

# 論文

個人の背景知識と話題の文脈に適応したコミュニケーション支援

角 薫<sup>†</sup> 西田 豊明<sup>††</sup>

Communication Support System for User's Background Knowledge and the Context

Kaoru SUMI<sup>†</sup> and Toyoaki NISHIDA<sup>††</sup>

**あらまし** 本論文では、話し手と聞き手の間にコンピュータを介して、同期的な会話における情報の補間を行うことにより、会話の前提となる知識の違いを補う手法およびその手法を用いたコミュニケーション支援システム、Telmeを紹介する。基本的なアイデアは、話し手の使った用語をもとに現在の話題の文脈の推定を行い、聞き手の質問やデータの保存操作などのオペレーション履歴から聞き手がどの程度知識を持っているかを推定し、それに基づいて聞き手が必要であろう情報を話し手の話した言葉の文字情報に補足して画面上に表示するものである。知識の程度の推定は、各分野の専門家の意見をもとにした複数の概念空間を利用して生成したユーザの概念空間をもとにして行われる。このユーザの概念空間は、互いに関連度を持つキーワードの集合からなり、コンピュータとのインタラクションを通してその関連度およびユーザの知識の程度の推定の機能が適応されていくものである。本論文では、手法の提案、基本的メカニズムの説明、そして適用例、評価実験の報告、そして考察を行う。

**キーワード** コミュニケーション支援、情報の個人化、ユーザ適応、文脈への適応、知識の推定、概念空間

## 1. はじめに

本論文では、話し手と聞き手の間にコンピュータを介すことにより同期的な会話における情報の補間を行い、会話の前提となる知識の違いを補う手法を提案する。

基本的なアイデアとしては、話し手の使った用語をもとに現在の話題の文脈の推定を行い、聞き手の質問やどのデータを保存したかなどのオペレーション履歴から聞き手がどの程度知識を持っているかの推定を行い、それに基づいて聞き手が必要であろう情報を話し手の言葉に補足して画面上に表示するものである。現在の話題の推定は、各分野の専門家の意見をもとにした複数の概念空間に話し手の使った用語をもとに重みづけをすることにより行われる。知識の程度の推定は、複数の概念空間を利用して個人化したユーザの個々の概念空間をもとにして行われる。この概念空間は、互いに関連度を持つ

キーワードの集合からなり、コンピュータとのインタラクションを通してその関連度およびユーザの知識の程度の推定機能が適応されていくものである。

本論文では、個人の背景知識と文脈に適応したコミュニケーションにおける情報補足の手法を提案し、それに基づいて試作されたコミュニケーション支援システム、Telmeを紹介する。そして、Telmeを異なる分野にまたがる会話において適用して行われた試用実験について報告し、提案手法の有効性について考察する。

## 2. 本研究の背景

近年、WWW(World Wide Web)が一般に普及し、距離を越えて即時の情報の行き来が可能になっている。手紙などの非同期のコミュニケーションでさえ電子メールに取って代わることも起こっており、世の中が即時的になってきている。そして、コミュニケーションは時間・距離を超えることで世界的になり、翻訳システムの研究の発展により、言語の枠をも超えようとしている。しかし、例えそれが可能になったとしても、異分野間・異文化間などの背景知識の違いがあるならば理解のともなったコミュニケーションは成立しない。

我々は日常、お互いの背景知識が異なるために他人の言っていることが理解できず、自分の言っていることも

<sup>†</sup> 郵政省通信総合研究所 ブレークスルー21 西田プロジェクト、兵庫県  
Breakthrough 21 Nishida Project, Communications Research  
Laboratory, Ministry of Posts and Telecommunications, 588-  
2, Iwaoka, Nishi-ku, Kobe, Hyogo, 651-2401 Japan 現在、大阪  
大学産業科学研究所

<sup>††</sup> 東京大学工学系研究科、東京都  
Faculty of Engineering, The University of Tokyo, 7-3-1,  
Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8656 Japan

伝わらないということを経験する。本研究はユーザ個々の背景知識をサポートし、皆がコミュニケーションの前提となる知識を揃えてコミュニケーションができるメディアに相当する。

本研究では、その原理が解明されていない人間の知識や概念というものを扱っているため、以下のような仮説を用い前提としている。

- 個人の知識はその人の質問から観察できる。

認知科学の分野において、質問はユーザの興味や知識を外界から観察できる一手段であるとの研究成果が報告されている[1], [2]。ユーザに負荷をかけず広大な情報空間における詳細の知識の有無を判定するため、ユーザとシステム間の質問 - 回答などのオペレーションからユーザの振舞いを観察することとした。

- 概念は個人により異なり、様々な部分的な視点の組合せにより成り立っている。

本研究では、概念空間を用いることによりユーザの知識の有無の推定を行なっている。

人間の概念は個人により異なり、様々な部分的な視点の集まりで成り立っているということを前提にすることによって、複数の人間の概念構造を利用し、それを部分要素に分け、ユーザ用に組合わせることにより知識構造のモデル化が可能であると考えた。

### 3. 関連研究

テレビ放送のバラエティー番組などでは、出演者が話した言葉が番組を毎回見ている人しかわからないものであったり、スタッフなどのうちわの話であったり、過去に流行ったもので皆がわかるものではない場合などに、画面の下方に四角い枠でそれを説明するような映像のカットが編集されたりすることがよくある。これは、いつどんな視聴者が番組を見ても理解できるようにという配慮から、収録後編集されているものである。このように進行中の番組や会話に注釈を入れることはコンテンツの理解を深めるために有効であろうことが予想できる。

WWWにおいても近年の Semantic Web<sup>(注1)</sup>のような流れ、また、[3]のようなコンテンツにアノテーションをつけるというアイデアの研究など、コンテンツの表現を向上させるという目的の研究が着目されている。我々のアプローチでは、これらのように提供する情報の表現を向上させることと、さらに個人の理解を促進させるために、個々のユーザと文脈に適応した情報の補足が

