

# 自動抽出した換喩表現を用いた係り受け関係のずれの解消

清田 陽司<sup>†</sup> 黒橋 禎夫<sup>††</sup> 木戸 冬子<sup>†††</sup>

質問応答システムによって収集された大量のユーザ質問文を含むコーパス中から換喩表現とその解釈表現を自動抽出し、それを質問応答システム「ダイアログナビ」におけるユーザ質問文とテキストのマッチングに応用する方法を提案する．具体的には、換喩表現 (例: GIF を表示する) とその解釈表現 (例: GIF の画像を表示する) のペアをダイアログナビの同義表現辞書に登録することによって、ユーザ質問文とテキスト文の間の係り受け関係のずれを解消する．抽出された換喩表現・換喩解釈表現ペアについて評価を行ったところ、大半は適切なものであった．また、テストセットを用いて実験を行った結果、提案手法がマッチング精度を改善することがわかった．

キーワード: 換喩, 質問応答, 構文解析

## Resolution of Modifier-Head Relation Gaps using Automatically Extracted Metonymic Expressions

YOJI KIYOTA<sup>†</sup>, SADA O KUROHASHI<sup>††</sup> and FUYUKO KIDO<sup>†††</sup>

This paper proposes a method of extracting metonymic expressions and their interpretative expressions from corpora and its application to the full-parsing-based matching method of a QA system *Dialog Navigator*. Namely, our method resolves modifier-head relation gaps between user questions and texts, by registering pairs of metonymic expressions (e.g. “display a GIF”) and interpretative expressions (e.g. “display a GIF file”) into the synonymous expression dictionary of Dialog Navigator. An evaluation showed that most of the extracted interpretations were correct, and an experiment using testsets indicated that introducing the metonymic expressions significantly improved the performance of our system.

**KeyWords:** *Metonymy, Question Answering, parsing*

## 1 はじめに

テキストを知識源とする質問応答システムは、ユーザの質問に対して単に適合テキストを検索するだけでは十分ではなく、質問とテキストのマッチングを正確に行うことによって、テキスト中から答えそのものを見つけてユーザに返さなくてはならない．

さらに、ユーザの質問が曖昧で答えが多数存在するときには、それらを一度にすべて提示してもユーザの満足は得られない．この問題を解決するためには、ユーザの質問を具体化させる

<sup>†</sup> 独立行政法人科学技術振興機構 さきがけ, PRESTO, Japan Science and Technology Agency

<sup>††</sup> 東京大学大学院情報理工学系研究科, Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo

<sup>†††</sup> マイクロソフト株式会社, Microsoft Co., Ltd.

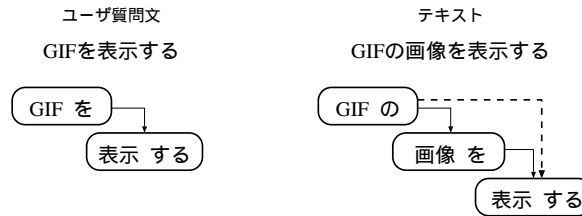


図 1 換喩の存在によるマッチングの失敗例

ような聞き返しを行う必要がある。多くの場合、そのような聞き返しは、テキスト中のユーザ質問とマッチした部分の周りに存在するので、それを抽出するためにも正確なマッチングは不可欠である。

このように、テキストベースの質問応答システムにおいては、ユーザ質問とテキストの正確なマッチングは重要な問題である。これを実現するために、TREC QA track や NTCIR QAC などの質問応答タスクでの参加システムの大部分は、構文解析結果にもとづくマッチングを行っている。ダイアログナビ (後述) においても、日本語の係り受け関係を利用している。

しかし実際には、ユーザが質問文に換喩を用いた場合に、構文解析結果にもとづくマッチングが失敗することが多い。換喩とは比喩の一種であり、あるものをそれと関連する別のものに置き換えて表現する現象である (Lakoff and Johnson 1980)。例えば、“The ham sandwich is waiting for his check.” においては “The ham sandwich” は「ハムサンドウィッチを注文した人」を指しており、「漱石を読む」においては「漱石」は「漱石の小説」を指していると考えられる。この現象は、パーソナルコンピュータのドメインにおいても頻繁に出現する。例えば、「Wordを開く」については「Word」は「Wordの文書」あるいは「Wordのファイル」を指しており、「電源を入れる」については「電源」は「電源スイッチ」を指していると考えられる。

換喩の存在によるマッチングの失敗例を図 1 に示す。ここでは、ユーザは「GIF」を「GIFの画像」の換喩として用いていると考えることができる。このとき、ユーザ質問文には「GIF→表示」という係り受け関係が存在するが、対応するテキストにはそれは存在しない。そのため、係り受け関係のマッチングを考慮すると、このテキストは低いスコアでしかマッチしない。

この問題は、ダイアログナビのように初心者をターゲットとした質問応答システムにおいては特に大きな問題である。なぜならば、初心者が入力する質問文には、以下の理由から換喩が頻繁に出現すると考えられるからである。

- 初心者は、エキスパートと比較して、質問文をできるだけ短くしたいという欲求が強い。
- 初心者は、マニュアルなどに使われている正確な表現になじみがなく、周りのユーザが使っている簡略化された表現で質問する傾向がある。

本論文では、コーパスから換喩を自動的に抽出し、上に述べた係り受け関係のずれの問題を

表 1 ダイアログナビで用いるテキスト知識ベース

知識ベース	件数	文字数	マッチング対象
用語集	4,707	700,000	見出し (1 文)
ヘルプ集	11,306	6,000,000	タイトル (1 文)
サポート技術情報	23,323	22,000,000	文書全体 (複数文)

解決する手法を提案する．

本論文の構成を以下に述べる．2 節では，ダイアログナビの概要と，ユーザ質問文とテキストのマッチング手法について簡単に述べる．3 節では，コーパスから換喩とその解釈を自動抽出し，ユーザ質問文とテキストのマッチングに適用する方法を述べる．つづいて 4 節において，提案手法の有用性を実験によって示す．具体的には，得られた換喩自体の評価と，得られた換喩をテストセットに適用した結果を示す．最後に 5 節で換喩に関する関連研究について述べ，6 節でまとめを述べる．

## 2 ダイアログナビ

この節では，ダイアログナビの概要と，本システムにおいて用いているユーザ質問文とテキストのマッチング手法について簡単に述べる．

### 2.1 ダイアログナビの概要

ダイアログナビは，パーソナルコンピュータの Windows 環境利用者を対象とした自動質問応答システムである．2002 年 4 月から，<http://www.microsoft.com/japan/navigator/>において公開サービスを行っている．システムの主な特徴は以下の通りである．

