図9 差別化属性の入出力例



題名：家族旅行

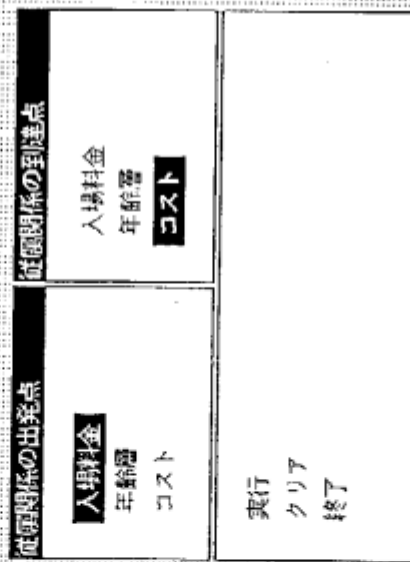
※構造化

木データ (概念) を下からノードごとに構造化していきます。

> 従属関係の出発点、到達点により概念の方向がまぎります。

図10 拡張ISMによる属性間従属関係の入出力途中の例

(左下ウィンドウの左上から従属関係の出発点が、右上から従属関係の到達点がマウス選択され、その従属関係分析の結果が右ウィンドウの該当ノードにウィンドウ表示される。本例では、コストと入場料金が等価な属性とみなされ、どちらかが削除される)



