

TR-I-201

文脈処理を考慮した対話翻訳
システム(*DialTalk*)の評価実験

The Experiment of a dialogue translation system

工藤育男
Ikuo KUDO

1991.3.20

概要

対話翻訳システム(*DialTalk*)の評価結果について述べる。このシステムは、対話文固有の現象である省略や照応、代用表現の訳し分けなどを行っているところに特色がある。この翻訳システムは、語彙機能文法(Lexical-functional Grammar)をフレームワークにしたトランスファー方式を採用し、文脈的な現象を処理するための処理機構を備えた構成になっている。開発に当たっては、ATRの対話データベースを利用し、解析用の辞書データ、変換辞書用の資料、文脈処理部で使用する知識などを抽出した。文法規則は、キーボード会話300と呼ばれるタスクの文法規則(多進木で約200)が用意されている。プログラムは、もとは英日翻訳システムであったプログラムを日英システム用に一部修正したものである。開発には、システム全体で約1人年を要した。このシステムの解析・文脈処理・変換・生成の各処理能力について評価実験を行い、現状の技術でどこまで可能なのかを予測し、今後の課題について考察した。

◦ATR Interpreting Telephony Research Laboratories

◦ATR 自動翻訳電話研究所

目 次

1.はじめに	p.1
2.対話翻訳システム DialTalkの概要	p.2
2.1システム構成	p.2
2.2解析部	p.4
2.3解釈部	p.8
2.3.1文脈的現象	p.8
2.3.2解析部の処理の概要	p.10
2.4変換部	p.13
2.4.1対応づけによる変換辞書の作成	p.13
2.4.2変換辞書	p.13
2.4.3変換アルゴリズム	p.15
2.5生成部	p.17
3.実験結果	p.18
3.1対話翻訳システム DialTalkの概要と開発過程	p.18
3.2実験方法	p.21
3.3処理時間	p.22
3.4文脈処理の効果	p.24
3.5システムの精度	p.27
3.5.1 システム全体の評価	p.27
3.5.2 解析部の評価	p.28
3.5.3 解釈部の評価	p.32
3.5.4 変換部の評価	p.34
3.5.5 生成部の評価	p.36
3.6考察	p.38
4.むすび	p.40
参考文献	p.41

付録1 参考文献“Lexical-functional Transfer”	p.46
付録2 参考文献“Local cohesive knowledge”	p.49
付録3 評価データ(キーボード会話300)	p.52
付録4 品詞カテゴリーと辞書エントリー数	p.58
付録5.入力処理用辞書、文法の例	p.59
付録6.構文解析辞書、文法の例	p.60
付録7.語彙機能一覧	p.61
付録8.格解析用共起表の例	p.64
付録9.結束性知識の例	p.65
付録10.助述表現による省略の補完表の例	p.66
付録11.変換用辞書の例	p.67
付録12.英語タイプ一覧	p.68
付録13 生成用文法規則の例	p.73
付録14.複合語の品詞カテゴリー一覧とその例	p.74

1. はじめに

対話翻訳システム(A dialogue translation system)には、従来の書き言葉の翻訳システムとは、本質的に異なる設計思想が要求される。例えば、

- リアル・タイム性の実現(対話処理では、応答時間があまりに長すぎれば、システムとして使用できない)
- 対話文処理のための文脈処理技術(対話文固有の現象である省略や照応、代用表現の訳し分けなどを行う必要がある)

ここでは、この2点に重点において、システムを開発した。すなわち、リアル・タイム性の実現のために、解析段階でヒュリスティックスを導入した。また、対話文固有の省略や照応、代用表現の訳し分けなどを行っている。翻訳システムのフレームワークには、語彙機能文法LFG(Lexical-functional Grammar)をベースにしたトランスファー方式を採用し、そのシステムに文脈的処理機構を備えた構成になっている。

開発に当たっては、

- コーパスの情報をできる限り、活用すること

を念頭においた。すなわち、ATRの対話データベースを利用し、解析用の辞書データ、変換辞書用の資料、文脈処理部で使用する知識などを抽出した。文法規則は、キーボード会話300と呼ばれるタスクの文法規則(多進木で約200)が用意されている。プログラムは、英日翻訳システムであったプログラムを日英システム用に一部修正したもので、開発には、システム全体で約1人年を要した。

この対話翻訳システム(DialTalk)の評価結果について述べる。2章では、システムの構成、各モジュールについてし、3章でこのシステムの評価実験について述べる。

2. 対話翻訳システム DialTalk の概要

ここでは、DialTalk の処理の概要について述べ、構文意味解析・文脈解析・変換・生成の各モジュールについては、続く各節で説明する。

2.1 システムの構成

このシステムの特徴は、対話文に多い省略を補完するために、省略の補完機構を備えていることである。省略といっても、2.3で述べるように日本語には、文脈に依存した省略と文脈に依存しない省略の2種類があるので、図1に示すように文脈処理部と文脈に依存しない省略の補完機構の二つの機構を備えている。文脈処理部では、文脈に依存した省略(フォーカスの省略と呼ばれる)の補完や文脈に依存した現象(指示語の照応先の同定、代用表現の解釈など)が行われる。

全体の構成としては、(1)解析部、(2)解釈部、(ここでは、文脈処理部と文脈に依存しない省略の補完機構の二つの機構を併せて、解釈部と呼ぶことにする)、(3)変換部、(4)生成部の4つの機構から構成されている。

(1)解析部は、入力を文法規則と辞書、動詞と名詞の共起関係を利用して、構文意味解析を行い、その結果として、中間構造を作り出すものである。この中間構造としては、LFGのF-構造(F-structure)と呼ばれる構造(注1)をつくるものである。

(2)解釈部では、省略や指示語の照応先の同定、代用表現の解釈を行い、翻訳する

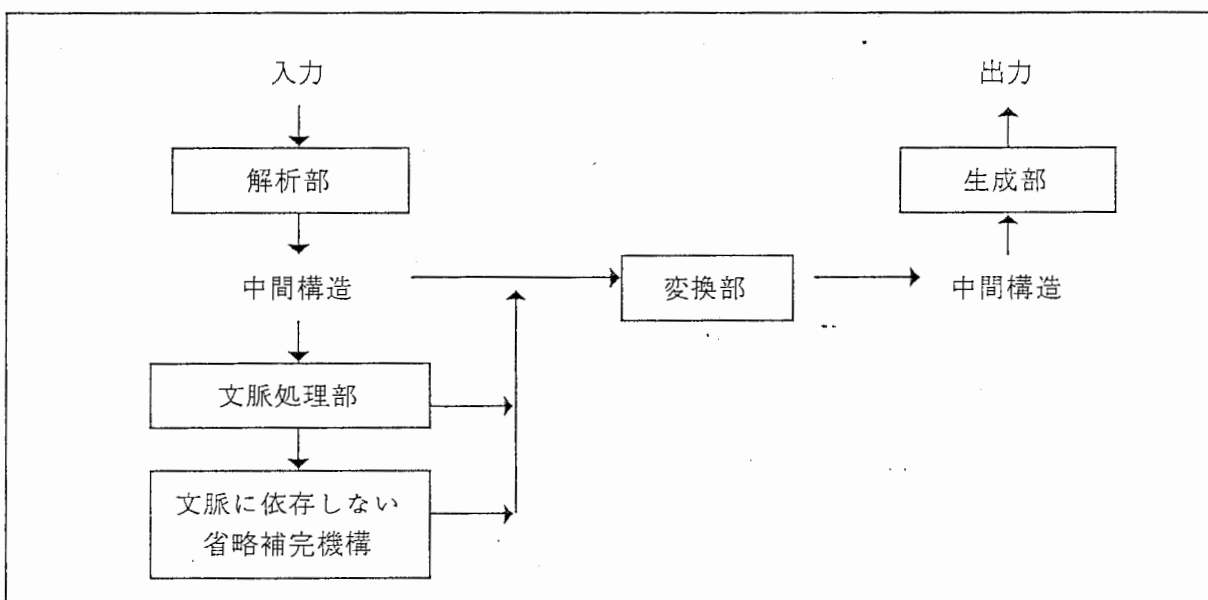


図1 対話翻訳システム DialTalk の概要

のに不足した情報を補う機構である。

(3)変換部は、解析部で得られた中間構造と解釈部で得られた情報を元に、英語の中間構造を作りだす。この過程は、語彙機能変換(Lexical-functional Transfer)と呼ばれる方法で行う。この方法は、従来の規則による変換方法とは違って、変換辞書だけで変換を行う。その結果、変換部でのメンテナンスが容易になるという効果がある。

(4)生成部では、変換の結果として得られた語の中間構造から、語順や一致の現象(例えば、主語と動詞の一致)を整えて、英語文を生成する過程である。

(注1) [LFGを採用した理由]

この構造は、機能構造を表現している。機能構造と言うのは、どの語がどういう機能を持っているのかを陽に表現した構造である。例えば、どの名詞が動詞の主語になっているかという格関係も一つの機能である。LFGでは、格関係以外の語彙の機能も、語彙機能(Lexical function、語彙関数と呼んだ方が感覚的にはフィットするときもあるが)と呼ばれる表現で記述できる。このLFGの語彙機能の記述は、数学的な関数式の表現で記述されており、機械処理には大変便利な表現方法である。語彙機能と呼ばれる関数式の集合が、F-構造である。この語彙機能からF-構造を導く過程は、ユニフィケーションという単純な機械的操作のみで行える。PROLOGと呼ばれるプログラミング言語には、このような操作が、すでに組み込まれているので、LFGをPROLOGでインプリメントするのは、容易である。このような理由により、ここでは、LFGを機械翻訳システムのフレームワークとして採用し、PROLOGによるシステムの構築を行った。

2.2 日本語解析部の概要

ここでは、日本語解析部の概要について述べる。日本語解析部では、図2に示すように(1)入力処理、(2)機能単位への変換、(3)構文解析処理、(4)格解析処理の4段階から成っている。この日本語解析部の特色は、

- 構文解析を高速化するためのヒューリスティックスの導入
- 機能単位への変換の機構の導入
- 共起表を用いた語彙機能の決定

である。

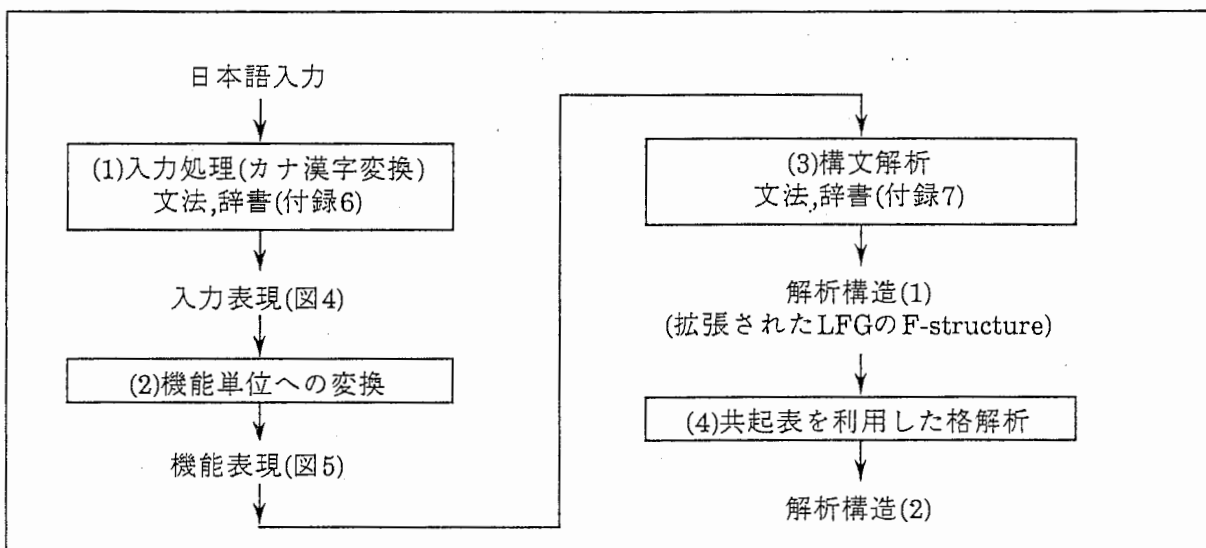


図2 日本語解析処理の概要

各処理について、説明する。

(1)入力処理: カナ漢字変換を行う。入力の例を図3に示す。このカナ漢字変換の際に、構文解析で用いる文法規則の部分木を用いて、文節入力の段階で、解析できない入力パターンを、できるだけ早い段階で落としている。ここで用いる文