- 大規模テキスト知識ベースの利用  
マイクロソフトがすでに保有しているテキスト知識ベースをそのままの形で利用する．その種類と規模を表 1 に示す．
- テキストの正確なマッチング  
ユーザの質問に適合するテキストを正確に検索する．そのために，同義表現辞書による表現のずれの解消，係り受け関係への重みづけ，質問タイプの同定などを行っている．
- ユーザのナビゲート  
ユーザが曖昧な質問をしたとき，対話的に聞き返しを行うことによってユーザを具体的な答えにナビゲートする．聞き返しの方法としては，対話カードと状況説明文の抽出の 2 つの方法を組み合わせで用いる．どちらの方法が用いられても，システムは具体的なフレーズを聞き返しの選択肢として提示する．

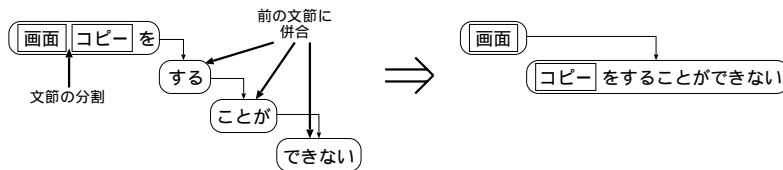


図 2 文節の分割・併合処理

## 2.2 ユーザ質問文とテキストのマッチング手法

ダイアログナビは、ユーザ質問文とテキストの正確なマッチングを行うために、種々の方法を用いている。まず、同義表現辞書を用いることによって両者の表現のずれを解消する。さらに、構文解析結果にもとづいたスコアの計算を行うことによって両者をマッチさせる。その他の方法については(清田, 黒橋, 木戸 2003)を参照されたい。

### 2.2.1 マッチングの前処理

ユーザ質問文とテキスト内の文(以下、テキスト文という)は、それぞれ構文解析を行って文節単位の係り受け構造に変換した上でマッチングを行う。ここでは、マッチングを行うまでの前処理についてまとめる。

まず、ユーザ質問文とテキスト文の両者について、JUMAN(黒橋, 長尾 1999), KNP(Kurohashi and Nagao 1994)によって構文解析を行い、各文節に含まれるキーワードを抽出する。JUMANにおいて、普通名詞・固有名詞・人名・地名・組織名・数詞・動詞・形容詞・形容動詞・副詞・カタカナ・アルファベットと解析された語の原形をキーワードとみなす。ただし、一般的な語彙「する」「ある」「行う」「おこなう」「行く」「いく」「なる」「下さる」「くださる」「ございます」「できる」「出来る」は、キーワードとしない。

さらに、マッチングのスコアを計算する際、KNPが出力した文節をそのまま用いることには問題があるので、文節の分割・併合処理を行うことによって対処する。例えば、「画面をコピーできない」は2文節、「画面コピーをすることができない」は4文節と解析されるが、両者は同じことを表現している。この両者のマッチング単位をそろえるため、以下のルールに従って文節を分割・併合する(図2)。

- (1) 複数のキーワードを含む文節は、1キーワード毎に分割する。分割された隣り合う文節同士は、係り受けの関係にあるものとする。ただし、カタカナ語・アルファベット・数詞が隣接している箇所では分割しない。このような語同士が隣接する場合は、「ウィンドウズ 98SE」のようにプロダクト名などを表していることが多いからである。
- (2) 「(～に) について」「(～) こと」などの複合辞・形式名詞・副詞的名詞からなる文節、キーワードを含まない文節は、直前の文節に併合する。

[発生する]	発生する，起きる，おきる，起こる，おこる
[読む]	読む，よむ，読める，よめる，読み込む，よみこむ，読み込める，よみこめる
[メール]	メール，メイル，電子メール，電子メイル，Mail，E-Mail
[メールを読む]	メールを読む，メールを受信する，メールを見る，メールを受ける，メッセージを受信する，メッセージを受ける
[パソコンを起動する]	パソコンを起動する，Windows を起動する，電源を入れる，電源をオンにする，ブートする，パソコンを立ち上げる，スイッチを入れる

図 3 同義表現辞書の例

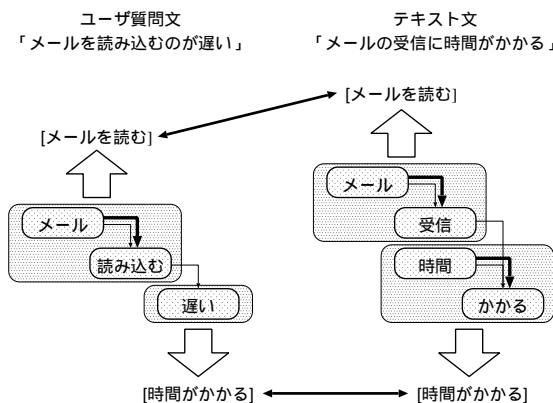


図 4 同義表現の対応づけ

### 2.2.2 同義表現辞書による表現のずれの解消

適切なテキストを検索するためには，ユーザ質問文とテキストの間の表現のずれが大きな問題となる．表現のずれは語のレベルだけでなく，「パソコンを起動する」「Windows を起動する」「電源を入れる」のように，2 文節以上のフレーズレベルにおいても多数存在する．そこで，同義語だけでなくフレーズレベルのものも含んだ同義表現をグループ化した同義表現辞書 (図 3) を作成し，これを用いて同義表現のマッチングを行う．

システムによる同義表現マッチングの例を図 4 に示す．この例においては，2 つの同義表現グループがマッチしている．

なお，同義表現辞書には再帰的な関係が含まれている．たとえば「メールを読む」には 2 つのキーワード「メール」「読む」が含まれているが「メール」には同義語「メイル」「電子メール」などが「読む」には同義語「読める」「読み込む」などが存在する．システムはこのような再帰的關係をあらかじめ展開しておく．

### 2.2.3 係り受けを考慮したスコア計算

システムは、ユーザ質問文と各テキスト中のすべての文との間で類似度を計算し、類似度の最大値をそのテキストのスコアとする。類似度の計算の際は正確なマッチングを行うため、文節間の係り受け関係の一致に重みを与える。