家族旅行

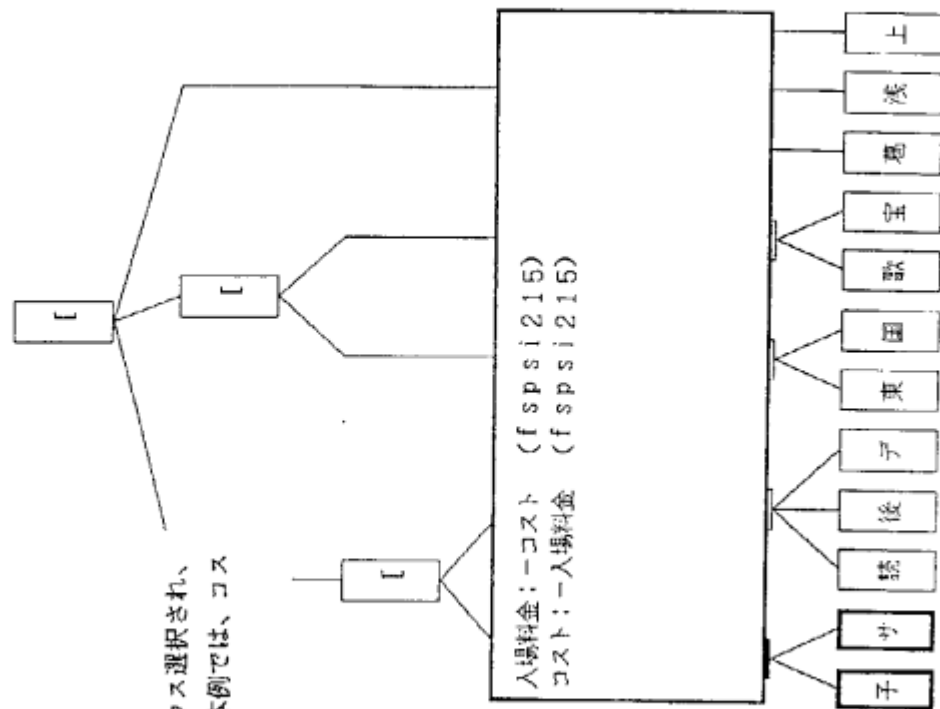
選択

整画

木

枝

葉



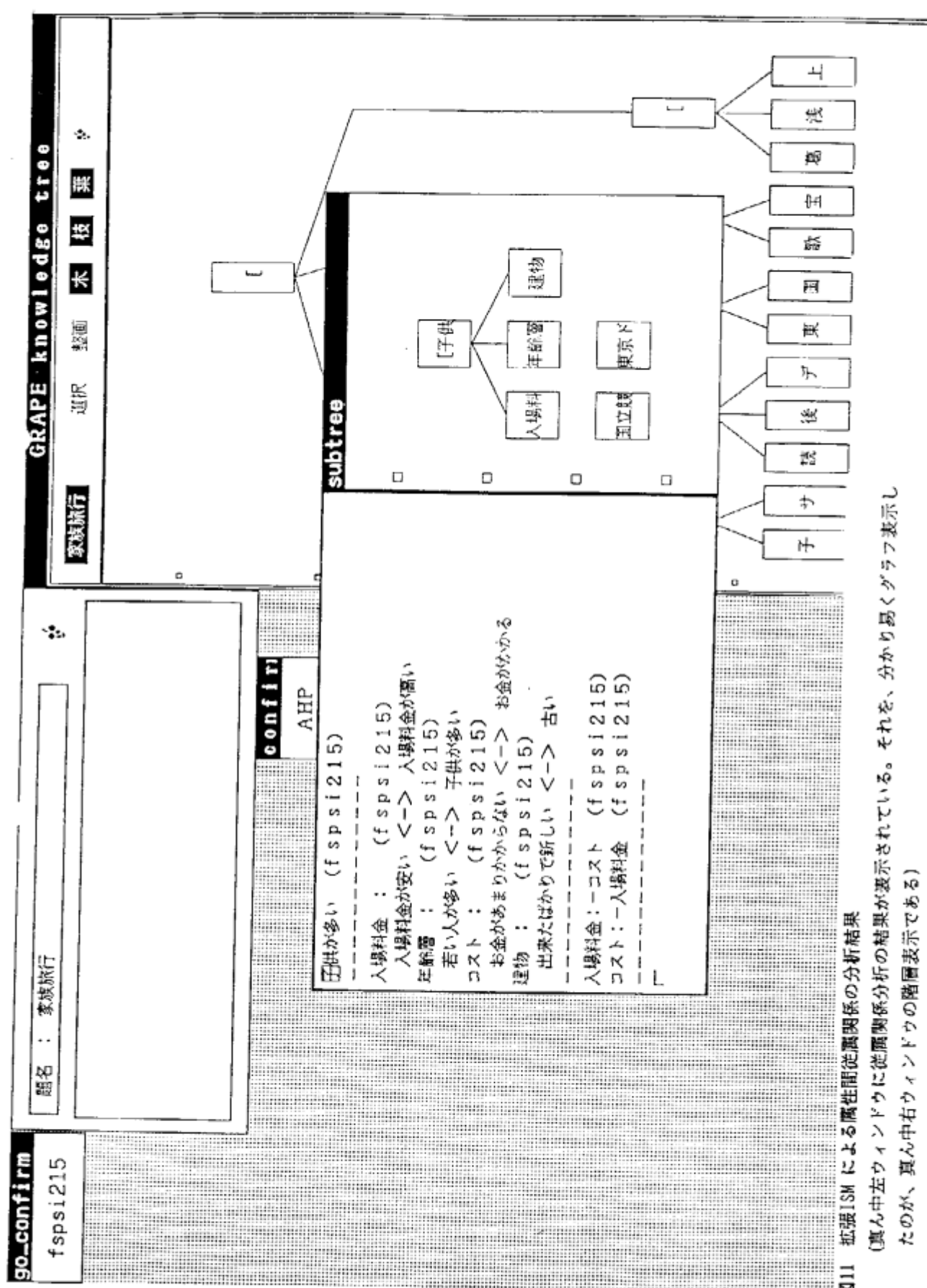


図11 拡張ISM による属性間従属関係の分析結果

(真ん中左ウィンドウに従属関係分析の結果が表示されている。それを、分かり易くグラフ表示したのが、真ん中右ウィンドウの階層表示である)

図12 Harker法による一対比較行列の補完の例

(左上の一対比較行列を入力した状態でHarker法でHarker法を呼び出すと、葛西水族館と上野動物園の一例は
 較値が補完され、*表示される。また補完された一対比較行列に基づく固有ベクトル値が、評価
 値として、ウェイトのところにアサインされる)

