

TM-0416

情報の構造化に基づく意志決定支援
—Research Decision Support Systemの
提案と実験—

戸田光彦, 平石邦彦, 黒川伊保子

November, 1987

©1987, ICOT

ICOT

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

(03) 456-3191~5
Telex ICOT J32964

Institute for New Generation Computer Technology

情報の構造化に基づく意思決定支援

— Research Decision Support Systemの提案と実験 —

戸田光彦 平石邦彦
富士通国際情報社会科学研究所

黒川伊保子
富士通 S S L

本報告では、意思決定を広義に解釈し、その過程を情報の構造化の視点からとらえる。この過程を支援システムで一貫して実現することの必要性を論じ、それを実現する一つの方法を提案する。提案する方法に基づくシステムを試作し、実験を行った結果を報告する。支援対象分野を研究開発とし、そのための意思決定を支援するシステム (RDSS: Research Decision Support System) の必要性和試作システムの基本的な機能について述べる。RDSSでは、断片的な研究情報を研究分野に関するニーズとシーズに分類してデータベースに蓄積し、それらの関係の全体像を研究分野地図と呼ぶグラフで表示する。さらに、この地図の上で研究開発パスの選択を支援する。

D e c i s i o n S u p p o r t B a s e d o n I n f o r m a t i o n S t r u c t u r i n g

— A Proposal of Research Decision Support System and Its Experiments —

Mitsuhiko Toda*, Kunihiko Hiraishi* and Ihoko Kurokawa*

* International Institute for Advanced Study of Social Information Science, FUJITSU LIMITED
140 Miyamoto, Numazu-shi, Shizuoka, 410-03 Japan

Fujitsu Social Science Laboratory Ltd.

We discuss decision making processes from the view point of information structuring. We consider the processes in a wide sense, and argue the need for systems which support decision makers' information structuring through the processes. We propose a Research Decision Support System (RDSS), which is a prototype for such systems and supports decision making on research and development (R&D). In RDSS, pieces of information for a particular R&D area are sorted as needs or seeds, and stored in databases. Their relations are summarized by R&D maps which display holistic pictures of the area. Furthermore, RDSS supports selection of desirable paths of R&D on the maps.

1. はじめに

意思決定は社会生活のあらゆる場面で行われ、計算機による支援に対するニーズの大きさは広く認められている。したがって、意思決定支援システム(DSS: Decision Support Systems)と呼ばれる各種の商品が市場に提供されている〔1〕。しかし、意思決定は人間の高度な知的作業であり、その複雑さ、多様さ故に機械による支援システムの難しさは必然的であり、現在のDSSが意思決定を支援する範囲はかなり限られている。この状態は、システムを實現する基礎となる情報処理技術の限界が一つの原因である、ということも共通の認識と思われる(例えば、〔2、第1章〕)。

DSSの必要性、対象分野に関する研究等とパイオニア的システムの開発は1970年代から続けられているが、本格的な研究は比較的最近になって始められたと言えよう。例えば、DSS専門の研究誌が1985年に創刊された〔3〕ことも、それを物語るであろう。

本稿では、意思決定を広義に解釈し、その過程を情報の構造化の視点からとらえ、支援システムで一貫して實現することの必要性を論ずる。さらに、それを實現する一つの方法を提案し、システムを試作して第一段階の實驗を行った結果を報告する。支援対象分野を研究開発とし、その活動を問題解決作業ととらえて意思決定を支援するシステム(RDSS: Research Decision Support Systems)の必要性と試作システムの基本的な機能について述べる。

未開拓な分野における研究開発は、わが国の産業構造的知識集約化を進める重要な手段として位置づけられている。新しい知識や技術的ノウハウの開拓は、研究者・技術者の創造性が発揮されるべき知的作業であり、研究開発の推進は、発想や概念形成等高度な知識情報処理が必要な問題解決作業である。その際の意思決定を支援するために必要な各種情報・知識の整理・統合、あるいは、判断・評価のための情報処理機能を持つRDSSは、特に組織的研究開発の場合に重要である。組織における研究では、メンバー間の意思疎通と合意による推進が重要であり、そのための支援手段としてもRDSSが必要である。このようなRDSSの機能は、企業経営の意思決定を支援する高度なDSSに要請される機能と同じであり、試作システムはそのための一つのプロトタイプと考えられる。以下では、「研究開発(R&D)」と「研究」という言葉を混在して使用するが、特に断らない限り、両方の意味を特に区別しないで用いる。

以下、Ⅱ節では、意思決定過程と、それを支援するシステムであるDSSの持つべき機能について、Ⅲ節では、研究開発において必要となる意思決定支援について、Ⅳ節では、我々が試作した研究開発のための意思決定支援システムRDSSの構成について、Ⅴ節ではそれを使った實驗結

果について述べる。

Ⅱ. 意思決定支援と情報の構造化

2.1 意思決定過程

「意思決定」という用語は、意味する範囲が広く、その一般的定義として広く合意されているものはないようである。意思決定研究の先駆者であるSimonは、「意思決定することのなかにどのようなものが含まれるかを理解するためには、この言葉は広義に—すなわちそれは管理することとほとんど同義となるくらい広く—解釈されなければならない。我々の通念では、意思決定者ははるかに狭い機能を果たすものとして考えられている。」という見解をとっている〔4,p54〕。Simonは、さらに、次の四局面を意思決定過程の主要な局面として区分している：