ユーザ質問文とテキスト文の2文の類似度の計算は、2.2.1節で述べた文節を単位として行う。2文の互いに対応する文節と係り受け関係の割合(被覆率)をそれぞれ計算し、その積を2文の類似度とする。

まず、2文間で以下の条件によって文節と係り受け関係を対応づける。

- (1) ユーザ質問文の文節  $X$  に含まれるキーワードと、テキスト文の文節  $X'$  に含まれるキーワード(あるいはその上位・下位語)のいずれかが一致する場合、 $X$  と  $X'$  を対応づける。
- (2) ユーザ質問文内の係り受け関係  $X \rightarrow Y$  とテキスト文内の係り受け関係  $X' \rightarrow Y'$  について、文節  $X, X'$  と文節  $Y, Y'$  がそれぞれ対応する場合、それらを対応づける。
- (3) ユーザ質問文から抽出された同義表現グループとテキスト文から抽出された同義表現グループが一致する場合、それらが抽出された文節・係り受け関係を対応づける(図4)。

ユーザ質問文、テキスト文の被覆率は、それぞれ以下の式によって計算する。ここで、 $m$  は係り受けへの重みづけを決める定数( $m \geq 0$ )である。

$$(\text{被覆率}) = \frac{(\text{対応をもつ文節の数}) + m \times (\text{対応をもつ係り受け関係の数})}{(\text{文節の総数}) + m \times (\text{係り受け関係の総数})}$$

図5においては、ユーザ質問文、テキスト文ともに3つの文節と2つの係り受け関係が対応をもっている。 $m = 1.0$ としたとき、両者の被覆率はそれぞれ1.0, 0.56であるので、類似度は0.56となる。

各テキスト中でもっとも類似度の大きな文をテキストの代表文とし、その類似度をテキストのスコアとする。最後に、システムはテキストのリストをスコアの大きな順に出力する。

## 3 換喩表現の扱い

本節では、図1に示した係り受け関係のずれの問題を解決するため、コーパスから換喩とその解釈を自動的に抽出し、ユーザ質問文とテキストのマッチングに応用する方法を提案する。

### 3.1 換喩表現・換喩解釈表現

本論文では、以下の2種類の表現の組み合わせを扱うことで、図1に示した係り受け関係のずれに対処する。

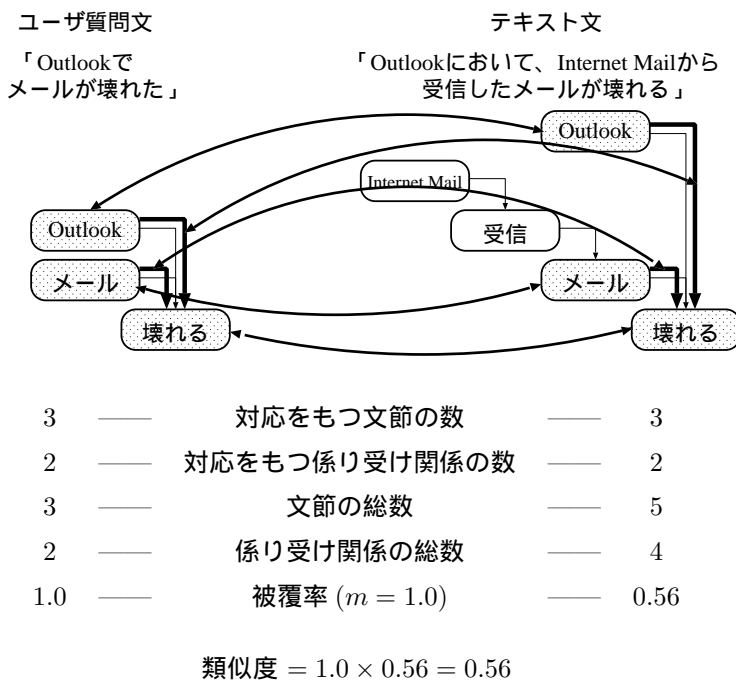


図 5 ユーザ質問文とテキスト文の対応づけと類似度の計算

( $\alpha$ )  $A P \rightarrow V$

( $\beta$ )  $A (O) \rightarrow B P \rightarrow V$

ここで、 $A$  と  $B$  は名詞、 $V$  は用言、 $P$  は格助詞を表す。「の」は接続助詞であり、その有無は問わない。また  $\rightarrow$  は係り受け関係 (2.2.1 節で述べた前処理を適用後の文節単位間の係り受け関係を指している) を表す。図 1 の例では、 $A$  は「GIF」、 $B$  は「画像」、 $P$  は格助詞「を」、 $V$  は「表示する」に相当する。このとき、( $\alpha$ ) 「GIF を表示する」は換喩であり、( $\beta$ ) 「GIF (の) 画像を表示する」はその解釈になっていると考えることができる。

予備的な実験としてコーパスから ( $\alpha$ ) と ( $\beta$ ) の組み合わせの抽出を行ったところ、得られた組み合わせの大部分は換喩とその解釈として妥当なものであった。よって、このことを用いて換喩とその解釈の自動的な抽出を試みる。

コーパスとしては、ダイアログナビなどの質問応答システムによって収集されたユーザ質問文集合 (ユーザ質問文データベース) と、マイクロソフトが保有しているテキスト知識ベースを利用する。特にユーザ質問文データベースは、初心者が入力した質問文が大半であるので、大量の換喩的な表現を含んでいると考えられる。

以下では、( $\alpha$ ) を換喩表現、( $\beta$ ) を換喩解釈表現とよぶ。

### 3.2 換喩表現・換喩解釈表現ペアの抽出

KNP によって構文解析済みのコーパス (テキスト知識ベースとユーザ質問文データベース) から, 以下の方法によって換喩表現と換喩解釈表現のペアを自動的に抽出する.

- (1) 換喩表現の候補 ( $C_\alpha$ ) の収集: パターン「 $A_\alpha P_\alpha \rightarrow V_\alpha$ 」にマッチする表現をすべて集める. ただしコーパス中の出現頻度 ( $f_\alpha$  回) が閾値 ( $t_\alpha$  回) を下回る表現は除外する ( $f_\alpha \geq t_\alpha$ ).
- (2) 換喩解釈表現の候補 ( $C_\beta$ ) の収集: パターン「 $A_\beta (の) \rightarrow B_\beta P_\beta \rightarrow V_\beta$ 」にマッチする表現をすべて集める. ただし, コーパス中の出現頻度 ( $f_\beta$  回) が閾値 ( $t_\beta$  回) を下回る表現は除外する ( $f_\beta \geq t_\beta$ ). 接続助詞「の」の有無は問わない.
- (3)  $C_\alpha$  に含まれる各々の表現について,  $C_\beta$  中に対応する表現, すなわち  $A_\beta = A_\alpha$ ,  $P_\beta = P_\alpha$ ,  $V_\beta = V_\alpha$  を満たす表現が存在するとき, それらを換喩表現・換喩解釈表現のペアとして抽出する.

