

# 問題認識のためのマルチウインドウ型支援システムの開発

木俣 昇\*・竹村 哲\*\*

本論文では、参加型の問題解決システムにおける、各自の問題認識の明確化と他参加者とのコミュニケーションという2レベルで支援可能なコンピュータ・システムの開発について報告している。本システムは、フィードバックの重要性から、ISM法を基礎とし、支援システムとしての諸機能を強化し、さらに非専門家でも使えるよう、メニュー化、マルチウインドウ化によって操作性の向上をはかっている。検証として2事例への適用研究を行っている。

**Keywords:** computer aided support system, two-phase process model, ISM, multi-window

## 1. まえがき

現代社会では、種々の問題解決に際して、多くの人々の参加が要請されている。それは、市民参加の要求の高まりに加え、問題の複雑化に伴い、單一分野の専門家だけでは真の問題解決が困難になっており、立場、専門領域を異にする人々の意見を総合化する必要に迫られていることによる。この型の問題解決システムが有効に機能するためには、参加者各自が自己の主張を明確にし、かつ共通の土俵上で相互に十分な討議を行うプロセスを支援する工夫が必要となる。

その候補の一つとして、各自の問題認識を構造化し、図解したものを活用する方法がある。KJ法<sup>1),2)</sup>、認知地図法<sup>3),4)</sup>、ISM法<sup>5),6)</sup>、SSA法<sup>7)</sup>、さらには、AHP法<sup>8)~10)</sup>、AIDA法<sup>11)~13)</sup>など、いわゆる構造化手法の活用である。それらは、いずれも

① 問題状況に関する要素を出来るだけ多く洗い出し、

② それらの間の関係を検討し、問題状況を構造化し、図解することによって、各自の認識を明確化させ、かつ

③ 図解を共通の土俵とすることによって、相互の対話を促進させ、十分な討議を可能とする

ものであり、上記の支援システムとしての基本的要件を備えている。しかし、個々に見ると、当然のことながらそれぞれの長所、短所を抱えている。本論文では、市民参加をも前提にした支援システム化を目指し、参加主体への負荷が少ないと、図解アルゴリズムを有し、フィードバック等の操作性に優れていることなどから、まず、ISM法を中心とする支援システム化を考える。

第二に、上述したように、参加型の問題解決システムでは、各自の主張を明確にするプロセスと、各自の主張を提示し合い、それらを共通の土俵で討議するプロセスという2つのフェーズが存在するため、この2フェーズで有効な支援システムの開発を考える。即ち、2.では、このような支援システムの開発に際して要請される諸要件について考察する。3.では、それらを実現するための諸機能とそのメニュー化、マルチウインドウ化について説明し、開発した支援システムの概要を示す。そして、4.では、本システムの支援機能を具体的に示すために事例研究を行う。一つは、AHPの事前作業である評価の階層構造図作りの支援事例として、既に発表されている構造図を、本システムの支援の下で、作成者に対する負担をできるだけ少なくした上で、再現することを試みる。第二に、除雪計画事例として、住民との話し合いの事例として、行政側が本システムを活用して、住民からの要望書を自己の認識に取り込み、認識の拡大化を図るプロセスでの支援事例について報告する。

## 2. ISM法による2フェーズ支援システムの構想

### (1) 2フェーズでの支援プロセスモデル

1. で述べた参加型の問題解決システムでは、立場、知識、経験などを異なる複数の人々の存在が前提とされる。そこでは、まず、参加者各自が、その主張を他の人にも分かる形で明確にすることが要請される。そして、その上で共通の土俵で、各自の主張、問題状況の認識の相違点、同意点、さらには採り入れないのは歩み寄り可能な点などを検討し、再度、各自の主張、認識を明確にした上で、より広い視点に立った合意形成の達成に努力することが望まれる。第1のプロセスである各自の主張、認識の明確化には、1. でも述べたように構造化手法による支援が有効である。また、その結果として作成される図解は、第2のプロセスでの討議の共通の土俵として

\* 正会員 工博 金沢大学教授 工学部基礎工学教室  
(〒920 金沢市小立野2-40-20)

\*\* 正会員 金沢大学大学院自然科学研究科システム科学専攻

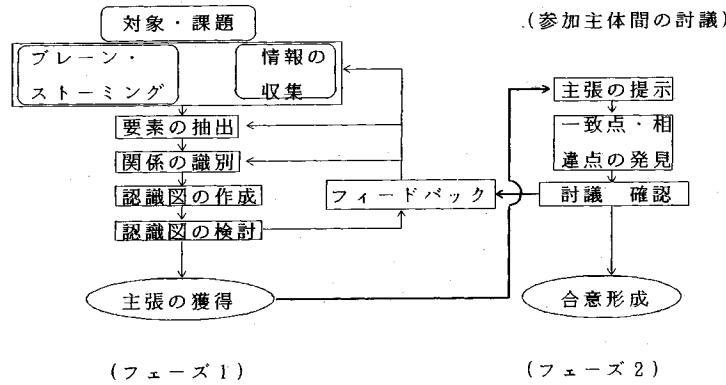


図1-2 フェーズ支援プロセスモデル

も有効である。図1は、このような考え方の下で、構造化手法を前提とした2フェーズでの支援プロセス・モデルの概要を示したものである。

フェーズ1では、まず、参加者各自は、それぞれ対象・課題等の問題状況に關して、ブレーンストーミングや情報収集活動によって関連する「要素」を抽出し、次に、それらの要素間の「関係」を検討し、「要素」と「関係」を用いて問題状況に関する自己の「認識図」を作成する。そして、この図解を批判的に検討し、要素や関係の修正、削除を繰り返し、納得のいく認識図を作成する。参加者各自がこのフェーズでの検討を十分に経た後、他の参加者間との討議が始まる。これがフェーズ2である。

