

## LFG 解析と語彙資源を利用した日本語含意関係判定

梅 基 宏<sup>†</sup> 杉原 大悟<sup>†</sup>  
大熊 智子<sup>†</sup> 増 市 博<sup>†</sup>

<sup>†</sup>富士ゼロックス株式会社 研究技術開発本部

テキスト間の含意関係を精度よく判定するために、LFG (Lexical Functional Grammar) 解析結果の f(unctional)-structure を入力とする日本語意味解析を提案する。この意味解析は、英語の意味解析をベースにして、日本語固有のさまざまな言い換えに対応する。そして、文法役割を意味役割 (深層格) に変換し、複数の言語資源から構築した概念辞書を利用し、単語を概念に対応づける。含意関係の判定精度を 2 つのテストセット M と T で評価した。M は基本的な含意関係を含む 1,617 項目、T は質問応答の言い換え事例 64 項目から構成される。F 値が M で 98.56%、T で 80% であり、適合率はどちらもほぼ 100%であった。

### Detecting Japanese Textual Entailment Using LFG Analysis and Lexical Resources

HIROSHI UMEMOTO<sup>†</sup>, DAIGO SUGIHARA<sup>†</sup>, TOMOKO OHKUMA<sup>†</sup>  
and HIROSHI MASUICHI<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Research & Technology Group, Fuji Xerox Co., Ltd.

We propose a method of Japanese semantic analysis with f(unctional)-structure, one of the analyses of LFG (Lexical Functional Grammar), aiming for high precision in detecting textual entailment. This method is based on English semantic analysis, and accepts a variety of Japanese specific paraphrases. It converts grammatical functions into semantic roles, and maps words to concepts, using a concept dictionary constructed from several lexical resources. We evaluated the precision of the detection of entailment with two testsets M and T. M is composed of 1,617 testcases including basic entailment relations, and T consists of 64 testcases of paraphrases taken from question answering. The F-measure of M was 98.56%, and that of T was 80%. Both of the precision of M and that of T were almost 100%.

### 1. はじめに

テキスト間の論理的な含意関係を求める研究が、Recognizing Textual Entailment (RTE) Challenge <sup>\*1</sup> などを通じて近年さかに行われている。RTE は、解析対象の言語を英語とした評価型のワークショップであり、前提となるテキスト T と仮説である文 H との組に対して、T から H が推論できるかどうかを決めるタスクが設定されている。ここで行われるような含意関係の判定は、質問応答、情報抽出、要約、機械翻訳などのさまざまな応用に役立つと同時に、意味解析を評価する指標になると考えられている<sup>1),2)</sup>。

含意関係を判定するシステムのうち、高精度な推論を実現するものとして、LFG (Lexical Functional Grammar) 解析を用いてテキストの論理的含意と矛

盾を検出する推論システムが提案されている<sup>3)</sup>。このシステムは、カバー率は低いものの、QA 型のタスクで平均精度が 90-95%を示したことが第 3 回 RTE で報告されている<sup>3)</sup>。提案システムは、対象のテキストに LFG 解析を施し、抽出した f(unctional)-structure に基づいて意味解析を行い、テキストを論理形式に変換する。

ところで、意味解析の入力である f-structure は、言語によらず普遍的な性質と考えられる文法役割や時制などの素性から構成される。したがって、f-structure が言語間で十分に類似していれば、f-structure を利用する応用が言語を横断して利用できると考えられる<sup>4)</sup>。すなわち、英語と日本語の間で f-structure が十分に類似していれば、英語の意味解析およびテキスト推論は日本語 LFG の解析結果に対しても利用できると考えられる。

\*1 <http://pascallin.ecs.soton.ac.uk/Challenges/RTE/>

著者らは、多言語で類似した解析を実現する、実用的な LFG を構築することを目的とした Parallel Grammar Project (ParGram) に参画し<sup>4)</sup>、処理速度や解析精度・カバー率などの点で実用化の段階にある日本語 LFG を構築した<sup>5)</sup>。近年、ParGram に並行して始まった Parallel Semantics Project (ParSem)<sup>\*1</sup> にも加わり、LFG 解析結果の f-structure を入力とした日本語意味解析の構築を行っている<sup>6)</sup>。