ここで,  $A_\alpha \cdot A_\beta \cdot B_\beta$  は任意の名詞,  $V_\alpha \cdot V_\beta$  は任意の用言 (サ変名詞のうち, 「する」が付属語としてつくものを含む),  $P_\alpha \cdot P_\beta$  は任意の格助詞,  $\rightarrow$  は係り受け関係を表している. 以下では簡単のため, 係り受け関係「 $\rightarrow$ 」の記述を省略する. また可読性を高めるため, 接続助詞「の」を場合に依じて挿入する.

出現頻度の閾値を設けたのは, 構文解析の誤りやおかしなユーザ質問文の悪影響を抑えるためである. 以下の実験においては,  $t_\alpha = t_\beta = 3$  と定めた.

ただし, 不適切な換喩表現・換喩解釈表現が得られることを防止するため,  $C_\alpha$  と  $C_\beta$  の収集においては以下の表現を除外する.

- 名詞  $A_\alpha \cdot A_\beta$  に他の文節が係っている表現は, 他の名詞句の一部になっている可能性があるため除外する. 例えば「デスクトップの表示を追加する」については「表示を追加する」は換喩表現候補のパターンにマッチするが, 文節「デスクトップの」が「表示を」に係っているため除外される. 「デスクトップの表示」はメニューのアイテム名であり, 「表示を追加する」だけを抽出しても意味をなさない.
- $A_\alpha \cdot A_\beta \cdot B_\beta \cdot V_\alpha \cdot V_\beta$  のいずれかの文節に括弧 (「」( ) < > [ ] など) が含まれる表現は除外する. 例えば「[ 検索 ] を削除する」などが除外される. 多くの場合, これらは固有名詞 (句), あるいはその一部になっており, 換喩現象とは無関係である.
- 用言  $V_\alpha \cdot V_\beta$  のアスペクトが使役態または受動態である表現は除外する. 例えば「アプリケーションが発生させる」が除外される.
- 構文解析誤りの影響を抑えるため, 遠い係り受け関係を含む表現を除外する. 具体的には, 係り受けの距離が 3 文節以上 (間にはさまれる文節が 2 個以上) のものを除外する.

以上の方法をコーパス中の 1,351,981 文 (ユーザ質問文: 762,353 文, テキスト知識ベース: 589,628 文) に適用した結果, 1,126 個の換喩表現・換喩解釈表現ペアが得られた. 図 6 にその

例を示す（「ペア評価」から右側の列については次節で説明する）。「電源を入れる」—「電源スイッチを入れる」、「改行が変わる」—「改行の幅が変わる」のように、興味深い例が多く得られていた。

なお、換喩表現・換喩解釈表現ペアを得る知識源としてのユーザ質問文・テキスト知識ベースの寄与度を調べるため、コーパスをユーザ質問文のみ、またはテキスト知識ベースのみに限ってそれぞれ提案手法を適用し、得られるペアの数を調べた（図 7）。この結果から、ユーザ質問文の方が、テキスト知識ベースよりも多数の換喩表現・換喩解釈表現を含んでいることが推測できる。また、質問応答システムをひきつづき運用してユーザ質問文を収集することによって、さらに多くの換喩表現・換喩解釈表現ペアが得られることが期待できる。

### 3.3 マッチングへの応用

以上に述べた方法によって得られた換喩表現・換喩解釈表現ペアを同義表現辞書に登録することによって、図 1 に示した係り受け関係のずれを解消することができる。例えば、「GIF を表示する」と「GIF の画像を表示する」を同義表現辞書に登録することによって、図 1 における両者の文の類似度（2.2 節において係り受け関係への重みづけ  $m = 1.0$  とした場合）は、0.27 から 1.0 に増加する。

なお、2.2.2 項で述べた同義表現辞書の再帰的展開は、換喩表現・換喩解釈表現ペアに対しても適用される。

## 4 評価と考察

提案手法の評価として、抽出された換喩表現・換喩解釈表現ペア自体の妥当性評価と、ダイアログナビのマッチングに応用した際の有効性の評価の 2 種類を行った。

### 4.1 抽出された換喩表現・換喩解釈表現ペアの評価

提案手法によって抽出された換喩表現・換喩解釈表現ペアをランダムに選び、妥当な解釈がなされているかどうかという観点で評価を行った。

まず、得られた 1,126 ペアを換喩表現「 $A_\alpha$   $P_\alpha$   $V_\alpha$ 」ごとにグループ化したところ、847 個のグループ（以下、換喩表現グループとよぶ）になった。このうち、一つの換喩表現に対して一つの換喩解釈表現しかないもの（単一解釈表現）は 679 グループ（=679 ペア）、一つの換喩表現に対して複数の換喩解釈表現があるもの（複数解釈表現）は 168 グループ 447 ペアであった。例えば換喩表現「電源を入れる」は、対応する換喩解釈表現が「電源スイッチを入れる」しか存在しないので単一解釈表現である。一方、換喩表現「エラーが出る」は、換喩解釈表現「エラー表示が出る」「エラー報告が出る」などが対応するので複数解釈表現である。

