

研究所における知識インフラの構築を目指して

永山 辰巳[†]

Tatsumi Nagayama

(株) ソニーコンピュータサイエンス研究所

Sony Computer Science Laboratory Inc.

3-14-13 Higashi-gotanda, Shinagawa-ku, Tokyo, 141 JAPAN

将来、研究者間の知識の共有化は、コンピュータによって実現される”リプレイ可能な研究資源”によって支えられると考え、あらゆる研究情報の記入先である研究者のノート電子化することを検討する。ここでは、大規模な研究開発を行う研究フィールド（長期間に渡る、複合した技術分野）を前提とし、最終的には、研究者とシステム間のコミュニケーションによって、発想の支援、刺激を目標としている。

1. はじめに

21世紀に向けて、コンピュータ環境は様々な用途に於て飛躍的に延びており、特に情報産業の場面では、従来に無い高度な処理と処理の多様性にそって成長を続けている。

その中でも、知的生産の場としての研究所では、コンピュータによって支援される情報戦略インフラ（情報武装）は必須のものと考えられる。この考え方の到達すべき目標の一つとして、知識そのものをインフラとして確立しようとする知識獲得パラダイムが最近注目を集めている。

後述する本研究の目指すところと多少の違いはあるが、Boeing社[1]は航空機の開発があまりにも長期に、そしてあまりにも技術体系が複合かつ複雑になったため、AIを駆使したある種のエキスパートシステムの開発を手掛けてきた。特に米国に於て深刻な問題は、エンジニアの転職の機会が多くしかもその傾向はエキスパートな人材に集中することにある。このことは、開発現場での多くの混乱を招き、最悪はある技術の開発が頓挫することさえ起こる。この命題のもとにBoeing社が開発したAQUINASは、設計者がこのシステム上で開発業務を行うと知識ベースが徐々に構築される知識獲得支援システムである。

このように、企業における知識そのものをインフラ化しようとする動きは[2]、単なるデータベースの考え方を一歩進めて知識ベースとしての『Corporate Memory Facility』構築をターゲットにしている。

本研究では、研究所における知的生産物である、知識（Knowledge）と英知（Intelligence）は如何なる考え方のもとに獲得、蓄積できるかを命題とし、つ

まり、総研指針の一つである英知の統合

（Integration of Intelligence）を実現しようとする試みである。

知的生産の場としての研究所における人間とコンピュータの接点、思考のVirtual Realityの追及を行い、コンピュータの中に存在するであろうもう一つの研究所（Virtual Brain Laboratory）の実現性についてのFeasibility Studyである。

2. 研究履歴と研究者のノート

近年、益々大規模になる自動車の研究開発の現場では、研究情報の集約から加工を経て再配布まで、ある程度の電子化が効率化の側面から行われてきた。その結果、電子メールや研究資料のドラフトを直接パソコン等の端末から入力するようになり、ネットワーク等のインフラの整備と共に加速的に進歩し、それに伴いコミュニケーションの形態も少しずつ先進的なユーザー間で、変化を見せている。しかし、これら、研究所における従来のコンピュータシステムは、組織としての研究所の管理や省力化には貢献しているものの、各研究者が個別に行っている研究活動に対しての質的な支援とはなっていない。またそこで扱われる情報は文書や実験データなどであり、問題に対する取り組み方や分析の方法などといった、一般にノウハウや知識と呼ばれる情報に関しては、属人的な蓄積や継承に頼っているのが実情である。

ところで、我々研究者のノートは、その研究ジャンルによっては書き込む内容が違い、書き込むスタイルは、やはり個人的な好みによる違いが大きい。アイディアのメモ書きのスタイルから、事几帳面に整理する人もいれば、他人が見たのでは全く意味不明なものまで千差万別である。

[†] 現在、ソニーコンピュータサイエンス研究所に留学中tatsumi@csl.sony.co.jp

一方、日常のドキュメント作成作業から、Mathematicaやスプレッドシートを用いた科学技術計算作業も直接入力されていくと、思わぬ弊害が起こってきた。

- 1)研究論文等の長期に渡る文書管理に解決策がなく、資料の履歴が、不明になる。
- 2)文書作成、計算、グラフ処理と通常複数のそれぞれに適切なアプリケーションで作業するため、書類間の関連が不明になる。
- 3)研究場所は、図書館、実験室、研究室と様々な場所であるが、現在の環境は端末環境に強く依存しているため、いつも、同じ環境ではなく、人間の方がコンピュータの環境に適応する努力が求められる。