A. 情報活動—B. 設計活動—C. 選択活動—D. 再検討活動
情報活動とは、意思決定が必要となる条件を見きわめるため、環境を探索し、機会を見出す活動であり、設計活動とは、可能な行為の代替案を発見、開発し、分析することである。選択活動では、利用可能な行為の代替案から、特定の案が選択され、再検討活動では、過去の選択の再検討が行われる。

支援システムを提供する場合、意思決定をこのように広義に解釈し、支援機能を提供する必要があるが、その理由は後述(2.2節の(3))する。

2.2 既存の意思決定支援システムと問題点—情報の構造化— (1) 意思決定支援システム

DSSという用語は、MIS(Management Information Systems)の反省として、GorryとMortonにより最初に提案され〔5〕て以来、様々な意味で使用されている。それに伴い、種々の定義づけがなされている。我々は、Bonczek等の定義〔6〕を参考にして、次のように定義する：

意思決定支援システムとは、構造が明確でない問題を意思決定者が解決する場合、その問題領域の知識・情報を使って意思決定を支援する、計算機に基づいたシステムである。

ここで、「構造が明確でない問題」とは、解決のための処理方法が完全には分かっていない問題である。DSSがこのような非構造的あるいは半構造的な問題の解決を支援すべきである、という議論は多くの論者に共通している〔2、第2章参照〕。「問題領域の知識・情報を使って意思決定を支援する」ことは、問題の構造化を支援する、すなわち処理方法を明確にする支援を行う、ことであるが、問題領域の知識・情報は、システムに蓄積されている場合とユーザーからシステムに提供される場合がある。何れの場合も、問題が明確でない以上、全ての情報が当面する問題の解決に適合するとは限らない。したがって、問題の構造化

をDSSで支援する時、情報の構造化、すなわち、既存の知識・情報を使って、(試行錯誤を繰り返して)当面する問題の解決に適切な情報に整理・変換する、ことが必須になる。この過程については、(3)項で議論する。

(2) 既存の意思決定支援システム

既存のDSSは一般に、1) インタフェース、2) データベース管理、3) モデルベース管理、の機能(または、その一部)を有している。しかし、これらのシステムを使って高度な支援機能を発揮するには、DSS専門家(DSSのシステム構成、支援機能構築の専門家)を仲介とするか、ユーザー自身がシステムに習熟する必要がある。

Sprague & Carlson は図1のようなDSS開発のフレームワークを提案している(7, p.304)。

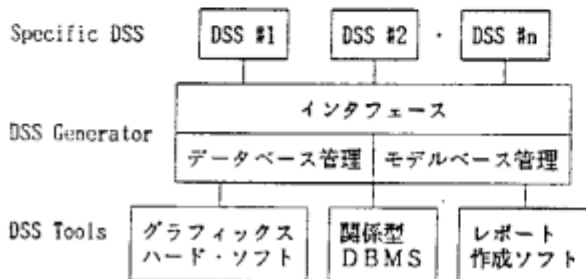


図1 DSS開発のフレームワーク

DSS専門家の介入は、図1のフレームワークに即して考えると、DSS Generator からSpecific DSSを構築する作業、および、そのSpecific DSSを改造する作業をDSS専門家に依頼することを意味する。これらの作業をユーザー自身が行うためには、DSS Generator の機能を向上させ、DSS専門家が自身の知識に基づいて行っている支援を(部分的にせよ)システム機能で代替しなければならない。それには、知識の蓄積と利用を可能にする知識ベース管理と推論エンジンの機能を備えた、図2のような知的DSS Generator が必要になる。我々のグループでは、このような知的DSS Generator を実現するために、その基礎となる問題解決支援環境KORE (Knowledge Oriented Reasoning Environment) を設計し、構築している(8, 9)。KOREは、各種の知識プログラミング環境(オブジェクト指向、データ指向、ルール指向、ネットワーク指向)を提供するので、その上で図1のDSS tools の多くを作成することができる。

(3) 情報の構造化 - 意思決定過程の一貫支援 -

意思決定過程の四局面は、扱う情報の観点からは、意思決定者が特定の問題を解決するという目標に適合するように情報を構造化していく過程と考えることができる。A. 情報活動において入手した多様な情報は、目録に關係があるが、それらを整理・変換することによって始めて、可能な代替案を見出すB. 設計活動に接続することができる。代替

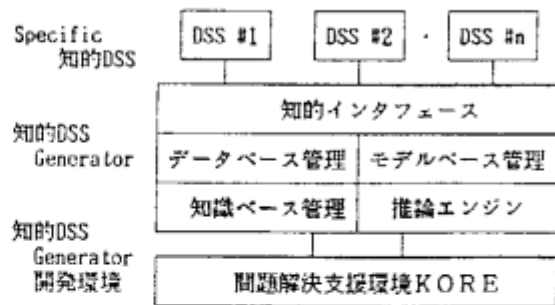


図2 知的DSS開発のフレームワーク

案から最適の案を選ぶC. 選択活動では、各案を評価するために情報を追加すると共に、さらに整理・変換する必要がある。既存のDSSでは、これらの過程の一部を断片的にシステムで支援するのみであり、情報を構造化する過程を一貫して行うためには、ユーザー(多くの場合、DSS専門家の協力を得て)が自身で処理するか、新規のプログラムを作成しなければならない。

