

〔公 開〕

TR-C-0114

通信サービス要求記述への
自然言語の適用

石若 通利
Michitoshi ISHIWAKA

1 9 9 5 4 . 1 2

A T R 通信システム研究所

通信サービス要求記述への自然言語の適用

石若 通利

平成7年4月12日

目次

1	はじめに	2
2	自然言語処理上の曖昧性の問題	3
2.1	機械翻訳における曖昧性	3
2.1.1	語彙認識手法と構造認識手法	4
2.1.2	語彙変換と構造変換過程の曖昧性	5
2.1.3	曖昧性解消手法の研究動向	7
2.2	自然言語インターフェイスにおける曖昧性	8
2.2.1	多様な言語現象に対処する能力	8
2.2.2	不適格文に対処する能力	9
3	通信サービス要求記述への適用	10
3.1	自然言語適用上の課題	10
3.1.1	通信サービス分野の領域知識	10
3.1.2	領域モデルと言語表現の関連	11
3.2	自然言語による要求記述の意味理解	11
3.2.1	自然言語意味表現と領域モデルとの関係	12
4	おわりに	13

第 1 章

はじめに

高度情報化社会の展開に伴い通信サービスに対する要求は多様化し、この多様な要求へ迅速に対処することが望まれている。このため、通信サービスを開発する早期の段階で要求を明確にし仕様として定義し検証する方法の確立が求められている。これまでに仕様の明確な定義とその機械的な検証の実現を目的に多くの仕様記述法が提案されている。例えば、CCITT(International Telegraph and Telephone Consultive Committee) 勧告の SDL(Functional Specification and Description Language)[1]、ISO(International Organization for Standardization) 勧告の LOTOS(Language of Temporal Ordering Specification)[2] 及び Estelle[3]、当 ATR 通信システム研究所で開発された STR(State Transition Rules)[4] 等がある。さらに、これらの形式的仕様記述言語に基づいた開発支援システムでは、仕様検証 [5] やプログラムの自動生成 [6] が実現されている。

しかし、これらの形式的仕様記述言語は通信サービス開発の専門家を対象とした記述法であり、要求の源泉である通信サービス利用者が要求を記述するためには不向きであった。そこで、利用者が要求を記述する手段に自然言語を用いることで記述容易性の向上が期待できる。さらに、自然言語で記述された要求でも通信サービス仕様としての明確な定義と検証を可能とする手法の確立が切望されている。

自然言語記述の計算機処理はこれまでも多くの研究が行なわれており、その問題点の指摘と解決策の提案がある。なかでも自然言語記述の意味内容を特定する際に問題となる曖昧性を、効果的に解消する方法は依然として困難で重要な課題である。

本研究では、通信サービス要求記述への自然言語の適用を念頭に置いて、これまでの自然言語処理研究を処理目的の違いから以下の二つの観点から分類し、研究動向を整理する。

- 機械翻訳等のように自然言語記述から自然言語記述への変換過程で問題となる曖昧性と解消方法の研究動向
- 自然言語インターフェイス等のように自然言語から特定の目的のために構築された計算機システムで採用している人工言語記述への変換過程で問題となる曖昧性と解消方法の研究動向

さらに、通信サービス要求の自然言語記述を計算機処理する際に問題となる曖昧性とその解消を実現するための課題を考察し整理する。

第 2 章

自然言語処理上の曖昧性の問題

自然言語記述の計算機処理は、自然言語記述から処理目的に応じた言語記述への変換である。処理の目的には、入力された自然言語記述の意味内容を変換結果を通じて人間が理解するものと、入力された自然言語記述から特定の見方で意味を抽出し計算機システムの入力とするものがある。以下では、前者の目的で変換を行う際に問題となる曖昧性を機械翻訳における曖昧性、後者の目的で変換を行なう際に問題となる曖昧性を自然言語インターフェイスにおける曖昧性と呼び、各々について述べる。

2.1 機械翻訳における曖昧性

機械翻訳では、入力となる自然言語記述（以下、原言語記述と呼ぶ）を出力となる自然言語記述（以下、目的言語記述と呼ぶ）へ変換し、変換結果を人間が理解する。従って、入出力の各記述の意味内容が人間が理解する上で等価であることが要求される。自然言語記述で表現される意味のとらえ方は多様であるが、計算機による認識の単位で以下の二つの意味認識単位に分類した。