換喩表現				換喩解釈表現					ペア	他の解釈	グループ
$A_\alpha$	$P_\alpha$	$V_\alpha$	$f_\alpha$	$A_\beta$	$B_\beta$	$P_\beta$	$V_\beta$	$f_\beta$	評価	$B_\gamma$	評価
エラー	が	出る	1681	エラー	表示	が	出る	68			A
				エラー	報告	が	出る	9			
				エラー	画面	が	出る	6			
				エラー	情報	が	出る	4			
				エラー	メッセージ	が	出る	3			
				エラー	署名	が	出る	3			
電源	を	入れる	290	電源	スイッチ	を	入れる	5			A
元	に	戻る	276	元	の サイズ	に	戻る	12			A
				元	の 設定	に	戻る	10			
				元	の ページ	に	戻る	5			
				元	の 位置	に	戻る	4			
				元	の 画面	に	戻る	3			
				元	の 状態	に	戻る	3			
				元	の 値	に	戻る	3			
				元	の 表示	に	戻る	3			
印刷	を	実行	141	印刷	プレビュー	を	実行	12	×		C
				印刷	ジョブ	を	実行	4			
				印刷	処理	を	実行	4			
				印刷	コマンド	を	実行	3			
動作	が	遅い	123	動作	速度	が	遅い	8			A
プログラム	を	起動	107	プログラム	の 削除	を	起動	4	×	$\phi$	E
文字	が	ずれる	97	文字	の 位置	が	ずれる	19			A
				文字	の 間隔	が	ずれる	4			
				文字	列	が	ずれる	3			
画像	を	挿入	69	画像	ファイル	を	挿入	6			A
ファイル	が	破損	56	ファイル	の 一部	が	破損	3		内容	B
改行	が	変わる	34	改行	の 幅	が	変わる	3			A
JPG	で	保存	20	JPG	形式	で	保存	13			A
画面	が	変わる	18	画面	の 解像度	が	変わる	7		背景	B
				画面	の 色	が	変わる	4			
				画面	の サイズ	が	変わる	3			
				画面	の 表示	が	変わる	3			
ドメイン	を	追加	7	ドメイン	ユーザ	を	追加	3	×	$\phi$	E
アドレス	を	開く	4	アドレス	帳	を	開く	43	×	$\phi$	E
				アドレス	帖	を	開く	3	×		
ワード	が	消える	4	ワード	の メニュー	が	消える	4		プログラム	D
				ワード	の フォント	が	消える	4	×	アイコン	
画面	に	従う	3	画面	の 指示	に	従う	96			A
				画面	の メッセージ	に	従う	3			
ドキュメント	を	表示	3	ドキュメント	の 種類	を	表示	5	×	内容	E
MO	を	使用	3	MO	装置	を	使用	4			A

図 6 提案手法によって抽出された換喩表現・換喩解釈表現ペア

この 847 換喩表現グループから 200 グループ (単一解釈表現 163 グループ (=163 ペア), 複数解釈表現は 37 グループ 101 ペアの計 264 ペア) をランダムに選択し, 換喩表現グループ単位で以下の手順で評価を行った. 評価の具体例を図 6 の右欄に示す.

- (1) 換喩表現グループに含まれる各々の換喩表現・換喩解釈表現ペアが換喩の解釈として妥当かどうかを, (妥当), × (誤り) のいずれかで判断した (図 6 の「ペア評価」欄). 具体的には, ダイアログナビのドメイン (Windows 環境) において, 換喩表現が

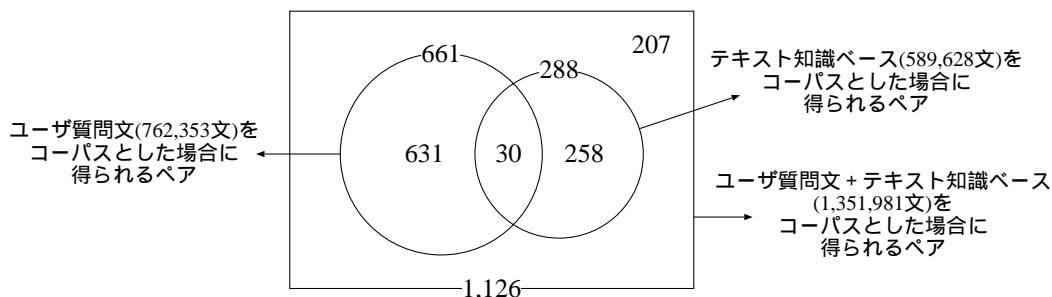


図 7 コーパスによって得られる換喩表現・換喩解釈表現ペアの数

ら想定される状況(複数の状況が想定できる場合はそのうちの一つ)と換喩解釈表現から想定される状況が一致する場合に とし、そうではない場合に  $\times$  とした。すなわち、両者を一致すると考えてユーザ質問文とテキストのマッチングを行うことが適切かどうかで評価を行った。

例えば、換喩表現「印刷を実行」に対しては「アプリケーションのメニューから [印刷] を選び、印刷データをプリンタに送る」という状況が想定されるが、換喩解釈表現「印刷ジョブを実行」「印刷処理を実行」「印刷コマンドを実行」からも同じ状況が想定されるので、これらの表現については とした。一方、換喩解釈表現「印刷プレビューを実行」から想定される状況は「アプリケーションのメニューから [印刷プレビュー] を選び、印刷結果を画面上で確認する」であり、換喩表現「印刷を実行」から想定される状況とは異なるため  $\times$  とした。

- (2) 換喩表現「 $A_\alpha P_\alpha V_\alpha$ 」に対して重要な換喩解釈表現「 $A_\gamma$  (の)  $B_\gamma P_\gamma V_\gamma$ 」が、提案手法によって得られた換喩解釈表現以外に存在する場合は、その  $B_\gamma$  を列挙した(図 6 の「他の解釈  $B_\gamma$ 」欄)。また、「 $A_\alpha P_\alpha V_\alpha$ 」が換喩ではないと解釈できる場合は、 $B_\gamma$  に「 $\phi$ 」を含めた。ここで、提案手法によって得られた換喩解釈表現のうちと判断されたものに「 $A_\gamma$  (の)  $B_\gamma P_\gamma V_\gamma$ 」を加えた集合を、真の換喩解釈表現の集合とみなすことにする。

具体的には、換喩表現から想定される主要な状況が、対応する換喩解釈表現の集合から想定されるすべての状況のほかに存在する場合に、その状況を表す換喩解釈表現を  $B_\gamma$  として列挙した。例えば、換喩表現「ワードが消える」に対しては、「ワードがスタートメニューから消えてしまう」という状況のほかに、「ワードのプログラムがハードディスクから消えてしまう」「ワードのアイコンがデスクトップから消えてしまう」という状況も想定できるので、それを表す換喩解釈表現「ワードのプログラムが消える」「ワードのアイコンが消える」を列挙した。