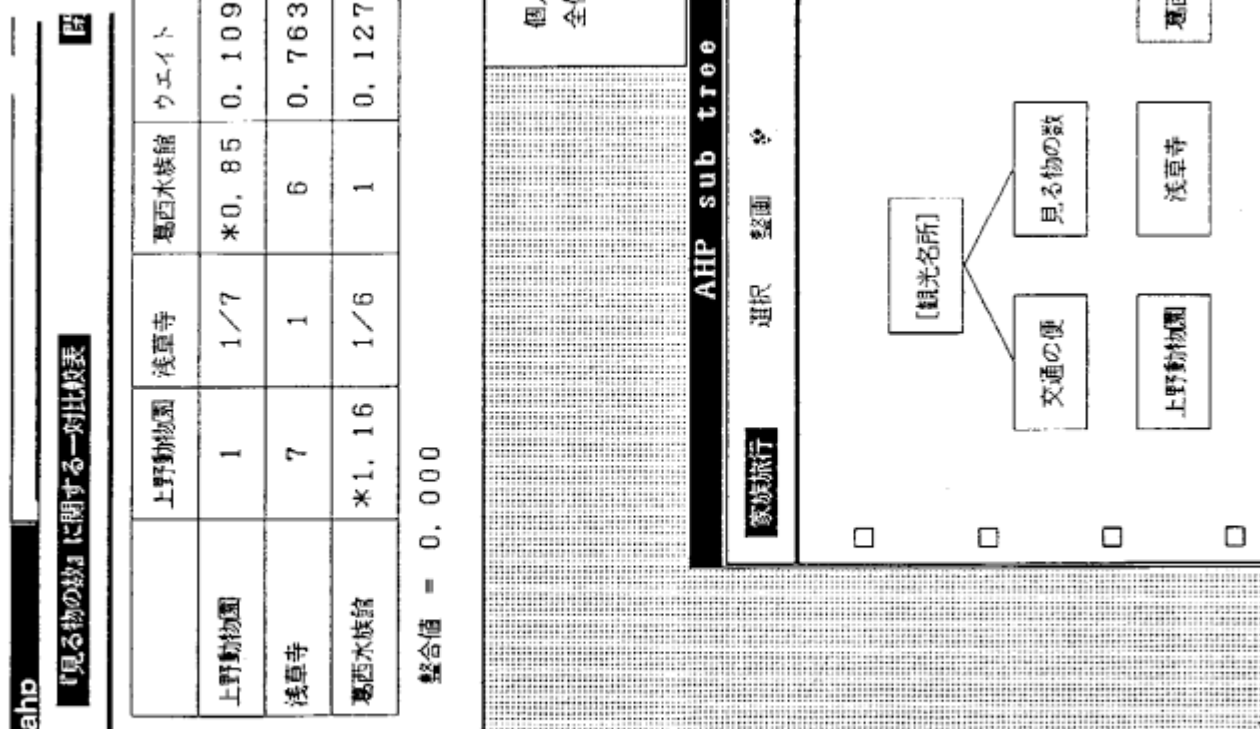
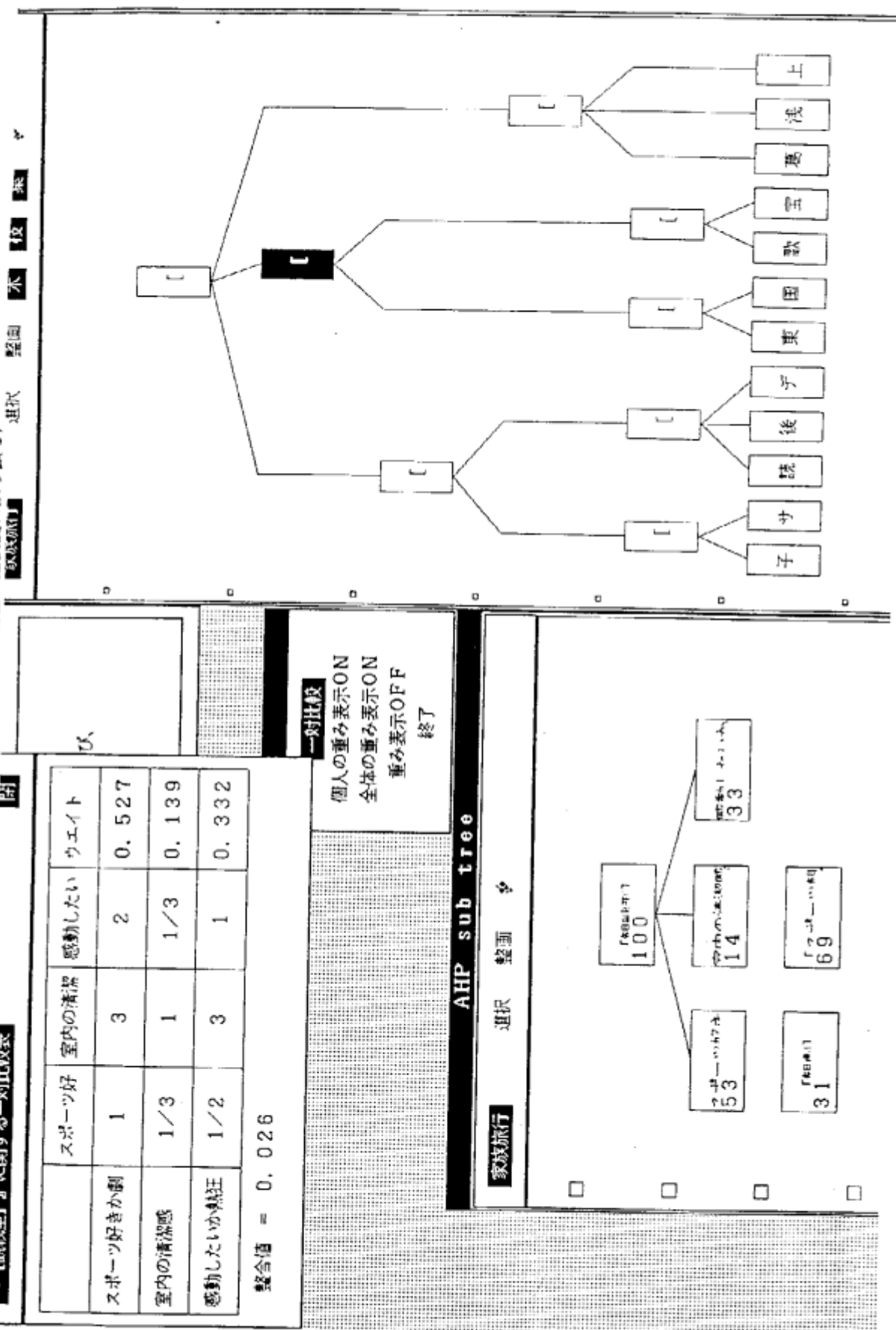