DSSが意思決定者のニーズに幅広く応えるためには、上のような情報の構造化過程を一貫して支援することが不可欠である。この過程は、意思決定者の置かれた環境毎に異なるので、各種のSpecific DSSを構築し、それらの中から情報の構造化過程として共通な支援機能を抽出し、DSS Generator として共有するというアプローチを取る必要がある。IV節で研究開発を事例として提案する一貫支援の方法は、Specific DSSの一例であるが、一般のDSSに望まれる機能を実現するものである。このように一貫してシステムで支援することにより、意思決定の全過程の情報をシステム内に蓄積することが可能になり、意思決定の結果を評価するD. 再検討活動を、蓄積された情報を活用して行うことが容易になる。

III. 研究開発における意思決定支援

3.1 研究開発における意思決定

研究開発における意思決定は、意思決定を行う主体により下記の二つのタイプに分類でき、それぞれに対するRDSSが必要となる。

- 1) 研究開発推進者の意思決定
- 2) 研究開発評価者の意思決定

研究開発における意思決定と云う場合、従来は研究開発評価者(管理者)のそれが多く、タイプ2)のための方法論が議論されている(10, 11)。研究開発推進者の意思決定では、タイプ1)の評価対象となる研究課題(プロポーザル)を準備する段階(情報・アイデアの評価・整理と明確化、見直し等の判断)が重要であるので、そのためのRDSSによる支援が重要である。このための方法論は、従来あまり研究されていない。

本稿では、タイプ1)の支援を対象とし、手続きが不明

確な研究開発作業過程を出来るだけ明確にし、客観化して、意思決定を支援する方法とシステムを検討する。

研究開発の各段階は、図3のように2.1節の意思決定過程と対応づけることができる。

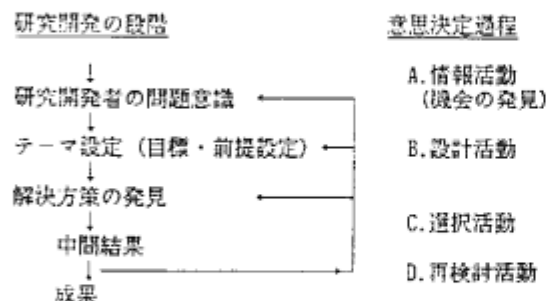


図3 研究開発の段階と意思決定過程の対応

3.2 設定型問題解決としての研究開発

問題解決の見方として下記のものがある〔12, 第1章〕。

- 問題とは、目標と現状の差（ギャップ）であり、解決を要する事柄である。
- 問題解決とは、目標と現状のギャップを解消することである。
- 問題には、設定された目標に対して期待を外れた現状の原因を解決すべき発生型問題と、新しい目標を設定して意図的にギャップを作る設定型問題がある。

研究開発は、通常、目標を設定する設定型問題の解決である。研究開発の重要な成果であると同時に、情報源でもあるオリジナル論文を例にとって、上記の考え方と対応づける。オリジナル論文には、通常図4に示すように、研究の動機、従来の研究、成果、将来の課題が含まれている。

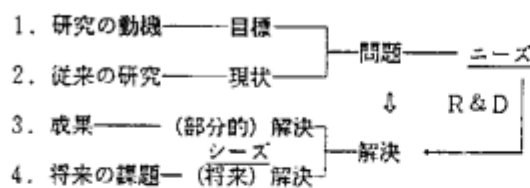


図4 オリジナル論文の4要素

研究の動機は、社会的要請、未知分野の解明の欲求等を含み、目標設定の動機となり、従来の研究は、目標に対する現状を示している。この二つの差（ギャップ）の認識が研究における問題（設定；テーマ設定）であり、研究開発のニーズである。実施された研究開発の成果は、通常、論文の中心テーマであり、設定された問題に対する解決を示しているが、部分的な解決であることが多い。この時には、普通、将来解決すべき残された課題が議論されている。したがって、各論文で報告されている成果は、問題解決の手段となるシーズである。上記4要素に対する重点の置きかたは、論文により異なる。例えば、問題提起（目標と現状）のみを目的とする論文もある。しかし、各種論文の内

容は上記の視点で、研究分野のニーズとシーズを表現するキーワードを使うことにより分類整理できる。

オリジナル論文は研究の事後報告であるから、図3のB、設計活動とC、選択活動の記述が主な内容となる。しかし、研究を始める前には、漠然とした問題意識から、目標と現状さらに問題を明確にするA、情報活動の作業が欠かせない。

ここでは、論文を例にとって研究情報の整理の仕方を議論したが、論文以外の研究情報も上記の4要素に分類することができる。例えば、市場情報はニーズであり、数理学論はシーズである。