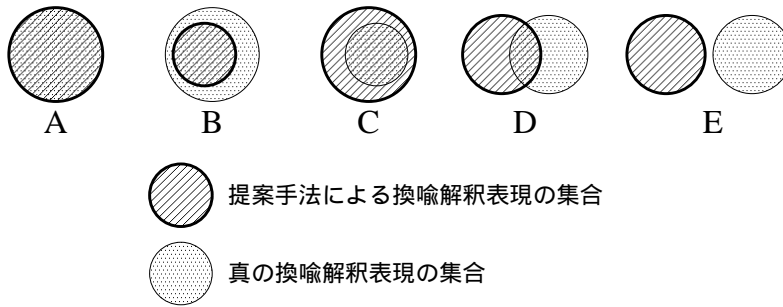


図 8 換喩表現グループの評価

表 2 換喩表現・換喩解釈表現ペアの評価結果

評価	ペア数
	222 ( 84 %)
×	42 ( 16 %)
合計	264 (100 %)

(3) 以上の結果にもとづき，各々の換喩表現グループを以下のいずれかの評価に分けた（図 6 の「グループ評価」欄）．これらの評価間の関係を図 8 に図示した．

- A グループに属するすべてのペアの評価は であり，他の重要な解釈 ( $B_\gamma$ ) は存在しない．
- B グループに属するすべてのペアの評価は であるが，他の重要な解釈 ( $B_\gamma$ ) も存在する．
- C グループに属するすべてのペアの評価には と × が混在し，他の重要な解釈 ( $B_\gamma$ ) は存在しない．
- D グループに属するすべてのペアの評価には と × が混在し，他の重要な解釈 ( $B_\gamma$ ) も存在する．
- E グループに属するすべてのペアの評価は × である．

換喩表現・換喩解釈表現ペア単位の評価 (上の 1) の結果を表 2 に，換喩表現グループ単位の評価 (上の 3) の結果を表 3 に示す．

これらの結果からわかるように，換喩表現・換喩解釈表現ペア単位でみた場合には 8 割以上のペアは妥当なものであった．また，換喩表現グループのうち 65 % については，グループ評価 A であった．一方，グループ評価 C・D の全体に占める割合は小さく，グループ評価 E の割合は 2 割弱であった．

なお，グループ評価 A と B，C と D の境界は本質的に曖昧である．なぜなら，換喩表現に

表 3 換喩表現グループの評価結果

評価	単一解釈表現	複数解釈表現	全体
A	102 ( 63 %)	28 ( 76 %)	130 ( 65 %)
B	27 ( 17 %)	3 ( 8 %)	30 ( 15 %)
C	—	3 ( 8 %)	3 ( 2 %)
D	—	1 ( 3 %)	1 ( 1 %)
E	34 ( 21 %)	2 ( 5 %)	36 ( 18 %)
合計	163 (100 %)	37 (100 %)	200 (100 %)

対して可能な解釈をすべて列挙することは困難だからである．例えば，図 6 の換喩表現「元に戻る」に対しては「元のサイズに戻る」「元の位置に戻る」といった換喩解釈表現が得られているが，「元の場所に戻る」「元の配置に戻る」といった解釈も考えることができる．しかしこのケースでは，提案手法による換喩解釈表現の集合が「元に戻る」の主要な解釈をすべて含んでいると考え，「他の解釈  $B_{\gamma}$ 」には何も列挙しなかった．

上の曖昧性の問題は，質問応答システムを継続的に運用して多くのユーザ質問文を蓄積することによっておのずと解消する問題である．例えば，「元の場所に戻る (戻りたい)」というユーザ質問文が入力されたときに，「元に戻る」という表現を含む適切なテキストとのマッチングが失敗したとしても，この失敗が何度か繰り返されることによって換喩解釈表現「元の場所に戻る」が提案手法によって抽出される．よって，グループ評価 A に B を合わせて適切な解釈とみなすことにすれば，8 割の換喩表現に対しては適切な解釈が与えられていることになる．

## 4.2 マッチングにおける有効性の評価

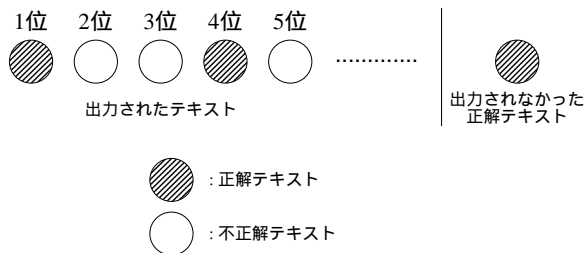
提案手法をダイアログナビに応用した際の有効性を調べるため，テストセットを用いた評価を行った．

テストセットとしては，ダイアログナビのユーザ質問文データベースから無作為抽出された各々のユーザ質問文に評価者が正解テキストを付与したもの (正解テキストは 1 つのユーザ質問文に対して必ずしも 1 つではなく，複数個が存在する場合や，正解テキストが存在しない場合もある) を利用した．今回は，テストセットに含まれるユーザ質問文 1,290 文のうち，以下の条件をすべて満たすものを評価に用いた．

- (a) 提案手法によって得られた換喩表現，または換喩解釈表現のいずれかを含む．
- (b) ヘルプ集，あるいはサポート技術情報のテキストを正解テキストとしてもつ．

1,290 文のうち，(a) の条件を満たすものは 226 文であり，さらに (b) の条件も満たすものは 147 文であった．結果として，ヘルプ集のテキストを正解とする 31 文と，サポート技術情報のテキストを正解とする 140 文を評価に用いた<sup>1</sup>．

<sup>1</sup> ユーザ質問文のうち 24 文は，ヘルプ集とサポート技術情報の両方のテキストを正解としてもっている．



$$\epsilon = \frac{1/1 + 1/4}{1/1 + 1/2 + 1/3} = 0.68$$

図 9  $\epsilon$  の計算例

テストセットの各々のユーザ質問文に対するシステムの出力 (スコアによって順序づけされたテキストのリスト) の評価尺度としては、以下の式で定義される  $\epsilon$  を用いる。

$$\epsilon = \frac{\sum_{i \in \mathcal{R}} \frac{1}{i}}{\sum_{j \in \{1, \dots, n\}} \frac{1}{j}} \quad (1)$$

ここで、 $n$  は入力されたユーザ質問文に対する正解テキスト数、 $\mathcal{R}$  は出力されたテキストのリストのうちの正解テキストの順位番号の集合である。 $\epsilon$  の計算の一例を図 9 に示す。 $\epsilon$  は、正解テキストがすべて最上位に順位付けされたときに、最大値 1 をとる。