このフェーズでは、お互いの認識図を共通の土俵とし、それらを比較することによって、相違点、同意点の確認、さらに歩み寄り可能点などの検討を行う。その結果、必要ならばフェーズ1に帰り、自己の認識の拡大、更新を行ない、再度フェーズ2に移り、討議を繰り返す。図1-1のモデルは、フェーズ1、2で、このようなフィードバックを繰り返すことによって、参加者の意見を十分に反映した認識図を作成し、それをもとにしてもよりよい問題解決を達成しようとするものである。

前述したように、本論文では、いわゆる専門家と呼ばれている人も、専門家でない一般の市民も参加することを前提としている。専門家であれば、問題認識の枠組みを持っており、フェーズ1でのプロセスではそれをフレームとして「要素」を抽出したり、「関係」を把握したりして認識の「図解」を作成することが出来る。しかし、一般市民にとっては、部分的、経験的認識が主であって、要素を抽出し、関係を把握し、認識を図解するためのフレームを有しているとは言えない。しかし、その直観的経験的把握には無視できない貴重な情報が含まれているのも事実である。これらの人々の意見が反映可能なことが、参加型のシステムの大きな存在理由でもある。

支援システムは、このような人々がフェーズ1で自己

の認識を十分に明確化するのに役立つものでなければならない。この視点から支援システム開発に際しての要望を列挙すれば、

- ① 要素の抽出、関係の識別、認識の図解に際して、組織立った方法や枠組みを必要としないこと。
- ② 部分的な判断でよく、直接・間接の区別も不用であること。
- ③ 他の人の存在を気にせず途中で中断したり、何度もやり直しができること。
- ④ 議論に際して、注意が散漫になるのを防ぎ、また議論の手掛かりが豊富に得られること。

などが考えられる。専門家にとっても、枠組みを外し、自由な発想のもとでの認識の図解は、自己の思い込みや先入観に気付く契機を与えるものであり、これらのことは、専門、非専門にかかわらずに重要な要件といえよう。次項では、これらの要望、要件をさらに具体化していく。

## (2) ISM法による支援システム化の諸課題

前項では、構造化手法を前提にした2フェーズでの支援プロセス・モデルと、その支援システム化に際しての要件、要望事項について考察した。ここでは、具体的な構造化手法として、ISM法を採用することとし、さらに考察を進める。

ISM法とは、Warfieldによって開発された手法で、要素間の関係を1(有)、0(無)で判定し、推移律を利用して直接関係よりなる階層構造図を作成するものである<sup>5),6)</sup>。これについては、応用研究<sup>14)-16)</sup>やコンピュータシステム化<sup>17)-22),26)</sup>、さらにはファジィ化などの拡張化の研究<sup>23),24)</sup>がなされてきている。WarfieldのISM法を採用すれば、図1-1のフェーズ1のプロセスは図2のように具体化される。ISM法を採用する理由の一つは、この図2に示したように、「関係」の識別に際して、全要素間の関係を明確に把握する必要はなく、現時点で判断可能な部分的なもののみでよく、しかも直接・間接の区別を必要としない一対比較法が採られており、前述

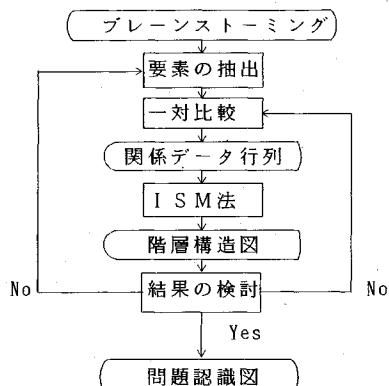


図-2 ISM 法の基本プロセス

の要望②に合致するからである。また、ISM 法は、推移律が成立する「関係」のみに制約はされるが、図解のためのアルゴリズムを有しているという大きな特徴を持っており、組織立った方法や枠組みといったものを必要としないという要望①にも合致する。この特徴は、コンピュータシステム化と連動し、さらに操作性を増すことによって、要望③の中斷ややり直しが容易なシステム化にも、さらに、図-1で述べたように、フェーズ 1 でもフェーズ 2 でも、フィードバックの繰り返しが必須条件となるが、このことが可能なシステム化にもつながる。

とはいっても、ISM 法が、図-1 に示したフェーズ 1、フェーズ 2 の支援システムとして実効性をもつためには、図-2 の各ステップでの支援機能を強化するとともに、さらにフェーズ 2 の支援のための機能の付加が必要となる。

まず、図-2 の各ステップに対応させて整理すれば、  
i) 要素に関して：要素の登録、追加、削除、修正機能

ii) 一対比較に関して：一対要素の比較文による自動提示機能と、関係識別結果の簡便な入力機能  
iii) 階層構造図に関して：見やすい図解の表示機能  
iv) フィードバックに関して：各種データの保持と再表示機能

が必要となる。次に、フェーズ 2 の支援機能としては、

v) 要素レベルおよび関係データ行列レベルでの一致、不一致点の表示機能、階層構造図レベルでの比較、認識図の合成機能

などが必要となろう。次節では、これら基本機能の具体化と、それらをメニュー化とマルチウィンドウ化で実現した支援システムについて報告する。

### 3. マルチウィンドウ型支援システムの基本構成

#### (1) 基本機能とメニュー化システム

前節では、支援システム開発に際しての基本要件とし

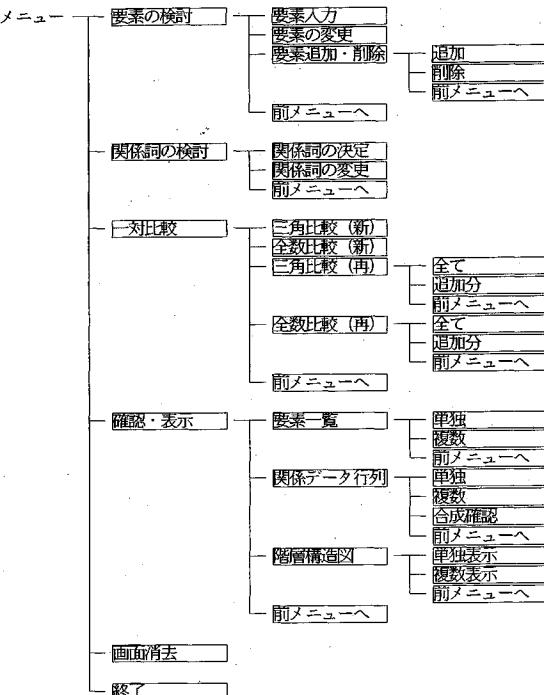


図-3 メニュー図

て、i)～v) の 5 個のカテゴリーに分けて必要機能を列挙した。著者らは、それらを、図-3 のメニューに示す諸機能を用意することによって実体化した。本項では、これらメニューの基本機能について概論する。