3.3 未開拓な分野の研究推進とR D S Sによる支援

研究情報の収集・評価・整理・統合と概念構築の作業、それに基づく研究推進上の選択（方向づけ）は、必ずしも明確に意識されていないこともあるが、研究者の多くの時間を占めている。最近文献等の研究情報が大量になり、関連する研究情報を適切に位置づけて記憶し、自身の研究の方向づけに活用することが次第に困難になってきている。研究者の情報活動におけるこのような情報構造化機能は、R D S Sによる支援が可能であり、効果が大きい。特に、未開拓な研究分野では、関連分野における関係情報等、断片的情報を効果的に統合し、構造化する機能が、探索的に研究推進する際の意思決定を効果的に支援する。

このようなR D S Sの支援を実現する一つの方法として、次の機能を提案する。

- 情報活動の支援：体系化分野データベース作成支援機能
- 設計活動の支援：研究分野地図の作成・表示機能
- 選択活動の支援：研究開発パスの選択支援機能

これらは、3.1節で議論した意思決定過程を一貫して支援する機能を実現するが、詳細をIV節で述べる。

学術情報としての文献情報に着目した研究としては、文献の引用関係に基づく研究動向把握〔13, 第6章〕や、文献からのキーワードの抽出と利用等、研究活動のための情報蓄積・検索に関する研究〔14, 第6節〕がある。これらの研究は、文献がもつ情報を整理し、客観的な情報を提示するという点で、提案するR D S Sと共通している。

IV. R D S Sの構成

4.1 システムの概要

研究者の情報活動において、文献は、新分野での研究の動向、既存の研究の成果などを知る上で重要な情報源である。本システムは、文献情報を中心とする、断片的に集められた研究情報を、①体系化分野データベースで蓄積・整理し、②それらに含まれる研究分野の概念間の関係を、視的Qアナリシス（VQA）〔15, 16〕により研究分野地図の形で表示し、③システム化計画法〔15, 16〕により、研

充分分野地図上で研究開発パスの選択を行う、ものである(図5)。(2)と(3)の機能は、カラーグラフィックス表示により、ユーザインタフェースを工夫している。これにより、研究の方向づけ、解決手段の検討などの支援を行うことを目的としている。図5に示すように、これらの機能は意思決定過程のA～Cの活動を支援するものであり、システムに蓄積された情報を構造化しながら、次の過程を支援する機能に接続し、利用する。次の過程に移る時にユーザがシステムに蓄積された情報を修正したり、追加出来るようになっている。

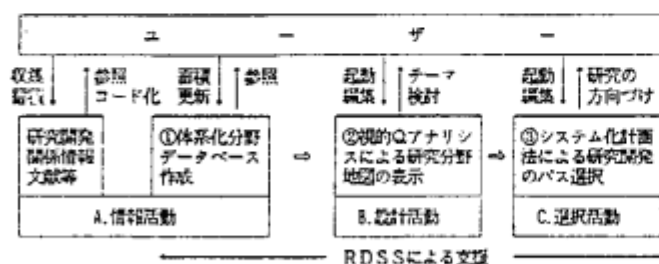


図5 RDSSによる研究開発の意思決定過程の支援

なお、試作システムは、SUN 3上のQuintus-Prologで書かれており、カラーグラフィックス表示は、SUN 3に接続されたダイキンCOMTEC DS301Bを使用している。

1.2 体系化分野データベース作成支援機能

構成を図6に示す。基本的なデータベース管理システム(DBMS)はKOREの関係データベース・サブシステムであるKORE/DBを用いており、その上に体系化分野データベースに特有な機能を追加したものである。研究対象となる分野に関する文献を中心とした情報を収集し、ニーズ・シーズDB、分類フレームワークDB、文献書誌事項DBの3種類のデータベース(DB)に蓄積する。ニーズ・シーズDBと分類フレームワークDBはDBMSを使って管理するが、蓄積されるのはユーザが自らの知識を使って情報源から抽出した情報であり、知識ベースと考えるべきものである。

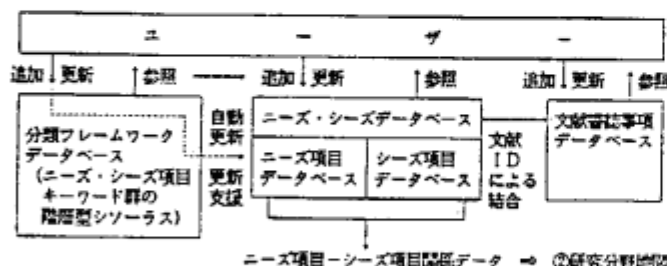


図6 体系化分野データベース作成支援システムの構成

(1) ニーズ・シーズDB

各情報源を、図4のように、その分野において解決すべき問題(ニーズ)と、それを解決するための要素となる技術(シーズ)の視点で分類し、その情報源が扱うニーズ・シーズをキーワードの形で蓄積する。さらに、情報源により、これらのニーズ・シーズを関係付ける。たとえば、情報源である文献iが、ニーズ項目nを問題提起しており、それを解決する方法として、シーズ項目sを提案しているならば、これは、「ニーズnはシーズsを必要とする(シーズsはニーズnに利用可能である)」という関係を意味している。情報源に対するニーズ・シーズ項目をDBに蓄積していくことにより、このようなニーズ・シーズ項目群間の2項関係を抽出することができる。