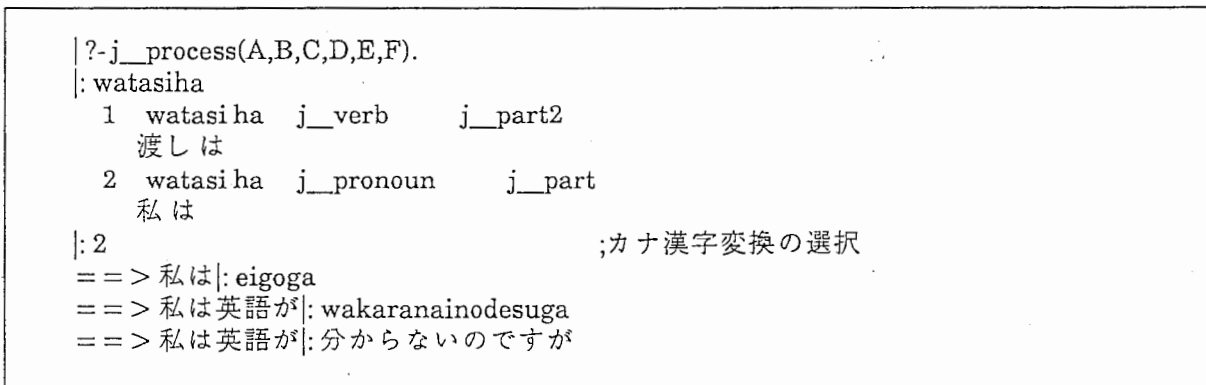


図3 入力(カナ漢字変換)の例

法と辞書の例を、付録6に示す。また、この過程では、数詞などは、特殊記号に置き換えられる。この処理結果を図4に示す。

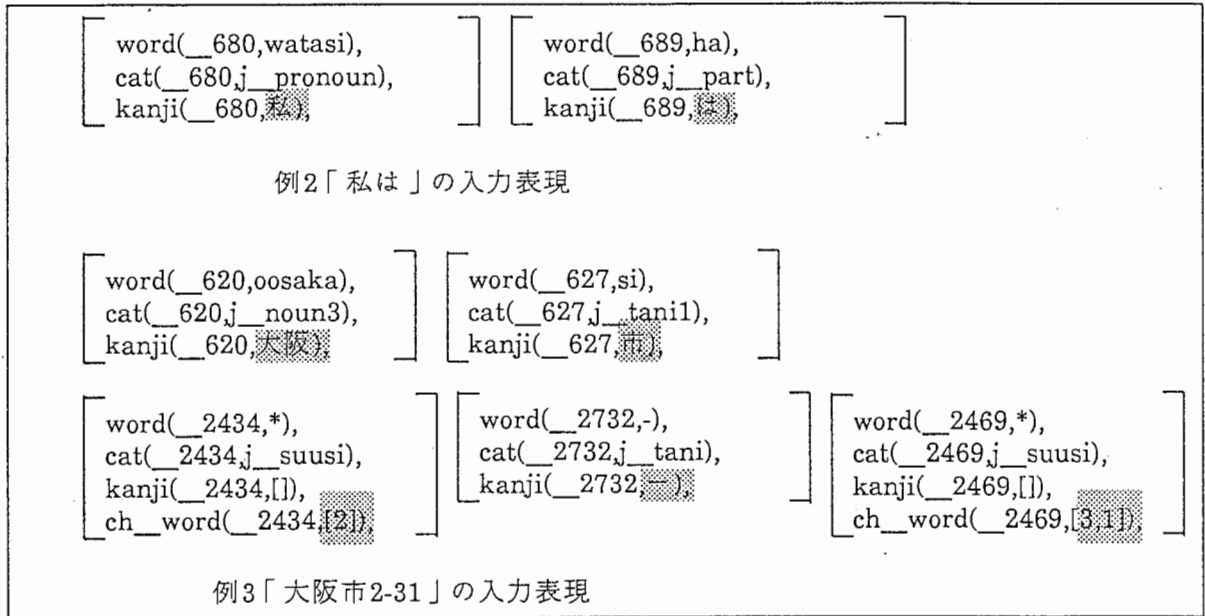


図4. 入力表現

(2)機能単位への変換: 入力処理としては、文節単位ということをして原則としているが、人間が入力する場合には、ある程度の表記の「ゆれ」や単位の「ゆれ」ということを認めないと入力が不自由になる。そこで、入力処理の段階では、これらのゆれを認めている。例えば、「～することができますか」は、文節として、「～する/ことが/できますか」と3つに区切って入力することもできるし、一語としての入力も認めている。このような「ゆれ」を許すことは、計算機処理するのに都合が悪いので、「ゆれ」をなくし、表記の統一を計る必要がある。そのために用意されたのが、この機構である。すなわち、計算機処理に都合の良いように、機能単位というものに置き換える。「(～する)ことができますか」は、言葉としては、接続して初めて、一つの機能になるので、これに統一する。すなわち、3つに区切って入力された「(～する)/ことが/できますか」を、一つの機能語として「(～する)/ことができますか」に置き換え、機能語としての新しい品詞カテゴリーを与えている。この他の機能語としては、「に/つい/て」「に/関し/て」「に/よっ/て」がある。これらの動詞を含む語については解析して、構造を作っても意味がないので、一つの機能語としてまとめておくと後の処理が楽になる。

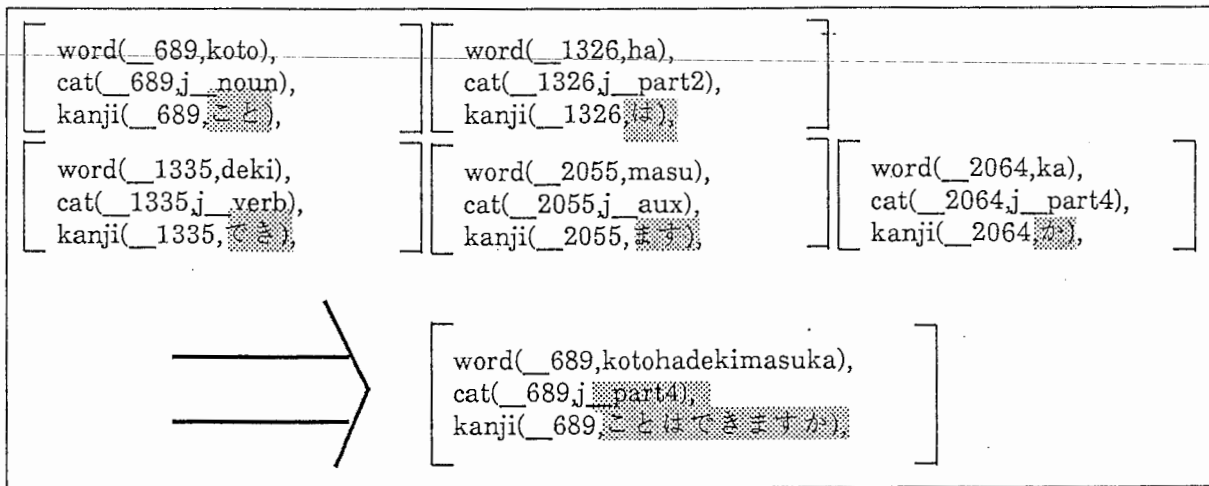


図4. 機能表現

(3) 構文解析処理: 構文解析を高速化するためのヒューリスティックスを導入した。形態素処理の段階で、構文解析で用いる文法規則の部分文法を使って、ローカルな範囲の文法的なチェックを行っている。その結果、入力文中に、あるカテゴリーの単語がいくつあるのかが分かる。この情報を利用して、トップダウン解析を行う。文法規則を、その規則が適用される条件として、どの種類の単語のカテゴリーをいくつ持つかという観点から、予め、文法規則を分類しておき、形態素処理の結果を利用して、無駄な文法規則に適用しないようにしている。この簡単なヒューリスティックスでも、複文など文の長さが長くなった場合、処理速度がかなり改善される。その例を表1に示す。

解析の結果は、機械翻訳システムへの結合を考えて、第一解(first hit)のみを出力している。解析結果の例を図5に示す。

(4) 格解析処理: 日本語の格関係は、一つの語彙の機能からでは決定できず、動詞や名詞や助詞との共起によって決まる現象である。そこで、構文解析では、“np”という格関係を便宜的に与えておき、ある名詞句がどの動詞にかかっているかという情報のみを付与しておく。次の格解析の段階で、動詞と名詞の共起表、動詞と助詞との共起表を利用し、格関係を決定している。すなわち、格関係という語彙機能を、共起表を用いて決定しているわけである。図5の構造を格関係した結果、図6の構造になる。動詞と名詞の共起表、動詞と助詞との共起表の例を付録に示す。

表1 ヒューリスティックスの効果(CPU TIMEの比較)

例	総当たり トップダウン (A)	ヒューリス ティックス (B)	改善率(%) $\frac{(A)}{(B)}$
1.私は英語が分からないのですが、会議に参加できますか	4.683秒	2.800秒	1.67
2.もし、会議に参加できない場合には、キャンセルできますか	8.983秒	2.234秒	4.02
3.3月10日が締切りですので、それまでに送ってください	14.917秒	3.600秒	4.14
4.はい、会議に申し込みたいので、登録費の200ドルを為替で送ります	11.167秒	5.650秒	1.98
5.お尋ねしたいのですが、私は、言語学の学生ですが、学生でも、この会議に参加出来ますか	143.783秒	5.216秒	27.6
6.はい、そうです	1.716秒	1.834秒	0.936
7.何か他に御質問ありますか	3.516秒	3.550秒	0.990

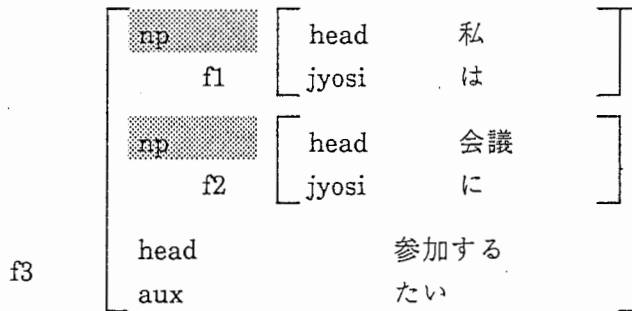


図5. 「私は会議に参加したい」の構文解析結果

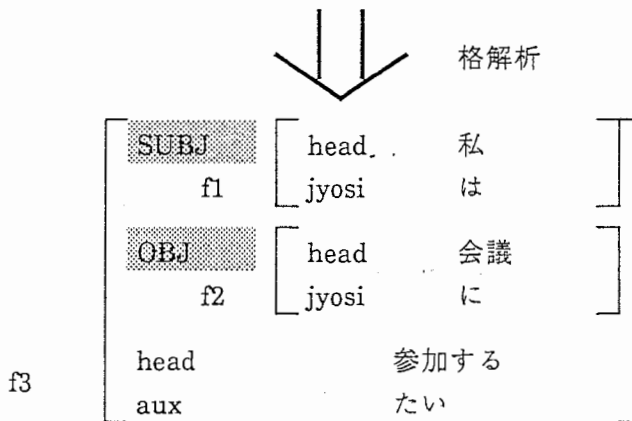


図6. 「私は会議に参加したい」の格解析後の構造

2.3 解釈部

ここでは、省略の補完や指示語の照応先の同定や代用表現の解釈を行う機構について述べる。この処理機構の特色は、

- 文脈処理の必要な現象と必要のない現象を区別するために、2段階の処理機構(文脈処理部と文脈に依存しない省略の補完機構)を備えている点、
- 文脈処理部では、「結束性に関する知識(Local cohesive knowledge)」に基づいた処理を行っている点、
- 文脈に依存しない省略の補完機構では、「助述表現よる省略の補完」を行っている。