重要であると考えている。そこで我々はユーザ個々の概念空間を生成し、ユーザの知識の程度を推定し、推定された現在の文脈とともに適応した情報を補足する方法を考えた。

概念の記述方法に関連して、ユーザの質問内容を判定して目標知識への到達を支援するために対象問題の関連ネットワークを整備する手法[4]や、詳細な意味ネットワークを準備することで提供知識に意味構造を与える手法[5]などがある。そして、対象とする情報空間の意味的構造を整備すればそれに見合った成果が期待できることがわかっている。

しかし我々が対象とするような、動的な情報空間を考えたとき、詳細な意味構造を準備するには大変なコストを伴うし、一度そのようなものを構築したらその変更は容易ではなく柔軟性に欠ける。また、すべての概念間に一貫した意味属性を与えるにはどうしてもある特定の視点で作業を行なう必要があるので、情報空間全体での平均的な性能向上には貢献するが、複数の人各自の視点を反映しユーザ各自の概念に対応することは難しい。そこで我々は、詳細な意味属性の導入はあえて避け、概念(キーワード)間の単純な関連リンク(関連の有無を表す)のみで情報空間の構造を扱うこととした。そのとき、各個人の視点の違いを重んずるため、複数の専門家各自に概念空間(概念間の関連リンクの集合)を提供してもらい、かつ、ユーザ各自の概念空間(複数の概念空間を元にして再構成される概念間の関連リンクの集合)を扱うこととした。

我々は、以前ユーザ個々の興味の概念空間を生成することで興味の先読みを行うシステム Takealook での情報ナビゲーションの実験を行っている[11][6]。ここでは、非同期のコミュニケーションとして、テキスト情報を扱い、複数の情報提供者の概念空間をもとにしてユーザの興味の概念空間を生成し、興味に基づく情報の推薦および補助情報の追加を行った。そこでは、生成されたユーザの興味の概念空間によりユーザの興味に適応した有用な情報提示ができ、ユーザの興味を増幅することが観察された。本研究では、この興味を推定する手法を知識の程度を推定する手法に置き換えることが可能であると考え、複数の概念空間からユーザの概念空間を生成する点では Takealook 同じ手法をとっている。但し、本研究では同期的な対話を対象にしているために、前もって文脈のわからない音声情報を扱い、それによりユーザ適応の他に文脈への適応も必要である点が異なり、処理がより複雑で迅速性も要求される。しかし、我々の手法に

(注1) : <http://www.w3.org/2000/01/sw/DevelopmentProposal>

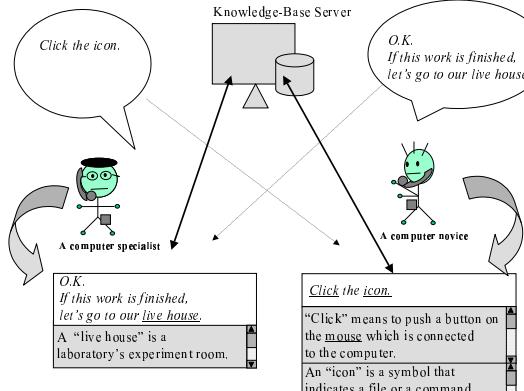


図 1 システムの枠組み

における概念空間は、概念間の単純な関連リンクのみで情報空間の構造を扱っているために、文脈の推定ということを取り入れる場合にも、概念空間の重みづけを調整することで柔軟に適用可能であると考えた。

#### 4. ユーザの知識と文脈に適応したコミュニケーション支援システムの開発

図 1 は、本論文で紹介するシステム Telme の枠組みの一例である。ユーザがウェアラブルコンピュータを介して会話をしており、知識ベースサーバではウェアラブルコンピュータの要求に応じて情報が提供される。話し手の会話を文字に変換した情報、それに補助情報を付加した情報が聞き手の画面に表示される。ここで補助情報とは、主に用語に関する説明の情報（テキスト情報および画像情報）であり、その他にユーザ独自の知識から概念を表す概念空間（知識概念空間）、現在の話題の周辺の概念を表示する概念空間（話題概念空間）がある。画面上では話し手の話した言葉がそのまま文字情報になって表示されるメインの窓以外の窓に知識概念空間の窓、話題概念空間の窓、そして、用語の説明の情報を提示する窓（補助窓）が表示される。

我々の研究グループでは、パブリックオピニオンチャンネル (POC) [7] [8] という、誰もが発言しその意見を取り入れ配信することのできる双方向電子コミュニティを提案している。例えば、ユーザは図 2 のようにウェアラブルコンピュータを利用することによって、何か新しいことに挑戦する時にその作業をしながら POC のような電子コミュニティを利用して、それに関する新しい



図 2 ウェアラブルコンピュータの着用

情報を即座に得ることができる。また、従来のテレビのようなブロードキャストの放送に対しては、ウェアラブルコンピュータを介すことなく、本システムで放送をフィルタリングすることにより、個人化された情報を単にその画面上に表示するという形態も考えられる。

以下の節では、聞き手に渡す補助情報の提供方法、本システムを構築するにあたっての前準備、知識と文脈の推定、ユーザの知識概念空間と話題概念空間の可視化について順を追って説明する。

##### 4.1 補助情報の提供

聞き手に渡す補助情報（ここでは、主に補助窓に提示される用語の説明情報）の提供方法についてまとめると以下のようなになる。話し手をユーザ  $s$ 、聞き手をユーザ  $l$  とすると、注釈として聞き手へ自動的に提供する情報は、以下の  $A(l)$  のようになる。

$$A(l) = T(d, s) \cdot F(l)$$

$T(d, s)$  は、現在の話題の分野  $d$  とユーザ  $s$  の背景知識に合わせるという意味での情報の転換、すなわちユーザ  $s$  からの発話における用語がどの分野であるかの可能性を現在の話題の分野  $d$  とユーザ  $s$  の背景知識から推定して、同じ用語でも分野にまたがって多数の意味を持つものについて絞込みを行うということであり、 $F(l)$  は、ユーザ  $l$  に知識がない情報を残したフィルタリングのことである。