オリジナル論文の場合は、これらのニーズ・シーズ項目を3.2節の考え方で抽出するが、文献により、ニーズnとシーズsを扱う程度の強弱がある。この関連度の強さもDBに蓄積する(現在は5段階評価を使用)。この評価データを使うことにより、関連度の強いニーズ・シーズ関係を抽出し、焦点を絞った分析を行うことができる。

(2) 分類フレームワークDB

ニーズ・シーズDBのニーズ・シーズ項目に使われるキーワードを階層構造化したシソーラスを、分類フレームワークとよび、分類フレームワークDBに蓄積する。図7にDSS研究における分類フレームワークの例を示す。図7は、後出の実験結果(5.2節)として表示される研究分野地図で使用するキーワードを選択した分類フレームワークDBの一部分を示したものである。

一般の(大規模な)文献DBでは、シソーラスのディסקリプタとしてのキーワード、およびそれらの属するカテゴリーが(ある期間)固定されており、文献の記述内容はこれらのキーワードから選定されている。一方、キーワードを自由に選択できるDBでは、キーワードを体系化するのが難しい。RDSSでは、以下のように、キーワードの選択と体系化を同時に行うことでこの問題を解決する。

- ニーズ・シーズDBのニーズ・シーズ項目は、分類フレームワーク中のキーワードの中から選択する。
- ニーズ・シーズDBへ入力するニーズ・シーズ項目の適当なキーワードが分類フレームワークに存在しないときには、新たに項目を追加する。また、今までのキーワードの分類では不都合が生じる場合には、分類フレームワークの再構成を行う。

分類フレームワークDBを更新すると、ニーズ・シーズDBがもつニーズ・シーズ項目もそれに伴って更新しなければならない。RDSSでは、DBの追加・更新・削除などにより自動的に起動する手続きを定義する機構であるKORE/DBのトリガ機構を用いて、この操作を自動化している(図6の点線の矢印で示す)。



図7 分類フレームワークの例

R D S S が主に扱うのは未開拓の研究分野である。このような分野では、キーワードの詳細な分類フレームワークが始めから存在しているわけではなく、情報源の入力により逐次、追加・修正を繰り返しながら構築していく操作が必要になる。このような分類フレームワークを構築することにより、その分野に関する重要な研究項目・テーマを体系化し、的確に把握することができる。

(3) 文献書誌事項DB

文献のタイトル、著者、出典などの書誌事項を格納するDBである。各文献は必ず固有のID番号をもち、これは、ニーズ・シーズDBとの結合時にキーとして用いられる。対象とする研究情報のDBが大きくなる程、ニーズ・シーズの関係が単調に増大して、VQAで得られる結果が複雑になり、ユーザーが階層グラフの全体像を把握するのが困難になる。このため、蓄積した多分野の文献データベースの一部を使って、焦点を絞った全体像を提示する機能が必要になる。文献書誌事項DBが持つ情報を利用して、以下のような文献の選別機能を実現している。

- 各文献を「重要、普通、当面不要」の3段階に評価す

るデータを文献書誌事項DBに蓄積し、重要文献のデータベースに基づく全体像を構成する。

- 論文の掲載されたJournalを限定すること等により、対象分野を限定する。
- 発表時期により選別し、研究の変遷、蓄積を調べる。これらの選別は、文献書誌事項DBとニーズ・シーズDBを結合することによって、システムで自動的に行われる。

なお、文献以外の各種の情報源（たとえば、専門家がもつ知識など）についても、ニーズ・シーズによる分類を行うことで、文献情報と同様に扱うことができる。

4.3 VQAによる研究分野地図の表示

体系化分野DBで蓄積したニーズ・シーズDBにVQAの手法を適用し、研究開発対象となる分野のニーズ・シーズの関連、および、各シーズのニーズに対する寄与の程度を示す研究分野地図を階層グラフの形式で表示する。研究分野地図は、研究分野の全体像や動向を把握しながら研究を方向づけ、テーマの代替案を検討するための機能を提供します。

VQAは、2つの集合間の2項関係を入力にして、各集合の要素間の結合関係を階層グラフとしてモデル化するものである。ニーズ・シーズDBに蓄積された、ニーズ群・シーズ群の2項関係にVQAを適用することにより、ニーズ・シーズ間の結合関係をあらわす階層グラフを得ることができる。DB⇒VQA接続プログラムにより、ニーズ・シーズDBからこの2項関係を生成し、VQAプログラムに入力される。

具体的なVQAの手順を図8に示す。2つの集合間の2項関係は、接続行列の形で扱われる。最終的に得られるのは、隣接階層グラフとQ結合階層グラフである。何れもニーズ・シーズを節点としてもち、各ニーズ節点に対し、結合しているシーズの個数を階層のレベルとした階層グラフである。この2つのグラフを研究分野地図として扱う（V節の図10～図12で例を示す）。