まず、2.3.1で文脈処理の必要な現象と必要のない現象を区別し、次に、2.3.2で、これらの現象に対処するための解釈機構について述べる。

2.3.1 文脈的現象

ここでは、省略や照応などの文脈的現象を分析し、文脈処理の必要な現象と必要のない現象とを区別する。

(1)省略: 日本語の省略には、文脈に依存する省略と依存しない省略がある。文脈に依存する省略として、フォーカスの省略がある。表2の例1における「持って

表2 文脈的現象の例

現象名		頻度	例文
省 略	フォーカスの省略	51	(例1) 「クレジットカードの名前を教えてください」 「すみません。 <u>[〇ッ]持っていないのですが</u> 」
	文末の冗長性による省略	225	(例2)「クレジットカードの名前を <u>教えて頂けますか</u> 」
照 応	文脈指示の照応	11	(例3) 「講演をされたいのなら、論文を送って下さい」 「 <u>それは、いつまでに、送ればよいのですか</u> 」
	現場指示の照応	7	(例4) 「もしもし、 <u>そちら</u> 会議事務局ですか」
代 用 表 現	文脈依存の 代用表現	2	(例5) 「登録料は円で支払ってもよいですか」 「ドルで <u>お願いします</u> 」
	慣用表現	13	(例6) 「御名前と電話番号を <u>お願いします</u> 」

調査対象:キーボード会話,12会話(222発話、356文)

いないのですが」の目的格の省略が良い例である。このようなフォーカスの省略は、補完されるべきものが、前の文脈により変わる文脈に依存する省略である。それに対し、日本語には、文脈に依存しない省略がある。表2の例2の「教えてくださいか」の主語や第二目的語の省略である。日本語の文末の表現「て頂けますか」という表現に、「誰々ガ」「誰々ニ」という情報が含まれているため、明示的に述べる必要がないのである。このような省略は、文末の表現により、補完されるべきものが決まる。省略されるべきものを陽に表現すると、文末の表現と冗長になるという意味で、「文末の冗長性による省略」と呼ぶことにする。頻度は、文末の冗長性による省略の方が高く、384文中225例、フォーカスの省略が51例あった。

(2) 指示照応: 指示語には、文脈指示と現場指示の二種類の指示語がある。文脈指示とは、例3の「それ」のように、照応すべき実体が文脈中に存在するものをいい、現場指示とは、例4の「そちら」のように、照応されるべき実体が文中に表現されてないものをいう。

(3) 代用表現: 代用表現を翻訳する場合には、代用表現が表している意味を復元して、翻訳する必要がある。この意味の復元の方法には、文脈指示の代用表現と慣用表現の2種類がある。例文5の「お願いします」は、前の文を受けて、「支払って欲しい」という意味で使われている。しかし、例文6の「電話番号をお願いします」の場合には、文脈とは無関係に、名詞との共起により、意味が決まる慣用表現の代用表現である。

また、代用表現ではないが、前の文脈の内容を指す機能を持つ述語として、「構いません、結構です、できる、承知する、畏まりました」などがある。

以上の検討の結果、省略の補完や指示語の照応先の同定を行うためには、文脈に依存した現象と依存してない現象を区別して扱える機構を備える必要がある。

2.3.2 解析部の処理の概要

処理の概要を簡単に説明する。省略や指示語には、文脈に依存した現象と依存しない現象があるので、図8に示すように二段階の処理を行う。文脈処理部では、フォーカスの省略の補完、文脈指示語の照応、代用表現の解釈を行う。文脈に依存しない省略の補完は、次の助述表現による省略の補完機構で行う。

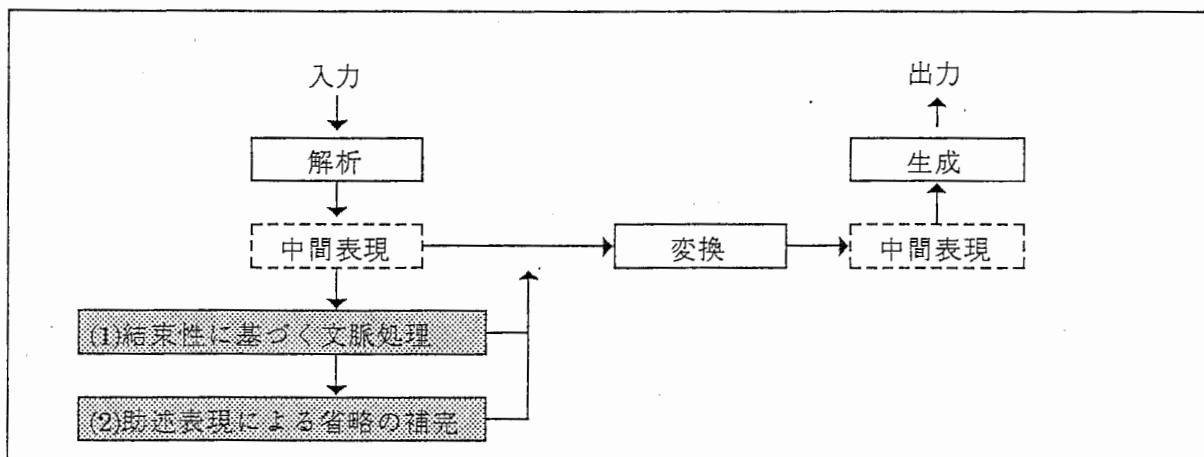


図8 対話翻訳システムにおける文脈処理機構の処理の流れ

以下に、簡単な例について説明する。

(例7)「申込書を郵送してください。」 ①

「はい、すぐに[〇ヲ]お送り致します。」 ②

いま、②の文を処理する場合を考える。②の文には、文脈に依存した省略[〇ヲ]と依存しない省略[〇ハ, 〇ニ]がある。

(1) 結束性に基づく文脈処理を行い、文脈に依存した省略を補う。中間表現は、文脈処理するには情報量が多いので、骨格となる格関係のみの構造(スケルトンと呼ぶ)にする。①と②の文は、図9に示す③と④のスケルトンになる。スケルトンの要素は、順番に標準形での主格、目的格、第二目的格に対応する。

文脈処理を行うために、履歴上のスケルトンとペアをつくる。③と④のスケルトンをペアにし、⑤ができる。このペアと⑥の文脈処理をするための結束性に関する知識(“local cohesive knowledge”)とユニフィケーションさせる。もし、この知識とマッチするなら、そのペアは結束性があり、その結果として、省略、照応の解釈が得られる。この例では、⑥の知識とマッチし、省略(X=申込

書)が補完される。もし、マッチする知識がない場合には、そのペアは、結束性がないと判断する。得られた結果は、履歴の結果として記録する。

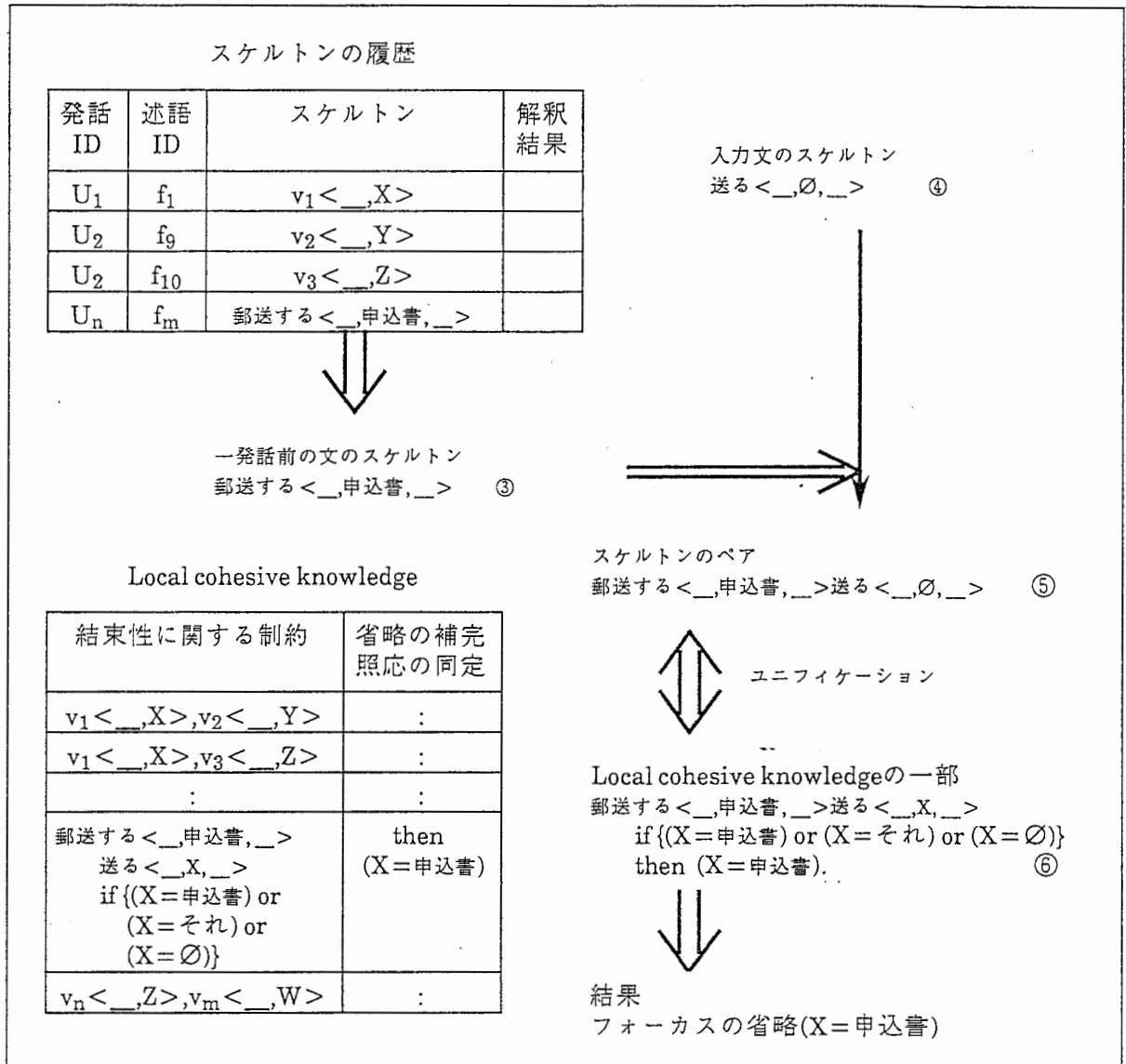


図9 結束性に基づく文脈処理方法

会話文の中で、フォーカスの省略や文脈指示の指示語がどういう場合に起こるかということ、一つは、相手文脈(例えば、質問文と答えの文)、もう一つは、自己文脈(例えば、複文や同一発話中の文間)で起こる。しかも、文脈的現象の9割以上が一発話前の相手文脈に含まれている。従って、文脈処理といっても、むやみに履歴を保持し探索する必要はなく、ここでは、一発話前の相手文脈中に含まれる現象を取り扱っている。

(2)文脈に依存しない省略は、各述語の助述表現を利用し補完する。例7では、

「お送り致します」という表現から「私ハ」「あなたニ」が推定する(図10)。データベースから大量に助述表現を抽出し、補完すべき省略といっしょに表にまとめておく。この表を引くことにより、省略を補完するものである。効率的な表を作るために、助述タイプ表と省略補完表の二つに分ける。助述タイプ表には、省略補完表を引くためのパラメータ(助述タイプ)が、省略補完表には、省略の解釈が書かれている。