まとめると、現在の話題を推定し、それと話し手の背景知識からその言葉を表しているものは何であるかということを推定して、その情報の中から、聞き手の知らない情報のみを提示するということである。

このようにして、話し手の言葉がシステムに認識されたことを契機に、現在の話題や話し手の分野に適応し、かつ、聞き手に知識がないと推定された情報は、システムからの補助窓の補助情報として自動的に表示される。

#### 4.2 データの準備

本システムを構築するにあたって用意する情報としては、用語説明の源となる知識ベース、各専門家の意見を取り入れた用語と用語の関連を表す複数の概念空間がある。

知識ベースは、用語とそれに対応する複数の質問と回答から構成され、質問 - 回答情報の質問の種類は、“その意味は何ですか?”(What)という辞書的な意味を求めるもの、“それは具体的には何(例)ですか?”(Example)といった具体例を求めるもの、“その理由は何ですか?”(Why)という主に動詞の用語についてそれをする理由を求めるものの3種類を用意した。この用語に対する質問の種類は、場合や知識ベースへの登録情報により全種類の質問に対する回答が存在しているとは限らない。

専門家の意見を取り入れた概念空間とは、その概念空間作成者（ここでは専門家）が選択した用語と概念として近い用語を定義した用語ペアの集合で、各専門家個別の情報であり、見方や視点により異なってくるものである。後述の実験では、専門家の概念空間として、文献での分類を参考にして単純な概念空間を作成した。例えば、専門がガーデニングの場合は、果実を利用する野菜といった分類では、“トマト”と“なす”）、葉を利用するハーブといった分類では、“オレガノ”と“セージ”などという相互関連づけのペアである。これらの関係は可逆であり、どちらからも関連があるとし、ユーザの知識の程度の推定に利用する。

また、ユーザには事前のユーザ登録の際にユーザプロファイルとして、前もって複数の概念空間を見せ、自分に近い概念空間(複数可)を選択してもらい、その概念空間の分野をユーザの専門分野とする。

#### 4.3 知識の程度の推定および文脈の推定

ユーザの知識の程度の推定は、ユーザ個別の知識概念空間を利用して行われる。この知識概念空間は、複数の概念空間および現在の話題の情報空間を利用することにより生成され、ユーザの質問や補助窓へのチェックのオペレーションによりユーザ適応される。

知識概念空間では、用語と用語同士の関連がノードとリンクとして表現されており、共に重みづけが定義されている。ノードは、知識があるかないかという意味での重み付けを、リンクは、用語同士の関連性という意味での重み付けを表しており、ユーザが質問した用語は、ユーザにとって知識がない用語ととらえ、その用語と関連している用語もある程度知識がない用語と推定する。ユーザが削除した補助情報については、ユーザにとって

知識が既にある用語ととらえ、その用語と関連している用語もある程度知識がある用語と推定する。その際、ある用語の知識の程度は、その用語のノードまで基準のノード(質問をした用語等)からリンクをさかのぼって重みを計算することにより推定される。

ユーザは自動的に提示される補助情報に対して、有用な情報についてチェックすることができるようになっており、そのチェックしたものは、後で再表示および印刷できるようになっている。システムではこの情報を利用して、提示した情報の検証を行い、用語のリンクの重みづけを更新し、ユーザ適応に利用している。

以下に知識の程度の推定を学習させ、ユーザ適応させる方法について具体的に例を示して説明する。以下、用語については、*Keyword x*などという記述方法をとっている。

##### (1) 複数の概念空間を利用した知識概念空間へのデータ取り込み

知識概念空間の初期設定として、聞き手の背景知識を反映して全用語のノードに対して重みづけをする。ユーザプロファイルから、聞き手に専門知識があるドメインを判断して、その概念空間の用語のノードに対して、知識があるものは最大値(ここでは100)を知識のないものについては最低値(ここでは0)を与える。

例えば、ユーザ $\alpha$ が*Keyword b*に対して*What*の質問をした場合、複数の概念空間上で一つでも*Keyword b*とリンクのある、例えば*Keyword n, Keyword o, Keyword p, Keyword x, Keyword y*が知識概念空間に取り込まれる。その際、現時点で取り込まれたことのないリンクの場合は、リンクの重みづけには現在の話題の分野 $d$ と話し手の背景知識 $s$ を反映した初期値(ここでは、 $d$ と $s$ の大きい方の値)が与えられ、既に取り込まれている場合には、知識概念空間上のリンクの重みづけをそのまま用いる。

##### (2) 提供情報の決定

システムはこれら候補から聞き手の言葉の認識を契機に今回提供する情報を決定する。複数あるならば、リンクの重みづけにより確率的に決定し、5個以内の補助情報が選択されるようにする。その場合、例えば*Keyword x*が決定された場合にシステムによる先読みの情報である*Keyword x*の*What*に対しての回答の情報を表示する。。

##### (3) 知識概念空間の更新

自動的に提示された情報は、補助窓をチェックしたり消去したりすることができ、システムはチェックされた

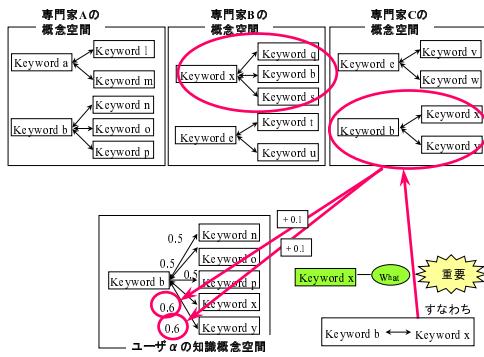


図 3 知識概念空間の学習方法

なら重要と判断し、消去されたなら重要でないと判断する。ユーザ  $\alpha$  が、その *Keyword x* の *What* に対する回答が重要であると回答したならば（補助窓をチェックしたならば）、興味の推定に用いられたキーワード連鎖である  $Keyword b \leftrightarrow Keyword x$  に報酬が与えられる。それと同時に、この推定のリンクが概念空間に存在しているものを調べ、このリンクの右辺（リンクは可逆にため左辺も同様）が同じものに対して全て関連度を高める（図 3）。