- 動詞や名詞等の語によって表現される意味認識単位
- 助詞や助動詞等の文法上の機能を持つ語の用法や文形によって表現される意味認識単位

従って変換は、

- 原言語の語や句を目的言語の語や句へ変換する語彙変換
- 文を語や句の並びと見て、原言語の構文構造を目的言語の構文構造へ変換する構造変換

に分類できる。

本節では、まず計算機による語彙認識と構造認識の手法を概説する。次に、語彙変換と構造変換と各々の変換過程で問題となる曖昧性について述べる。最後に曖昧性の解消手法の研究動向について述べる。

2.1.1 語彙認識手法と構造認識手法

入力された自然言語記述を計算機が認識するためには、

- 文字列から単語、句読点等を認識する形態素解析による語彙認識
- 単語列から単語間の関係を認識する構文解析による構造認識

が必要である。形態素解析では処理対象の自然言語に依存した語の語形変化の認識を主に行なう。構文解析では対象とする自然言語に依存した言語規則に基づき、形態素解析の結果としての品詞等の文法情報を利用して解析を行なう。

語彙認識

形態素解析は対象とする自然言語に依存するため、英語の形態素解析と日本語の形態素解析を概説する [7][8]。

英語の形態素解析は、例えば”words” という語は”word” と”s” の二つの要素から構成されていることを認識し、”words” は”word” の複数形であることを認識することである。英語の形態素解析は比較的簡単であり、一般的なアルゴリズムとして2段式の形態素処理 (two-level morphological processing) が知られている。

日本語の形態素解析は、日本語特有の問題を多く含み困難なものとしている。日本語特有の問題には以下のようなものがある。

1. 単語間に切れ目を置かずにべた書きをすること。
2. 分かち書き、送りがな、字種、読点の用法等に関して自由度が大きいこと。
3. 接頭・接尾辞 (的) な語が多く、またこれらの語と結合して一つの語を構成する規則が整理されていないこと。
4. 漢字を連ねて長単位の語 (学術用語等) を比較的自由に作り得ること。
5. 丁寧語、尊敬語、謙譲語、古語等通常の口語文法とは異なる文法系に属する語が混在して使われること。
6. 外来語、日本製外来語等が日本語的に使用されること
7. 同音語 (同音異義語) が多いこと。

上記の理由で、現在日本語の完全な形態素解析手法は存在しない。形態素解析の結果を最終的な解析結果とするかな漢字変換機構では、左最長一致法よ文節数最小法を用いて候補を提示する。しかし、最終的には人間によって変換候補の曖昧性の解消が行なわれる。

構造認識

構文解析は、形態素解析と同様に対象とする自然言語に依存した言語の規則性（文法）に基づき、文中の語や句がどのように結び付いているかを解析する。ここでは句構造文法 (phrase structure grammar) と係り受けの文法 (dependency grammar) による日本語と英語の解析手法を概説する。

日本語文の構造を句構造として見ると、文は句から構成され、句は単語から構成される。単語は構文的役割から動詞、形容詞、形容動詞、名詞、副詞、連体詞、接続詞、感動詞、助動詞、助詞に品詞分類できる [9]。一方、係り受けとして見ると、句と句の関係は主語と述語の関係、修飾と非修飾の関係、接続の関係等を句の依存構造として捉える。各々の例を図 2.1 に示す。

英語文の構造を句構造で見ると、日本語と同様に句の並びで構成され、句は単語の並びで構成される。単語の品詞は、名詞、動詞、助動詞、副詞、形容詞、接続詞、前置詞、冠詞がある。句の種類は、名詞句、動詞句、前置詞句、副詞句、形容詞句がある。一方、係り受けとして見ると句の依存構造は後方を修飾するだけでなく前方を修飾するものもある。各々の例を図 2.2 に示す。