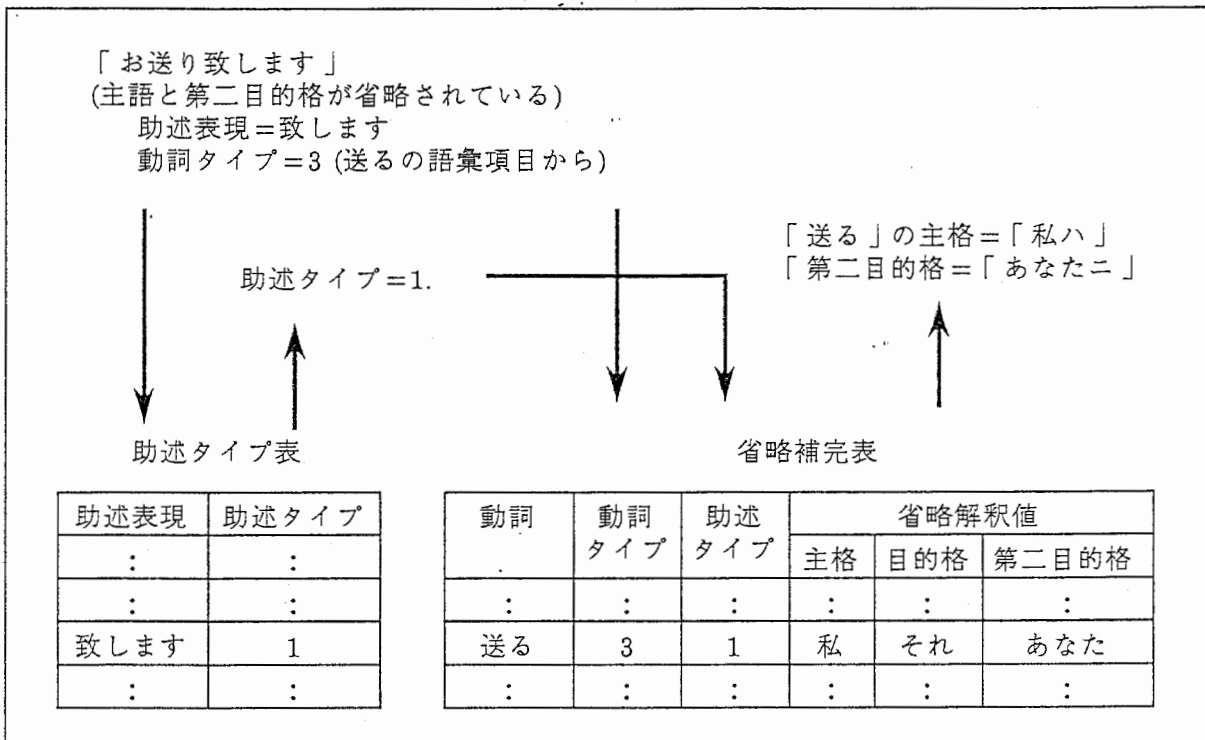


図10 助述表現による省略の補完

2.4 変換部

変換部では、語彙機能に基づいた変換方式、語彙機能変換(Lexical-functional Transfer)により、変換する。この変換手法の特色は、

- 変換辞書のみで変換を行う。構造変換規則も、変換辞書の中に語彙機能(Lexical-function)の形で記述されるため、変換辞書のみで構造変換および語彙の変換ができる。そのために、従来の変換過程で用いていた構造変換規則が不要になり、変換部は変換辞書だけになり、モジュラリティをあげることができる。
- 変換辞書は、双方向(Two-way)に使用可能である。
- 変換辞書の作成は、原言語(Source language)の中間構造とターゲット言語(Target language)の中間構造を対応づけることにより生成できる。
- 変換アルゴリズムは、原言語の中間構造のどの部分か変換を開始してもよいという変換順序が自由である(Order free)である。

2.4.1 対応づけによる変換辞書の作成

変換辞書は、対応づけによって原言語の中間構造とターゲット言語の中間構造を対応づけることにより生成できる。その手順は、まず、対応する中間構造を部分構造に分割する。次に、この部分構造の中で使用されている語彙機能中の実変数(actual variable)に f_1, f_n を、メタ変数(meta-variables) ↓や↑に置き換える。例えば、“Tom is eager to play baseball”とその訳「トムは野球をしたがっている」の構造から“Tom”と「トム」の対応する部分を取り出したものが、図11に示す変換辞書の項目である。詳しくは、付録1を参照していただきたい。

2.4.2 変換辞書

ここでは、語の環境という考え方を導入し、語彙機能変換(LFT)の訳語の選択機能を強化できるように拡張する。変換の考え方としては、語の環境として、訳語が選択される条件には、以下の条件が関与している。これらの条件を記述できるように、語の環境というものを考え、この環境として、3つの条件を記述できるようにした。

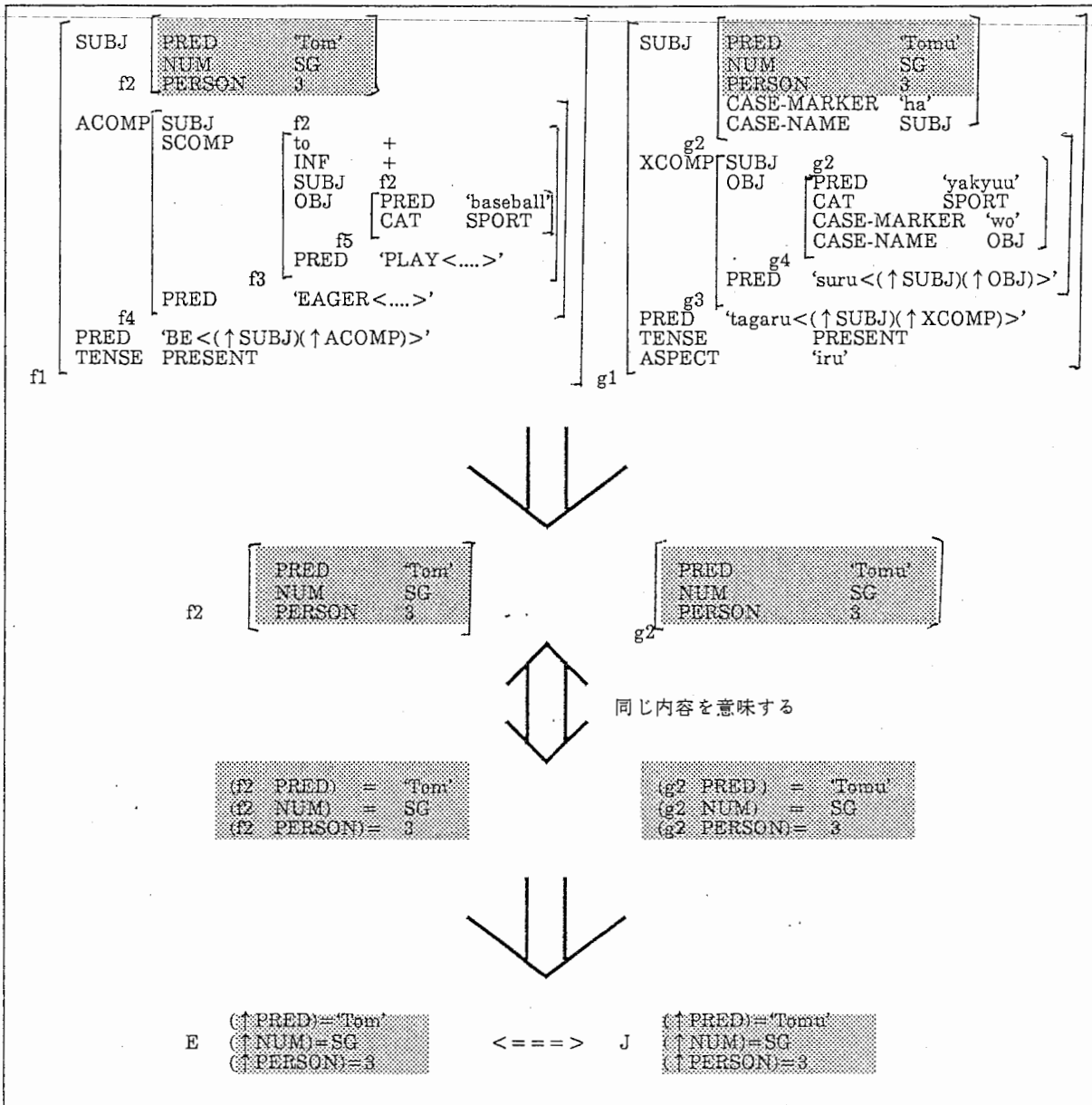


図11 対応づけによる変換規則の作成の例

- (1)語と語の共起、
- (2)語と統語規則の関係、
- (3)語と文脈情報の関係

記述例としては、「Aに」を”in theY”に変える規則を図12に示した。斜線の部分が対応する構造である。その他の部分は、オプション部分である。例えば、辞書項目の番号は、変換辞書のデバッグのための情報を提供するものであるし、英語側のタイプは、生成を高速化するために導入された記号である。これについては、2.5で説明する。付録に示すように、変換の基本パターンを用意しておき、

実際には、これをコピーすることにより、登録を行っている。また、変換の条件記述のために、16種類の基本関数を用意した。なお、実際のシステムで使用する変換辞書(Version 1.3)の構成は、オブジェクト指向的に記述し、辞書の記述量を減らしている。

<pre> A ni --> in the Y trans_noun([head(A,IJ,_)], ['No 1000_X'], [iyosi(IJ,_,ni)], [], [], [cat(IJ,_,j_noun)], [e_type(ID,e_advp(1))], [seq(ID,1,advp,[IT,IT1,IT2])], [in(ID1,ID2), obj(ID2,ID), pcase(ID2,IT,in), spec(ID,IT1,the), head(ID,IT2,Y)], [cor(ID1,IJ),cor(ID2,[]),cor(ID,[])], [word(IT,in),word(IT1,the),word(IT2,Y)], [cat(IT2,noun),num(IT2,sg),person(IT2,3)], []]. </pre>	<pre> ;辞書項目の番号 ;条件1,語と語の共起条件欄 ;条件2,統語規則の条件欄 ;条件3,文脈情報の条件欄 ; ;英語側のタイプ ;英語側のオーダ ;英語側の中間構造になる部分 ;制御コード ;英語側の終端語 ;英語側の終端語の品詞 ;英語側の終端語の表層条件 </pre>
--	---

図12 変換辞書(Version 1.1)の記述例

2.4.3 変換アルゴリズム

変換アルゴリズムは以下の4段階からなっている。変換の具体例については、付録1を参照していただきたい。

- (1)変換辞書引き: 原言語中間構造から、“head”となる語彙機能(Lexical-function)を抽出し、そのおのおのについて、辞書引きを行う。この辞書をひく順序は、どの順序でひいても同じターゲット言語の中間構造が得られる。
- (2)語の環境条件のチェックと訳語の選択: この過程は、どの訳語をきめるかという訳語の選択過程である。変換辞書の中に書かれている語の環境条件をチェックし、適合する変換辞書のエントリーを決める。
- (3)ターゲット言語の語彙機能の活性化: 変換辞書のターゲット言語側の語彙機能を活性化する。語彙機能を活性化するとは、語彙機能中のメタ変数(meta-variables) ↓ や ↑ を、具体的な実変数(actual variable)に g_1, g_n に、置き換えるこ

とをいう。この表を置き換えるときに使用するものが、対応表(The table of correspondence)である。この表を参照することにより、部分構造を個々別々に変換しても、一つのターゲット言語の構造をつくりあげることができる。

(4)中間構造を組み立てる: 活性化した語彙機能を解き、一つのターゲット言語の中間構造を組み立てる。なお、このアルゴリズムは、LFGの“From f-descriptions to an f-structures”のアルゴリズムを使用する。文献[1]参照。

2.5生成部

生成は、次の3段階の操作で行われる。まず、語順のない中間構造から、文法規則を使って、語順関係を導き出す。語順関係が整ったところで、次に、形態素合成を行う。主語と動詞の一致などを計る。最後に、文頭の文字を大文字にしたり、文末にピリオドを付けるなどして、表層の合成を行い出力する。