図13 AHP による一対比較行列の処理例

(左上の一対比較行列に対して、通常のAHP計算による固有ベクトルを求め、その値を観覧型からみた三つの属性の重要性の重要度に割り振る)



題名 : 家族旅行

*AHP

- >代替案間の比較をおこないます。
 >1. AHPサブ。から一対比較を行うノードを選び、
 >2. 重みを入力して下さい。

confirm

終了
その他
保存

家族旅行 選択 画面 木 枝 葉

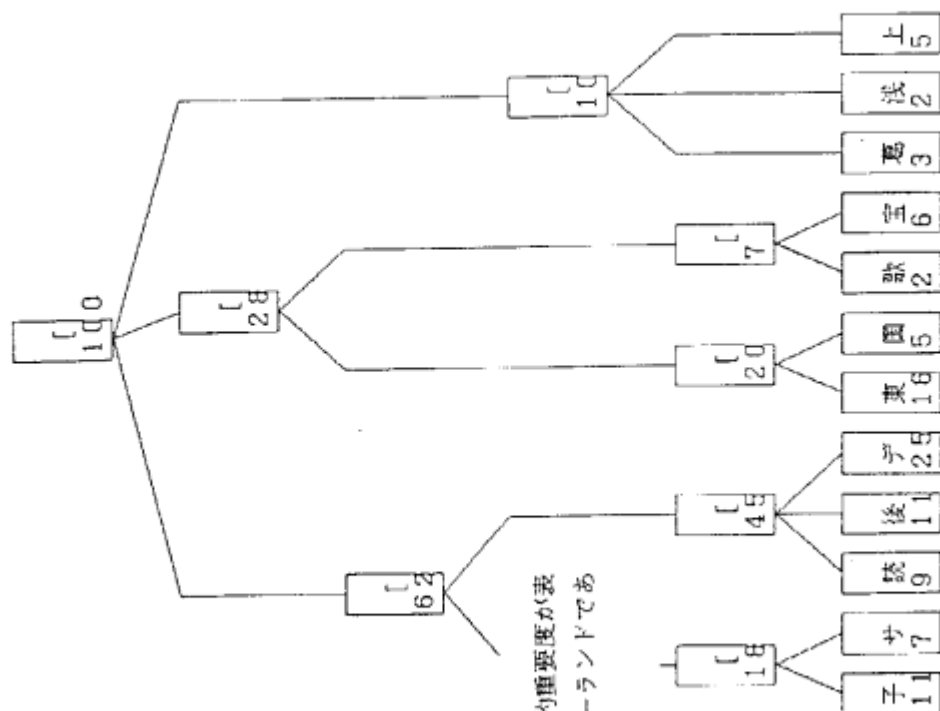


図14 仮説の相対的重要性を計算表示した評価木
 (右ウィンドウの葉にある全ての仮説のそれぞれにグループ全員の評価に基づく相対的重要性が表
 示されている。この場合、家族旅行の候補地として一番評価値が高いのはディズニーランドであ
 る)

