

## 自由対話系の話題管理方式

高野 啓, 佐々木 泰, 高田 正之, 小谷 善行, 西村 恕彦

東京農工大学工学部数理情報工学科

ユーザとの間で対話を用いる知識処理システムでは、そこで行なう話題の構造を認識することと、ユーザの発話行為への対応が課題になる。

本報告では、自由対話系における話題管理機構、およびそれを実現する知識記述について述べる。

我々は、談話構造および話題推移の分野独立なモデルを立て、それに基づいて対話のための知識（対話知識）と話題管理機構を設計した。対話知識は、ものごとを一般的に記述する典型知識と、談話構造に基づいて、話題の順序を規定し話題推移を制御する管理知識からなる。

管理知識は、自由対話系だけでなく、目的指向の対話を行なうシステムにも有効である。

## A Method of Topic Management for a Dialog System

Akira TAKANO , Yasushi SASAKI , Masayuki TAKATA , Yoshiyuki KOTANI , Hirohiko NISIMURA

Department of Information Science

Tokyo University of Agriculture and Technology

2-24-16, Nakamachi, Koganei-shi, Tokyo, 184, Japan

It is an important problem for knowledge-based interactive systems to recognize the structure of topics and to correspond user's speech action.

This paper discusses a topic management mechanism for a dialog system and its knowledge description.

We designed a topic management mechanism and dialogic knowledge(DK) based on a model of domain-independent discourse structures and topic transition. DK consist of a Typical Knowledge which describes things universally, and Managing Knowledge which based on a discourse structures, regulating topics order, and watching topic movements.

Managing Knowledge is effective for not only free dialog systems but also for a dialog system which performs dialogs with some purposes.

## 1. はじめに

通常行なわれる話題には、ある種の階層構造があることが知られている。対話中、話題は基本的にその構造に沿って推移する。

ユーザとの間で自然言語による対話を行なうシステムにおいて、有意義な対話を行なうためには、次に挙げる(1)～(4)に対する考慮が必要<sup>[1]</sup>であり、これらについていくつかの報告がなされている。<sup>[2][3][4][5]</sup>

- (1) 現在行なっている話題の構造的な認識と、話題の推移状態を管理する機構
- (2) ユーザの発話行為に対応し、対話のイニシアチブをユーザとシステムの間で共有する。
- (3) 適切な話題を選択する。
- (4) 状況に基づく意味の理解<sup>[6]</sup>

我々は上記のうち、(1)および(2)の実現を主眼として、分野独立な談話構造と話題推移モデルを設定し、それに基づく話題管理機構<sup>[7]</sup>を設計した。本報告では、この話題管理機構について述べる。我々は現在フレーム表現による知識記述形式について考察しているが、この形式に基づいて構築した知識ベース(「物語知識ベース」<sup>[8][9][10]</sup>)を用いる自由対話系に話題管理機構を適用し、その有効性を検討した。

管理機構の中心はメタレベルの知識(管理知識)であり、これが物語知識ベースにおいてものごとの概念を表す実体領域(3. で述べる。)の知識を話題として構造化し、対話に利用する枠組みを提供する。

管理機構は、「対話知識」(5. で述べる「典型知識」および6. で述べる「管理知識」からなる。)と、話題の推移状況を記録する「一時記憶」を用いて、対話系の話題管理を行なう。

また、対話中にシステムにとって未知の話題が提示されたときは、これに対応するための管理知識を作成する。

## 2. 談話構造モデル

1. で述べたように話題にはある種の階層構造があり、対話は、副話題の入れ子構造を持って進むことが知られている。また、ときに入れ子が破られることも観察されている。<sup>[11]</sup>

この構造を、内容と時間的な順序によって記述し、図1のような木として表現する。各ノードが発話内容であり、対話はその構造に沿って図の円内数字の順に左から右へトップダウンに進む。話題が転換するとき、つまりさきに述べた「入れ子を破ること」とは、木の途中から別の木へ移行することにはかならない。

また、対話中には、次に相手が話すこと、自分が次に以降に話すことをある程度予想する。木構造はこのことに対応し、今後予定する発話内容として、次の深さ

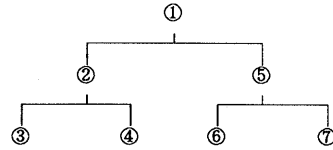


図1 話題の基本的な構造「話題木」  
(円内数字は発話順を示す。)