まず、フェーズ 1. 即ち図-2 の各ステップでの支援機能の強化関連について説明する。i) の要素に関しては、「要素の検討」というプランチ内に、「要素入力」、「要素の変更」、「要素追加・削除」のサブ・プランチを設け、対応している。追加、削除については、作業内容が異なるため、プログラム開発との関係で、さらに下位プランチを設けている。ii) の一対比較に関しては、「関係詞の検討」と「一対比較」というプランチで対応している。具体的な画面は次項で提示するが、まず、要素間の関係を検討する視点である「関係詞」を選定し、次に、「一対比較」のサブ・プランチを選択すれば、次々と一対比較文が画面に表示されてくるようになっている。「一対比較」のサブ・プランチ内の「三角比較」と「全数比較」は、後者が文字通り全組み合わせ( $i, j$ ;  $i, j = 1, \dots, n$ (ただし,  $i \neq j$ ) で提示されるのに対して、前者ではその半分、即ち( $i, j$ ;  $i = 1, \dots, n-1, j = i+1, \dots, n$  で提示されるものである。ここで、 $i, j$  は要素番号、 $n$  は全要素数である。

iii) の図解表示に関しては、「確認・表示」のプランチ内の「階層構造図」によってなされる。一般に ISM 法では、要素の階層レベルと要素間の直接的関係を示す

データ行列がアルゴリズム的に求まる。しかし、そのままで図解表示すれば、「関係」を表示する“辺”が相互に交差し、見にくい図となる。これを解消する方法としては、Generating Matrix 法<sup>25)</sup>、数理計画法<sup>17), 27)</sup>、Barycentric 法<sup>22)</sup>などが研究されている。本システムでは、簡易重心法と呼べるものを採用している<sup>20)</sup>。この効果については、4. の適用事例で具体的に示す。

iv) のフィードバックに関しては、「確認・表示」のブランチ内にある「要素一覧」、「関係データ行列」の各メニューによる表示の他に、他のブランチ内にも変更、追加、再というサブ・ブランチを設け対処している。また各メニュー内に「前メニューへ」というサブ・ブランチがあるが、これもフィードバック用である。

最後に、v) のフェーズ 2 の支援機能について説明する。要素レベルでの一致、不一致の検討は、「確認・表示」の中の「要素一覧」の下位ブランチの「複数」を選択することによって可能である。「関係データ行列」レベルでの検討は、要素レベルで一致した場合になれる。「関係データ行列」とは、要素間の関係の有・無を“1”と“0”で表示したものである。「関係データ行列」の下位ブランチにある「複数」とは、複数の人の「関係データ行列」を重ね合せることによって関係認識の違いを表示するものである。例えば、2人の場合には重ね合せの結果、0あるいは2となっている所は、ともに0かともに1かであり、一致している所を示している。それが1ならば、一方が1で他方が0であるから、食い違っている所であることを示している。階層構造図レベルでもやはり「複数」を選択すれば、構造図が同時表示されてくる。これも具体的な表示画面は次項で示す。

認識図の合成に関しては、まず、「関係データ行列」の下位ブランチの「合成確認」を選択する。そうすれば、まず要素リストが合成され、番号の付け替えがなされた後、拡大関係データ行列が表示されてくる。当然、その内には要素間の関係が比較されていない部分がある。この部分の一対比較を経て合成階層構造図が求まる。これについては、次項ならびに4. の(2) の事例の所でさらに詳しく説明する。

## (2) マルチウィンドウ化と運用系

ISM 法のコンピュータ化システムとしては、前述したように既にいくつか開発されてきている。本研究では、一般市民の参加をも前提に、図-1 に示した 2 フェーズでの支援を考え、基本的には、図-3 のメニューに示した機能を持つシステムを開発した。このシステムは、さらに、少なくともフェーズ 1 では、参加者自身が運用することを前提としている。そのため、図-3 のメニューを含め、必要な情報・指示を、常にモニターに表示しておけるマルチウィンドウ化を採用した。本項では、基本画面を使用して、マルチウィンドウ化された本支援シス

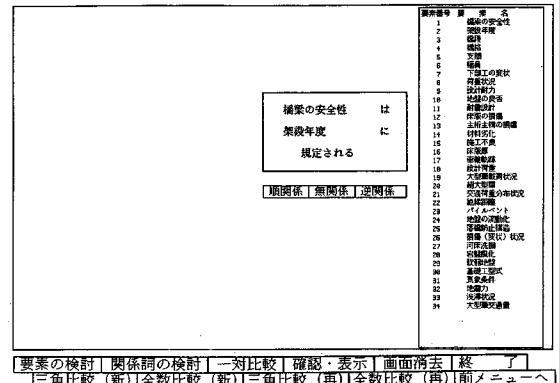


図-4 一対比較画面例

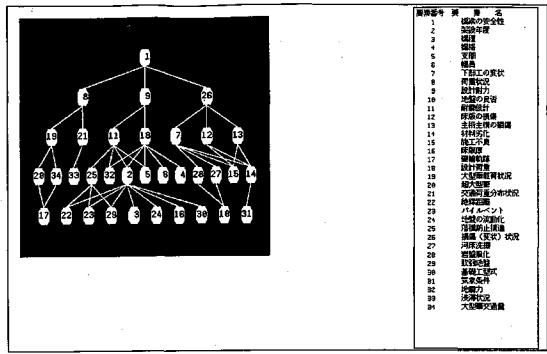
テムの概要と運用系について説明する。

図-4 は、要素の一対比較画面を示している。この画面には、下方ウィンドウに“メニュー”が 2 段、右端ウィンドウに“要素リスト”が、中央上ウィンドウに“一対比較文”が、その下方ウィンドウに比較結果の“入力メニュー”が表示されている。この画面を用いて、図-2 の要素の抽出から一対比較のステップまでを概説する。