2.1.2 語彙変換と構造変換過程の曖昧性

語彙変換過程における曖昧性

語彙変換における曖昧性には、訳語選択の曖昧性とゼロ要素補完における曖昧性がある。訳語選択の曖昧性とは、原言語の単語に複数の目的言語の単語が対応する場合に問題となる。例えば、英日翻訳で "make" に対応する単語は「する」「作る」等多数の訳語が対応する。ゼロ要素補完における曖昧性とは、原言語の語彙と目的言語の語彙に含まれる情報に過不足がある場合に問題となる。例えば、日英翻訳で「車」を "a car"、"the car"、"cars" 等のいずれに訳すかや、日本語ではしばしば省略される主語を補完した上で英語に訳す等がある。

構造変換過程における曖昧性

構造変換における曖昧性には、先ず構文構造を解析する際に複数の文法規則が適用可能となる構文解析における曖昧性がある。例えば、英日翻訳で "John saw Mary with a telescope" という文は、"with a telescope" という前置詞句の修飾先がどこかは、構文規則とこの文だけからは決定できない。前後の文の文脈や意味の解析が必要となる。次に、原言語と目的言語の構文構造の違いから変換できない場合がある。例えば、日英翻訳で「私は雨に降られた」のような日本語の被害の受身を表す英語の受身はない。このような場合には、原言語の構文構造にとらわれない目的言語文を生成する必要がある。

太郎 が スポーツカー を 運転する
 名詞 助詞 名詞 助詞 動詞
 名詞句 名詞句 動詞句

(a) 句構造例

太郎が スポーツカーを 運転する

(b) 依存構造例

図 2.1: 日本語文構造の例

Taro drives a sports-car
 名詞 動詞 冠詞 名詞
 名詞句 動詞句

(a) 句構造例

Taro drives a sports-car

(b) 依存構造例

図 2.2: 英語文構造の例

2.1.3 曖昧性解消手法の研究動向

曖昧性の解消には、語彙変換と構造変換の変換途上の結果を相補的に利用すると共に、文脈情報を利用することが試みられている。文脈の範囲は、一文中の語の共起といった狭い範囲の文脈から、文間に跨る文脈、さらには記述外の常識的な知識や記述された対象世界に関する知識といった広い範囲の文脈までである。

語の共起関係を用いた曖昧性の解消

一文中の語の共起を用いるものは、先ず語彙の構文上の制約を共起条件として用いる語彙機能文法 [10] や拡張文脈自由文法等がある。構文規則を細分化することで、構造変換における構文解析の曖昧性を解消することができる。

次に、語の意味的な整合性を共起条件として用いる方法がある。この方法では、語の意味を言語に非依存な抽象的な概念を指すものと捉え、指し示す概念の特徴を意味素性の集合で表現する。この場合、概念の表現方法、概念間の関係等の体系化の方法が新たに問題となる [11][12][13]。文献 [11] では、語の指し示す「概念」間の関係は扱われる問題や状況といった「観点」によって概念の類似性が変化すると捉え、観点に基づく概念の類似性判別の方式を提案している。この方式によって、状況や問題に応じた柔軟な概念間の類似性判別を実現している。文献 [12] では、概念を (1) 上位下位概念 (2) スロット (3) 部分全体関係とプロセスモデル (4) 制約条件の 4 つの方法の組合せで定義する概念表現方法を提案している。文献 [13] では、言語過程説の立場から言語表現の意味を「表現」に結びつけられた「対象」と話者の「認識」の関係と捉え、「意味処理」を言語表現に用いられた言語規範の種類を判別する「意味解析」と、話者と対象世界とを関係づける「意味理解」の二つに分けることを提案している。

最後に、慣用句や定型表現を一つの語彙として処理する方法がある。この場合、慣用句や定型表現の知識の収集や原言語記述から定型表現の抽出が問題となる [14][15]。文献 [14] では、頻繁に使用される定型的な表現をコーパスから自動的に抽出する基準を提案している。文献 [15] では、述語慣用句と機能動詞表現の 2 つに関して、それぞれの解析手法を提案している。