このような問題の結果、コンピュータで管理できる研究情報には限界があり、コンピュータによって表現できる情報は、そのファイル名と印刷物だけであり、それら1次生成物と制作過程の様々なスクラッチファイルやアイディアのエッセンスは、ノートと頭脳の中に明確な関連も標記されないまま蓄積され、すなわち属人的情報となる。私見であるが、現在の環境は、創造的な知的生産活動にはむしろ弊害となる要素が多く、その生産性は悪化している言わざるを得ない。

3. コンセプト

大規模な研究所における、研究情報システムを考える。思考活動における人間とコンピュータの接点について、あらゆる可能性を探るため、現実の紙と鉛筆の思考形態の制限を超えて研究者の電子的な研究ノート「THInKS (The Hyper Intelligence & Knowledge System)」、その情報、及びその操作の在り方について検討する。

研究情報(研究者の知識)は、大規模な研究所でも小規模の研究室気質と変ることがなく、距離の自乗に反比例して伝播力が衰えていく*)。当研究所の場合、車という単一のアプリケーションを基礎、基盤から応用、実用まで幅広く研究する研究員が800名近くも広大な敷地の各建て屋に点在しているが、研究情報の統合的な集約、閲覧システムがないので、研究者間の"英知を統合"することができず、力が半減している。

近年、コンピュータインフラは、そのネットワーク機能を生かし、コンピュータ上の作業では物理的、空間的、時間的束縛を開放する環境を提供してきた。しかし、利用者からみるとそれらインフラを最大限活用した研究情報システムがなく、未だ、属人的情報の環境にある。そこで、研究情報(知識)を研究者から未整理状態から獲得し、"必要なときに、必要な人へ、必

要な情報"を半自動的に展開することが、知識の伝播であると考えるが、研究者の生データの記入先であるノートを電子化[3][4][5]することにより、知識の獲得(その過程も含めて)を可能とし、また、その回帰的な表現によって情報連鎖が自己の内外に起こり、発想支援を行おうというコンセプトである。

4. 本研究での仮定

構造化文書を基本とし、それらの構造表現のためにノードリンクモデル[6][7]を採用する。

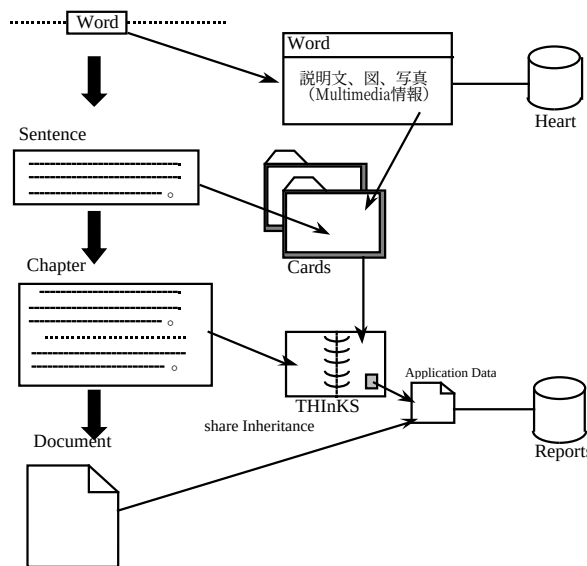
4-1)情報の構造化

下記に述べる構造化が、情報には存在するものとする。

4-1-1)研究資料(文書)に必要なと思われる情報構造の考え方

研究情報(文書)には、以下のような文書構成構造を持つとする。

- 1)Words (単語)
- 2)Sentence (文章)
- 3)Chapter(Paragraph) (章)



4)Document (文書)

fig.1 文書構成要素とその構造化

4-1-2)研究情報間の構造化の考え方

関係自体の中に計算能力を与えるために、シンプ

*) 富士XEROXとの共同討議から

ルな意味の表現能力を含む情報間の構造的性を以下のよう
に仮定する。

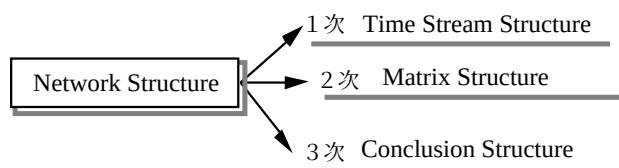


fig.2 Hypertext systemで表現されるネットワーク構造
を構成するデータモデル

・1次元

時間的な拘束力の強い、プロジェクト型の論理構造
が主となる。枝葉はあっても、基本的には過去と現在
の情報空間に強い時間的な因果関係が存在している。

Time Stream Structureの場合は、特にスケ
ジューラツールとの関係機能を充実させなければなら
ないだろう。研究企画段階での中期、あるいは年度計
画などの作成と中間報告（進捗など）は設定すれば全
て自動で整理、蓄積される。これらを全てスケジュー
ラと言う機能で提供することも一考である。（研究履
歴、研究鳥瞰図）