(1) 語順関係の整理

タイプとは、複数の要素を一つの集合として扱いたい時に、集合に付けられる名前である。このタイプは、計算量を減らす効果がある。例えば、ある集合に対してタイプが付与されていれば、このタイプだけをみれば、集合がある条件に適するか、否かが判断でき、集合の要素、一つ一つをチェックする必要はなくなる。

生成に使う文法規則は、語彙機能(lexical function)の集合に対して、語順をきめるためのものである。従って、この集合にタイプという名前を付けておけば、チェックが早い。図12の英語側のタイプとして示したものが、これである。このタイプの種類は、付録13にまとめた。この各々に対して、語順を決定するための文法規則、一致に関する条件、表層に関する条件などが規定されている。

(2) 形態素合成

主語と動詞の一致、時制の一致などの処理を行い、原形表現を統語情報に適した語形に直す。

(3) 表層の合成

表層の合成として、以下のことを行う。

- 1)文頭の文字や固有名詞の文字を大文字に直す。
- 2)数詞記号の、実際の数字に置き換える。
- 3)ピリオド、クエスチョンマーク、イクスラメーション・マーク、コンマなどの区切り記号を付与する。
- 4)出力する。

3.実験結果

ここでは、対話翻訳システム DialTalk の評価実験を行う。まず、3.1で、システムの概要と開発過程について述べ、次に、3.2で、評価方法を決める。3.3では、評価項目の一つであるこのシステム全体の処理時間について述べ、3.4で、文脈処理の効果について述べる。3.5では、処理能力と失敗の原因について分析し、3.6で今後の課題について考察する。

3.1対話翻訳システム DialTalk の概要と開発過程

対話翻訳システム DialTalk は、SUN-4, UNIX 4.0.1, Quintus Prolog (version 2.4) の環境で動作する。ウィンドウ環境はSun-view 上のProWindows (Version1.1)を使用している。

DialTalk の開発に当たっては、ATR の対話データベースを利用し、解析部の辞書、変換部の辞書の基礎資料を作成した。ATR の対話データベースとしては、89年11月現在で、142会話(1528発話, 4365文, 103954延べ語数)が、データベース化されていた。

(1)解析部の形態素解析用辞書のエントリーは、このデータベースからとってきたものを使用した。活用語も含めて3769エントリーである(表3)。構文解析用辞書は、この形態素解析用辞書のエントリーに対応している。形態素解析用辞書のエントリー数が多いのは、入力処理として「ゆれ」を許しているため、辞書が冗長になっているためである。解析部の辞書のエントリーは、データベースから抽出したが、品詞カテゴリーは、一部修正している。特に、名詞、単位記号、副詞、代名詞は、細分した。その理由は、電話番号や住所のような複雑な名詞句に対処するためである。

(2)文法規則は、付録に添付したキーボード会話300のうちの2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 4-1, 4-2, 4-3, 4-4, 4-5を解析するのに必要な構文解析用の文法規則を作った。文法規則は、多進木で193規則できた。まず、構文解析用の文法規則を作り、それに併せて、形態素解析用の文法規則を作成した。形態素解析用の文法規則は、構文解析用の文法規則の文節間だけを規定したものとなっている。尚、構文解析用文法規則

表3 DialTalkの概要

処理部	サイズ	内容	例
(1) 処理アルゴリズム	0.9 MB		
(2) 解析部	1.26 MB		
形態素解析用辞書	0.25 MB	3769 エントリー	文献[71]
形態素解析用文法規則	0.03 MB	106規則(多進木)	文献[71]
機能単位処理表	0.04 MB	270エントリー	
構文解析用辞書	0.38 MB	3148 エントリー	文献[71]
構文解析用文法規則	0.10 MB	193規則(多進木)	文献[71]
動詞・名詞共起表	0.50MB	15403エントリー	文献[71]
動詞・助詞共起表	0.01MB	313エントリー	
動詞・助述表現共起表	0.05MB	1461エントリー	
(3) 解釈部	1.22MB		
結束性に関する知識	1.2 MB		文献[70]
助述表現による省略の補完	0.02 MB		文献[70]
(4) 変換部	1.05 MB		
動詞変換辞書	0.33 MB		
名詞変換辞書	0.55 MB		
その他変換辞書	0.17 MB		付録
(6) 生成部	0.5 MB	239規則(多進木)	付録
(7) ライブラリー	0.1 MB		
合計	MB		

と形態素解析用文法規則の一覧については、文献[71]参照のこと。

(3)格解析で用いる動詞と名詞共起表も、対話データベースから抽出した。格関係の情報をキーにして、共起関係にある動詞と名詞を抽出し、それを動詞毎に整理したものを用意した。次に、実際に抽出されたデータだけでは、未知の組合せに

対処できないので、デフォルト値を設定した。この設定値は、直感に頼った。動詞と助詞の共起表は、動詞毎に、どの助詞がどの格として取りやすいかをデータベースから抽出してきて、一番頻度の高いものを与えた。この表についても、未知の組合せに対処するためデフォルト値を設定した。同じ格を示す助詞がある場合には、例外処理として、優先度を用意した。

(4)なお、解析のところでは述べなかったが、文末の表現を対話データベースから抽出し、「れる・られる」の機能(受身、尊敬、自発、可能)を決定づけるために、「れる・られる」と動詞との共起性を調べ、表にまとめた。この表を参照するという簡単なヒューリスティックスを用意した。「れる・られる」以外にも、「せる」「させる」など用意した。

(5)解釈部で使用する知識も、対話データベースを利用した。結束性に関する知識の生成方法、および、生成された知識の評価については、文献[70]の3章で述べた。抽出例については、付録を参照のこと。

(6)また、助述表現による省略の補完表については、文末の表現を対話データベースから抽出し、マージし、文末の表現と対応する省略表を作った。

(7)変換辞書の基礎資料として、対話データベースの日英対応情報を利用した。日本語をキーとして、文節レベルで対応しているものを各エントリー毎に抽出した。そこから、もっとも頻度の高いものを、変換辞書のデフォルト値、すなわち、何も条件がなかったときの訳語に設定した。訳し分けるためには、条件の記述が必要になる。このために、訳語を選択する必要の度合いが高いと思われる「サ変名詞」、「ダ文」、「ナル」などに関して、共起関係を検索した。ただし、このデータの全てを、変換辞書として登録できたわけではない。また、イディオムについては、変換辞書に十分に登録されなければ、誤訳を生ずるわけだが、時間的に十分、手が回らなかったのが実情である。

(8)生成部の文法規則は、変換部で変換されるタイプを機械的に生成し、その各々に対して、生成用文法規則を記述した。

(9)生成部の辞書は、変換部で変換される語彙を機械的に生成し、活用型の辞書を作った。

3.2実験方法

対話翻訳システムDialTalkを設計する際に、重点をおいたのは、リアル・タイム性の実現と対話文処理のための文脈処理技術の確立の2点である。リアル・タイム性の実現のために、解析を高速化するためにヒューリスティックス、および、対話文処理のための文脈処理技術を導入した。そこで、処理時間、および、文脈処理技術で、どんな現象に対処できるのかを評価する。まず、対話翻訳システムを、アルゴリズム、および、処理機構上の処理能力について評価する。また、システム開発に当たっては、ATRの対話データベースにあるデータを活用した。各モジュールの処理能力について評価する。

評価実験の方法としては、オープン・テストを行った。オープン・テストは、評価データと学習データを分け、学習させていない評価データに対し、どのくらい有効なのかを計るものである。学習データとして使用した会話とは異なる12会話を、評価データとして使用した。その一部を次のページに示し、残りを付録に示す。文脈処理の実験では、文脈が意味を持つので、評価文を任意に抽出することができないので、会話全体を評価データとして使用した。

評価システムの環境は、SUN-4 (260-H)、 Quintus Prolog (Ver. 2.4)、 ProWindows (Ver. 1.1)、 UNIX (Ver. 4.0.1)、 J.L.E (Ver. 1.0.3)上で行った。

評価データの一部

2-1-1-A	もしもし。	2-2-1-A	もしもし。
2-1-2-B	もしもし。	2-2-2-B	はい。
2-1-3-A	会議に参加したいのですが。	2-2-3-A	第一回通訳電話国際会議が、今年の八月に開かれるそうですけれども、会場は何処ですか。
2-1-4-B	詳しいことをお知らせ致しましょうか。	2-2-4-B	京都の国際会議場です。
2-1-5-A	はい、お願いします。まず、申込みの方法を教えてください。	2-2-5-A	参加料は、幾ら位ですか。
2-1-6-B	申込み用紙をお送り致します。	2-2-6-B	アメリカドルで、100ドルです。
2-1-7-A	お願いします。討論に参加するのではなく、聞いて居るだけでいいのですが、それでも宜しいですか。	2-2-7-A	聴講だけでですか。
2-1-8-B	ええ、構いません。8月に会議場で登録をして下さい。そのときに登録料を御支払い下さい。	2-2-8-B	そうです。
2-1-9-A	登録料は御幾らですか。	2-2-9-A	会議のプログラムは大体出来ていますか。
2-1-10-B	アメリカドルで100ドルです。	2-2-10-B	会議の前には出来上がります。
2-1-11-A	円で御支払いしても宜しいでしょうか。	2-2-11-A	まだ研究発表を、募集して居られるのですか。
2-1-12-B	申し訳有りませんが、ドルでお願いします。	2-2-12-B	締切は1986年9月20日ですので、もう受け付けて居りません。
2-1-13-A	三日間通しで100ドルですね。	2-2-13-A	そうですか。会議参加の方法を教えてください。
2-1-14-B	はい、ホテル代と食費は含まれて居りません。	2-2-14-B	登録用紙に記入して戴くのですが、用紙を送りましょうか?
2-1-15-A	分かりました。もし、二日目から参加できなくなった場合、キャンセルは出来ますか。	2-2-15-A	はい、お願いします。申込み用紙は無料ですか?
2-1-16-B	登録費を御返しすると言う事でしょうか?	2-2-16-B	はい、そうです。
2-1-17-A	そうです。出来れば、三分の二を返して戴きたいのですが。	2-2-17-A	送って頂く宛先は、大阪市東区城見1の2の61です。参加料は銀行振込みですか?
2-1-18-B	申し訳有りませんが、払い戻しは出来ません。	2-2-18-B	クレジットカードの方が良いのですが。カードは御持ちですか?
2-1-19-A	分かりました。会議は何語で運営されるのですか。	2-2-19-A	はい、どこのカードでも宜しいですか?
2-1-20-B	英語と日本語です。	2-2-20-B	はい、カードの名称と番号をお願いします。
2-1-21-A	私は英語が全然分らないのですが、同時通訳のサービスは有るのでしょうか。	2-2-21-A	アメリカン・エクスプレスの234-56789です。それから、会議の要綱集は出ますか?
2-1-22-B	はい、御座います。	2-2-22-B	はい、7月に出来ます。登録料は、アメリカン・エクスプレスの口座から支払いと言う事で宜しいですか?
2-1-23-A	参加者の方と個人的に御話してみたいのですが、会場で通訳を頼めますか。	2-2-23-A	はい、ありがとう御座います。申込み用紙の方も宜しくお願いします。
2-1-24-B	はい、出来ますが。	2-2-24-B	それから、御名前と連絡先の電話番号を、御聞きしたいのですが。
2-1-25-A	分かりました。どうもありがとう御座いました。	2-2-25-A	はい、会社名は、ATRです。電話番号は、06-211-5111です。
2-1-26-B	他に分らない事が御有りでしょうか。	2-2-26-B	ありがとう御座います。他に何か?
2-1-27-A	特に御座いません。	2-2-27-A	いいえ、どうもありがとう。
2-1-28-B	では、御待ちしております。	2-2-28-B	ありがとう御座いました。