文間に跨る文脈を用いた曖昧性の解消

文間に跨る文脈を用いるものは、指示語や略語を助詞等の文法的機能を担う語の使い分けといった談話的な制約を用いることで同定する研究がある [16]。具体的には、日本語文章を対象に談話の開始の 2 文の助詞「は」と「が」の使い分けを主語照応、新主語、反復主語、異主語の 4 種類に分類し、この分類と談話の視点の関係を整理して省略語や代名詞の照応に利用する。

また、語彙変換と構造変換において複数の候補がある場合に、文の意味的結束性を用いることで絞り込む試みがある [17]。

分野知識を用いた曖昧性の解消

分野等の広い文脈を利用する研究は、記述対象分野を限定することで言語外の知識をも利用して曖昧性の解消を行なう。分野に応じた翻訳事例の利用等の研究がある [18]。事例に基づき訳語選択の曖昧性や構造変換における曖昧性の解消ができる。

2.2 自然言語インターフェイスにおける曖昧性

自然言語インターフェイスでは、原言語記述から特定の見方からみた意味を抽出して目的言語記述へ変換し、変換結果が特定の目的で構築された計算機システムの入力となる。従って、入出力の各記述の意味内容は必ずしも等価である必要はない。どのような意味内容を抽出するかは、計算機システムの目的に依存して多様である。しかし、記述目的が計算機システムの利用であることから分野における文脈を領域知識として積極的に活用する特徴がある。さらに、自然言語に依存しない抽象的な意味を抽出する傾向がある。例えば、能動態と受動態の文では話題の焦点等は異なっているが表明されている事実には変わりはない。機械翻訳では、このような情報も目的言語に反映されることが要求されるが、自然言語インターフェイスでは表明されている事実のみが抽出される。

自然言語インターフェイスにおいても、自然言語文から抽象的な意味を抽出する際には、自然言語の多義性、文脈依存性から機械翻訳における曖昧性と同様な問題は含まれている。その上で、自然言語インターフェイスに求められる能力は 1) 多様な言語現象に対処する能力と、2) 不適格な文に対してもなんらかの結果を返す能力が重要となる [19]。

2.2.1 多様な言語現象に対処する能力

多様な言語現象に対処する能力とは、処理対象となる自然言語の特徴の中でも対象領域の記述で顕著な特徴に対処する能力のことである。

例えば、データベース問い合わせ文における省略現象がある [20]。文献 [20] では、問い合わせ文の省略現象を他の問い合わせ文やその結果に依存しない局所的省略と依存する大域的省略の 2 つに分類する。さらに局所的省略を (1) 主語としての属性名が省略される場合 (2) 属性値の間に論理的結合がある場合 (3) 組を表す句との比較を含む場合 (4) 集計関数を表す句との比較を含む場合、大域的省略を (1) 検索条件が追加される場合 (2) 表示項目が追加される場合に各々細分類している。これらの省略現象を解決するために、自然言語文と SQL 文の中間表現言語 IML (Intermediate meaning description language) を提案した。これによって 1 つの関係表に対する問い合わせ文の全ての省略現象に対応することを可能としている。

他の例では、診療録に記載される接続名詞の規則性 [21] がある。この研究は診療録 (カルテ) の一種である退院サマリの自動理解処理研究の一環で行なわれており、日本語の接続名詞 (名詞を接続した専門用語や熟語) の意味解釈を考察している。著者の提案している心像意味論 (MIDST: Mental-image directed semantic theory) に基づき名詞の意味を物、事、属性、属性値、関係に

大分類し、接続名詞の構文と意味的結合関係を整理している。

2.2.2 不適格文に対処する能力

不適格な文に対してもなんらかの結果を返す能力とは、処理対象の自然言語として不適格な文に対処する能力と、対象とする計算機システムの入力として不適格な文に対処する能力からなる。