図 3の場合、 $Keyword b \leftrightarrow Keyword x$  のリンクのある、専門家 B と専門家 C の概念空間が対象になる。まず、そのリンク自体（つまり、 $Keyword b \leftrightarrow Keyword x$ ）の関連度を高め、同様にその概念空間が左辺が同じだが右辺が異なる  $Keyword b \leftrightarrow Keyword y$  などのルールに相当するものがあったなら、それについてリンクの関連度を高める。このリンクは可逆のため、右辺が同じだが左辺の異なる  $Keyword x \leftrightarrow Keyword q$ 、 $Keyword x \leftrightarrow Keyword s$  の場合についても同様の処理を行う。逆に、ユーザが重要でない情報であると評価した（補助窓を消去する）時には、リンクの関連度を低くする処理を行う。

ノードについても、重みづけを変更し、ユーザが既知であるか未知であるかの推定の調整を行う。質問のあった *Keyword b* についてはユーザが未知の用語を判断し、そのノードの重みづけを 0 にし、そのリンクを辿って、辿ったリンクの重みづけをかけることにより、リンク先のノードの重みづけを再計算する。反対に、削除された補助窓の用語については、ユーザが既知であると判断し、その用語のノードの重みづけを重くし、その

リンクを辿って、辿ったリンクの重みづけをかけることにより、リンク先のノードの重みづけを再計算する。

このように、複数の概念空間を利用して、その部分的なものの調整を行なうということは、人の見方や視点の部分のみを組み合わせることにより、ユーザの見方や視点などを疑似的に生成し、それを知識の有無の推定に利用しているということに相当する。

話題の文脈は、話し手の発話中の用語が複数の概念空間のなかでどの概念空間にいくつ含まれているかということで確率的に重みづけを行い、その重みづけをそのまま現在の話題の分野であるという可能性として持ちいることで推定される。例えば、話し手の用語 10 個のうち、8 個が概念空間 A にあり、2 個が概念空間 B にあった場合は、話題が A の分野である可能性が 0.8 で、話題が B の分野である可能性が 0.2 である。

話題概念空間は、知識概念空間と同様、用語と用語同士の関連がノードとリンクとして表現されており、共に重みづけが定義されている。ノードは、現在の話題かどうか意味での重みづけを、リンクは、用語同士の関連性という意味での重みづけを専門家が定義した情報をもとに表現している。上記の例では、話題概念空間は確率の最も高い概念空間 A が選択され、現在の 8 個の対象概念については重みづけが重く、それに関連した概念についてもその関連度に応じた重みづけが計算される。

#### 4.4 ユーザの知識概念空間と話題概念空間の可視化

ユーザの知識概念空間と話題概念空間は、それぞれユーザ独自の概念空間とその空間における知識の程度を、現在の話題に対応する分野の専門家の概念空間とその空間における現在の話題を表現している。

これらは、文脈の変化やユーザの応答により表示する知識の構造を更新する必要があるため、知識構造が一目でわかるよう可視化させた。用語間の関連度が高い程度空間上の距離が近くなるように空間中の距離に対応させて、多次元尺度法を利用して二次元平面上に可視化し[9]、ユーザにとって未知の用語を含め、空間配置を行ないユーザに提示している。

ユーザの知識概念空間の可視化により、ユーザが独自の概念空間においてどの部分を知らないのか、あるいはシステムがどの辺を自分が知らないと判断して補助窓の補助情報を提示しているのかという理由を知ることを期待している。情報探索においての自動提示においては

その理由づけの表示が重要だと言われているが[10]、これにより補助情報の自動表示の際には、推定の理由として、どうして自動表示されたのかを説明するようにしているのである。

また、話題概念空間の可視化により、ユーザはどの辺の話題に現在の話題が近いのか、その周辺の話題にはどのようなものがあるかということを知ることができるというものを期待するものである。

そして、これらのユーザの知識概念空間と話題概念空間はそれぞれ画面上では上下に位置しているが、これらを見比べることにより、専門家と自分の概念空間の違いがわかり学習の助けになることを期待している。

## 5. 異なる分野における情報補足の実装

本システムを異なる二つの分野において実装してみた。以下では、その例について説明をする。

図4は、料理の分野の話題で、料理の初心者が、ミネストローネというイタリアンスープの材料について、料理の専門家に質問し、その回答を専門家から受けたところである。ここでは、専門家が話し手で、初心者が聞き手ということになる。メインの窓であるディクテーションエリア(白い部分)では、話し手の会話をディクテーションし音声を文字情報に変換したものを表示している。ディクテーションの技術は、商用のソフトウェアであるIBMのVia Voiceを利用している。プログラミング言語はVisual Basic 6.0で、Pentium III 600MHzで実装した。

その下部には、画面をスクロールすることにより、補助窓を最大5個表示できるようになっている。それによると、聞き手であるこの初心者のユーザは、“オリーブオイル”や“セロリ”、“パルメザンチーズ”の辞書的な意味や具体例について説明を要すると判断され、それに関する説明が表示されている。

画面の右側下部には、現在の話題概念空間が表示されている。この話題概念空間を見ることにより、この分野の関連語が外観できる。現在話題になっている“にんじん”などは見やすいように色が濃く表示され、概念の関連性が高いもの同士は近くに配置されて表示されるようになっている。その他、概念(用語)を表すキーワードのアイコンは、話題の対象になっている概念との関連性に応じて、それよりも何ランクか薄い色で表示されている。これによると、“にんじん”、“じゃがいも”、“たまねぎ”などの野菜は1つのグループになっており、“ブイヨン”、“パルメザンチーズ”などのイタリアンで