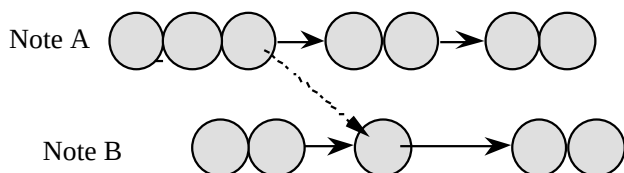


fig.3 Time Stream Structure

・2次元

このタイプは、二つの型に大別される。

1)テキスト主体……テーブルテキスト、つまり日
本人が好んで使う表形式の構造的表現である。全体
を把握するのに優れ、問題事象を抽象化するのが
容易である。数値をおりませ、性能比較などを行
う星取り表などに多用される。

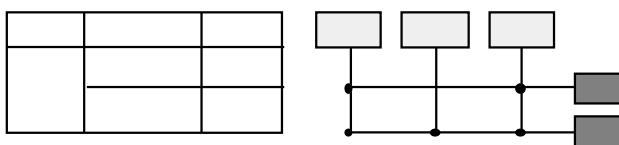


fig.4 Matrix Structure

2)数値主体……いわゆるスプレッドシート、表計
算型である。特に本研究では、入れ子構造によっ
てパラメトリックな因果関係を展開できる形式を
検討する。

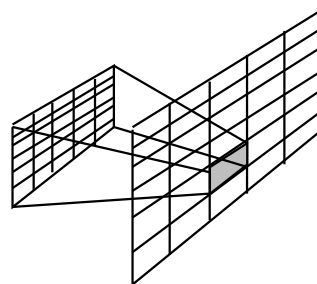


fig.5 入れ子構造による演算パラメータの継承

・3次元

問題空間を上位、下位概念などで大きく捉え、メ
ジャーパスの設定を行うデータモデル

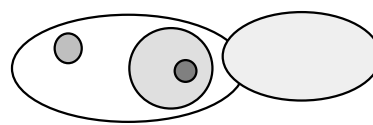


fig.6 概念空間の表現

4-2)研究所における情報のクラス

前述までの各情報内構造を研究所全体での構成で
考える。その構造に関して記述様式をノードとリンク
として研究情報の全体的な位置付けの表現が可能であ
る。

Information (情報) の定義

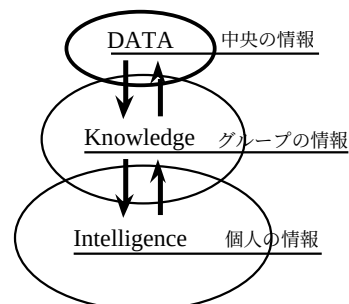


fig.7 研究所情報としての定義

5. THInKSの記録対象

THInKSはユーザが持つ暗黙知[8]を、ノードリンクモデルを用いて計算機内に表現し蓄積する。計算機上に表現された知識はユーザ自身が持つ知識の投射であり、ユーザがそれを操作し加工することで、新たな知識を生み出すものとなる。THInKSはあくまで計算機内に投射されたユーザの知識を操作するものであり、THInKS自体が思考するものではない。投射された知識はノードリンクモデルを用いて表現されるが、人間自身ノードリンクモデルで思考しているわけではないので、ノードリンクモデルと人間の頭の中をうまくインタフェイスすることが重要である。

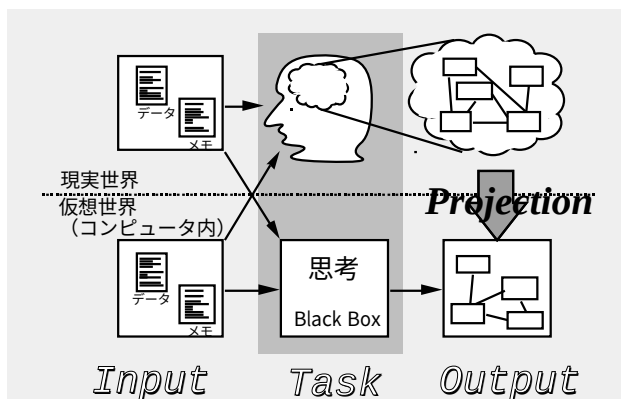


fig.8 THInKSでの記録と表現

6. ノードリンクモデルによる構造表現

情報の構造に着目し、それをコンピュータ内に表現して操作を加えることにより従来とは異なる研究支援環境の実現を目指すTHInKSでは、情報構造をどのような形式で表現するかが実現される機能に大きな影響を及ぼす。この表現方法は、研究者が意識的あるいは無意識に認識している情報構造に対する親和性の高さを必要とし、またコンピュータが形式的に操作可能なものでなければならない。