自然言語として不適格な文には、誤字、脱字、文法的誤りを含む文などがある。これに関しては、新聞原稿等の文書校正支援システム等の研究において行なわれている [22]。文書構成支援システムの立場から誤りを分類すると、(1) 表記レベルの誤り (2) 表現レベルの誤り (3) 内容レベルの誤りに分けられる。表記レベルの誤りでは、慣習性がある場合や誤りの予測がつかない場合には予め誤りの表記と正しい表記を対にして辞書へ登録しておくことで誤りの検出と訂正が可能である。しかし、慣習性がなく予想のつかない誤りに対しては困難が多く、日本語解析プログラムが解析に失敗したところに誤りがあると仮定して検出する方法がとられる。表現レベルでは、文節内に閉じて誤りが検出できるものと文節間に跨った解析の必要なものがある。文節内の誤りは、送りがなの付け方や名詞の接続規則を予め登録しておき形態素解析時に検出する方法がとられる。文節間に跨る誤りの検出は、特定の助詞の用法を予め登録しておき構文解析時に誤りを検出する方法がある。内容レベルの誤りの検出では、一般常識や記述された対象領域の知識と密接に関連するため文書構成支援システムでは研究が少ない。

計算機システムの入力として不適格な文には、対象領域以外のことの記述や比喩的な表現を含む文がある。これに関しては対象領域の境界を定めることが困難なことから有効な研究はない。

第 3 章

通信サービス要求記述への適用

3.1 自然言語適用上の課題

通信サービス要求仕様の自然言語記述から形式的仕様記述言語への変換は、通信サービス分野の自然言語インターフェイスといえる。従って、通信サービス分野の領域知識を利用することで変換を行なうことを考える。

領域知識は、通信サービスを提供する通信システムに関する知識、通信サービス仕様を規定する要因に関する知識、通信サービス仕様記述に顕著な言語現象に関する知識等が体系的に整理されている必要がある。例えば、通信システムに関する知識には、通信システムの構成要素となる交換機、端末などに関する知識がある。サービスを規定する要因には、回線の接続形態、利用手順、課金方法や、これらの要因に時間帯や曜日等の時間的要因、通話エリアや端末グループ等の空間的な要因が複合した要因が考えられる。通信サービス仕様記述に顕著な言語現象には、連接名詞や外来語による専門用語や通信サービスに特有な意味を持つ用語等がある。

これらの通信サービス分野の知識を整理した上で、入力となる自然言語表現と領域知識の関連、領域知識と形式言語表現の関連を整理することで自然言語記述からの意味の抽出と形式言語記述の生成が可能となる。

3.1.1 通信サービス分野の領域知識

通信サービス分野の領域知識を体系化するために、通信サービスを実現する交換処理機能の概念モデルの提案 [23] と、通信サービスを端末動作の状態遷移と、端末を含む通信システム構成要素の相互関係でとらえる通信サービスモデルの提案 [24] がある。概念モデルでは、論理的な交換処理機能を呼の生成から消滅までの時系列に沿って分類し、さらに分類された各処理を入力処理、判定／識別処理、出力処理に階層的に分類することで体系化している。さらに、概念モデルに基づいて形式言語の記述要素を分類することで、記述要素の冗長定義と重複定義の解消が可能である。通信サービスモデルでは、通信サービスを端末の状態と動作でモデル化し要求仕様の記述要素を体系化している。さらに、モデルに基づく仕様記述の枠組を定めることで要求仕様の記述容易性の向上と機械処理可能性を実現している。

3.1.2 領域モデルと言語表現の関連

モデルに基づいた領域知識の体系を利用する変換は、自然言語記述からモデルの構成要素へ対応付けする自然言語解析と、モデルの構成要素から形式言語記述へ対応付けする形式言語生成から構成される。形式言語生成では、モデルの構成要素と形式言語の構文要素または構文とが1対1であるため曖昧なく生成できる。しかし、自然言語解析では自然言語の多義性と文脈依存性からモデルの構成要素と自然言語記述の対応が必ずしも1対1またはN対1とはならない。このため、同一の自然言語表現から複数のモデル構成要素へ対応付けができるという曖昧性がある。逆に、複数の異なる自然言語表現が同一のモデル構成要素へ対応付けができるという曖昧性がある。さらに、新規の通信サービスの要求仕様では、既存サービスに基づいたモデルの構成要素には対応が付かない表現が用いられることが考えられる。このような場合には、モデル化の領域を超えた不適格な文であるのか、モデル自身を拡張または修正して適格な文として捉える必要があるのかの判断が困難であるという曖昧性がある。不適格な文の認識の曖昧性は、モデル化の領域が十分に広く本質的であり、モデル構成要素と自然言語表現との対応が十分に柔軟であれば、不受理の文は不適格な文であるといえる。このため以下では、多様な言語現象に起因する曖昧性について整理する。