3.3 処理時間

対話翻訳システムDialTalkの処理時間を、表4に示す。翻訳したときのCPUタイムは、平均3.928秒、その時の解析・解釈過程でのCPUタイムが平均1.041秒、変換・生成過程でのCPUタイムが平均2.887秒であった。システムは、解析が失敗しなければ、何らかの翻訳を行う。途中で解析が失敗したときのCPUタイムは、平均1.589秒であった。最大CPUタイムは、全体で15.433秒、そのときの解析・解釈過程でのCPUタイムが3.133秒、変換・生成過程でのCPUタイムが12.300秒であった。変換処理での条件のチェックが多いため、変換処理で時間をロスしている。

表4 対話翻訳システムDialTalkのCPUタイム

会話番号	翻訳したときのCPUタイム			途中で処理が失敗したときのCPUタイム
	全体	解析・解釈	変換・生成	
2-1	2.942(秒)	0.929(秒)	2.013(秒)	1.434(秒)
2-2	3.261	1.000	2.261	1.094
2-3	2.901	0.940	1.961	2.075
2-4	3.380	1.101	2.279	1.234
4-1	3.498	1.112	2.386	1.189
4-2	4.552	1.227	3.325	1.955
4-3	5.466	1.227	4.239	2.439
4-4	4.095	0.898	3.197	1.641
4-5	4.265	1.074	3.191	1.620
6-1	5.089	1.211	3.87	1.650
6-2	4.060	0.941	3.119	1.250
6-3	2.910	0.867	2.043	1.105
合計	3.928(秒)	1.041(秒)	2.887(秒)	1.589(秒)

3.4 文脈処理の効果

解釈部での処理結果の例を示す。

(例1)フォーカスの省略: [Øヲ]の省略を補い、表示している。

申込み用紙を送りましょうか

Will I send you an application form? [2.166秒]

[Øヲ]送ってください

Please send me an application form. [1.833秒]

(例2)指示語の照応(「AのB」とA): 省略[Øハ]は、前の文脈の「申込みの期限」の「申込み」を受けている。

申込みの期限を教えてください

Please tell me the deadline of the application. [2.216秒]

[Øハ]締め切りました

The application was closed. [1.400秒]

(例3)フォーカスの省略(「AのB」とB): 省略[Øヲ]は、前の文脈の「ツアーの参加料」の「参加料」を受けている。例2が「AのB」とAを部分を受けているのに対し、例3では、「AのB」とBを部分を受けている。

ツアーの参加料を送って下さい

Please tell me the attendance fee of the tour. [2.266秒]

至急、[Øヲ]送ります

I will send you the attendance fee immediately. [2.233秒]

(例4)フォーカスの省略(「AのB」とA): フォーカスの省略の補完に、文脈処理を行うための知識が不足しており、文脈処理部では補完しきれなかった場合には、助述表現による補完機能により、デフォルト的な値“it”が補われる。

クレジットカードの名前を教えてください

Please tell me the name of the credit card. [2.250秒]

すいません。[Øヲ]持っていないのですが

I'm sorry. [1.067秒] I do not have it. [1.949秒]

(例5)フォーカスの省略(並列名詞句を扱った例): フォーカスの省略を扱う場合でも、並列名詞句がある場合には、並列名詞句を展開して扱っている。

それから、お名前と電話番号をお聞きしたいのですが

Then I would like to ask you your name and a telephone number. [3.400秒]

[Øハ]木田です。電話番号は03-333-9999です

The name is Kida. [1.350秒] A telephone number is 03-333-9999. [2.233秒]

(例6)フォーカスの省略(クロスの例): 一つの発話に複数の省略文が入っている場合には、可能な組合せを全てチェックしている。ここでは、文脈処理部で、「名前」のみが補完され、「宿泊」については、補完されずに、“it”になっている。

ホテルの名前を教えてください。宿泊はいくらですか。

Please tell me the name of the hotel. [2.250秒]

How much is the charge of the accommodation? [1.883秒]

[Øハ]京都ホテルです。[Øハ]10000円です。

The name is Kyoto hotel. [1.466秒]

It is 10000yen. [1.900秒]

(例7)フォーカスの省略(ネストの例): 一つの発話に複数の省略文が入っている場合のネストの例。この下の例では、「参加費ハ」は補完されずに、「会議ニ」のみが補完された。

私は学生なのですが、会議を聴講できますか。それから、参加費はいくらですか。

I am student. Can I attend the conference? [4.233秒]

And how much is the conference fee? [3.150秒]

[Øハ]100ドルです。だれでも[Øニ]参加できます。

It is 100 dollars. [1.566秒]

Anybody can attend the conference. [2.084秒]

(例8)代用表現の「お願いします」: 文脈処理部で、代用表現の「お願いします」を「登録料を支払う」として捉え、英文を生成している。

登録料を円で支払ってもよいですか

May I pay you the registration fee by yen? [3.150秒]

ドルでお願いします

Please pay the registration fee by dollars. [2.584秒]

(例9)慣用表現の「お願いします」: 「お願いします」の目的語を調べることにより、慣用表現の「お願いします」と判断し、“Could you tell me”の英文が作られている。

会議に参加したいのですが

I would like to attend the conference. [1.934秒]

お名前と電話番号をお願いします

Could you tell me your name and a telephone number? [3.083秒]

3.5 システムの精度

システム全体の評価、ならびに、解析部、解釈部、変換部、生成部の各モジュールでの処理の精度について評価する。

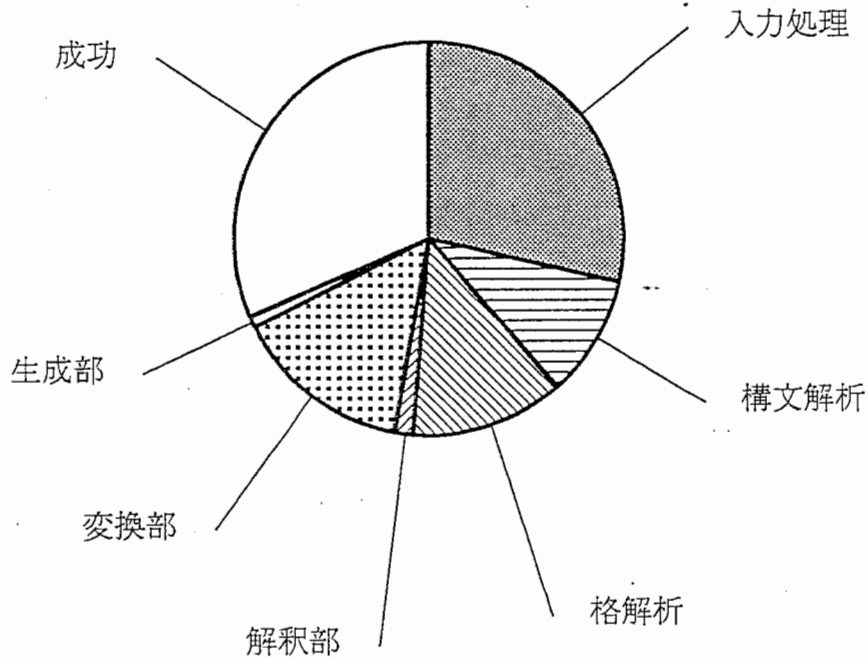
3.5.1 システム全体の評価

表5 成功率

成功率					
入力処理	構文解析	格解析	解釈部	変換部	生成部
71.6%	85.6%	79.6%	96.7%	68.7%	97.2%

表6 失敗の原因

成功	失敗の原因					
	入力処理	構文解析	格解析	解釈部	変換部	生成部
141文 31.6%	127文 28.4%	46文 10.2%	56文 12.5%	7文 1.6%	66文 14.8%	4文 0.9%



各モジュールの精度を求めた結果は、表5のようになった。失敗の原因については、表6のようになった。各モジュールでの結果を以下の節でのべる。

3.5.2 解析部の評価

入力処理、構文解析、格解析をすべて成功したものは、48.8%であった。失敗の原因は、入力処理で28.4%、構文解析で10.3%、格解析で12.5%であった。各処理過程の成功率を記す。但し、この成功率は、前の処理で正解であったもののみ

表7 解析部の評価

	全体	成功	失敗		
			入力処理	構文解析	格解析
2-1	34	24	7	1	2
2-2	42	28	8	2	4
2-3	31	13	7	4	7
2-4	22	11	6	3	2
小計	129(100%)	76(58.9%)	28(21.7%)	10(7.8%)	15(11.6%)
4-1	35	20	8	1	6
4-2	28	12	4	7	5
4-3	45	24	13	4	4
4-4	46	24	13	5	4
4-5	48	20	15	4	9
小計	202(100%)	100(49.5%)	53(26.2%)	21(10.4%)	28(13.9%)
6-1	44	18	17	4	5
6-2	48	19	18	5	6
6-3	24	5	11	6	2
小計	116(100%)	42(36.2%)	46(39.7%)	15(12.9%)	13(11.2%)
合計	447(100%)	218(48.8%)	127(28.4%)	46(10.3%)	56(12.5%)

を入力した場合に対する成功率である。

入力処理の成功率は、 $71.6\% = (48.8\% + 10.3\% + 12.5\%)$

構文解析の成功率は、 $85.6\% = \{(48.8\% + 10.3\%) \div 71.6\% \times 100\}$ 、

格解析の成功率は、 $79.6\% = \{48.8\% \div (48.8\% + 12.5\%) \times 100\}$

失敗の主な原因とその対策を、表8から表10に示す。対策として、次のレベルを設定する。

- レベルA 登録すれば、解決でき、しかも、100%予見することができる
- レベルB 登録すれば、解決できるが、完全には予見できない
- レベルC 新たな処理を導入すれば、100%解決できる
- レベルD 新たな処理を導入する必要がある

以上のレベルを設定した。

表8 解析部の失敗の原因とその対策

原因	頻度	対策	例
接頭語・接尾語の処理	14	C	ご利用、お支払い、
複合語の未登録	14	B	観光料金,キャンセル料,どちら様
単位語の未登録	19	B	20%のキャンセル料、アメリカ・ドル
イディオムの未登録	28	B	できれば、出来次第、結構です
文末表現の未登録	12	B	していただけますか、と思います
機能語の未登録	16	B	というのを、ということでしょうか
普通名詞の未登録	7	B	友だち、小切手、住所
固有名詞の未登録	6	B	宝塚、山本博之、大阪市堂島2丁目
ダ文	3	B	専門的な様ですが、取れる訳です
その他	8		
合計	127		

表9 構文解析部の失敗の原因とその対策

原因	頻度	対策	例
文法規則の不足	4	B	では、
並列名詞句の問題	2	D	会議のプログラムや講演者の名前など分かるのですね
並列文の処理 (AをBしたり、Cする)	3	D	会議の様子を録音したり、写真をとってもいいですか。
比較表現 (よりも)	3	C	地下鉄とバスで行くよりも、タクシーの方が早いですか。
複雑なダ文	4	D	竹中悦子、愛媛県松山市南与呉町1-3-15、娘は真理子です。 お値段は、大体シングルが7000円から10000で、ツインですと9500円から60000円です。
「場合」の 処理の誤り	6	D	タクシーの場合、いくらかかりますか その場合は、どうなるのでしょうか 円でお支払いされる場合は、15300円になります
「次第」の処理	3	D	出来次第、すぐに送ります
文末の機能語の 登録の不備 (して案心する) (とあります)	6	B	それを聞いて安心しました スピーカーも何人かは参加すると思いま す お話できる機械は、十分有ると思えます
時に関する機能語の 登録処理の不備 (~の間中は) (~の後でなら)	6	B	お昼ご飯の時間中は、自由に、たの参加 者の方々と話し合ったりなさって下さい 発表の後でなら、
助詞的機能語の 登録の不備	3	B	コールフォーペーパー <u>というのを</u> サイトシーイングツアー <u>というのは</u>
副詞的機能語	2	B	どういった分野の
単純なバグ	2	C	
その他	2	-	
合計	46		