まず、起動時画面には、下方ウィンドウに“メニュー”的 1 段目のみが表示されている。ブレーン・ストーミングなどによって抽出された「要素」は、このメニューの先頭の「要素の検討」を選択することによって登録される。具体的には、これを選択すると、図-3 のメニューに示したように、このブランチの下にあるサブ・ブランチが 2 段目に表示され、その「要素入力」を選択し、日本語フルスクリーンエディタを援用して、ファイルを作成する要領で登録していく。それを終了すると、「前メニューへ」で 1 段目に戻り、次に、「関係詞の検討」を選択する。ここでも、サブ・ブランチのメニューが 2 段目に表示されるが、リストのなかから“規定される”を選定したことのみを述べて、先に進む。

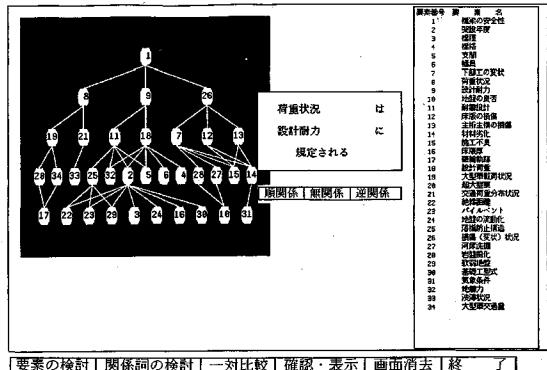
同様にして、次に、「一対比較」を選択する。図-3 に示したサブ・ブランチが、この画面の 2 段目に示されていることを確認して欲しい。ここでは、「三角比較(新)」を選択したとして、さらに説明する。これを選択し、要素リストのファイル名を指定すると、まず、右端ウィンドウに“要素リスト”が表示され、続いて、中央ウィンドウに“一対比較文”と結果の“入力メニュー”が表示されてくる。図-4 の画面は、この段階のもので、第一番目と第二番目の要素間の“一対比較文”が中央に表示されている。

結果の入力は、第一番目の要素が第二番目のものに規定されていると思えば、メニューの「順関係」を、逆と思えば「逆関係」を、関係ないと思えば「無関係」を選択すればよい。この入力が済めば、第一番目と第三番目というように、自動的に“一対比較文”が表示されてく



要素の検討 | 関係詞の検討 | 一対比較 | 確認・表示 | 画面消去 | 終了 |  
要素一覧 | 関係データ行列 | 階層構造図 | 前メニューへ |  
単独表示 | 複数表示 | 前メニューへ

図-5 階層構造図表示例



要素の検討 | 関係詞の検討 | 一対比較 | 確認・表示 | 画面消去 | 終了 |  
三角比較(新) | 全数比較(新) | 三角比較(再) | 全数比較(再) | 前メニューへ |  
全て | 追加分 | 前メニューへ

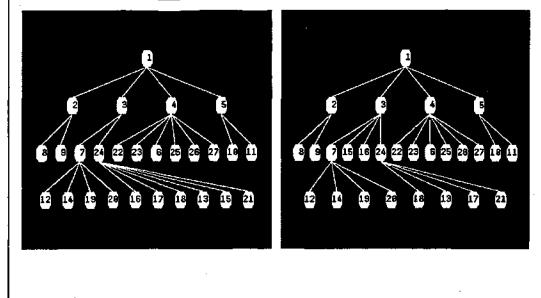
図-6 再一対比較画面例

る。三角比較を選択した場合には、このように双方向で判断するので、比較回数は、要素の総数を  $n$  とすれば、 $n(n-1)/2$  となる。

この入力が全て終了すれば、1/0 からなる「関係データ行列」が作成され、さらに、ISM 法のアルゴリズムによって、「階層構造図」の表示に必要なデータが生成される。次に、図-5 の画面を用いて、「階層構造図」の表示と検討のステップについて説明する。

この画面には、下方に 3 段の「メニュー」があり、右端に「要素リスト」があり、中央に「階層構造図」が表示されている。一対比較が全て終了した後に、1 段目のメニューで「確認表示」を選択し、次にその下で「階層構造図」を選択すれば、さらにその下に 3 段目のメニューが表示されてくる。そこで、「単独表示」を選択した結果が、図-5 の画面である。

使用者は、この階層構造図を要素リストを参照しながら、この構造図が言わんとしていることを検討するとともに、自己の問題認識を批判的に眺め直すことが可能となる。その結果、要素を追加したり、削除したり、あるいは要素間の関係を再検討したりして、より納得のいく構造図に仕上げて行く。図-6 は、その一例で、マルチ



要素の検討 | 関係詞の検討 | 一対比較 | 確認・表示 | 画面消去 | 終了 |  
要素一覧 | 関係データ行列 | 階層構造図 | 前メニューへ |  
単独表示 | 複数表示 | 前メニューへ

図-7 階層構造図比較画面例

ウィンドウ機能の利点を活用して、階層構造図と要素リストを同時に眺めながら、一対比較を再実行している画面である。この運用系は、図-5 の状態で、「前メニューへ」を選択し、1段目に戻り、「画面消去」を選択せず、画面を表示したままの状態で「一対比較」を、2段目で「三角比較(再)」を、3段目で「全て」を選択した場合である。