英語の意味解析<sup>7)</sup>を日本語に適用する際、第1の課題は、文法役割を意味役割に変換し、単語を概念に対応づけるために、日本語に固有な言語情報をシステムに統合することである<sup>7)</sup>。まず、文法役割を意味役割に変換することで、たとえば「花瓶が割れた」と「花瓶を割った」のような派生自他動詞の主語や目的語と述語の関係が正しく判定できる<sup>3)</sup>。つぎに、単語を文字列の形だけで扱うのではなく、その単語が指す対象が属する概念で捉えると、含意関係を判定できる対象が格段に広がる。たとえば、「花瓶」という単語は、同義の概念を表す「花びん」「華瓶」に置き換えが可能であり、「花瓶が割れた」という文は、「花瓶」の上位概念を表す「瓶」や「入れ物」を主語にした「瓶が割れた」や「入れ物が割れた」を含意する。

第2の課題は、いわゆる言い換え<sup>8)</sup>に対応することである。言い換えには日本語に固有の構文や語彙に依存するものがある。たとえば、「犯人の侵入を許す」という文は「犯人が侵入した」を含意するが、英語を対象に構築された意味解析では扱えない。そこで、このような言い換えに対応するには日本語の意味解析に固有の規則を実装することになる。

以下、英語を対象とした意味解析をベースに、日本語固有の LFG 解析および言語資源を利用して日本語意味解析を実現する方法を提案し、含意関係の判定精度を評価した結果を報告する。2節で日本語解析の流れと含意関係の判定について概説する。3節で日本語の意味解析を実現する方法を提案し、とくに、意味役割の解析方法と、単語を概念に対応づける際に用いる概念辞書について詳しく述べる。4節で含意関係の判定精度を評価した実験結果を示し、5節で実験結果を考察する。最後に、6節でまとめる。

## 2. システムの概略

### 2.1 日本語解析の流れ

日本語文の意味表現を求める解析処理は、文分割、文正規化、形態素解析、LFG 前処理、LFG 解析<sup>5)</sup>、XFR 意味解析<sup>7)</sup>の順に進める(表1)。

形態素解析には茶筌(ChaSen)と IPA 品詞体系辞書<sup>\*2</sup>を用い、曖昧性を含まない単一の解を求める。LFG 解析および XFR 意味解析は XLE (Xerox Linguistic

表1 日本語解析の流れ  
Table 1 Flow of Japanese analysis

解析モジュール	出力
文分割	文の文字列
文正規化	正規化された文の文字列
形態素解析	品詞が付与された単語列
LFG 前処理	LFG 語彙情報が付与された単語列
LFG 解析	c-structure および f-structure
XFR 意味解析	意味表現 (文の意味的な論理式)

Environment)<sup>\*3</sup>上で動作し、解析した結果生じる曖昧性はチャートの形で、異なる選択空間(choic space)の中に閉じ込められて(packed)表現され、複数の曖昧性をもつ解は展開されず閉じ込められた形のまま効率的に処理される。意味解析は XLE の XFR システム上に実装し、f-structure を入力として一連の書き換え規則を順次適用し、同時に概念辞書などを参照することで意味表現を出力する。

### 2.2 含意関係の判定方法

含意関係は、質問対象のテキスト(Passage; P)と質問文(Query; Q)とからそれぞれ意味表現を求め、Pの意味表現からQの意味表現が論理的に含意される場合 YES、そうでない場合は NO と判定する。具体的には、P と Q の意味表現のうち、意味役割を示す項に着目して判定を行う。P と Q の両者に共通する意味役割があれば、その項に含まれる語彙同士を照合する。語彙が照合できた場合は、その項を取り除き、いずれかの選択空間の中で Q の項がすべて取り除かれて空になったとき、P が Q を含意するとみなす。

図1に、含意関係を判定する様子を模式的に示す。図1の上下に二つある四角は判定する前と後を、四角の中の左側と右側は P と Q の意味表現を表す。意味表現の role(Role1, Head1, Arg1) は、主辞 Head1 と引数 Arg1 が意味役割 Role1 の関係にあることを表す。また、word(Head1, [Concept1]) は、主辞 Head1 が概念 Concept1 をもつ語であることを表す。まず、P および Q の意味表現の一行目の role 項が同じ意味役割 Role1 をもつことに着目する。つぎに、語彙の照合を行うと、P の主辞 Head1 と Q の主辞 Head3 は、単語の概念を表す word 項から、同じ概念 Concept1 をもつことが分かる。そして引数に関して、P と Q の引数 Arg1, Arg3 で同じ概念 Concept3 をもつ。したがって、P と Q の第1項が取り除かれる。結果として、図1の下側の四角が示すように Q には意味役割を含む role 項が残っていないため、P が Q を含意するとみなす。