このような条件を満たすモデルとして、THInKSではノードリンクモデルを採用した。ノードリンクモデルでは、情報の全部または一部からなる特定のまとまりをノードとして、また各ノード間の相対的關係や位置付けをリンクとして表現する。

複数の構成要素から成立している情報構造は、各構成要素間相互の関連の総体として表現可能であると考えられる。研究者の思考内部における分類や認識なども、特定の抽象的概念と各概念間相互に存在する関連の総体として表現可能であろう。このような前提に

立った場合、二つのノードおよびその間の関連性を最小構成要素とするノードリンクモデルは、情報の各構成要素や特定の抽象的概念をノード、その間の関連をリンクとすることによって情報構造の表現モデルとして高い親和性を持つ。

またコンピュータ上での操作性については、現在ノードとリンクを構成要素とするハイパーテキストによる情報表現が注目を集めていることからその適合性が容易に推測できる。意味的な構造を幾何的な構造として取り扱えるようになり、コンピュータでの処理が可能となる。ノードを情報を保持するオブジェクトと捉えれば、そのノードが持つ情報の形式的な差異に影響を受けることなく構造に対する操作が可能となる。本共同研究を行なっているソニー情報通信研究所においては、オブジェクト指向とノードリンクモデルを活用したワークステーション上のマルチメディアプラットフォームの研究が行なわれており、このことからTHInKSにおけるノードリンクモデルの採用は意味を持つ。[9]

7. 91年度の研究内容

上記THInKSの基本コンセプトから、本年度は、ノードリンクの基本モデルを拡張する検討を行った。拡張の必要性は、思考過程を投射するためには大きくなりすぎるノードリンクの空間を適度な大きさに切れることが要求される為である。この"適度な大きさに切れる"という機能を情報の多面性、多義性という視点から検討した。

7-1)修飾情報による情報構造の多層化……知識の表現

情報の構造は各構成要素間の直接的関連によってのみならず、各構成要素に対する研究者の認識によっても規定される。各構成要素間の直接的関連は客観的かつ永続的構造であるのに比較し、研究者の認識に基づく構造は研究者の思考に大きく依存し、時間の経過につれて変化し得るものである。従ってTHInKSでは、この特質の違いにより情報構造を大きく二つに大別し、これにより、研究者の知識構造の表現力を高めたい。

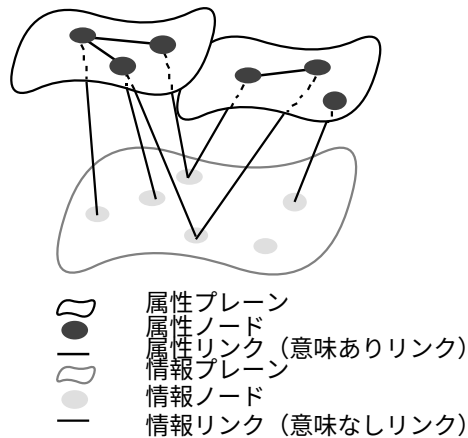


fig.9 情報プレーンと属性プレーンによる知識表現

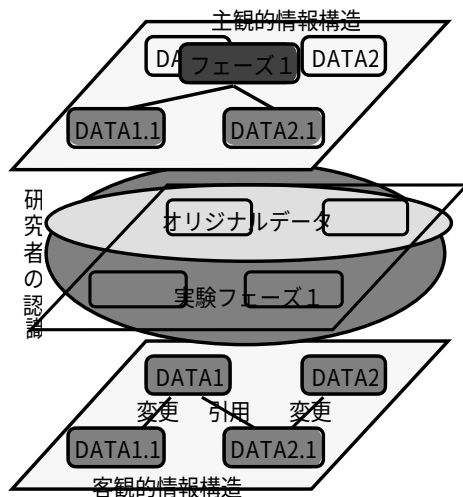


fig.10 客観的情報構造と主観的情報構造の関連

各構成要素の客観的関連に基づく構造は各構成要素に対応するノードとそれらの間のリンクにより表現し、研究者の主観的認識に基づく構造は研究者固有の抽象的概念を表現するノードとそれらの間のリンクにより表現する。THInKSでは前者を情報プレーン、後者を属性プレーンと呼ぶ。このように情報構造を多層化することにより、一つの情報に対する認識の違いを属性プレーン構造の違いとして表現することができ、主観や問題の特質に依存する情報の多義性を情報そのものとは別のものとして取り扱うことが可能となる。