以上は、図-1 で言えば、主にフェーズ 1 での支援機能に関連する部分である。最後に、フェーズ 2 での支援画面について説明する。

図-7 は、階層構造図レベルでの一致点・相違点の比較のための画面で、3段目のメニューの「複数表示」に対応している。これは、二人の要素リストの共通性を確認した後、それぞれの階層構造図の一致点・相違点を検討するために、それらの同時表示を求めている場合である。この図を比較すれば、要素番号 15, 16, 24 に関する関係の認識に相違があることがわかる。しかし、その相違レベルは、この部分についての一対比較を再実行すれば、簡単に解消できそうなものであることが、この画面によって容易に推測されるだろう。

一方、図-8 は、二つの階層構造図の合成のための作業画面である。これは、「確認表示」→「関係データ行列」→「合成確認」というメニュー操作でなされる。もう少し詳しく述べれば、この操作で、まず、合成の対象となるファイル名の入力が要請され、次に、共通要素名の指定が要求される。これらの入力が済むと、番号を付け替え、合成した要素リストと、拡大され、合成された「関係データ行列」が表示されてくる。この画面の左ウィンドウの行列がそれである。この行列には、既に一対比較が済み、関係が記入されている部分と、要素リストの拡張によって、一対比較が成されていない部分がある。この画面で「9」と表示されている部分がそれである。画面中央のウィンドウは、その部分に関する「一対比較文」である。それらの一対比較を行い、前述した方式で入力

表-1 ダムの定性的評価要素<sup>10)</sup>

図-8 行列合成のための一対比較画面例

外評 総	腐食状態	主脚柱 スキンプレート 縦横補助脚柱間トラス
	その他の外観状態	漏水 溜水 塵芥 局所的変形
合 評 値 操 作 性 価	振動	
	片吊り	
評 値 環 境 そ の 他 の 価	水質、流（堆）砂量 鉄砲水 下流域への影響 管理者の心理、信頼度 過去のトラブル 長期計画、取替え順位	
	40年未満 以上	

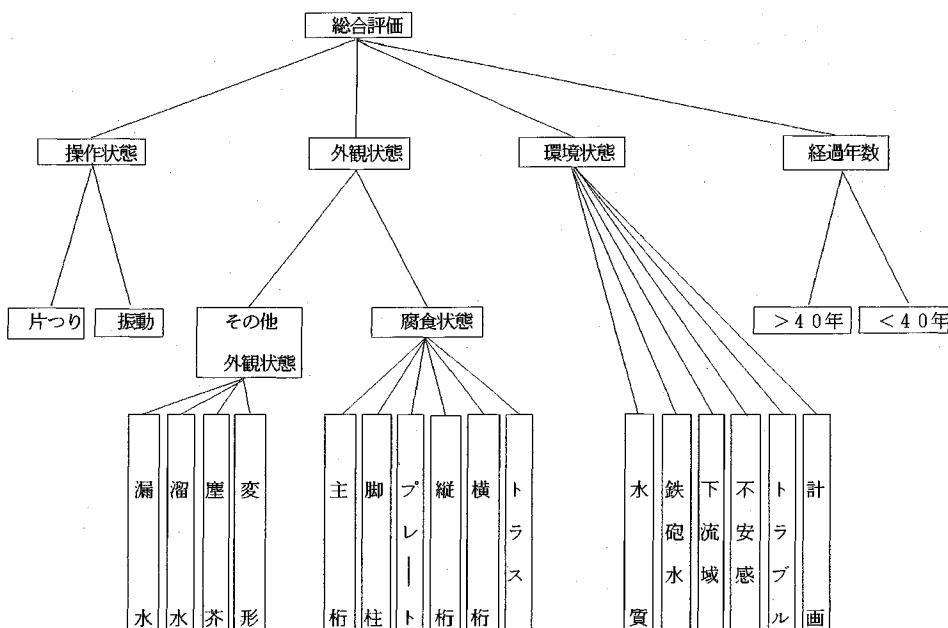


図-9 ダム評価のための階層構造図<sup>10</sup>

が終了した段階で、合成された階層構造図が求まる。その表示方法は、前に説明したのと同じである。

以上が、メニューで用意した機能をマルチウインドウ化によってさらに強化した本支援システムの基本部分の概説である。なお、メニューの選択は、マウスでの指示による。また、図-3に対応して、親一子一孫という3段階のメニュー構成になっているが、現在の作業目的を明確にするために、選定されたメニュー項目は、赤に変わるようにしてある。

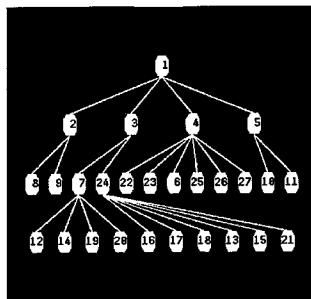
#### 4 支援システムの適用事例と考察

### (1) AHP 法の事例階層構造図の再現

AHP 法は、問題ないしは評価構造の階層構造図をもつ

とに、代替案の数値的評価を行う方法で、わが国でも近年、多くの適用研究が報告されている<sup>9)</sup>。この方法論も、出発点は、「要素」の抽出と「関係」の識別による「階層構造図」の作成にある。この図の作成のためには、多くの人々の意見を総合化するのが望ましい。しかし、AHP法の事例研究では、このプロセスについてはあまり詳しくは触れられていない。著者らは、寺野氏らが長年研究・開発してこられた「ダムゲートの寿命診断エキスパートシステム」のなかで報告されている「階層構造図」を使用させてもらって、本支援システムによるその作成を試みる。

表-1は、寺野氏らの論文<sup>10)</sup>で使用されている要素とそのフレームである。また、図-9がその階層構造図で



要素番号	要素名
1	総合評価
2	開通状況
3	外観状況
4	道路状況
5	車両走行数
6	トラブル
7	その他の外観状況
8	走行
9	駆動
10	40年未満
11	40年以上
12	駆動
13	運行
14	運水
15	横行
16	止ま
17	駆走
18	ブレード
19	魔が
20	トラス
21	下流域
22	不安定
23	走行状況
24	走行
25	水質
26	鉄道水
27	走行