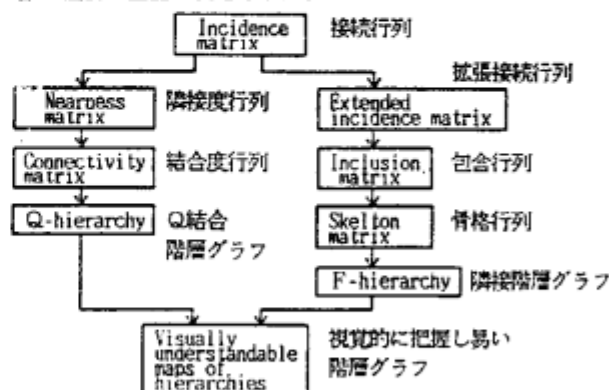


図8 視約Qアナリシスの手順

隣接階層グラフは、各ニーズ節点に対し、関係するシーズ節点を結合したものであるが、ニーズ同士が複数のシーズと共通に関係している場合は、それらのシーズを1つの節点としてまとめている。また、Q結合階層グラフは、シーズを共有するという関係の連鎖によるニーズ同士の結びつき（Q-結合）の強さをあらわす。これは、ある技術を開発することによる他の技術への波及効果の大きさを表現している。

最後に、得られた階層グラフは、SKETCHの手法〔17〕により視覚的に把握しやすい階層グラフに変換される。これは、枝の交叉数の減少、対称性などを考慮して、節点を並び換えるものである。

4.4 階層グラフのカラーグラフィックス表示

VQAの結果得られた階層グラフは、カラーグラフィック・ターミナル上に表示される。階層グラフ表示システムは、UNIX上のFORTRANおよびC言語で開発した、階層グラフ表示のための独立したシステムで、つぎのような機能をもつ（メニューで容易に操作できる形式にしている）。

- i) 複数のグラフをマルチウィンドウ形式で同時に表示可能。
- ii) グラフの拡大・縮小・回転表示機能（部分の拡大表示を含む）。
- iii) グラフの編集・記憶機能
 - a. 節点・枝の追加・削除
 - b. 節点・枝の位置の変更
 - c. 節点内のキーワードの変更
 - d. 節点の色・形状の変更
 - e. 枝の線種の変更
 - f. 編集結果をファイルに記憶
- iv) 節点の重み付けによる部分グラフ表示：各節点がある重みを持っているとき、しきい値以上（以下）の節点からできた部分グラフを、異なるしきい値について逐次的に表示する。この機能は、グラフの重要な部分に焦点を絞って分析した後、順次表示部分を拡大して、全体像を把握する場合や、研究開発のパス選択の表示に利用される。研究分野地図では、分野の概念を表す（図7のような）節点内のキーワードが容易に読み取れるよう表示することが重要である。これを限られた大きさの画面上で可能にするため、iii) cのキーワードの変更に関連して、各種のキーワードの表示方式（短縮形表示や指定された節点のキーワード全体の表示等）を用意している。

4.5 システム化計画法による研究開発パスの選択支援

研究開発のテーマ選択、すなわち、どのようなニーズに対する研究開発をどのシーズから進めていくかの決定を、VQAで得られた研究分野地図上のパス選択の問題として

検討することができる。これを支援するための方法論として、ニーズやシーズの波及効果に注目したシステム化計画法がある。

システム化計画法では、多様な要素技術の組み合わせによって新機能を賦与するような技術をシステム化技術と呼んでいる。システム化技術は、既存の要素技術（シーズ）を組み合わせることにより、個々の要素技術では得られなかった新しい機能を産み出し、ニーズに応えようとするものである。

システム化計画法は、ニーズを充足するためのシステム化技術と要素技術（シーズ）の接続行列に対しVQAを適用し、得られた隣接階層グラフに基づいて技術開発戦略の決定を支援する方法である。個々のシステム化技術の重要度を評価する指標として、波及効果の大きさをあらわす、合心率(Concetricity)を用いる。システム化技術Yが要素技術 $\langle X_1, X_2, \dots, X_n \rangle$ を必要とするとき、Yの合心率 $Con(Y)$ は、つぎのように求められる。

$$Con(Y) = \frac{\sum_i (X_i \text{ を必要とするシステム化技術の数})}{Y \text{ が必要とする要素技術の数}}$$

合心率が高いほど、そのシステム化技術を開発することの波及効果が大きいことをあらわす。システム化技術の重要度として、この合心率の他に、対応するニーズの重要度をユーザーが評価したデータを使用することも可能である。

各システム化技術に対し重要度を与えたとき、各要素技術の効用を定量的に評価する指標として、効用指標(Utility Indicator)を用いる。効用指標は、まず、上位のニーズ節点に対して効用（重要度）を与え、その効用値を下位節点につながる枝に分配し、下位節点の効用を上位節点からつながる枝の効用値の和として与えることにより計算される。これらの指標により、隣接階層グラフ上での開発パスの選択を行う。

R D S Sでは、このシステム化計画法を研究開発テーマの選択に利用する。VQAの結果得られた研究分野地図上で、重要度の大きいニーズを通るパスを選択していくことにより、研究開発の順序が決定される。

V. R D S Sによる支援実験

5.1 実験の概要

試作したR D S Sを使って、D S S研究開発の方向づけ支援を目的とした実験を行っている。D S S研究が1節で述べたように未開拓な研究分野であることが、この実験を行う動機である。その第一段階の結果として、論文誌'Decision Support Systems'掲載の論文(1986年分の25件)を情報源として得られた結果について述べる。