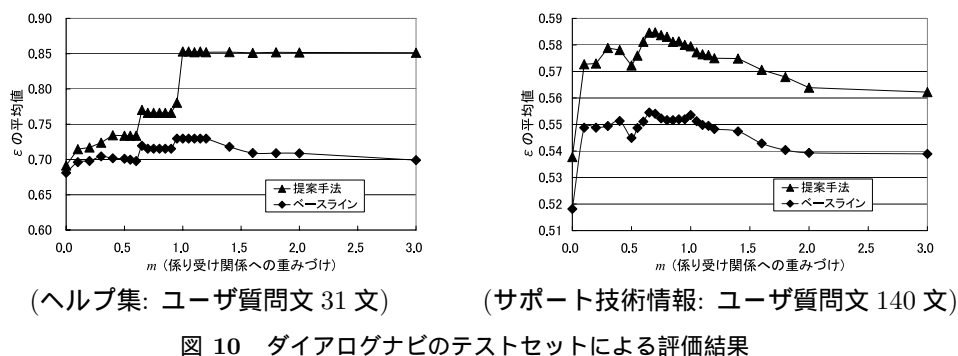
なお、 $\epsilon$  は質問応答システムの評価において一般的に用いられる MRR (mean reciprocal rank, 正解の順位の逆数として計算される) を拡張したものである。通常のドメイン独立の質問応答タスクでは 1 つの質問に対する答えは 1 つのみであるが、ダイアログナビのユーザ質問文に対しては複数の答え (正解テキスト) が存在しうるので、正規化の要素 (式 (1) の分母) を導入している。

上に述べたテストセットを用い、以下の 2 種類の条件で実験を行った。

**ベースライン** 2.2 節で述べた方法でユーザ質問文とテキストのマッチングを行う。

**提案手法** 2.2 節で述べた方法でユーザ質問文とテキストのマッチングを行う。この際、提案手法によって抽出された換喩表現・換喩解釈表現ペアを同義表現辞書に登録しておく。実験の際は、係り受けへの重みづけ定数  $m$  を 0 から 3.0 までの範囲で変化させ、それぞれの場合において  $\epsilon$  の全ユーザ質問文での平均値を計算した。

実験結果を図 10 に示す。また、 $m = 1.0$  のとき、「提案手法」を「ベースライン」と比較して  $\epsilon$  の値が改善または悪化したユーザ質問文の数を表 4 に示す。これらの結果から、提案手法を導入することによってシステムの出力が有意に改善されることがわかる。また、図 10 は係り受け関係への重みづけが有用であることを示している。

表 4 提案手法によって  $\epsilon$  が改善または悪化したユーザ質問文の数 ( $m = 1.0$ )

テストセット	改善	悪化
ヘルプ集	13	0
サポート技術情報	20	8

$\epsilon$  の改善に有効であった換喩表現・換喩解釈表現ペアの例を図 11 に示す。(I1) の例では, 換喩表現「LAN で接続」がユーザ質問文に含まれ, 対応する換喩解釈表現「LAN 経由で接続」が正解テキストに含まれていたため, 正解テキストのスコアがその他の不正解テキストのスコアを上回って結果が改善した。

また, 逆に  $\epsilon$  を悪化させた換喩表現・換喩解釈表現ペアのすべてを図 12 に示す((W1) については 2 つのユーザ質問文において  $\epsilon$  を悪化させていた)。これらのペアのうち, (W1)~(W4) は明らかに換喩の解釈として適切ではない。一方, (W5)~(W7) は換喩の解釈として適切であるにもかかわらず,  $\epsilon$  が悪化してしまう結果となった。これらは, ダイアログナビのマッチング手法に存在する他の問題点が, 換喩表現のマッチングによって偶然に顕在化したことが原因である。例えば (W5) については, ユーザ質問文「WindowsXP から Web フォルダに アクセスできない」に対して, 不正解テキスト中の表現「WindowsXP 環境の ACCESS は, ... UNICODE 0x00A5 を使用します」が大きなスコアでマッチしていた。この原因としては「アクセス」と「ACCESS」(製品名) が同義語として登録されていたために換喩解釈表現の再帰的展開が行われてしまったことと, 同義表現マッチングの処理において格の違い(この例ではカラ格とノ格)を無視していることがあげられる。

	換喩表現			換喩解釈表現			
	$A_\alpha$	$P_\alpha$	$V_\alpha$	$A_\beta$	$B_\beta$	$P_\beta$	$V_\beta$
(I1)	[ユーザ質問文] LAN	で	接続	[ヘルプ集] LAN	経由	で	接続
(I2)	[ユーザ質問文] ファイル	に	関連づける	[ヘルプ集] ファイル	の種類	に	関連づける
(I3)	[ユーザ質問文] 文字	を	大きくする	[ヘルプ集] 文字	のサイズ	を	大きくする
(I4)	[ユーザ質問文] HTML	で	保存	[サポート技術情報] HTML	形式	で	保存
(I5)	[ユーザ質問文] 画像	を	開く	[サポート技術情報] 画像	ファイル	を	開く
(I6)	[ユーザ質問文] ユーザー	を	登録	[サポート技術情報] ユーザー	情報	を	登録
(I7)	[ユーザ質問文] 名刺	を	作成	[サポート技術情報] 名刺	のデザイン	を	作成
(I8)	[ユーザ質問文] システム	が	不安定だ	[サポート技術情報] システム	の動作	が	不安定だ
(I9)	[サポート技術情報] アプリケーション	が	遅い	[ユーザ質問文] アプリケーション	の起動	が	遅い
(I10)	[サポート技術情報] 履歴	を	削除	[ユーザ質問文] 履歴	の情報	を	削除

図 11  $\epsilon$  が改善した換喩表現・換喩解釈表現ペアの例 ( $m = 1.0$ )

	換喩表現			換喩解釈表現			
	$A_\alpha$	$P_\alpha$	$V_\alpha$	$A_\beta$	$B_\beta$	$P_\beta$	$V_\beta$
(W1)	[ユーザ質問文] ページ	を	表示	[サポート技術情報] ページ	の番号	を	表示
(W2)	[ユーザ質問文] DNS	を	使う	[サポート技術情報] DNS	の動的更新	を	使う
(W3)	[ユーザ質問文] アプリケーション	を	開く	[サポート技術情報] アプリケーション	のファイル	を	開く
(W4)	[サポート技術情報] ファイル	を	印刷	[ユーザ質問文] ファイル	一覧	を	印刷
(W5)	[ユーザ質問文] WindowsXP	から	アクセス	[サポート技術情報] WindowsXP	環境	から	アクセス
(W6)	[ユーザ質問文] 文字	を	囲む	[サポート技術情報] 文字	列	を	囲む
(W7)	[サポート技術情報] XP	で	送信	[ユーザ質問文] XP	のパソコン	で	送信