3.2 自然言語による要求記述の意味理解

自然言語表現の多様性に起因する曖昧性には、異なる自然言語表現でも同一の形式言語表現へ変換する場合と、同一の自然言語表現を異なる複数の形式言語表現へ変換する場合に問題となる。表現の単位は、単語、句、文等が考えられる。

同義語による多様性 名詞、動詞等の自立語となる単語の多様性。

同義の句による多様性 名詞句、動詞句等の句の多様性。例えば、「発呼した端末」と「発呼端末」、「信号を送信する」と「信号の送信を行なう」等。

同義の文による多様性 能動態と受動態等の構文の多様性。例えば、「発呼信号を送信する」と「発呼信号が送信される」等。

同義語による多様性を吸収するためには、形態素解析時に同義語であることを認識する必要がある。このため、形態素解析用の同義語辞書を計算機が保持する。同義語は、日本語等の特定の自然言語に一般的な同義語だけでなく、通信サービス分野に依存した同義語をも含める必要がある。

同義の句による多様性を吸収するためには、構文解析時に特定の名詞句や動詞句が同義であることを認識する必要がある。

同義の文による多様性の吸収には、自然言語表現に依存しない意味表現が必要となる。次節では、自然言語の意味表現について述べる。

3.2.1 自然言語意味表現と領域モデルとの関係

意味表現形式は、意味ネットワーク形式、格フレーム形式、概念依存表現形式、論理形式等の多数の表現形式が提案されている。以下では、自然言語文から格フレーム形式の意味表現の抽出を例にとって曖昧性を整理する。格フレーム形式は、格文法を用いた自然言語解析の結果を表現するために用いられる。格文法の基本的な考え方は、自然言語文の構造を表層格構造と深層格構造の二つの構造で捉える。表層格構造は文を構成する語や句の構文的な役割を捉え、深層構造は動詞を中心とした名詞句の意味的な役割を捉える。格文法を用いることで、能動態と受動態のような構文構造の違う文を同じ深層格構造で表現することができる。つまり、格フレーム形式を採用することで構文構造の多様性に対処することが可能となる。しかし、格フレームを用いた意味解析では格要素に対応付かない名詞句は表現できないため、十分な格要素の選定が必要となる。また、名詞句と格要素の対応付けは名詞句を抽象的な概念を指し示すものと捉え、意味素性の集合として表現することで可能となる。このため、機械翻訳の曖昧性で述べたように、概念の表現形式、概念間の関係等が問題となる。

第 4 章

おわりに

本稿では自然言語の計算機処理における曖昧性を、機械翻訳等の自然言語から自然言語への変換過程と、自然言語インターフェイス等の自然言語から人工言語への変換過程での違いを研究動向から述べた。

機械翻訳では、先ず特定の自然言語に依存した語彙と文構造の認識手法を述べた。次に、原言語から目的言語へ変換する際に問題となる曖昧性を語彙変換と構造変換の二つの過程に分けて整理した。さらに、曖昧性の解消手法を利用する文脈の範囲で分類しその動向を述べた。

自然言語インターフェイスでは、自然言語表現から特定の見方から見た意味を抽出する。自然言語インターフェイスの意味抽出の際に問題となる曖昧性を、多様な言語現象に起因する曖昧性と、自然言語文の適格性を判断する際の曖昧性とに整理して述べた。

最後に、通信サービス要求記述への自然言語を適用するための課題を、領域知識と言語表現との関連を中心に考察した。表現の多様性を表現として捉える単位である単語、句、文の三つで分類し、各々形態素解析、構文解析、意味解析へ対応することを示した。