5.3 実験結果と知見

ニーズ・シーズDBから得られたニーズ群とシーズ群の二項関係を図9に示す。図9の項目番号は、図7の分類フレームワークの階層構造で最下位の項目の番号に対応し、キーワードは図7に示す通りである。

図9にVQAを適用した結果得られた研究分野地図を図10(Q結合階層グラフ)と図11(隣接階層グラフ)に示す。図11の基となったニーズ・シーズDBの項目を集約し、注目すべきニーズ・シーズ関係のみを集約して得られた隣接階層グラフを図12に示す(例えば、図11で分類して表示されている図7の詳細項目群1の3.4.5.2～3.4.5.5は、図12では集約されて、図7の小項目3.4.5のDSS構成要素/モデルベース管理となっている)。図10と図11では、右端のレベルは対応シーズが1のニーズ(またはシーズ自体)を示し、左に向かうにつれて対応シーズの数が1ずつ多くなる。図12では、上になるにつれてシーズが多い表示形式を採用している。図10～図12を観察することにより、以下の知見が得られる。

- ① ニーズとしてモデルベース管理システム(MBMS;3.4.5.2～3.4.5.5;図10,11の二重線枠の節点で示す)を主題とする論文が圧倒的に多い。特に、モデル表現(3.4.5.3:レベル6)に最も関心が集まっている。これは、図12でDSS構成要素/モデルベース管理(3.4.5)が最も高いレベルであることで集約表示されている。また、関連するDSSのモデリング機能(3.2.4;図10,11でレベル5)もニーズとして多く取り上げられている。
- ② ニーズとして経営管理における意思決定(1.5)が多いのは当然だが、これは、一方でモデリング(3.2.4,3.4.5.5)と関係して論じられ(図11の破線の枝のつながりで示す)、他方で意思決定における情報処理形態(1.8.3)との関係で論じられている(図11の一点鎖線の枝のつながりで示す)。
- ③ シーズとしては、数理計画法(4.4.2)の利用が最も多く論じられ、次には、論理学(4.6.4)が論じられている(図11右端の破線枠の節点群で示す)。これらのシーズの利用が多く提案されていることは、効用指標の計算値が図上の節点のうちで最も大きいことで確認できる。
- ④ 図12では網かけした節点がシーズとその組合せを示している。最下位のレベルにある人工知能(AI)のシーズが経営科学、システム分析、DBMS等と組合せてDSSの各種ニーズに利用できることが、これらのシーズ節点間、およびニーズ節点とのつながりから読み取れる。これは、現在DSS分野でAIへの期待感が高まり、従来考えられていた経営科学のモデルやDBMSと組合せてDSSを高度化しようという論文(研究)が多くなっている動向を集約して示している。
- ⑤ AIのシーズとして、図9の4.7.・・・の項目群の利用

が援請されている。その内で、知識表現に関するシーズ(4.7.5.1と4.7.5.2)に最も焦点が当たっているが(図11の右端のシーズ項目)、特に、フレームやスクリプト形式(4.7.5.2)が多くの研究で有望視されている。

図9～12より、上記のような知見が得られる。この段階では、単一の論文誌の1年分の論文のみが情報源であるので、DSS研究の限られた情報を観察しているにすぎない。しかし、通常研究者が論文誌をscanすることによって脳裏に描く研究動向のイメージが、これらの図により示され、明確なイメージが得られる。さらに、この情報に今後の情報を追加する時に、正確かつ柔軟に利用できる形でシステムに蓄積されている効果は大きいであろう。

情報源が小さいため、分類フレームワークDB(現在、ニーズ54項目、シーズ55項目を登録)が未整備である。今後、情報源を広げ、文献以外の研究情報も加えることによって、フレームワークを整備する計画である。それにより、キーワードの記述内容も一層具体的になり、研究の方向づけ、さらには、システム化計画法による研究開発パスの検討が有意義になるものと思われる。

VI. おわりに

図9～12のような関係情報による全体像を把握し、意思決定を支援する方法では、素材となる個々のニーズ・シーズ関係情報の具体性・信頼性が結果の成否を左右する。そのために必要な分類フレームワークの確立は、ユーザー(研究開発者)の概念構築作業が必要である。支援システムの実現は難しいが、研究開発者の試行錯誤の作業を容易にする方向で、RDSS構築のために一歩ずつ実現していく必要がある。

本稿では、研究開発を対象支援分野とするDSSとして、情報の構造化を一貫して支援するRDSSの一例を提案した。企業経営の意思決定においても、入手した断片的な情報を統合して、解決すべき問題に関する総合的な判断が常に求められる。提案したRDSSの機能は、このような場合の支援を行うのに必要な機能の一例である。こうした機能を各種用意し、統合することにより、本格的な意思決定支援システムの実現が可能になると考える。

本研究は第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ものである。

【謝辞】 既存のDSSの問題点と知的DSSの考え方についての議論、KOREの使用を可能とされた、新谷虎松、片山佳則研究員に深く感謝します。

(参考文献)