よく使う味付けの脇役は1つのグループになっていることが観察できる。ハーブのグループも見える。

これに対し、右側上部は、今までの会話の履歴情報を反映した聞き手個人の知識概念空間を表示している。ここでは、ユーザが知っているであろうと推測される用語を優先に色濃く表示している(既知知識概念空間)。その逆の表示も可能であり、上部のリストをクリックすることにより、ユーザが知らないであろう用語を優先に色濃く表示をすることもできるようになっている(未知知識概念空間)。これによると、ユーザは、“たまねぎ”、“にんにく”、“じゃがいも”などについてよく知っており、“ポロねぎ”、“セロリ”、“オリーブオイル”、“パルメザンチーズ”などはあまり知らないと推定されている。それにより、ユーザは、“オリーブオイル”や“セロリ”や“パルメザンチーズ”的説明が補助窓に提示されているという理由を理解することができる。このユーザは、以前“ポロねぎ”について質問をしており、その結果、このような推定がなされた。

図5は、園芸の分野の話題において、初心者がトマトの栽培に関する留意点について、専門家に質問し、その回答を専門家から受けたところである。専門家が話し手で、初心者が聞き手である。

この聞き手のユーザは、“わき芽”<sup>(注2)</sup>と“葉水”<sup>(注3)</sup>の辞書的な意味やなぜそれが必要なものかがわからないであろうと判断され、それに対する説明が表示されている。これは、ユーザは以前これらの関連用語である“ひこ生え”<sup>(注4)</sup>について質問をしており、知らないと認識しているからである。

右側下部の現在の話題概念空間では、話題になっている“トマト”、“わき芽”、“葉水”が色濃く表示され、周辺にそれらの関連用語を見ることができる。園芸の分野においては、トマトを栽培する上で、“なす”や“かぼちゃ”や“さやいんげん”がそれと関連していると見ることができる。“オレガノ”、“セージ”、“バジル”などのハーブ類のグループや“間引き”<sup>(注5)</sup>や“刈り戻し”<sup>(注6)</sup>などの類義語的な用語のグループも観察できる。これによると、“わき芽”は“芽”や“ひこ生え”に近い概念であることがわかる。