図-10 AHP 図再現画面

ある。われわれは、2. の(1)の①、②で述べたように、問題認識構造の図解をするに際して、要素抽出のための枠組みや、関係の直・間の区別を必要とせず、部分的な判断でよいような、参加主体にやさしい支援システムの開発が目的であるとした。ここでは、この特性を示すために、出来るだけ緩やかな条件で、図-9の階層図を再現することを試みる。

まず、このような目的を背景に、ここで設定した条件について説明する。要素の抽出は、図-1、図-2に示したように、ブレーンストーミングなどで自由な発想でなされ、組織立った方法や枠組みを必要としない。さらにいえば、組織立った方法や枠組みなどは、自由な発想を阻害し、われわれ人間に常に見られる思い込みの罠にさえ導く。ここでは、自由な発想による要素の抽出という形式を、表-1からランダムに要素を抽出し、登録することで代用する。また、関係の識別に関しては、直接・間接の区別を必要とせず、一対比較による部分的判断でよいとしてきた。ここでは、図-9の再現という目的から、そこに示されている直接的関係は最低限必要であるが、それに加えて、この図から判断される間接的関係もランダムに幾つか加えることで、このことを代用する。

このような条件で、本システムを適用し、作成した階層構造図が、図-10に示す画面である。この画面の要素リスト内の要素名のいくつかは簡略化してある。この階層構造図は、図-9の図と全く同じであり、参加主体にとってかなり緩やかな条件の下で、このような実用的な階層構造図が作成可能なことがわかる。

なお、図-11は、階層構造図表示に際して、辺の交差を解消するアルゴリズムを使用しなかった場合の図である。こちらでは、辺の交差数は27個あるが、アルゴリズムを使用した場合は、0となり見やすい図が得られていることもわかる。これも本システムが、ユーザフレンドリーになっているところである。このアルゴリズム<sup>20)</sup>は、非常に簡単なもので、計算時間の差はほとんどないことも付記しておく。

## (2) 認識図の合成プロセスの支援事例

北陸地方は、いわゆる豪雪地帯ではなく、雪は多く降

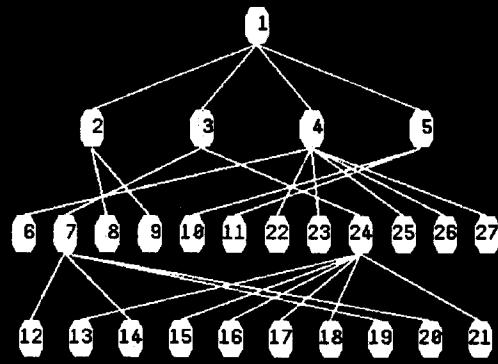


図-11 交差改善アルゴリズムを適用していない場合の出力図

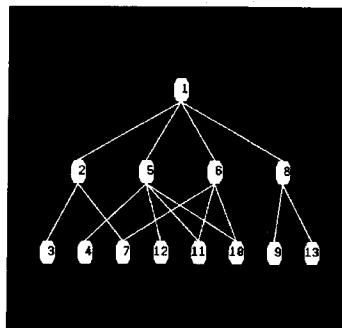
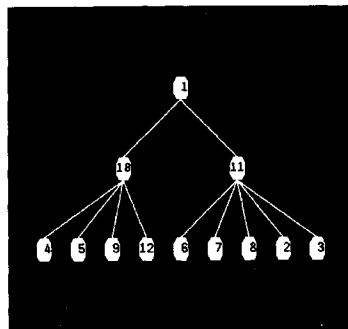


図-12 行政側の当初認識を表す階層図と要素表

る年もあるし、ほとんど降らない年もある。そのためもあって、官民の協力の下で、機械除雪と人力除雪による分担除雪体制がとられている。行政側は、毎年、住民側とも協議し、除雪計画書を作成し、機械除雪を実施する道路と除雪実施条件を公表し、公平で、合理的な除雪を目指している<sup>28)</sup>。

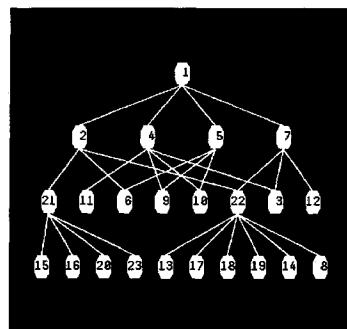
住民側の意見は、一部は協議会に参加し、直接表明されるが、他に「要望書」や「苦情」として表明されるものもある。特に、「自分の近所の道路について、機械除雪の対象道路に昇格してほしい」という要望が、毎年出される。行政側は、この要望に対処するために、公平で、合理的な除雪計画という観点より、機械除雪を実施する道路と、住民側での除雪を期待する道路とを区別する判断基準を明確にしておく必要がある。そこで、この問題に対して、本支援システムを適用し、行政側がこの基準を明確にする作業の支援を考える。

まず、著者らは、行政側の担当者に、この問題に関する簡単なヒアリングを行い、「要素」を抽出し、その間の「関係」を一対比較で判断し、図-12に示すような



要素番号	要素名
1	道路除雪要望書
2	通勤路
3	通学路
4	避難路
5	消防栓
6	病院
7	公共交通
8	ゴミ捨て場
9	消防車進入路
10	防災的的道路特性
11	生活道路特性
12	雪捨て場

図-13 住民側の認識を表す階層図と要素表



要素番号	要素名
1	道路除雪要望書
2	通勤路
3	通学路
4	避難路
5	消防栓
6	病院
7	公共交通
8	ゴミ捨て場
9	消防車進入路
10	防災的的道路特性
11	生活道路特性
12	雪捨て場