7-2)多面性、多義性

情報の見方、考え方に幅を持たせるためには、一つの情報に複数の情報がさらに付与されなければならない。情報を修飾する情報を持たせるため前述した属性情報を与えた。これによりTHInKSモデルの狙いの一つである情報の多面性、多義性を表現できる。

fig.11 存在する形、形式

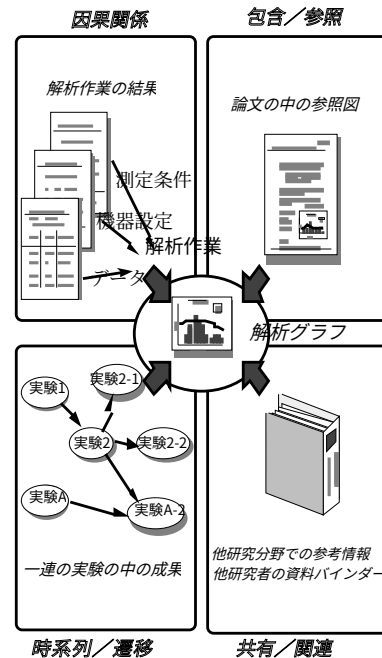
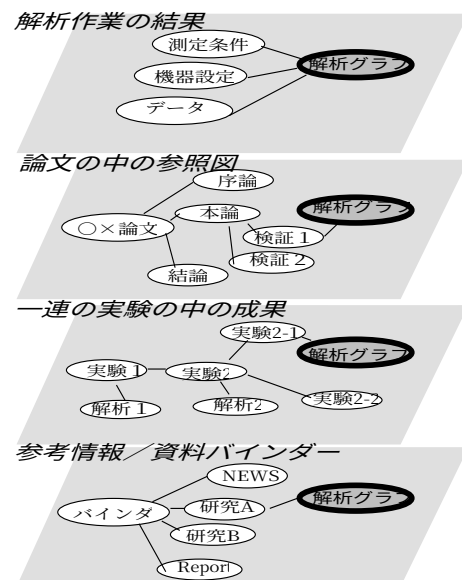


fig.12 見え方、見せ方



THInKSでは情報を、情報自体とその情報を抽象化した形での意味属性のネットワークとして考える。同じ情報に対して複数の意味属性ネットワークを用意

することで多面的な情報構造を表現することができる。これにより、局面や状況によって情報の持つ意味が異なってくることを表現することが可能になっている。また情報自体から意味を分離したことにより、より抽象化されたレベルでの意味の操作が可能になり、形式による論理構造の抽出などが行えるようになる。

7-3)情報の遷移の表現

研究者の思考における情報に対する認識は、時間の推移によりより広範囲に詳細に展開されるだけではなく、認識そのものが変化してゆく可能性がある。研究者の思考を投影、記録することを目的とするTHInKSでは、このような認識自体の変化をも獲得、記録できなければならない。THInKSにおける研究者の認識変化は、具体的にはノードリンクモデルの構造変化として表現される。認識変化の結果としてのモデル構造の変化を直接ノードリンクの構造を変えることにより表現するのではなく、変化の過程を記述するノードやリンクを追加することで表現することにより、ある時点の研究者の認識だけではなく、その変化についての情報の操作をも可能にする。

7-4)情報の共有

将来的にはTHInKSで獲得された情報を研究所内の複数の研究者が相互に活用できるようになる必要がある。研究者が持つ知識の共有を考える場合、その特質から大きく三つに分類することができる。

- ・ 情報そのものを共有する場合
情報は、研究資源としてさまざまな形で参照、活用されるものであり、その有無は研究成果にも大きく影響を与える。従って、それぞれの研究者が獲得した客観的情報の共有により、研究の前提条件のレベルアップが期待できる。
- ・ 研究対象領域に対する認識の共有
特に複数の研究者が共同して同一研究領域の問題に対応する場合、お互いに対象領域に対する共通の認識や問題、課題の位置付けを持つことが必要となる。
- ・ より高度な研究活動である問題の分析に関する知識の共有
現状をどのように捉え、どういう切口で分析してゆくかは、研究者一人ひとりが持つ属人的なノウハウであり、このノウハウを獲得、活用することが可能となれば、研究の成果のみではなく、研究能力が研究所の資産として蓄積されることになる。