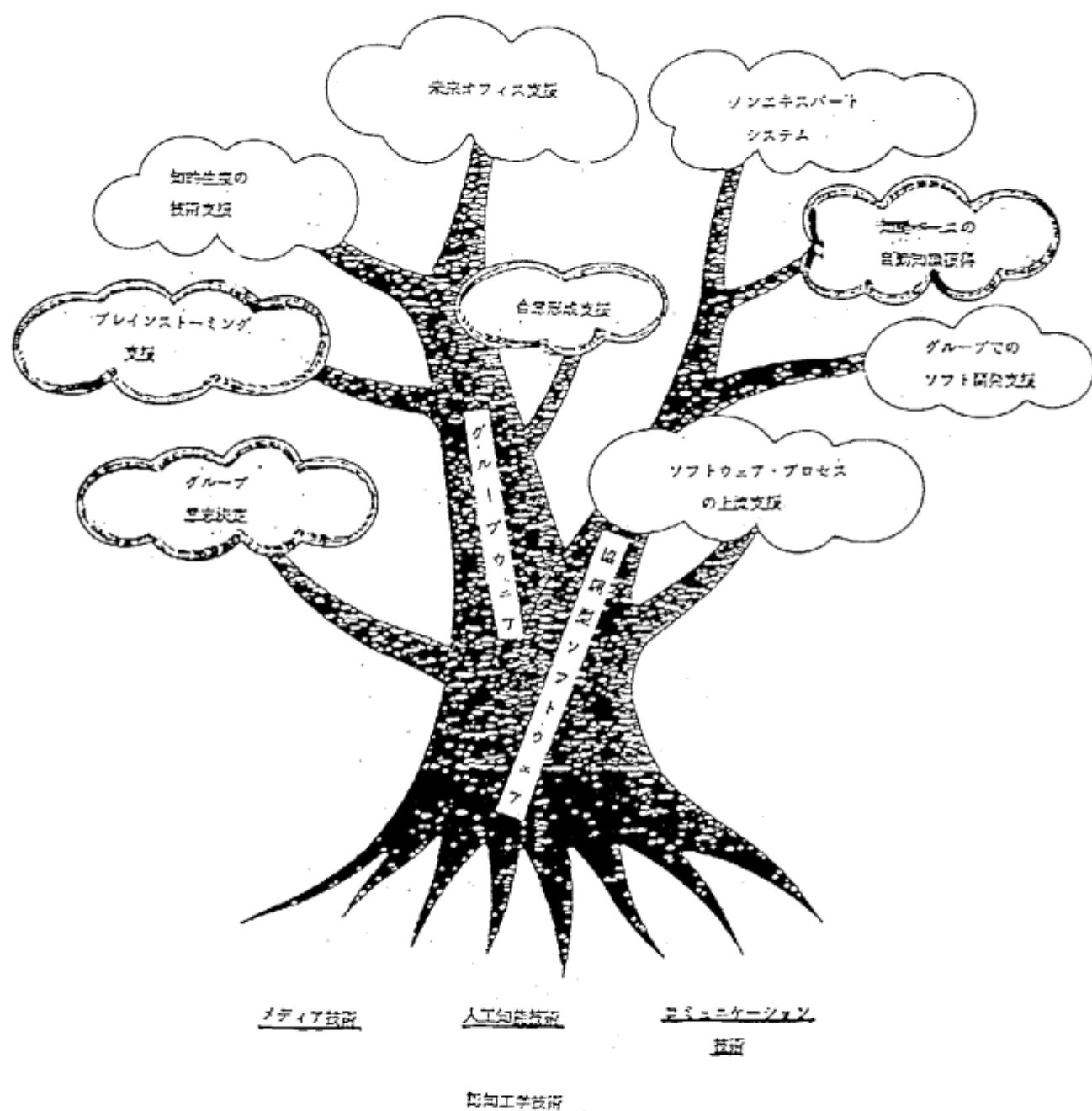


図16 協調型グループウェアの波及効果