特に野菜に関する用語については、料理の分野の例と

(注2) : トマトなどの枝葉のつけ根につく芽。実を大きくするために摘み取る。

(注3) : 葉に水をかけること。葉ダニの予防になる。

(注4) : 切り株や根、木の根本から生えてくる芽。

(注5) : 生長に応じて、混み合わないように苗や枝葉を減らすこと。

(注6) : 生長した枝や株の必要としない部分だけ切ること。

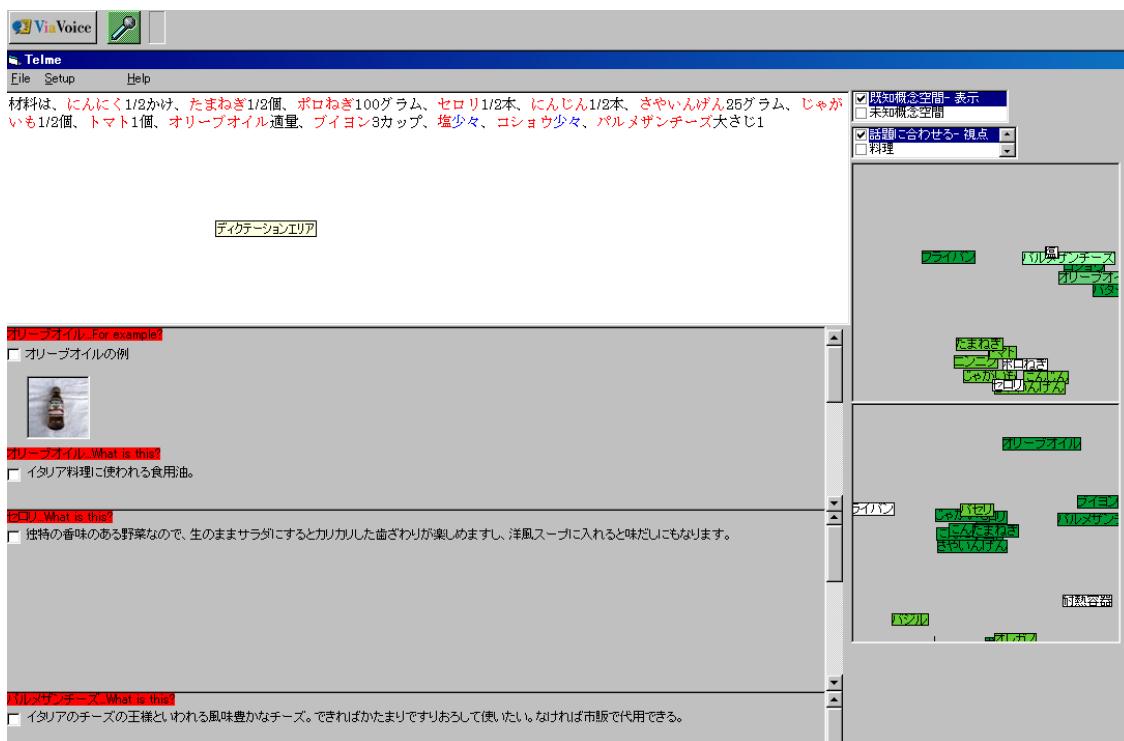


図4 料理の話題においての画面表示例

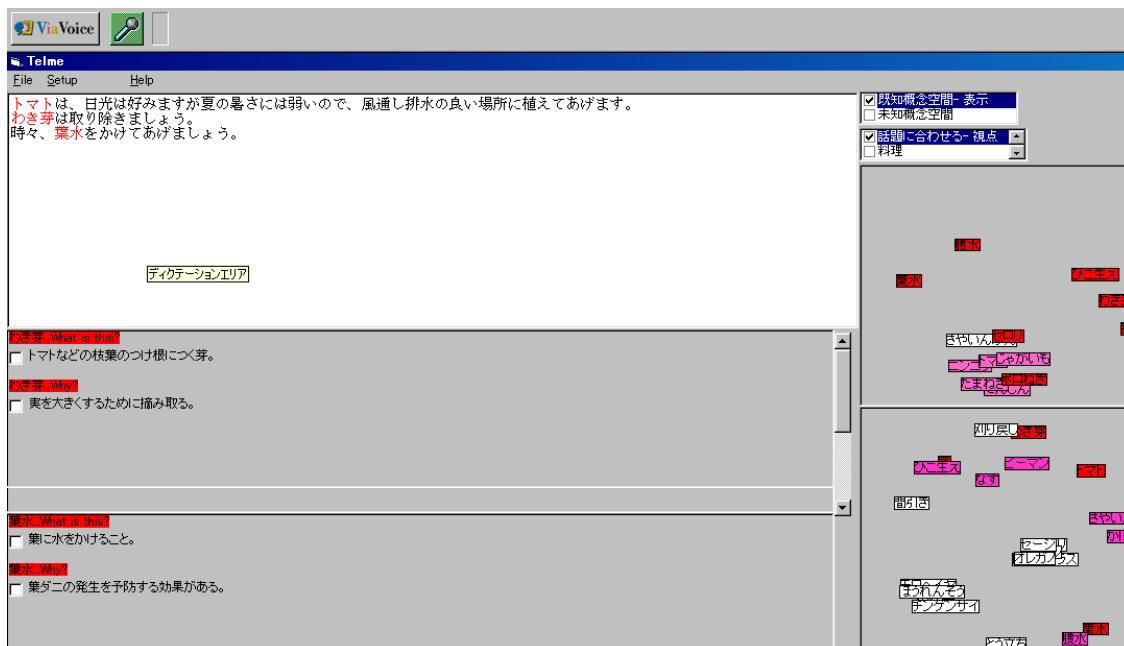


図5 園芸の話題においての画面表示例

重なっているものがあるが、推定された話題の分野ごとに

にそれぞれ異なった説明を表示する 園芸と料理では分

野が異なり、関連用語についても全く異なる。この2つの例を見ても、同じ用語でも概念の関係は概念が異なって表示されていることが観察できる。例えば、料理の分野ではイタリア料理でよく使う素材がグループになって分類されているのに対し、園芸の分野では、葉類、実類などのような分類になっており、分類が分野により異なって表示されていることがわかる。

## 6. システムの試用評価

システムの効果を評価するため、複数の被験者に実際にシステムを使ってもらって、分析のためのオペレーション履歴とアンケートを集計する評価実験を行った。被験者は、主に大学院の学生と秘書であり、専門は、システム科学、教育、心理など、多岐に渡って様々であるが、コンピュータリテラシ以前の評価にならぬようコンピュータを多少なりとも使っている男女、21名に行つてもらった。

被験者が、他のユーザと実際に本システムを介して対話するという設定が望ましいが、準備の都合上、音声認識技術は使わず、被験者に本人が仮想の相手と対話しているとみなしてもらい、我々で前もって準備した話題の台本に沿って会話を進行してもらい、コンピュータから提示された会話文と補助情報を見ながらオペレーションを適宜してもらうことにより評価してもらった。

最初は料理の話題において、主にユーザが専門家に質問をして回答をもらっているという設定にし、その後、料理の話題から園芸の話題にうつるようにして、話題が変化している状況を設定した。被験者と仮想の相手(コンピュータ)の2名で、11往復22セッションの会話の全てが済んだら終了するということにして、(1)補助情報を探すことの有効性(2)同期的コミュニケーション支援としての適切性(3)補助情報を提供することのコミュニケーション支援への有益性の3つの評価を中心に行つた。アンケートは、5段階評価で印象を選択してもらう形式のものが中心で、コメントの確認といいかげんな回答を回避するため、その回答の理由も記入してもらった。5段階評価では、1: 大変良い、2: 良い、3: まあまあ、4: 悪い、5: 大変悪いとし、3以上を肯定的な回答と捉えて分析した。

### 6.1 補助情報を提供することの有効性

本システムで有効な補助情報を提供できたかについては、アンケート的回答を分析することにより評価した。

それによると、補助情報の自動提示により全体の86%の被験者が初めて知った情報があり、90%の被験者が

内容の理解に役だったと評価した。86%の被験者が有用な補助情報の自動提示があったと回答しており、それは全セッション中、平均9個の補助情報の自動表示が行われたなかで、平均2.89個の有用な情報を得ているというものだった。そして、全体の80%の被験者が話題に沿つた情報が提示されていると評価した。

知識概念空間については、全体の90%の被験者が概念の関係をよく表していたということについて肯定的にとらえていた。そして、過半数の被験者が自分にあった補助情報の自動提示があったと回答している。セッションを長くすることで、さらにユーザ適応がなされると考えられる。

話題概念空間は概念の関係をよく表していたかという質問に対しては、全体の85%の被験者が肯定的にとらえていた。そのコメントとしては、使われる食材同士のアイコンが概念空間表示の中で近くに集まってきてよく表していると感じたというもの、また、自分の知らない言葉が知っている言葉の近くに位置付けられることでわからない言葉がどんなものか推測しやすいというものもあつた。

また、有効な補助情報の自動提供がなされたかどうかについて、被験者のなかでもともとあったドメインに対する知識の度合いの違いごとに分析してみた。それによると、被験者の知識の度合いがあがるにつれて、話題に沿つた情報が提示され、自分にあった情報が提示されていると感じていることがわかつた。これは、ユーザにドメインに対する知識があるほど、話題の内容がより理解できるため話題に沿つた情報が提示されていると評価し、自分にあった情報が提示されていると感じたのではないかと解釈できる。

### 6.2 同期的コミュニケーション支援としての適切性

本システムをリアルタイムのコミュニケーション支援という観点からとらえ、その適切性を評価するために、被験者のアンケートとオペレーション履歴を分析した。

まず、ユーザが行うオペレーション(有用な補助情報にクリック、不要な補助情報をクリックして削除、質問)のリアルタイムでの利用について分析してみた。本システムを利用するにあたって有用な補助情報についてクリックをして保存をするというオペレーションについては、すべての被験者が抵抗がないと答えており、全体の95%の被験者がこのオペレーションを利用することについて肯定的にとらえている。その理由としては、有用な情報を保存して、後で確認したり、メモ代わりにして再利用したいと思っていることがほとんどであった。不要