のものを揃える。例えば、図1では、①の次の発話として、②、⑤を順に予定する。

こうした構造を「話題木」と呼ぶ。話題木は、時間的順序と内容によって階層化した、副話題の集合体である。

さらに、ある話題には、時間的な順序によらず、内容的にだけ関連がある副話題が存在する。これらは話題木の集合(話題グループ)として表わすことができる。それぞれの話題木は、相互に関連話題として用いることができる。話題の転換についても、同じグループ内の別の話題木への移行は、別グループへの移行とは性質が異なるものとすべきであろう。話題グループは、この区別を明確にする。

以上のような構造モデルに基づいて、これを知識記述し、管理知識として実現した。

## 3. 知識ベースの構成

図2に本システムの知識ベースを構成するそれぞれの知識のつながりを示す。実線は呼び出し、二重線は継承、点線は包含を、それぞれ示す。

それぞれの領域に記述する知識は(1)～(4)のようである。

(3)の実体領域の一部は5. で述べる「典型知識」となり、1. で述べたように(4)の管理知識とあわせて対話知識を構成する。管理知識については6. で詳しく述べる。

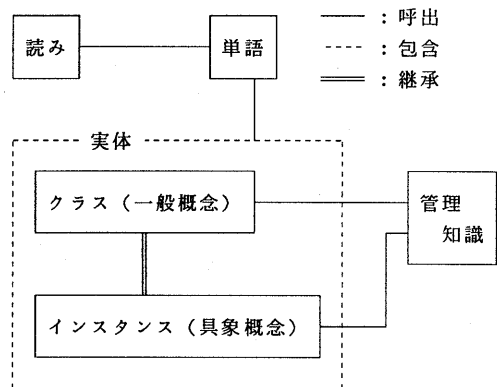


図2 知識ベースの構成

- (1) 読み領域：文字列を表わす。
- (2) 単語領域：それぞれの単語の言語的知識を表わす。
- (3) 実体領域：ものごとの概念そのものを表わす。  
「クラス」は一般概念、インスタンスは個々の具体的なものごとを示し、インスタンスはクラスの属性を継承する。
- (4) 管理知識：実体領域にある知識を対話に利用するための知識。

クラスは、サ変名詞を含む用言の表層格とフレームの属性（すなわち、スロット）との対応記述、加えて属性の値の制約を記述する。図3に記述例を示す。4.で述べるフレーム生成と文生成ではこのようなクラスの内容を参照しつつ、日本語文とフレーム表現の変換を実行する。なお、表層格は、<sup>[12]</sup>に基づいて整備した。

実行く	
行為者	require 格（が格，人間名詞）
起点	require 格（から格，場所名詞）
終点	require 格（に格，場所名詞）

図3 スロットと表層格の対応記述の形式

#### 4. 自由対話系の構成

知識ベースを含む自由対話系の構成を図4に示す。自由対話系は、フレーム生成部、話題管理部、文生成部の三つのモジュールからなる。ほかに、ユーザの発話予想およびシステムの発話予定、保留話題、関連

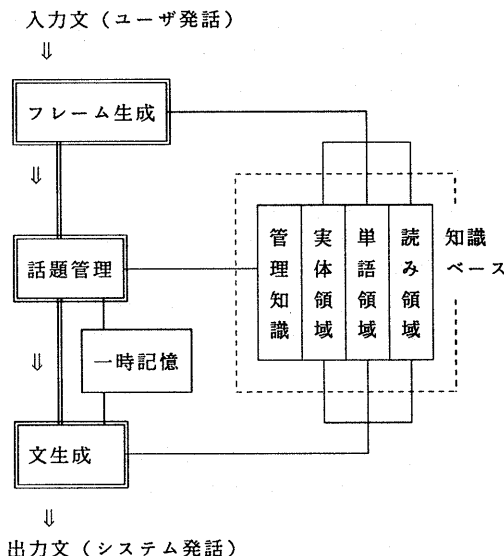


図4 自由対話系の構成

話題を記録する「一時記憶」がある。以下、各モジュールについて述べる。

#### 4. 1 フレーム生成部

システムへの入力漢字仮名混じり、単語分かち書き入力である。

フレーム生成部は、読み、単語、実体領域の知識を参照しつつ、入力文をフレーム表現に変換し、知識ベース（実体領域内のインスタンス領域）に格納する。変換には、図3に示したクラスの内容が中心的な役割を果たす。