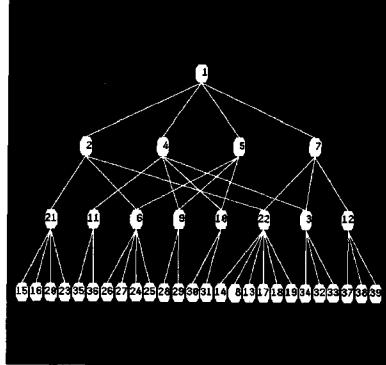
図-14 合成後の認識を表す階層図と要素表

階層構造図を作成した。なお以下の画面では、「階層構造図」と「要素リスト」のみを提示する。この図では、道路の除雪順位は、大きくは、レベル2に位置する②住民の要望、⑤一般道路機能、⑥積雪量、⑧市管轄の幹線道に着目して決定されるが、それぞれの中身は、レベル3に示されている要素を考慮して判断される、としている。ここで、②住民の要望を考慮するとあるが、その中身は、レベル3の③道路除雪要望書とされている。そこで、次に、住民側からの「道路除雪要望書」をもとに、同様の作業を実施し、図-13に示すような階層構造図を作成した。この図からは、要望理由は、大きくは、レベル2にある⑩の防災的的道路特性と⑪の生活道路特性を根拠とし、それから迅速な機械除雪が必要であるとするもので、その判断は、レベル3にある要素を具体的に検討して行って欲しいということであろう。以上が図-1のフェーズ1に当たる。

図-12と図-13は、「道路除雪要望書」を共通項とするもので、この要素を介して統合化することによって、住民側の合意の得やすい、より具体的で、より合理的な認識図が作成できる可能性がある。そこで、フェーズ2の実験の一つとしてこの二つの階層構造図の合成を考えてみる。

このプロセスは、前節で述べた「合成確認」メニューによって支援できる。実は、前節で用いた図-8の画面は、図-12と図-13の要素リストと階層構造図の合成作業の初期状態のものである。即ち、図-12では要素数は13個、図-13では12個あり、共通要素は、「道路除雪要望書」のみである。これを指定し、作成したのが図-8で、前半に行政側の要素群が、後半に住民側の要素が並び、1から24と番号が変更され、要素リスト、関係データ行列が表示されてきている。

図-14は、この合成作業で作成された階層構造図を検討し、「住民の要望」は「道路除雪要望書」として具体的に提出されるものであることを考慮して、後者を要素リストから削除し、再構成したものである。この図を検討すれば、4階層で展開されている部分と、3階層で



要素番号	要素名
1	道路除雪要望書
2	通勤路
3	通学路
4	避難路
5	消防栓
6	病院
7	公共交通
8	ゴミ捨て場
9	消防車進入路
10	防災的的道路特性
11	生活道路特性
12	雪捨て場
13	山開拓
14	市管轄
15	雪被り
16	1 %未満
17	1 %以上
18	3 %
19	5 %
20	10 %
21	第一種
22	第二種
23	第三種
24	軽便
25	橋
26	隧道
27	山開拓
28	1.6 m以上
29	1.6 m未満
30	5 m以上
31	5 m未満
32	3 m以上
33	3 m未満
34	2 m以上
35	2 m未満
36	1.6 m以上
37	1.6 m未満
38	0.5 m以上
39	0.5 m未満

図-15 行政側の合理的基準を表す階層図と要素表

止まっている部分があることがわかる。これらの部分についても、さらに具体化できれば、さらに、合理的に基準を説明するための認識図が求まるだろう。図-15は、このような考え方の下で、さらに要素を追加し、一对比較を繰り返し作成した階層構造図の例である。ここでは、レベル4の要素の数が増加した為、自動的に表示ウィンドウが拡大している。この図は、道路の除雪順位が、大きくは、レベル2にある4つの視点から決定されるものであり、その各々は、レベル3にある項目によって定義され、さらに、それらは、レベル4にある要素によって具体的に評価されることを示している。例えば、行政側は、「住民の要望は、道路の防災上の特性と生活道路としての特性を評価して、その結果にしたがって反映させる。そして、その各項目の評価は、レベル4にある要素を具体的に検討して、公平な判断をしたい。これら以外にも要素があれば提案してほしい」という形で、住民側とさらに協議することになる。

## 5. あとがき

本論文では、参加型の問題解決システムの支援システムとして、ISM法を中心とするマルチウィンドウ型のシステム開発と、その基本特性を検討するための二つの事例研究について報告した。このシステムでは、

- i) 一般の市民にも、比較的簡単に使用できる。
- ii) 比較的ゆるやかな条件の下で、自己の認識の階層構造図化ができる。
- iii) 自己の認識の明確化に加え、他の主体との討議の支援にも有効な機能をもっている。

等を目標として、図-3のメニューに示した諸機能を開発するとともに、マルチウィンドウ機能による操作性の向上を試みた。

これらの機能を実証するために、二つの事例研究を行った。まず、上の i), ii) の実証として、参加型問題解決システムの一つと考えられる AHP 法で実際に使用されている階層構造図の作成を対象に、作成者の負担をできるだけ少なくした条件の下で、本支援システムによる再構成を試みた。そして、要素の抽出はランダムになされても、また、関係の識別に際して、直接・間接の区別がなされなくとも、再現が可能であることを示した。さらに、本システムで採用した図解表示のための簡易アルゴリズムが、実用的には十分に見やすい図表示機能を有しており、本システムがこの面でもユーザフレンドリーとなっていることも示した。次に、iii) の機能の実証として、行政側が、住民側の要望に公平で、かつ合理的に対応するために、自己の認識図に、住民側からの要望書を予め組み入れ、認識図を拡張していくプロセスを、本システムのメニューを使用して実行した。ここでも、より具体的な、より一般的な認識図が獲得できることを示した。この事例では、要望書をもとに、図-1でいえば、フェーズ 1 で住民側の意見を取り入れるという形で実行した。これは、要望書の図解を住民側が作成したものとすれば、フェーズ 2 での支援事例とも考えられるだろう。