1. 上村孝樹：今話題の意思決定支援システムを解剖する，日経コンピュータ，63/78 (1982.11.15)。
2. 小島敏宏：新経営情報システム論，白桃書房(1987)。
3. H.J.Schneider and A.B.Winston：Editorial, Decision Support Systems, 1-1, 1/4 (1985)。
4. ハーバート A. サイモン：意思決定の科学，産業能率大学出版部(1979)。
5. G.A.Gorry and M.S.S.Morton：A Framework for Management Information Systems, Sloan Management Review, 13-1, 55/70 (1971)。
6. R.H.Bonczek, C.W.Holsapple and A.B.Winston：Developments in Decision Support Systems, in 'Advances in Computers, Vol.23', Academic Press, 141/175 (1984)。
7. R.H.Sprague Jr. and E.D.Carlson：Building Effective Decision Support Systems, Prentice-Hall (1982)。
8. T.Shintani et al.：KORE：A Hybrid Knowledge Programming Environment for Decision Support Based on a Logic Programming Language, in 'Logic Programming '86(Lecture Notes in Computer Science, No.264)', Springer, 22/33 (1987)。
9. 新谷虎松：知識の制御と構造化—知的意思決定支援のための環境KORE—，知識システム方法論・夏期シンポジウム報告書(富士通国際情報社会科学研究所)，117/138(1986)。
10. 日本オペレーションズ・リサーチ学会：オペレーションズ・リサーチ(特集：研究評価)，28-11 (1983)。
11. 日本能率協会：戦略的研究開発の評価と意思決定(1982)。
12. 佐藤允一：問題の構造化，ダイヤモンド社 (1982)。
13. 北川敏男：推測過程論，共立出版 (1984)。
14. 島内武彦，北川敏男編：広域大量情報の高次処理，東大出版会 (1977)。
15. 戸田光彦，杉山公造：システム化技術開発計画の評価技法，富士通国際情報社会科学研究所研究報告11号(1983)。
16. K.Sugiyama and M.Toda：Visual Q-Analysis (I) and (II), Cybernetics and Systems, 14-2, 185/251, (1983)。
17. 杉山公造，田川正二郎，戸田光彦：構造化情報の視覚表現に関する研究，富士通国際情報社会科学研究所研究報告2号 (1981)。

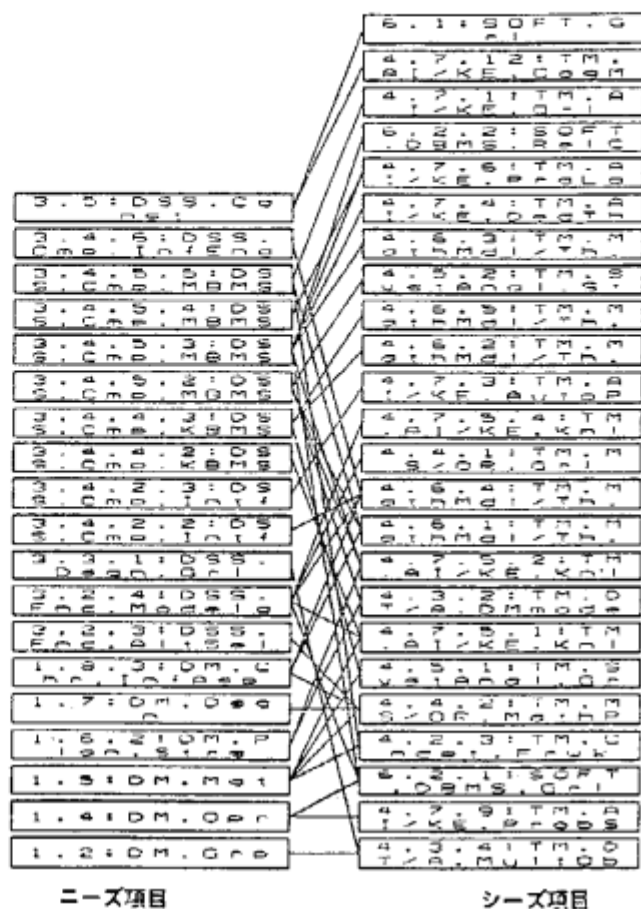


図9 ニーズ・シーズの2項関係

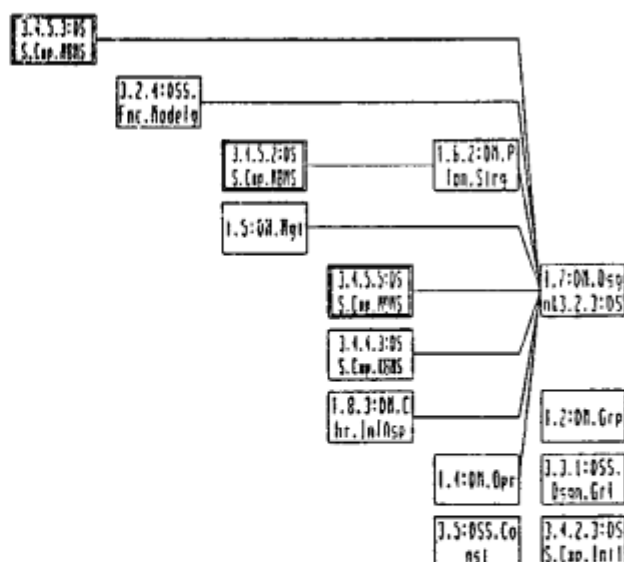


図10 Q結合階層グラフ