変換は、MAL (Machine Acceptable Language <sup>[13]</sup>) の考えに基づき、次の両者を原則として行なう。

- ① 連用修飾句は、最も近い用言句に係る。
- ② 連体修飾句は、最も近い体言に係る。

#### 4. 2 話題管理部

システムの発話方略を決定する、中心的なモジュールである。この役割は、次の3段階に分かれる。

- (1) ユーザ発話の管理知識を求める。  
フレーム生成部で作成した入力文のフレーム表現に対応する管理知識を検索、あるいは作成する。
- (2) 話題推移状態を判断する。  
それまでに話していた話題の談話構造に基づいて次のユーザ発話としてシステムが想定していた話題（7.の一時記憶に記録）と、(1)で求めた管理知識を照合し、話題推移状態を判断する。
- (3) システム発話の管理知識を求める。  
(2)の結果にしたがってシステム発話のためのフレームを選択する。

#### 4. 3 文生成部

システム発話を示すフレームを日本語文に変換し、出力する。変換の際にはフレーム生成部と同様、読み、単語、実体領域を参照する。このときもクラスの内容を参照し、フレーム生成部とは逆に属性値を表層格に変換する。

#### 5. 典型知識

知識ベースは、さきに述べたようにフレーム表現によって記述している。クラスは単語の一般概念を記述し、末端のインスタンスおよびそのネットワークは実際のものごとを記述する。当然、クラスの記述領域は広く、インスタンスのそれは狭い。フレーム表現は、ako-example 階層による属性の継承と、値の制約条件を示す require フェアセットによって、フレームの記述領域を規定できた。これによれば、階層の中位（サブクラス）の領域に、ある特定の領域だけに対応する知

識を記述できる。図5は、このことによって、行為者属性と対象属性の値を、それぞれ(ある人間)→(ある学生)→高野、(何か)→(ある学会)→情処学会のように具体化した例である。図5においては、階層の中央にある参加\_1\_フレームがサブクラスにあたる。

さらに、このようなフレームの集合によって、あるイベントに関連する一連の動作を一般的に記述できる。

このようなフレーム群を「典型知識」として発話内容の一般的な記述に用いる。典型知識の一つのまとまりがシステムが持つ一つの「話題」となる。これに属するフレーム群はそれぞれの概念階層にしたがって実体領域に散在し、6. で述べる管理知識がこれらに一つの話題としての構造を定義する。フレーム群中の個々のフレーム、あるいはその下位概念のフレームが実際の発話内容となる。

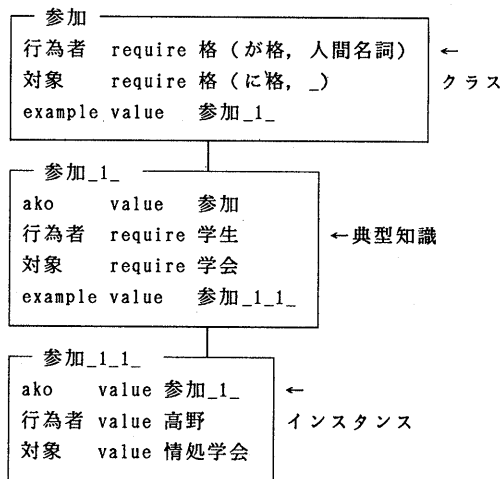


図5 典型知識

## 6. 管理知識と一時記憶

管理知識は、典型知識を中心とする実体領域の知識を対話に用いるための環境を提供するメタ知識である。2. で述べた談話構造モデルに基づいて談話構造を記述する。さらに、実体領域の知識に発話状況を付与する役割を持つ。

実体領域は客観的な事実を表現する。例えば、「誰が山へ行ったか?」のフレーム表現は、図6(a)のようになる。これは文そのままのフレーム表現であり、話者は誰か、発話はいつ、どこでなされたかなど、文の発話状況を示す情報はない。