THInKSが採用している情報構造の表現モデルにおいては、情報プレーンの共有が第一の共有に当たる。対象情報は限定されるが、これは現在でもデータベースサービスの形で提供されており、もっとも実現が容易な情報共有である。

第二の認識の共有形態の一つとしては、THInKSにおける属性プレーンの共有が考えられる。ただし各個人が属性であると認識する特徴の大きさや内容の整合性をどのようにとるのか、並行して行なわれる認識共有者間の認識構造の変化の競合の調整をどのように行なうのかなど、未検討の問題点は多い。

また、もう一つの共有形態として、ノード属性の共有という形も考えられる。本来属性プレーンにおけるノードの属性は各研究者が自由に決定してゆくものであるが、一般的な属性をあらかじめ規定して全ての研究者が共有することにより、それらを用いて表現されている情報に関しては、他の研究者がどのように位置付け、活用しているかを参照することが可能となる。

もっとも高度な形態である第三の知識共有は、現状のモデルでは充分に対応し切れているとは言えない。研究ノウハウのごく一部を反映したものとして、情報の構造パターンによる抽出が準備されているが、研究活動に関する知識を表現する形式としては力不足であることは否めない。

7-5)検証課題

ノードリンクモデルの表現能力

7-5-1)検証課題

評価作業を通して、THInKSの構造的情報記述の以下のコンセプトについて、その有効性を確認することを目的とする。

- ・ 情報／属性プレーンに分割した情報記述の中での、情報の構造操作
- ・ リンクパターンによる意味情報抽出の機能

7-5-2)実験^{*)}

・ ステップ1

ノード／リンクの生成、変更、削除などの機能、属性／情報プレーンでのノード／リンク操作の機能、パターンによる抽出等の基本機能の検証を行なう。この時点では生成／抽出された構造などについてはあまり

^{*)}アンダーセンコンサルティングのメンバーがソニーのRISCワークステーションNWS-3860、NWS-3720上にSicstus Prologを用い構築した

深く意味的な解釈を行わず、エンジン／アルゴリズムの保存／抽出等の基本機能自体の評価を行う。

ノードとリンクを無作為に生成し、プレーン上に正しく構造が構築され、そこから意図するノードリンク構造が抽出可能かをまず検証する。次に、研究者の研究活動に伴う情報／属性の各プレーンでのノード／リンクの加除／変更が、ノードリンクパターンに正確に反映されているかを検証する。

以下の評価事項について作成するネットワーク構造は、各々独立していても構わないが、50～100ノード程度の規模を確保する。

- 1) ノード／リンクの生成と、状態の保存機能
- 2) 意味構造の抽出機能
- 3) 情報プレーン修正時の意味構造への反映
(ノード、リンクの追加／変更)
- 4) 属性プレーン修正時の意味構造への反映
(ノード、リンクの追加／変更)

・ステップ2

具体的な研究のドメインを設定し、その作業の過程とそこで生成される情報をあわせて蓄積してゆく。ここでは、記述／記録のためのインタフェイスの有効性や、蓄積された情報の構造、そこから抽出可能な形式等を評価検討する。

この時点では、特に抽出された意味構造についての意味解釈の有効性を検討し、より有効な抽出や構造化を進めるために必要となる追加属性値やアルゴリズムの修正点を洗い出す。具体的には本研究をドメインとし、その起案から実行、計画の変更など一連の作業に伴う、情報／属性プレーンの構築を試行する。

まず、起案書／計画書を作成し、それに対する実行結果を順次記録してゆく。この過程で、記述に有効なテンプレート等も活用する。

次に起案書／計画書などを変更し、実行結果などがどのように影響されるか、あるいは追加した実行結果がどのように表現されるかを検証する。起案書や計画書といった初期には設定されていない属性ノードを追加生成し、それらが意味のある抽出に有効かを検証する。

- 1) テンプレートのシェル作成
弱い情報構造／強い情報構造のノードリンクパターンを数種類作成し、ノード名を与えるだけでそのパターンを生成できるようなテンプレートをシミュレートするシェルを作成した。
- 2) 基本的な記述／検索
テンプレートを用いて基本的な記述とそれによ

る検索を行う。この場合、書き込まれたチャンク間での共有するノードがあまり無い状態になるようにした。検証のために想定したドメインについて、これらを適用して記述を繰り返す。

3) 基本的な記述からの拡張／展開

前で生成したノードについて記述を展開して(特定のノードに対してさらにテンプレートを適用して記述するなど)、ノードやリンクを拡張／結合した。その結果の構造がどの程度意味があるかを検索パターンを適用して検証した。