このように、本支援システムは、参加型の問題解決システムにおいて、参加者各自の認識の明確化（フェーズ 1）でも、他の参加者との間での討議（フェーズ 2）での支援にも有効な基本的機能をいくつか備えていることが示せた。少なくとも、推移律が成立するような、主張の構造化や、評価構造の明確化には有効であることが示せた。しかし、これらの事例は疑似的な実行であり、特にフェーズ 2 での機能と支援法については、実際の場面での運用事例を通じて、さらに改良していく必要があるだろうし、利用者に対して、何に着目して基本実習を実行しておく必要があるかも検討しなければならないだろう。これらの点は今後研究するとして、ISM 法を使用していることからくる制約を如何にして少なくし、取り扱える対象領域を拡大化できるかが大きな課題である。即ち、ISM 法では、「関係詞」を設定し、その視点での「関係」の識別がなされ、その間で成立する推移律を基に、直接的な関係のみによる構造化がなされる。推移律が成立しない問題の取扱いは別に置くとして、そのよう

な視点が統一されておれば、本システムは、支援システムとしてかなり有効であろう。しかし、それは、参加者各自で異なるのが普通であり、また、同一人でも、幾つかの視点を持っている。本支援システムでは、「関係詞」を明示した上で、複数の階層構造図を作成し、それらを共通の土俵として討議することで、この問題に対処することになるが、これも今後の大きな課題であると考えている。

#### 参考文献

- 1) 川喜田二郎：KJ 法，中公新書，1972.
- 2) 川喜田二郎・牧島信一編：問題解決学—KJ 法ワークブック，講談社，1974.
- 3) R. Axelrod ed. : Structure of Decision : The Cognitive Maps of Political Elites, Princeton Univ. Press, 1976.
- 4) 山本 谷：認知構造図、オペレーションズ・リサーチ, 24-8, 462-470, 1979.
- 5) Warfield, J.N. : Binary Matrices in System Modeling, IEEE. SMC-3, No.5, 441-449, 1973.
- 6) Warfield, J.N. : Toward Interpretation of Complex Structural Models, IEEE. SMC-4, NO.5, 405-417, 1974.
- 7) 春名宏一・薦田憲久：構造の感度解析法 (SSA) の提案, 電気学会論文誌C, 99-8, 185-192, 1979.
- 8) Saaty, T.L. : The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, 1980.
- 9) 刀根 薫・眞鍋龍太郎編：AHP 事例集, 日科技連, 1990.
- 10) 寺野隆雄・篠原靖志・松井正一・中村秀治・松浦真一：ダムゲート診断エキスパート・システムと AHP, オペレーションズ・リサーチ, 31-8, 500-504, 1986.
- 11) Friend, J.K. and Jessop, W.P. : Local Government and Strategic Choice : An Operational Research Approach to the Processes of Public Planning, Second Edition, Pergamon Press, Oxford, 1977.
- 12) 中川 大・天野光三・戸田常一：公共交通網計画への AIDA 手法の適用, 土木計画学研究・講演集 9, 1986.
- 13) 中川 大・武林雅衛：オプションバー基準を用いた AIDA による計画代替案の作成, 土木計画学研究・論文集, No. 6, 1988.
- 14) Farris, R.D. : System Structure Identification and Worth Assessment for Decision Analysis by Interpretive Structural Modeling, PhD dissertation, Sothern Methodist University, 1974.
- 15) Lendaris, G.G. : On the Human Aspects in Structural Modeling, Technological Forecasting and Social Changes 14, 329-351, 1979.
- 16) House, R.W. : Application of ISM in Brazil's alcohol fuel program, IEEE, SMC-9, pp.379~381, 1979.
- 17) Langhorst, F.E. : Structural Modeling Graphics System for Design, PhD dissertation, School of Mechanical Engineering, Purdue University, W. Lafayette, Ind., 1977.
- 18) 木俣 昇：視覚型、対話型情報処理システム、VISMS の開発について, 金沢大学工学部紀要, 13-1, 9-18, 1980.
- 19) 木俣 昇：社会的計画システムのための視覚型、対話型情報処理システムに関する基礎的研究, 土木学会論文報告集, 295, 93-102, 1980.

- 20) 木俣 昇・竹村哲：代替案評価のための階層構造図作成 支援システムに関する基礎的研究，土木情報システムシンポジウム論文集，15，143-150，1990。
- 21) 小間井孝吉・木俣 昇・小堀為雄：維持・管理計画のための橋梁評価システムに関する基礎的研究，土木学会論文集，No.428，I-15，137-146，1991。
- 22) Sugiyama, K., Tagawa, S. and Toda, M. : Methods for Visual Understanding of Hierarchical System Structures, IEEE. SMC-11, NO.2, 109-125, 1981.
- 23) 田崎：あいまい理論による社会システムの構造化，数理科学，No.191, 54-66, 1979.
- 24) 駒谷・福田：二項関係の強さを考慮した構造化手法—Revised ISM—，電気学会論文誌C, 101-5, 113-120, 1980.
- 25) Warfield, J.N. : Crossing theory and hierarchy mapping, IEEE. SMC-7, No.7, 505-523, 1977.
- 26) Nakamori,Y. : Development and Application of an Interactive Modeling Support System, Prep. 10th IFAC World Congress, Vol.7, 316-321, 1987.
- 27) 関根泰次：数理計画法，岩波書店，1976。
- 28) 金沢市道路除雪計画書，金沢市土木部，1990.

(1991.6.14受付)

## DEVELOPMENT OF MULTI-WINDOW STYLE SUPPORTING SYSTEM FOR RECOGNITION OF SOCIETAL PROBLEM BASED ON ISM

Noboru KIMATA and Akira TAKEMURA

In this paper a multi-window style supporting system is proposed to reach a better solution based on clear recognition of complex societal problems. The problem solving process consists of two subprocesses; in the first subprocess each of participants develops his or her own recognition, and in the second one they reach a wider and clearer recognition through communication. The supporting system is developed by enriching ISM with a menu and multi-window system and by adding communicative function. It supports participants in each subprocess. Two applications of this system are to be also demonstrated.