しかし、対話系として協動的に対話を進めるためには、発話に現われるユーザの意志や態度を尊重し、加えて発話状況を考慮する必要がある。管理知識は、発話状況に関する情報を持ち、それらをもって起動の条件とする。

図6(b)は、図6(a)に対応する管理知識である。「話者」「態度」「焦点」「時制」の各スロットは発話状況を示す。「話題」スロットは実体領域へのポイントであり、発話内容を示す。

管理知識の機能を次の①～④にまとめておく。

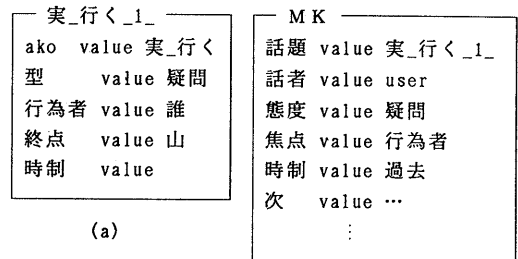


図6 「誰が山へ行くか?」のフレーム表現(a)とそれに対応する管理知識(b)

- ① 知識を話題として構造化する。
- ② 話題の構造に沿って対話が進むとき、あるいは話題が転換するときの対応規則を与える。
- ③ 発話状況を表現する。
- ④ 関連話題をまとめる。

これらを実現するために個々の管理知識が持つ属性を表1に示す。表1(a)は談話構造記述のためのものであり、表1(b)はその管理知識の発話状況を示し、特に「焦点」以外の各スロットは、発話がユーザのものであるときに知識の起動条件となるものである。

属性の値は、フレームなどの具体的な値のほかに、各種のデモン(その属性を参照、付加、削除したときに起動する手続き)を含む。

管理知識はその役割によって次の3種類がある。

- (1) 「典型類」  
システムに既得の話題を表現する。属する副話題を示すための「トップフレーム」を持つ。
- (2) 「定型類」  
あいさつなどの定型的で、しかも状況に応じた対応が必要なものについて、その対応を記述する。
- (3) 「獲得類」  
システムにとって未知の話題に対応する。

これらのうち典型類は、自由対話系だけでなく、質問応答系など、ある種の目的を持つ対話系にも有効である。

6. 2～6. 4でそれぞれについて述べる。

表1(a)は談話構造記述のための属性であるが、これらに記述してある値を記録し、話題の進行状態を管理

するための領域を設ける。これを一時記憶と呼ぶ。ここには、話題として使用待ちの、あるいは話題が転換するときに保留すべき、いくつかの管理知識を記録する。これについて6. 1で述べる。

表1 管理知識の属性  
(a) 談話構造記述に関するもの

属性名	値
次	次回以降に話す予定の話題リスト あるいはこれを規定する手続き
転換	話題の転換が起こったとき、 話題として保留する管理知識
group	話題のグループ名
has	関連話題のリスト

(b) 発話状況の表現に関するもの

属性名	値
話題	発話内容(実体領域のフレーム)
話者	発話者
態度	発話に反映する発話者の意図
時制	発話の時制
焦点	発話の焦点、主題

## 6. 1 一時記憶

一時記憶は、次の形式で実現する。表2に示す4種類がある。

```
name(argument).      name      : 記憶の種類
                      argument: 管理知識
                      (複数のときはリスト)
```

表2のそれぞれについて記す。

### (1) current

「次」にシステムが話す話題、ユーザが話しそうな話題の管理知識を示す。特に、ユーザ発話の予想のときは、実際に話された話題との照合に用いて、推移状態を判断する。

### (2) wait

話題として使用待ちの管理知識のリストである。使用する管理知識に次スロットがあるとき、その値をここに登録する。先頭から順に current に送って話題とする。

### (3) break

話題の転換によって保留されている管理知識のリストを示す。転換は、current にある管理知識と入力文から得た管理知識との照合に失敗したときに起こる。このとき、current の管理知識またはその転換スロットの値を先頭とし、wait の内容を残りとす