表10 格解析部の失敗の原因とその対策

原因	頻度	対策	例
共起表の登録の漏れ	25	B	
複合助詞の未登録	7	B	京都駅からは
助詞的機能語の未登録 「~のこと」 「~の方」	10	A	会議場の <u>こと</u> で、 申込み用紙の <u>方</u> も スピーカーの <u>方</u> 々と
ダ文の補語の範囲 (スコープ)の問題	2	D	8月4日の夜から8日の朝までです
ダ文の補語の解釈の誤り	2	C	東京からです
イディオム処理	4	B	どんなご用件ですか 英語には、自信がない
れる・られるの解釈の誤り	2	B	含まれておりません
その他	4	-	
合計	56		

3.5.3 解釈部の評価

解釈部の成功率は、解析部で成功した文のうち何%の処理が誤らずに行えるかを示した。その結果は、218文の入力に対して、7文の処理を誤った。誤りの原因は、表12に示すように、文脈処理で省略を補うべきところを、補完できず、しかも、助述表現による省略の補完で失敗したことがある。また、助述表現による省略の補完ができなかった場合として、省略の補完表に漏れがあった場合がある。また、「です」を含む文あり、省略の補完表のようなデフォルト値だけ

表11 解釈部の成功率

会話番号	入力数	成功した文	失敗した文	失敗した箇所
2-1	24	22	2	2
2-2	28	28	0	0
2-3	13	12	1	1
2-4	11	11	0	0
小計	76 (100%)	73 (96.0%)	3 (4.0%)	3
4-1	20	20	0	0
4-2	12	11	1	1
4-3	24	24	0	0
4-4	24	22	2	2
4-5	20	20	0	0
小計	100 (100%)	97 (97.0%)	3 (3.0%)	3
6-1	18	18	0	0
6-2	19	18	1	1
6-3	5	5	0	0
小計	42 (100%)	41 (97.6%)	1 (2.4%)	1
合計	218 (100%)	211 (96.7%)	7 (3.3%)	7

表12 解釈部の失敗の原因と対策

原因	頻度	対策	例
文脈処理の誤り	0		
助述表現の補完による誤り(文脈処理で補完すべき問題)	3	C	娘は会議には参加しないのですが、(×私→○娘ハ)観光だけ参加できますでしょうか
省略補完表のもれ	1	B	何に興味をお持ちですか(×私→あなた)
ですの補完	3	D	宝塚からです(×それ→私は)
合計	7		

で補完するのが難しい場合があった。解釈部の正確で、詳しい評価については、文献[70]を参考にさせていただきたい。

3.5.4 変換部の評価

変換部では、変換辞書のみにより変換を行っている。変換のデータは、評価データとは異なる会話から対応データをつくり、変換辞書をつくった。実際に処理をして、問題になったのは、表14に示すようなイディオムの未登録の問題、動詞、前置詞、名詞の訳語の選択の問題であった。これらの処理を行うためには、大多数は辞書に登録すればすむ。しかし、本質的な問題点は、この対応データをどのようにして集めるかである。そもそも、何をイディオムとして扱うべきかという形式的な定義などは存在していない。意味的に考えて、日本語にある表現

表13 変換部の成功率

会話番号	入力数	成功した文	失敗した文	失敗した箇所
2-1	22	12	10	10
2-2	28	20	8	8
2-3	12	6	6	6
2-4	11	8	3	3
小計	73 (100%)	46(63.0%)	27 (37.0%)	27
4-1	20	10	10	10
4-2	11	9	2	3
4-3	24	18	6	6
4-4	22	18	4	6
4-5	20	13	7	7
小計	97 (100%)	68 (70.1%)	29 (29.9%)	32
6-1	18	16	2	2
6-2	18	12	6	7
6-3	5	3	2	2
小計	41 (100%)	31 (75.6%)	10 (24.4%)	11
合計	211 (100%)	145(68.7%)	66 (31.3%)	70

表14 変換部の失敗の原因と対策

原因	頻度	対策	例
口語表現的 イディオムの未登録	25	B	申し訳ありません 他に何かありますか かしこまりました 承知しました そうです(ね)
動詞の訳し分けの失敗	14	B	ホテルの手配をする、 参加の申込みをする プログラムはいつ出る、 込みぐわいにもよる 学生割引が利く 自信がない 連絡が取れる 通訳が入る 振込で行う 何分ほど見る(ておけばよいのですか) どれ位かかる
「AのB」の訳の誤り	5	B	京都の国際会議上 会社の電話番号 3つのホテル 私の名前 自分の名前
接頭語の処理の失敗	5	C	お泊まり、ご住所
前置詞の訳の誤り	4	B	アメリカドルで、3日で、カードで
文頭のイディオム の未登録	3	B	後一つ、普通ですと なるほど、
イディオムの未登録	3	B	ご希望によって、 大抵の場合、今の時点では
形式的名詞 「こと」「方」	4	C	会議場のことで 参加者の方、学生の方も、
名詞の選択の誤り	3	B	どなたか、どちらか、どなたでも
最上級表現	1	B	一番近いですか
その他	3	-	
合計	70		

を直接対応させたのでは、対応がとれないものをイディオムとして扱っているように思われる。言語データベースへの登録、および、格納されたデータベースからどうやって必要な情報のみを取り出すかも、作成者の直感に頼っているのが現状である。

3.5.5 生成部の評価

表13 生成部の成功率

会話番号	入力数	成功した文	失敗した文	失敗した箇所
2-1	12	11	1	1
2-2	20	20	0	0
2-3	6	6	0	0
2-4	8	7	1	1
小計	46 (100%)	44 (95.6%)	2 (4.4%)	2
4-1	10	10	0	0
4-2	9	9	0	0
4-3	18	17	1	1
4-4	18	18	0	0
4-5	13	12	1	1
小計	68 (100%)	66 (97.0%)	2 (3.0%)	2
6-1	16	16	0	0
6-2	12	12	0	0
6-3	3	3	0	0
小計	29 (100%)	29 (100%)	0 (0%)	0
合計	145 (100%)	141 (97.2%)	4 (2.8%)	4

変換まで正しくできたもののうち、何%が正しく生成されたかを、ここでの生成部とすると、97.2%の精度が得られた。誤ったものは、文法規則の欠落によるもの、大文字にすべきところを小文字にしてしまう誤り、コンマを余分に出力してしまう誤りであつた。これらの誤りについては、いずれも、すぐに対処可能である。

表14 生成部の失敗の原因とその対策

原因	頻度	対処	例
文法規則のもれ	1	A	
文字の大小	1	A	i see.
ピリオド	2	A	Yes.,
合計	4		

3.6 考察

現状の技術水準でどこまで可能なのかという問いに答えるため、どこまで、改善が見込めるかということについて予想してみる。

3.5で、各処理部での失敗の原因と対策を示した(表17)。その対策のうち、AとCについては、100%解決したとする。また、Bについては、一律に、80%が改善されたとした場合、改善される文の個数は、表18のようになる。これを、グラフ化したものが、表19である。

Bについては、一律に、80%が改善されるという仮定することが、妥当か問題があるが、現状のデータベースを翻訳システム開発用のデータとして、使用している以上、現状の技術水準で、限界点がどの辺にあるかは、推定できるように思われる。

今後、乗り越えなければならない課題とは、

(1)対策AとCとしたものを改善すること。現状の技術で対応がとれる。

表17 改善した場合の失敗の原因の予測

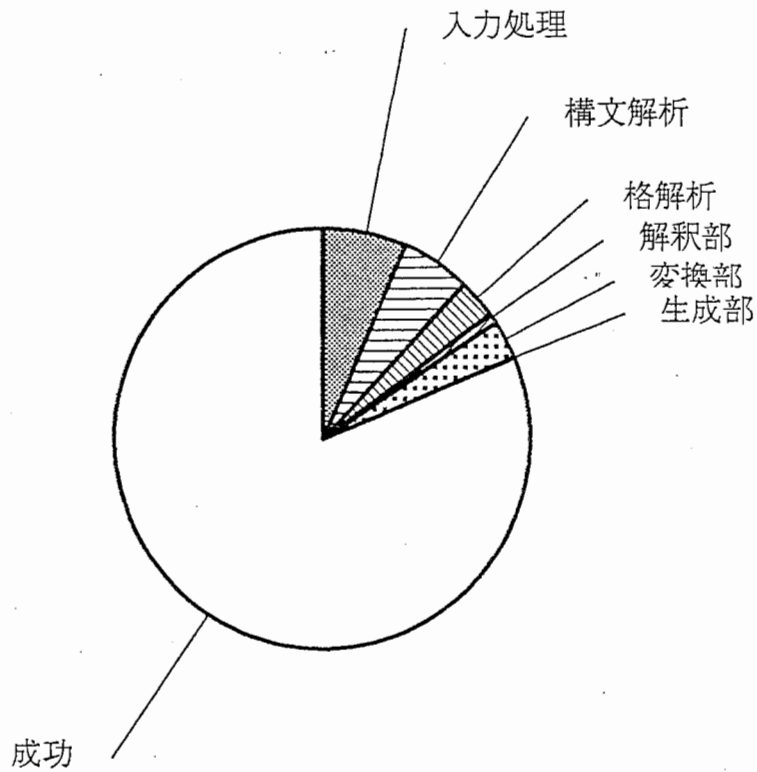
対策	失敗の原因					
	入力処理	構文解析	格解析	解釈部	変換部	生成部
A	0文	0文	10文	0文	0箇所	4文
B	105文	21文	38文	1文	58箇所	0文
C	14文	5文	2文	3文	9箇所	0文
D	0文	18文	2文	3文	0箇所	0文
その他	8文	2文	4文	0文	3箇所	0文
合計	127文	46文	56文	7文	70箇所	4文

表18 改善した場合の成功と失敗の文の数の予測

	入力処理	構文解析	格解析	解釈部	変換部	生成部
改善	98文	22文	42文	4文	52文	4文
失敗	29文	24文	14文	3文	14文	0文
合計	127文	46文	56文	7文	66文	4文

表19 失敗の割合の予測

成功	失敗の原因					
	入力処理	構文解析	格解析	解釈部	変換部	生成部
363文 81.3%	29文 6.4%	24文 5.4%	14文 3.1%	3文 0.7%	14文 3.1%	0文 0%



(2)対策Bについては、現状の技術で、かなり対応のとれるものがあると思われる。例えば、機能語の整理、複合語の登録など。また、シソーラスなどを用いれば、共起表にない表現への対応も可能である。

(3)対策Dについては、新しい処理をつくる必要がある。

(4)データの再現率に対する調査を行えば、より正確な推定が行えると思われる。

なお、言語データベースとして、複合語、機能語の整理、対応づけ、イディオムの範囲のマーキングなどは改善しておいた方がよいと思われる。

4. むすび

対話翻訳システムとして要求される3項目のうち、リアル・タイム性の実現と対話文処理のための文脈処理技術の確立の二つを念頭に置き、システムを開発した。リアル・タイム性の実現については、平均で3.928秒、ワーストケースで、15.433(秒)、解析に失敗した場合には、1.589(秒)という結果を得た。

また、対話文処理のための文脈処理技術については、文脈的な省略(ファーカスの省略)や文脈的指示語への対応ができた。今後の課題として、処理に必要な知識が、抽出できなかつた時への対応が残る。

なお、このシステムの辞書・データ類の開発に当たっては、ATRの対話データベースを利用した。オープン・テストの結果は、データの再現性の問題などが起き、処理能力は、まだ、十分ではないが、現状の技術でどこまで、処理が可能なのかをある程度見通しがとれたのではと思われる。対話データベースも、まだ、いくつかの点で試行錯誤しており、このシステムを作ったことで、その問題点も明らかに成りつつあるように思われる。今後の対話データベース研究への参考になれば、幸いである。