4) 属性プレーン操作の影響の検証

全体のネットワークから属性プレーンに該当すると考えられる部分を操作し、何種類か試行することでその影響をみた。この作業は、同じ状態から開始するようにして、差異を確認した。

記録は、以下に示すデータをUNIX上のテキストファイルとして保存しておき、各評価試験が再現可能ないようにした。

- ・展開された意味構造ネットワークの初期状態
- ・エンジンに対する操作(複数)
- ・操作結果(複数)
- ・操作後の意味構造ネットワークの状態

7-5-3)結果は別途報告

8. 考察

8-1)THInKS情報モデル領域

THInKSにおける情報モデルに関する課題点としては、まず人間の認識する論理構造をどうノード／リンクモデルに反映させるかがある。人間の多様な認識構造を表現するためには、ノード間の関連を示すリンクにかなりの表現能力が必要となる。このような表現能力はノードに関しても必要であると思われる。ただし、ノードの種類が表現するものとリンクの種類が表現するものの切り分けを明確に規定しなければならない。

このようなノード／リンクの種類をどのような形態で表現するのも検討しなければならない。継承関係を持つクラスとして実現する方法も考えられるが、この場合には次に述べるノード／リンク構造の表現形式に与える影響にも充分考慮しなければならない。

現在のところユーザの操作は新規ノードの生成という形でノードリンクモデルに反映されている。しかし、本来新しい概念や情報を表すノードの生成と研究

者の研究活動には一対一の対応性はなく、生成されるノードもその活動の本質的意味や研究全体における位置付けを表現するには不十分である。特定の操作を特殊な属性ノードとして表現するのか、特定の構造パターンにより表現するのかなど、残された検討点が多い。

8-2) ユーザインタフェース／シェル領域

基本的にこの領域における検討課題は、研究者の操作とそれに対応したノードリンクパターンの生成に帰着する。従って、前節における研究活動のノードリンクパターンへの反映方法に大きく影響を受ける。従ってこの領域に関する検討は、前節の課題に対する検討が充分行われた後にその時点でユーザから獲得可能な具体的情報を考慮して行なうべきである。

8-3) THInKS実現形態

実際にTHInKSを構築する場合の検討課題は、構築に用いられる言語やソフトウェアプラットフォームとの間に緊密な関連性を持つ。コンピュータ内部でのノードリンクの表現形態は、必要な情報が保持される限り、用いられる言語に最適な形式を定義すれば良い。

構造検索のアルゴリズムは、今回のプロトタイプではprologによるパターンマッチングとバックトラックを用いたが、この方法はノードリンクの量が増えた場合には、極端な処理速度の低下を招く。従って、実用バージョンの開発に当たっては、まず検索対象となるノードリンクを厳密に決定した上で、それぞれの検索対象構造においてもっとも効率的な検索アルゴリズムを開発、使用すべきである。

ノードリンクパターンの保存形態についても、THInKSが実現されるハード／ソフトウェアプラットフォームに大きく依存する。それらのアーキテクチャにおいて最適な形態を検討しなければならない。

8-4) 発想支援との関連

研究者に対する発想支援とは一体どのようなものを指すのかは議論の余地のあるところだが、研究者が研究を進めていく上で発想の転換を引き起こし得る刺激の提供と言い替えれば、情報構造パターンの抽出に基づく情報提供はその役目を果たし得る。研究者の研究活動を通じて局所的に生成されてきたノードやリンクから構成されるモデルに対して、大局的な見方を提供し、異なった視点からの分析を促すことができる。

発想支援を一つのアプリケーションと考えるならば、下手な発想トリックを仕組むより、伝統的な発想

法の幾つかを電脳的にインプリメントすれば良いだろう。

実際、KJ、KT等のパターン認識というクラスターリングに似ている手法は、コンピュータに馴染み易いか、多く検討されている。しかし、KJ法などは、発想を助ける一つの機械的な操作を人間に提供するのであって、本質的な分類操作を自動化するものではないため、多くの問題点を残している。

筆者もKJ法などを利用することは多いが、問題領域の遷移によって、カテゴリーとその情報サイズ（一枚のカードに書かれる情報量）が連続的に変化するため、ある断面で使えても継続的に使用出来ない点が紙と鉛筆の限界だと思う。そう考えると、電子化されたメリットを簡単に出せそうだが、情報に付帯する時間属性が因果関係を支配しているため、現状のコンピュータの弱いところを直撃された形で、そのメリットも霞んでしまう。本研究でもTHInKSにおける時間属性の考え方は、明記できなかったがこの障害をクリアしないとインパクトがない。