るリストを break に登録する。移行した話題の終了後に、break の内容を current と wait に戻すことよって、旧話題に復帰できる。

### (4) group

ある典型類の起動にともなって、典型類の名称と、トップフレームの has スロットの値すなわちグループに属する話題木のリストを登録する。使用中の話題グループの中で、他に使用可能な話題を関連話題として示す。wait が空になったときに、ここから current へ話題を送る。なお、使用した話題は削除する。

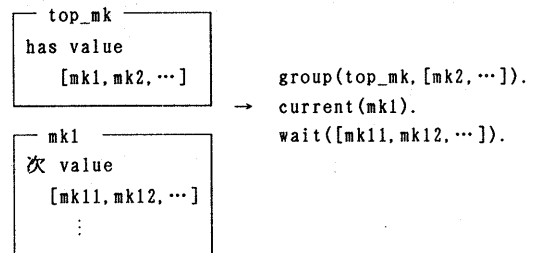
表2 一時記憶の種類

名称	内容
current	使用中の管理知識
wait	使用待ちの管理知識のリスト
break	話題の転換によって保留中の 管理知識のリスト
group	同じグループに属する話題のリスト

以下、各種の話題推移にともなう一時記憶の変化を示す。‘mk’は管理知識を示す。一時記憶の内容更新は、おもに話題管理部が行なうが、表1(b)に示したスロットを参照する際にもデモン起動によって記憶内容を操作する。

### (a) 典型類の起動時、副話題の呼び出し

トップフレームにある副話題から一つを current に、残りの値と典型類の名称を group に登録する。



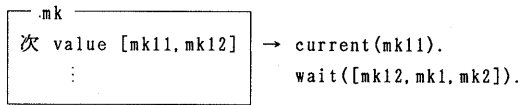
### (b) 順調に(転換なしに)推移するとき

current のフレームに次スロットがないときは、wait の先頭を current に移動する。

```
current(mk).      → current(mk1).
wait([mk1, mk2]).  wait([mk2]).
```

次スロットに値があるときは、その先頭を current に登録し、残りを wait の前半へ追加する。

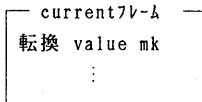
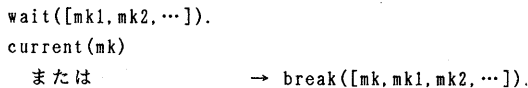
なお、次スロットがなく、wait もないときは、current を削除する。



(c) 話題の転換時

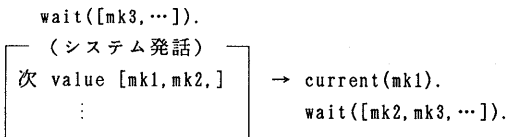
current のフレームに転換スロットがあるときはその値、ないときは current のフレームそのものと、wait の内容を break へ移行する。復帰するときは、この逆の動作を行なう。current と wait は新話題の管理知識にしたがって定義する。

新話題が既に break または group に登録してあるときは、そこから削除する。特に、break にあったときは、ユーザによる（意図するとしないとよらず）話題の復帰となる。



(d) システムの発話時

発話のフレームに次スロットがあれば、その先頭の値を current、残りを wait に追加する。次スロットがなければ、wait の先頭を current へ送る。current は、次のユーザ発話の想定になる。



6. 2 典型類

フレーム群に話題としての構造を定義して、2. で述べたような管理知識のネットワークを形成するための管理知識を典型類と呼ぶ。システムに既得の話題を表現する。

典型類の管理知識は、自らの属する話題木の構造に基づいて、数回先の発話を予定しつつ対話を実行する。したがって、一時記憶の遷移にも最も強く影響する。

ただし、ひとつの典型類を適用できる話題は当然限られる。また、話題木としての組織をあらかじめ構築する必要があり、記述の容易さという点で難がある。

「自由」対話系であるためには、たいてい話題に対応せねばならないが、典型類をそれに見合うだけ用意するのは物理的に無理である。「多くの話題に対応する」という自由対話系としての基本的性質は、むしろ獲得類によって保証される。典型類は、既得の話題について協調的、かつ有目的な対話を行なうためのものである。