な補助情報をクリックして削除するというオペレーションについては、全体の 81% の被験者が抵抗がないと答えており、85% の被験者がこのオペレーションを利用することについて肯定的にとらえている。肯定的なコメントとしては、情報が多いと混乱するので必要であるという意見がほとんどであったが、抵抗を感じるという人には後で実は必要になるかもしれないという気になり抵抗を感じるという意見があった。認識した相手の話の用語をドラッグして質問を選択するというオペレーションについて、全体の 95% の被験者が利用することについて肯定的にとらえており、その内訳としても積極的に使いたいという 5 段階評価の 5 の評価をしているというものがほとんどであった。その理由としては、操作が簡易で、すぐに回答が得られ便利であることというものがほとんどで、利用形態としては、相手に質問をするほどではないが、良くわからないという時に便利であるという意見もあった。

オペレーション履歴を使って相手の話が認識されてからクリックや削除や質問などの最初のオペレーションを行うまでの時間を分析すると、平均 0.25 秒と短く、話の流れをそこなわずにオペレーションが可能であると評価できる。

また、被験者に直接、速度について気になったかということをアンケートしたところ少々気になったと答えたユーザが全体の 62% あった。これは、概念空間をシステムが構成し表示する際に、待ち状態になってしまうためであるが、補助情報の自動提示の処理自体は瞬時に行われている。概念空間の構成と表示に要する時間については、バックグラウンドジョブにしてしまうなどの工夫が必要である。

### 6.3 補助情報を提供することのコミュニケーション支援への有益性

本システムが補助情報を提供することによって貢献するコミュニケーション支援への有益性の評価は、アンケート調査を分析することにより行われた。具体的には、本システムの(1)チャットシステムとしての有益性(2)対面対話支援としての有益性(3)異分野間の対面対話支援としての有益性(4)複数の人数での会議における対話支援としての有益性(5)ブロードキャストなどの放送のなかだちとしての有益性について評価した。

- チャットシステムとしての有益性

チャットシステムとしての有益性については、全被験者が肯定的にとらえている(5 段階評価中、評価 5: 19%、評価 4: 57%)。肯定的なコメントとしては、専門用語に

自動的に説明がついて、新しいものごとに挑戦する時には重宝するという意見や話の腰を折ることなく会話を進められたと感じたというコメントがあった。否定的なものでは、少量の言葉だけなら直接質問するのではないかというものがあった。

- 対面対話支援としての有益性

対面対話支援としての有益性については、全体の 85% の被験者が肯定的にとらえていた(5 段階評価中、評価 5: 19%、評価 4: 37%)。肯定的なコメントとしては、料理をしながら使えば大変便利であるというものや、話す側の立場として、相手にちゃんと説明をしたい時に便利であるというものがあった。否定的なコメントは、対面だと話の途中でも直接聞きやすいのでチャットほど有用性が感じられないというものがあった。

- 異分野間の対面対話支援としての有益性

異分野間の対面対話支援としての有益性については、全被験者が肯定的にとらえていた(5 段階評価中、評価 5: 29%、評価 4: 47%)。肯定的なコメントとしては、分野によって言葉の意味が違うので便利であるというものや相手の分野では常識となっていることをあらかじめ知つておくために便利であるというものがあった。そして、複数人のなかで自分だけわからずに質問がしにくい状況の場合に有用であるというものもあった。否定的なコメントとしては、相手の専門の話では直接聞いた方が早いというものや対面の場合にコンピュータの操作をするのは相手に失礼にあたるのではないかというものもあった。

- 複数の人数での会議における対話支援としての有益性

複数の人数における会議での対話支援としての有益性については、全体の 95% の被験者が肯定的にとらえていた(5 段階評価中、評価 5: 24%、評価 4: 52%)。肯定的なコメントとしては、複数の人数ではじっくり考える時間がありこっそり調べ理解するために有用であるというものや、話を中断することなく自分のわからないところを確認できるので有用であるというものがあった。また、講義などを聴く場合にも有用ではないかという意見もあった。否定的なコメントとしては、度を越すと他人の話を聞かなくなる危険性があるのではないかというものがあった。

- ブロードキャストなどの放送のなかだちとしての有益性

ブロードキャストの放送などにおける放送のなかだちとしての有益性については、全被験者が肯定的にとらえて

いた(5段階評価中、評価5: 76%、評価4: 19%)。コメントとしては、わからない政治用語などの説明が即座にわかれれば大変便利であるというものや関連した概念を確認できれば知識の構築に役立つのではないかという意見があった。

本システムにおける補助情報の提示によりユーザは有用な知識を得ることができ、それにより、話題に関する理解を深めることができた。そして、本システムは、リアルタイムのコミュニケーション支援として、話の流れをそこなわずに実行可能で、ユーザのオペレーションも簡易で時間のかからないものであり、これも話の流れをそこなわずにオペレーション可能なものである。

ユーザは会話の途中で補助情報の説明を見ることにより、用語についての知識を得、それにより初心者でも話を理解でき、また知っているつもりで誤解しているものについても理解することができ、その結果、話の本筋のまま会話を続けることが可能である。

知識概念空間と話題概念空間においては、概念同士の関連を重みづけで表すことにより、その関連を視覚的に表すことができた。知識概念空間は、補助窓の補助情報が提示された理由としても眺めることができる。知識概念空間がユーザの知識に適応して概念空間を表示し、知識概念空間において知識がどの程度あるか(または、ないか)を表示することにより、どの辺の知識を知らないかということがわかり、学習の助けになるだろう。話題概念空間を表示することにより、話題の周辺のことがわかり、用語の位置するところがわかる。また、知識概念空間と話題概念空間の差を比較することにより、専門家の概念と自分の概念の違いを認識でき、学習の助けになるだろう。