参考文献

- [1] CCITT, : Recommendation Z. 100 Functional Specification and Description Language (SDL), Technical report, CCITT (1988).
- [2] ISO, : ISO 8807, Information Processing System-Open Systems Interconnection-LOTOS-A Formal Description Technique Based on the Temporal Ordering of Observational Behaviour, Technical report, IOS (1989).
- [3] ISO, : ISO 9074, Information Processing System-Open Systems Interconnection-Estelle-A Formal Description Technique Based on an Extended State Transition Model, Technical report, ISO (1989).
- [4] Hirakawa, Y. and Takenaka, T.: Telecommunication Service Description Using State Transition Rules, in *Int. Workshop on Software Specification and Design*, pp. 140-147 (1991).
- [5] Harada, Y., Hirakawa, Y. and Takenaka, T.: A Design Support Method for Telecommunication Service Interactions, in *GLOBECOM'91*, pp. 1661-1666 (1991).
- [6] Kawata, K., Takura, A. and Ohta, T.: On a Communication Software Generation Method from Communication Service Specifications Described by a Declarative Language, in *ICCI'93*, pp. 116-122 (1993).
- [7] 岡田直之, 中村順一 : 自然言語処理入門, 情報処理学会誌, Vol. 34-35, No. 11-3 (1993-1994).
- [8] 電子通信学会 (編) : 日本語情報処理, 電子通信学会 (1984).
- [9] 樺島忠夫, 植垣節也, 曾田文雄, 佐竹秀夫 (編) : 福武国語辞典, 福武書店 (1989).
- [10] Frey, W.: 語彙機能文法における名詞句について, 自然言語理解と論理プログラミング, 近代科学社 (1990).
- [11] 笠原要, 松澤和光, 石川勉, 河岡司 : 観点に基づく概念間の類似性判別, 情報処理学会論文誌, Vol. 35, No. 3, pp. 505-509 (1994).
- [12] 井佐原均, 石崎俊 : 機械翻訳システム CONTRAST における概念表現, 情報処理学会論文誌, Vol. 35, No. 6, pp. 1029-1041 (1994).

- [13] 池原悟, 宮崎正弘, 横尾昭男: 日英機械翻訳のための意味解析用の知識とその分解能, 情報処理学会論文誌, Vol. 34, No. 8, pp. 1692-1704 (1993).
- [14] 北研二, 小倉健太郎, 森元逞, 矢野米雄: 仕事量基準を用いたコーパスからの定型表現の自動抽出, 情報処理学会論文誌, Vol. 34, No. 9, pp. 1937-1943 (1993).
- [15] 奥雅博: 日本文解析における述語相当の慣用的表現の扱い, 情報処理学会論文誌, Vol. 31, No. 12, pp. 1727-1734 (1990).
- [16] 清水一澄, 横尾英俊: 日本語理解システムのための視点抽出と照応解決, 情報処理学会論文誌, Vol. 36, No. 2, pp. 237-246 (1995).
- [17] 富浦洋一, 市丸夏樹, 日高逵: 常識推論における推論の選択と文脈処理, 情報処理学会論文誌, Vol. 35, No. 11, pp. 2239-2248 (1994).
- [18] 古瀬蔵, 隅田英一郎, 飯田仁: 経験的知識を活用する変換主導型機械翻訳, 情報処理学会論文誌, Vol. 35, No. 3, pp. 414-425 (1994).
- [19] 松本裕治: 頑健な自然言語処理へのアプローチ, 情報処理学会誌, Vol. 33, No. 7, pp. 757-767 (1992).
- [20] 笠晃一, 小林修二, 白石正人, 横田将生: 自然言語問合せ文の意味表現方法とその応用, 情報処理学会論文誌, Vol. 34, No. 5, pp. 925-933 (1993).
- [21] 横田将生, 西村靖司, 白石正人, 笠晃一: 心像意味論に基づく日本語連接名詞の構文および意味分析, 信学論, Vol. j77-D-II, No. 1, pp. 131-142 (1994).
- [22] 池原悟, 小原永, 高木伸一郎: 文書校正支援システムにおける自然言語処理, 情報処理学会誌, Vol. 34, No. 10, pp. 1249-1258 (1993).
- [23] 榎木浩, 高見一正, 太田理: 通信サービスモデルの概念モデルの一考察, CS 93-100, 信学技報 (1993).
- [24] 小林吉純, 榎木浩, 太田理: 通信サービスモデルに基づく要求記述、獲得手法, KBSE 94-14, 信学技報 (1994).