図 12  $\epsilon$  が悪化した換喩表現・換喩解釈表現ペア ( $m = 1.0$ )

## 5 関連研究

換喩の現象を扱うことは、さまざまな自然言語処理アプリケーションにとって重要な問題である。質問応答システムにおける重要性は本論文の冒頭で示したほか、(Stallard 1993) も指摘している。また、機械翻訳 (Kamei and Wakao 1992) や照応解析 (Harabagiu 1998) においても重要である。

1990 年代初頭までの換喩の計算機処理に関する研究は, 人手で構築されたオントロジー・意味ネットワーク・論理式などに依存していた (Fass 1991; Stallard 1993). しかし, そのような知識構造を作成するには多大なコストがかかるため, このような方法には明らかにスケラビリティがない. よって, 最近はコーパスベースの方法が主流となっている (Murata, Ma, Yamamoto, and Isahara 2000; Utiyama, Murata, and Isahara 2000; Lapata and Lascarides 2003).

本論文で扱ったタイプの換喩は, (Utiyama et al. 2000) によって研究されている. しかしながら, Utiyama らの研究は換喩の解釈のみを扱っており, 換喩の自動獲得については扱っていない. 我々の提案手法は, 換喩の自動獲得と解釈の両方を扱っている点でこれと異なる. また, 実用的な自然言語処理アプリケーションに換喩の処理を応用した先行研究はほとんど存在しない.

## 6 まとめ

本論文では, 大量のコーパスから換喩表現・換喩解釈表現ペアを自動的に抽出する方法と, それを質問応答システム「ダイアログナビ」におけるユーザ質問文とテキストのマッチングに応用する方法を提案し, それらの有用性を示した. コーパスとしては, 質問応答システムの公開運用によって得られた大量のユーザ質問文と, マイクロソフトが保有するテキスト知識ベースを利用した. 質問応答システムをひきつづき運用してさらに大量のユーザ質問文を蓄積することによって, さらに多くの換喩表現・換喩解釈表現ペアが得られることが期待できる.

ただし, 提案手法では不適切な換喩の解釈表現を抽出してしまい, システムの出力を悪化させてしまう例もみられた. また, 換喩現象はきわめて多様であり, 提案手法ではカバーできないタイプのものも存在する. これらの問題に対処するためには, 提案手法によって得られた換喩表現・換喩解釈表現を意味的に分類し, より一般的な換喩現象モデルの構築につなげていく必要がある.

謝辞

本研究を進めるにあたって, 換喩現象に関して言語学の立場から貴重なコメントを戴いた東京大学西田・黒橋研究室の岡本雅史氏に深く感謝いたします.

## 参考文献

- Fass, D. (1991). “met\*: A Method for Discriminating Metonymy and Metaphor by Computer.” *Computational Linguistics*, **17** (1), pp. 49–90.
- Harabagiu, S. M. (1998). “Deriving Metonymic Coercions from WordNet.” In *In Workshop on Usage of WordNet in Natural Language Systems, COLING-ACL '98*.
- Kamei, S. and Wakao, T. (1992). “Metonymy; Reassessment, Survey of Acceptability, and its

- Treatment in a Machine Translation System.” In *Proceedings of 30th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL92)*, pp. 309–311.
- 清田陽司, 黒橋禎夫, 木戸冬子 (2003). “大規模テキスト知識ベースに基づく自動質問応答—ダイアログナビ—.” *自然言語処理*, **10** (4), pp. 145–175.
- Kurohashi, S. and Nagao, M. (1994). “A syntactic analysis method of long Japanese sentences based on the detection of conjunctive structures.” *Computational Linguistics*, **20** (4).
- 黒橋禎夫, 長尾真 (1999). 日本語形態素解析システム JUMAN version 3.61 使用説明書. 京都大学大学院情報学研究科, <http://www-lab25.kuee.kyoto-u.ac.jp/nl-resource/juman.html>.
- Lakoff, G. and Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. University of Chicago Press.
- Lapata, M. and Lascarides, A. (2003). “A Probabilistic Account of Logical Metonymy.” *Computational Linguistics*, **29** (2), pp. 261–315.
- Murata, M., Ma, Q., Yamamoto, A., and Isahara, H. (2000). “Metonymy Interpretation Using X NO Y Examples.” In *Proceedings of The 4th Symposium on Natural Language Processing 2000 (SNLP 2000)*.
- Stallard, D. (1993). “Two Kinds of Metonymy.” In *Proceedings of 31st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL93)*, pp. 87–94.
- Utiyama, M., Murata, M., and Isahara, H. (2000). “A Statistical Approach to the Processing of Metonymy.” In *Proceedings of The 18th International Conference on Computational Linguistics (COLING 2000)*, pp. 885–891.

## 略歴

- 清田 陽司: 1998 年京都大学工学部電気工学第二学科卒業. 2000 年同大学院情報学研究科修士課程修了. 2003 年同大学院情報学研究科博士後期課程単位認定退学. 同年, 東京大学大学院情報理工学系研究科産学官連携研究員. 2004 年, 京都大学学術情報メディアセンターにおいて JST さきがけポスドク研究員, 現在に至る. 質問応答システム, 情報検索, 自動要約の研究に従事.
- 黒橋 禎夫: 1989 年京都大学工学部電気工学第二学科卒業. 1994 年同大学院博士課程修了. Pennsylvania 大学客員研究員, 京都大学工学部助手, 京都大学大学院情報学研究科講師を経て, 2001 年東京大学大学院情報理工学系研究科助教授, 現在に至る. 自然言語処理, 知識情報処理の研究に従事.
- 木戸 冬子: 1997 年マイクロソフト株式会社入社. 1998 年埼玉大学大学院理工学研究科入学 (在学中). University Program 担当. 自然言語処理技術を用いたサポートシステムの効率化を目的としたストレリチアプロジェクトのリーダーに従事. 2001 年科学技術振興事業団による理科教育用のデジタルコンテンツ開発にあたっては, 埼玉大学, お茶の水女子大学, 東京学芸大学との共

同開発プロジェクトのリーダーを担当した．現在は技術企画室に所属し，自然言語処理を中心とした大学との共同研究を担当している．

(2004 年 2 月 12 日 受付)

(2004 年 5 月 15 日 再受付)

(2004 年 6 月 2 日 採録)