典型類による談話構造について、対話例（図7）に基づいて述べる。図中で“u”はユーザ発話を、“s”はシステム発話を示し、数字は発話順序を示す。

図7のための談話構造を図8に、個々の管理知識の例として、s1を発話するためのものを図9(a)に示す。

u1の発話によって話題が起動し、図9(b)のフレームが示す副話題群から一つの副話題を選択してシステム発話（s1）を作成する。図7においては、図8(a)に示す構造の副話題を選択している。

s1は、図8(a)最上位の「質問」による発話であるが、このとき、ユーザの次の発話として“肯定”もしくは“否定”を予想する。これを行なうのが図9の「次スロット」である。さらに、次スロットのデモンによって、肯定否定の応答を受けたとき、あるいはそれ以外の、予定外のユーザ発話を受けたときの対応を定義する。

u2は、予定外の発話である。このとき、システムは質問を一時保留する。ただし、u2にはその後の発話予定を付与していないので、直後に再度同じ質問を行なっている。

s3は、図8(a)で「指示」にあたる。このあと、u4を受けて、談話構造のさらに下の階層を話題とする対話（お金をえるための対話）を実行する。

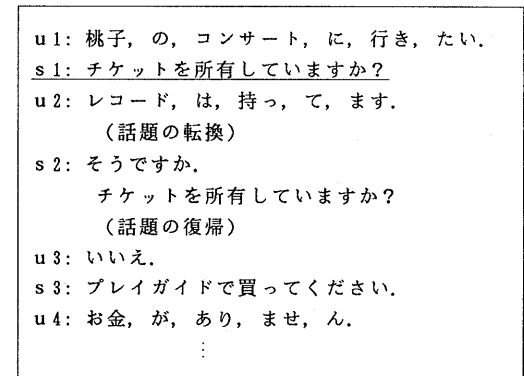
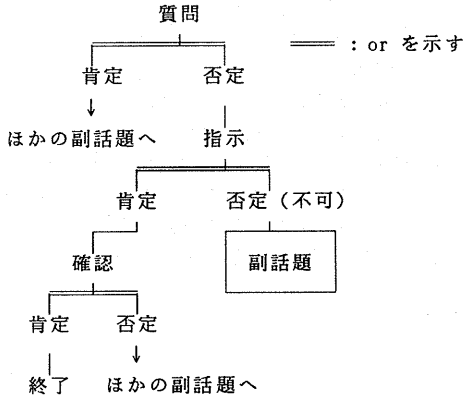
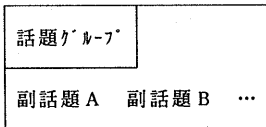


図7 対話例

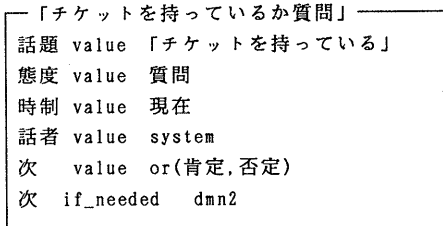


(a) 一つの副話題の構造  
(個々のノードが管理知識である。)



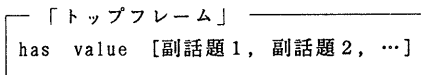
(b) 話題グループ (関連話題の集合) の構成

図8 談話構造 (図7 の対話のためのもの)



※ dmn2: 「否定」の次スロットに  
「チケット購入指示」の管理知識を、  
「肯定」、「否定」のそれぞれの転換スロットに  
この管理知識を記入するデモン

(a) 図7 の s1 に対応する管理知識 (図8(a)の「質問」)



(b) トップフレーム  
図9 典型類の管理知識例

### 6. 3 定型類

あいさつや肯定否定応答などの、定型的でしかもその場面によって異なる対応が必要な発話に対処するた

めの管理知識を定型類と呼ぶ。

定型類は、典型類の管理知識に記述されているデモンによって、談話構造に動的に組み込む。このことは表1(a)の「次」および「転換」スロットの値の書き換えによって行ない、状況別の対応を実現する。

図10のMK\_grtは、ユーザからあいさつを受けたときに起動する管理知識である。これの次スロットの値は、当初はシステムが返礼するための管理知識(MK\_grt\_2)である。しかし、一回の対話において何度もあいさつを交わすことはない。そこで、MK\_grtの次スロット、つまり「あいさつを受けたらどうするか」の規則を書き換える。これを実現するのがdmn1である。図10では、「何か話してください。」のようにユーザになにか話題の提示を求める管理知識(MK\_get)に書き換えている。