謝辞

この研究に際しまして、貴重な助言をいただいたATR自動翻訳電話研究所 樽松明社長、江原暉将主幹研究員、鈴木雅実主任研究員、友清睦子研究員、ならびに、討論に参加していただいた研究員の方々に感謝いたします。また、言語データベースを利用させていただいた森元逞室長、小倉健太郎主任研究員(現在NTT復帰)、井上直己研究員(現在KDD復帰)、橋本一男研究員(現在オージー情報システム株式会社復帰)、幸山秀雄研究員、篠崎直子研究員(現在退社)に感謝いたします。

参考文献

●LFG関連

- (1) Kaplan, R.M. & Bresnan, J. 'Lexical-Functional Grammar: A Formal System for Grammatical Representation' In: Bresnan, J. (ed) 'The Mental Representation of Grammatical Relations', The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, pp.173-281 (1982).
- (2) 安川・古川「文法関係の形式的記述について---LFG in Prolog---」情報処理学会NL研資料39-5, (1983.9.16)
- (3) S.Starosta and 野村「'Lexicase verse LFG and application to Japanese Language Processing」情報処理学会NL研資料 40-2 (1983.10.21).
- (4) Robert C Berwick 'Computational Complexity and Lexical-Functional grammar', American Journal of Computational Linguistics, Vol 8.No3-4, July-December 1982.
- (5) Hirosato Nomura "Towards the High Ability Machine Translation'Eurotra-Joint Japanese-European Workshop Nov.83 , at Brussel (1983).
- (6) Akira Ishikawa: "Complex Predicate and Lexical Operations in Japanese", Docotorial Dessertation, Stanford Univ. (1985).
- (7) Hans Ulrich Block and Hans Hargender: "The treatment of Movement-Rules in a LFG Parse", Proceedings of 11th International Conference on Computational Linguistics, Bonn, August, (1986).
- (8) Jurgen Wedekind: "A Concept of Derivation for LFG", Proceedings of 11th International Conference on Computational Linguistics, Bonn, August, (1986).
- (9) Klaus Netter : "Getting Things out of Order : An LFG-Proposal for the treatment of German Word Order", Proceedings of 11th International Conference on Computational Linguistics, Bonn, (1986).
- (10) Kaplan, R.M. & Maxwell III, J. ; "An Algorithm for functional uncertainty" Proceeding of 12th International Conference on Computational Linguistics, Budapest, August, pp 303-305(1988).
- (11) Kaplan, R.M. & Maxwell III, J. ; "Constituent coordination in Lexical-functional Grammar" Proceeding of 12th International Conference on Computational Linguistics, Budapest, August, pp 303-305 (1988).
- (12) 新田善久「LFGと意味解析の融合にむけて」情報処理学会NL研資料68-2 (1988.9.16).
- (13) 二口邦夫、寺下陽一「LFGに基づく並列型パーシング法」情報処理学会NL研資料72-6 (1989.5.19).

●LFGのインプリメントに関する文献

- (14) 安川、田中:「Prologによる形態素処理と熟語処理について」情報処理学会NL研資料32-4 (1982.8.2).
- (15) U.Reyle and W.Frey 'A Prolog Implementation of Lexical-Functional Grammar' IJCAI-83 , PP693~5 (1983).

(16) H.Yasukawa: "LFG System inProlog" Proceeding of 10th International Conference on Computational Linguistics, Stanford, (1984).

●LFGを用いた応用システム関連

(17) Klaus Netter, Jurgen Wedekind: "An LFG-based Approach To Machine Translation". IAI-MT 86, pp.199-209 (1986).

(18) Kudo, I. & Nomura, H. 'Lexical-functional Transfer: A Transfer Framework in a Machine Translation System Based on LFG', Proceedings of 11th International Conference on Computational Linguistics, Bonn, August, pp.112-114 (1986).

(19) 工藤、野村、成田「LFGのスキーマを用いた機械翻訳システム」情報処理学会NL研資料48-8, (1985).

(20) 中園、古瀬、野村「アスペクト情報の処理について」情報処理学会NL研資料63-2, (1987.9.25).

(21) Ronald M Kaplan, Klaus Netter, Jurgen Wedekind and Annie Zaenen: " Translation by Structural Correspondences", Fourth Conference of European Chapter of the ACL, pp272-281 (1989).

(22) 三好、安川、平川、向井、田中、横井「状況意味論に基づく談話理解システムDUALS」情報処理学会NL研資料50-7, (1985.7.26).

(23) 工藤、丁、越野:「英語CAI:機械翻訳システムを用いたユーザ主導型CAIシステム」, 電子情報通信学会論文誌, VOL.J72-D-II, No. 6, pp.906-916, June, 1989.

●PROLOG関連

(24) 「特集:プログラミング言語Prolog」情報処理、Vol25, No 12, 84.

(25) L.M.Pereira, F.C.N.Pereira & D.H.D.Warren: "USER'S GUIDE TO DEC SYSTEM-10", Sep.78, Edinburgh Univ.

(26) L.Byrd, F.Pereira & D.H.D.Warren: "A GUIDE TO VERSION3 OF DEC-10 PROLOG", June.80, Edinburgh Univ.

(27) F.C.N.Pereira and D.H.D.Warren: "Definite Clause Grammar for Language Analysis---A Survey of the Formalism and a Comparison with Augmented Transition Networks" ARTIFICIAL INTELLIGENCE 13 (1980), 231-278.

(28) "Quintus Prolog User's Guide".

(29) "Quintus Prolog Reference Manual".

(30) "Quintus Prolog System-dependent Features".

(31) "Quintus Prolog Library Manual".

(32) "Quintus ProWINDOWS User's Guide".

●日本語(構文・意味)解析関連

(33) 「特集:計算言語学」情報処理、Vol27, No 8, 86.

- (34)「大特集:機械翻訳」情報処理、Vol26, No 10, 85.
- (35)「特別小特集—自然言語処理への挑戦—現状と課題」電子情報通信学会 Vol70.No9, (89).
- (36)長尾真(監修)「日本語情報処理」(社)電子情報通信学会(1985).
- (37)島津、内藤、野村「構造予測を用いた日本語文の意味解析法」情報処理学会論文誌 Vol.27, No.2, (1986).
- (38)平井、北橋「日本語解析システムMARION-IVにおける単文の構文および意味解析について」情報処理学会論文誌 Vol.27, No.9, pp89-99, (1986).
- (39)池田「語法規則方式による日本語文の構文意味解析」情報処理学会論文誌 Vol.26, No.6, (1985).
- (40)長尾、辻井、田中「意味および文脈情報を用いた日本語文の解析」情報処理 Vol17.No1,(76).
- (41)辻井、山梨「格とその認定基準」情報処理学会NL研資料52-3, (1985.11.15).
- (42)石川、坂本「動詞意味機能に基づく日本語格フレームの生成」情報処理学会NL研資料71-3, (1989.3.18).
- (43)首藤、権原、吉田「日本語の機械処理のための文節構造モデル」電子通信学会論文誌, 79/12 Vol.J62-D No.12 pp.872-879.
- (44)堤、堤「統計データに基づいた構文解析のあいまいさ解消方式」電子情報通信学会論文誌, Vol.J72-D II, No9, (1989).
- (45)林「結合価構造に基づく日本文解析」情報処理学会NL研資料62-6, (1987).
- (46)松延、日高、吉田「確立文節文法による構文解析」情報処理学会NL研資料56-3, (1986.7.25).
- (47)元吉、大場、石崎、井佐原、横山「未定義語を含む文の多段階構文解析法」電子情報通信学会論文誌, Vol.J72-D II, No10, (1989).

●並列性解析関連

- (48)長尾、辻井、田中、石川「科学技術論文における並列句とその解析」情報処理学会NL研資料36-4, (1983).
- (49)首藤、吉村、津田「日本語技術文における並列構造」情報処理学会論文誌 Vol.27, No.2, (1986).
- (50)田村、田中「意味解析に基づく並列句の構造解析」情報処理学会NL研資料59-2, (1987).

●ロバスト解析関連

- (51)Carbonell, J.R.: "AI in CAI: An Artificial Intelligence Approach to Computer-Assisted Instruction", IEEE Trans. Man-Machine Syst. MMS-11(4), pp.190-202, November, (1970).
- (52)Heidorn, G.E., Jensen, K., Miller, L.A. Byrd, R.J. and Codoro, M.S. "The EPISTLE Text-Critiquing System" IBM Systems Journal 21 (3), pp.305-326 (1982).
- (53)Jensen, K., Heidorn, G.E., Miller, L.A. and Ravin, Y. "Parse Fitting and Prose Fixing: Getting a Hold on ill-formedness" American Journal of Computational Linguistics, Volume 9, Number 3-4,

July-December, pp.147-160 (1983).

- (54) Kudo, I., Koshino, H., Chung, M. and Morimoto, T. : "Schema Method: A Framework for Correcting Grammatically Ill-formed Input", Proceeding of 12th International Conference on Computational Linguistics, Budapest, August, pp.341-347(1988).
- (55) Kwasny, S.C. & Sondheimer, N.K. 'Relaxation Techniques for Parsing Grammatically Ill-formed Input in Natural Language Understanding Systems' American Journal of Computational Linguistics, Vol. 7, Number 2, April-June, pp.99-108 (1981).
- (56) Lang, B. : "Parsing Incomplete Sentences", Proceeding of 12th International Conference on Computational Linguistics, Budapest, August, pp 365-371 (1988).
- (57) Schuster, E. 'Grammar as user models' Proceedings of the Ninth International Joint Conference on Artificial Intelligence, August, Los Angeles, California, pp.20-22 (1985).
- (58) Weischedel, R.M. & Black, J.E. 'Responding Intelligently to Unparsable Inputs' American Journal of Computational Linguistics, Volume 6, Number 2, pp.97-109 (1980).
- (59) Weischedel, R.M. & Sondheimer, N.K. 'Meta-rules as a Basic for Processing Ill-formed Input' In: R.G.Reilly (ed.) Communication Failure in Dialogue and Discourse, Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland), pp.99-120 (1987).

●ATR言語コーパス関連

- (60) 篠崎、水野、小倉、吉本「形態素情報利用解説書」ATRテクニカル・レポート, TR-I-0077(89.3).
- (61) 小倉、橋本、森元「言語データベース統合管理システム」ATRテクニカル・レポート, TR-I-0036 (88.8).
- (62) 小倉、橋本、森元「言語データベース統合管理システム」情報処理学会 自然言語処理研究会69-4, (1988.12.6)
- (63) 橋本、小倉、森元「フレーム表現による検索機能を有する言語データベース管理システム」 Proceedings of Advanced Database Symposium' 89, Kyoto Research Park, Kyoto, Japan, December 7-8, 1989.
- (64) 井上、小倉、森元「言語データベース用格・係うけ意味体系」ATRテクニカル・レポート, TR-I-0029(88.8).
- (65) 工藤、森元「キーボード会話収録システム」ATRテクニカル・レポート, TR-I-0046.
- (66) Terumasa Ehara, Kentaro Ogura and Tsuyoshi Morimoto, "ATR Dialogue Database" International Conference on Spoken Language Processing, Koube (1990).

●本システムと関連した文脈処理過程の研究

- (67) 工藤育男「文と文の結束性を捕らえるための知識」情報処理学会自然言語研究会資料76-7, (1990,3,9).
- (68) Ikuo Kudo : "Local Cohesive Knowledge for a Dialogue-machine Translation System",

Proceedings of the 13th International Conference on Computational Linguistics, Helsinki, August, Vol. 3, pp.391-393, (1990).

(69)工藤「文と文の結束性を捕らえるための知識」ATRテクニカル・レポート, TR-I-0134(90.2.20).

(70)工藤育男「対話翻訳システムのための文脈処理機構について」ATRテクニカルレポートTR-I-199, (1991.3).

●本システムと関連した解析過程の研究

(71)工藤育男「キーボード会話解析ツール解説書」ATRテクニカルレポート, TR-I-0146, (1990.3).

●本システムと関連した変換過程の研究

(72) Kudo, I. & Nomura, H. 'Lexical-functional Transfer: A Transfer Framework in a Machine Translation System Based on LFG', Proceedings of 11th International Conference on Computational Linguistics, Bonn, August, pp.112-114 (1986).