本システムは、チャットのようなものの方が対面の会話よりも有益性が高く、1対1よりも複数の対話、会議のようなものの方が有益性が高く、また、ブロードキャストなどの放送に対して大変有用であるということがユーザの意見であった。

本研究の近い将来の展望としては、多くの様々な人を対象にしたメディアであるテレビなどのブロードキャストや、次世代双方向電子コミュニティにおいて、本システムを個人化のフィルターとして使うことにより、知識の個人差を乗り越えることが可能であると考える。また、今後様々なメディアが登場し、人間同士のネットワークが広がるということを想定すると、このような配信を即時的に文脈に合わせた形で個人化させるということは重要になってくると思われる。

## 7. おわりに

本論文では、知識を集約した知識ベース、専門家による複数の概念空間、ユーザのオペレーション履歴を利用し、聞き手の知識を推定して生成された知識概念空間を用いた、会話に補助となる情報を提示する同期的コミュニケーション支援の手法を提案した。話し手の用語から複数の概念空間を重みづけることにより現在の話題を推定し、それと話し手の専門分野、そして生成した聞き手個人の知識概念空間から個人の知識の程度を推測した。その結果、同期的コミュニケーションの特徴である、前もって知ることができない文脈と個人の知識へ対応することができた。そして、実験を通して(1)補助情報の提供の有効性(2)リアルタイムのコミュニケーション支援の観点からの適切性(3)補助情報の提供のコミュニケーション支援への有益性の点から考察し、それぞれを確認した。

本手法での聞き手への補助情報の提示により、話し手と聞き手の知識の隔たりをうめることができ、異分野や異文化などの前提知識の異なるユーザ間における会話に有効であると考える。それにより、対話における用語がわからない、イメージが湧かないなどの状況に陥ることを回避し、話が本質に向かうことで、会話の活性化にもつながると考えている。公に対して話したことでも、個人向けに変換して聞き手に伝えることができるだろう。

今後の問題点である、知識ベースや専門家による概念空間の関連づけの初期／更新時のメンテナンスに伴うコストやシステムの知識を充実させるために、これからWWW上で普及していくと思われるXML(Extensible Markup Language)などの構造化された情報源を利用することを検討したい。

本システムの提案である文脈や個人の知識に合わせた情報提供とその即時性は、人間の深い理解に結びつき、知識を創造することに有効であると考えている。我々は、先行研究で情報提供を個人化することによるユーザの興味の促進を確認したが[1][6]、興味と知識は深く結びついており[1], [2]、情報提供を個人化することによるユーザの知識創造についても検証していきたい。

## 謝 辞

本論文をまとめるにあたり、有用なご指摘とコメントをいただきました査読者の方に感謝致します。

## 文 献

- [1] A. Flammer. Towards a theory of question asking.

- Psychological Research*, Vol. 43, pp. 407–420, 1981.
- [2] Nahomi Miyake and Donald A. Norman. To ask a question, one must know enough to know what is not known. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, Vol. 18, pp. 357–364, 1979.
- [3] 長尾確. セマンティックトランスコーディング - アノテーションに基づく web ドキュメントの新しい利用法 (前編) -. *bit*, Vol. 32, No. 4, pp. 2–9, 2000.
- [4] Mark S. Ackerman and Thomas W. Malone. Answer Garden: A tool for growing organizational memory. In *Proceedings of the ACM Conference on Office Information Systems*, pp. 31–39, 1990.
- [5] 中山康子, 真鍋俊彦, 竹林洋一. 知識情報共有システム (advice/help on demand) の開発と実践 – オフィス知識ベースとノウハウベースの構築 –. *インテラクション'97 論文集*, pp. 103–110. 情報処理学会, 1997.
- [6] Kaoru Sumi. Intelligent tool for facilitating creative communication. In Toyoaki Nishida, editor, *Dynamic Knowledge Interaction*. CRC Press, 2000.
- [7] Toyoaki Nishida. *Dynamic Knowledge Interaction*. CRC Press, Florida, 2000.
- [8] 畠地真太郎, 福原知宏, 藤原伸彦, 角薫, 松村憲一, 平田高志, 矢野博之, 西田豊明. パブリック・オビニオン・チャンネル - 知識創造コミュニティの形成に向けて -. 人工知能学会誌, Vol. 16, No. 1, pp. 130–138, 2001.
- [9] 角康之, 堀浩一, 大須賀節雄. テキストオブジェクトを空間配置することによる思考支援システム. 人工知能学会誌, Vol. 9, No. 1, pp. 139–147, 1994.
- [10] Ben Shneiderman. *Designing the User Interface (Third edition)*. Addison-Wesley, 1997.
- [11] 角薫, 角康之, 間瀬健二, 中須賀真一, 堀浩一. 個人の概念空間を利用した興味の推定による情報提供. 電子情報通信学会論文誌, Vol. J82-D-II, No. 10, pp. 1634–1644, 1999.  
(平成年月日受付, 月日再受付)

学院大学 教授を経て、1999年4月 東京大学大学院工学系研究科 教授、現在に至る。京都大学工学博士。情報処理学会、日本認知科学会、日本言語処理学会、AAAI, ACL, IEEE各会員。New Generation Computing Area Editor (Intelligent Systems), ネットワークエージェント技術 (JIPDEC) 委員会委員長など。

## 角 薫

東京理大・理・物理卒。筑波大学大学院（経営システム科学）修士課程修了。東京大学大学院（先端学際工学）博士課程単位取得退学。博士（工学）。(株)ATR 知能映像通信研究所研修研究員、郵政省通信総合研究所 関西支所 ブレークスルー 21 西田プロジェクト特別研究員を経て、現在 大阪大学産業科学研究所助手。情報の個人化の研究に従事。人工知能学会、情報処理学会、ACM 各会員。

## 西田 豊明 (正員)

1977年 京都大学工学部情報工学科卒業。京都大学工学部助手、助教授、奈良先端科学技術大