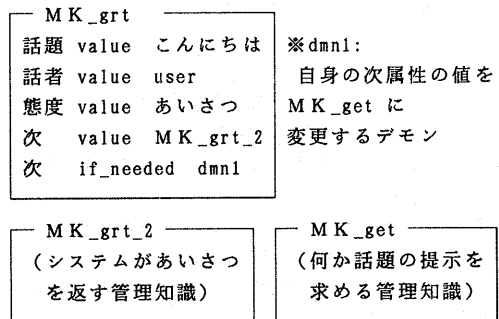


図10 定型類の管理知識の例

### 6. 4 獲得類

システムにとって未知の事柄が話題になることがある。本システムにおける「未知」とは、該当するものごとの知識が実体領域にないか、あるいは適切な管理知識がない場合を指す。このような場合は、話題管理部において逐次管理知識を作成して対処する。これを獲得類と呼ぶ。

この種の管理知識は話題としての構造を持たず、したがって表1(a)の属性はない。作成の指針は下記の3通りである。優先順に示す。

- ① ユーザ発話が質問ならば、それに対する応答を作成する。
- ② ユーザ発話をその上位概念に照合し、未定の属性があれば、その属性値を獲得するための質問を作成する。
- ③ ユーザ発話をさらに促進するために、非指示的カウンセリングの手法<sup>(14)</sup>に基づく応答を作成する。

非指示的カウンセリングは、来談者の発話を促進す

ることによって来談者自身による問題解決を計る<sup>[14]</sup>ものである。その対話技法は、カウンセリング以外にも、一般に相手の発話を促進するために有効な手法である。

③の実現のために、カウンセリング的な発話内容を示すフレームを実体領域に用意する。これは図11のようであり、“lead”の位置にユーザ発話で焦点となった事柄、またはユーザ発話そのものを挿入する。例えば、図11は「～について詳しく話してください」などと話すためのものであるが、“lead”を適宜書き換えることによって話題の発展を意図する。

実_話す_ld		
ako	value	実_話す
対象	value	lead
形容	value	実_詳しい

図11 カウンセリング的発話のためのフレーム

## 7. まとめ

話題管理を行なう機構を設計し、物語知識ベースを用いる自由対話系に適用した。本機構は、談話構造や話題推移を記述する管理知識、および実体領域内にある典型知識からなる。

管理知識、特に典型類は自由対話系のみならず、各種の目的指向の対話系にも有効である。

今後の課題としては、知識ベースの記述力の充実、矛盾の認識などがある。

## 参考文献

- [1] 鈴木ほか：ユーザの会話の型を用いた質問応答システム，情処研報85-NL-49-3(1985).
- [2] 伊東ほか：自然語の文章の理解と知識の利用について，信学論(D) J70-D, No. 4, pp. 785-795(1987).
- [3] 加藤ほか：質問応答における意図の把握と話題の管理，情処研報86-NL-58-6(1986).
- [4] 中川ほか：質問応答における話題管理方式について，情処学会論文誌，Vol. 28, No. 9(1987).
- [5] 宮地ほか：話題管理機能を持つ対話システムの試作，情処研報85-AI-38-7(1985).
- [6] 淵一博監修：自然言語の基礎理論，共立出版(1986).
- [7] 高野ほか：物語知識ベース—自由対話系への適用—，情処学会第36回全国大会，3P-9(1988).
- [8] 高田ほか：知識・言語修得系における知識の三領域表現，情処学会第32回全国大会，6M-9(1986).
- [9] 佐々木ほか：物語知識ベース—概要と適用—，情処学会第36回全国大会，3P-7(1988).

- [10] 岡田ほか：物語知識ベース—クラス概念の設計—，情処学会第36回全国大会，3P-8(1988).
- [11] 有田ほか：メディアに依存する会話の様式—電話会話とキーボード会話の比較—，情処研報87-NL-61-5(1987).
- [12] 水谷ほか：文法と意味 I，朝倉書店(1983).
- [13] 長尾 真：制限言語の試み，自然言語処理技術シンポジウム報告集，情処学会(1983).
- [14] 沢田 慶輔：相談心理学，朝倉書店(1957).