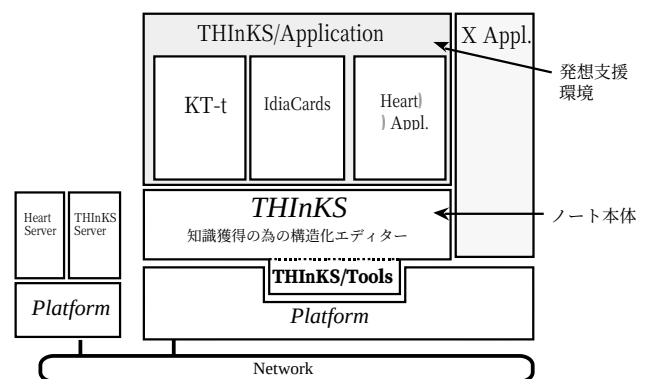


fig.13 発想支援とTHInKS

8-5) 研究所のアーキテクチャー

発想支援を大きく捕らえ、一連の情報連鎖環境であると考えたとまた別の展開が期待できる。企業の求める研究所とは、知識の生産性の高い、企業全体で見たときに高度なデータバンクであって欲しいというのが経営者の視点であろう。そこで、知識インフラなるベースシステムを考えると、THInKSを一つのプラットフォームと見ることができる。前述まで述べた情報の構造化からTHInKSで情報を操作することで研究者もオブジェクトとして捕らえることが可能となり、その生産物としての知識の融合体を研究室や生みだされた新しいユニット、材料などの研究成果物として表現していくとは、新しいデータベースの構築方法論を提供するだろう。これはつまりは、研究所をど

のようにデザインするか（出来るか）ということになる。そうすると、知識といった曖昧な状態をより明確に記述することが出来る空間を定義できる。もっともシンプルな考え方に知識を”汎用化された情報クラス”と考え、その問題空間（研究所）での辞書、辞典といった独自の知識インフラを構築できる。

9. 謝辞

本研究は、日産総研に於て90年からスタートしたCAEプロジェクト（研究プロジェクトセンター内）での先進技術の調査から生まれた。当初、コンピュータ技術の調査で、筆者のインタビューないし共同討議に快く応じ、多くのご教示いただいた、IBM東京基礎研究所の吉田 幹氏、梶谷氏、菊間氏、富士XEROXの黒川氏とそのグループ、同海老名研究所の上林 憲行氏とそのグループ、に深謝いたします。また、91年夏より、ソニー情報通信研究所にてスタートした"Hypermedia Platform and Application"と題したソニー/日産共同研究では、多大なご尽力を頂いたソニースーパーマイクロ事業本部の近藤氏と中川氏、同情報通信研究所の山本氏とそのグループ、同コンピュータサイエンス研究所の竹内氏に感謝します。

最後に筆者のコンセプトに対し賛同し、実験のため技術を提供して頂いたアンダーセンコンサルティングの安田氏、脇氏、松島氏にお礼申し上げます。

参考文献

- [1] 米NASAと米Boeing、宇宙基地設計で知識獲得ツール「DART」を利用: 日経AI 1990.11.5
- [2] 接近する「知識革命」: 日経AI別冊1990冬号
- [3] 神沼 二真: コンピュータで考える 7-帰納的ソフトウェア, ビジネスコミュニケーション, 19, 131, 1982.
- [4] Frank M. Shipman, III, R. Jesse Chaney, and G. Anthony Gorry: *Distributed Hypertext for Collaborative Research. The Virtual Notebook System*. Hypertext '89 Proceedings, p129, Nov. 1989.
- [5] Michael Travers: *A Visual Representation for Knowledge Structures*. Hypertext '89 Proceedings, p.147, Nov. 1989.
- [6] ノードリンクモデルについては、ソニー情報通信研究所Hypermediaグループから多くの示唆を受けた
- [7] 小野寺 夏生: ハイパテキスト-コンピュータによる知識の構造化.情報管理 p961, Vol.. 31 No.11

Feb. 1989.

[8] 野中郁次郎:知識創造の経営[日本企業のエピステモロジー], 日本経済新聞社

[9] ソニー情通研山本GによるHypermedia Platform仕様書

その他参考にした資料

- 1) 大須賀 節雄: 情報技術の動向-コンピュータの世界
- 2) 中埜 善夫, 谷川 英和: アクティブな電子百科事典の試作, データベース・システム 74-4, 1989.
- 3) 小野 : ダイナミック・ハイパーメディアシステム, 情報学基礎 13-3, 1989.
- 4) 溝口 理一郎, 角所 収: 知識獲得支援システム, 人口知能学会誌, Vol. 3 No.6 Nov. 1988.