### 2.3 含意関係判定のテストセット

含意関係を判定する上で正解データとなる、2つのテストセット M と T を用意した。テストセット M

\*1 <http://www2.parc.com/isl/groups/nltt/pargram/>

\*2 <http://chasen-legacy.sourceforge.jp/>

\*3 [http://www2.parc.com/isl/groups/nltt/xle/doc/xle\\_toc.html](http://www2.parc.com/isl/groups/nltt/xle/doc/xle_toc.html)

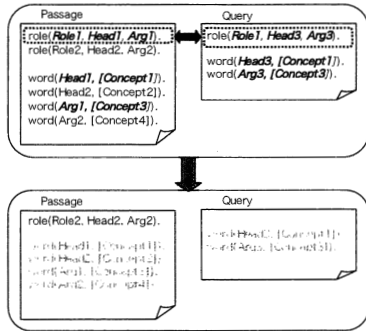


図 1 含意関係の判定  
Fig. 1 Judgement of entailment relations

は、1,617 項目から構成され、基本的な語彙・文法的な含意関係を網羅するように、文法教科書 9) などを参照して作成した。テストセット T は、文献 10) に記載されている代表的な言い換え事例に基づく 64 項目から構成される。テストセット M と T に取められている項目の例を表 2 に示す。

テストセット M の項目は、文法面、語彙面、言い換えの 3 つに大別できる。文法面では、平叙文と疑問文の対応、基本形と受身形、使役形、埋め込み文、疑問詞・ゼロ代名詞を含む指示語、分裂文、動詞・形容詞の構文、係助詞・副助詞、関係節、並置表現、語順の変更や省略などがテストされる。語彙面では、異表記、同義語、概念の包含関係が、言い換えに関しては、助詞の交替、品詞の交替、機能表現、意味的含意などが含まれる。

テストセット T の項目は、百科事典を対象とした質問応答や、情報検索の評価型ワークショップである NTCIR の質問応答 (QAC) タスクのデータを分析してえられた言い換え事例から作成し、内容は記号の処理、構文的言い換え、推論的言い換えの 3 つに大別される<sup>10)</sup>。文献 10) に記載されている 32 の言い換え事例から、言い換える前を P、言い換えた後を Q とみなす事例と、その逆に、言い換え前を Q、言い換え後を P とみなす事例に判定結果をつけて構成した。

### 3. 日本語意味解析方法

以下、日本語の XFR 意味解析方法を提案する。ここで提案する方法は、文献 7) で述べられている英語の XFR 意味解析を基にしており、日本語 LFG の f-structure を入力とし、EDR 電子化辞書<sup>13)</sup>、IPAL 辞書<sup>12),16)</sup>、IPA 品詞体系辞書、日本語版 Wikipedia などの大規模な語彙資源を利用する。

3.1 節で、日本語意味解析を行う上での問題点を、意味役割と語彙の 2 つの側面から分類し、近年さかんに研究されている言い換え<sup>8),10)</sup>の視点で整理する。2.2 節

の説明から明らかのように、P と Q の意味役割と語彙とがそれぞれ高い精度で照合できて、はじめて含意関係の判定を精度よく行うことができる。一方、言い換えは、たとえば藤田が分類・整理しているように非常に多様な現象であるが<sup>\*1</sup>、今回はテストセット M と T にみられた言い換えに限定して取り上げる。3.2 節で、意味役割解析の方法と、語彙を解析際に利用する概念辞書について詳しく述べる。

#### 3.1 意味役割解析の問題点

基本的に、f-structure の文法役割は意味役割としても利用される。ただし、受身文であれば、文法役割の主語と目的語を意味役割では入れ替えるなどの処理が XFR 意味解析によって行われる<sup>7)</sup>。ところが、文法役割を意味役割として利用するだけでは対応できない言い換え事例が、以下のようにあげられる。

**自他の動詞交替** 派生語である自動詞と他動詞では、意味的に他動詞の目的語が自動詞の主語になる。たとえば、他動詞「開ける」の目的語は自動詞「開く」の主語に言い換えることができる。

**格の交替** 斜格の中には異なる格助詞であっても同じ意味のものがある。また、文法役割が斜格と任意格のように異なっても、同じ意味のものがある。たとえば、「東京を離れる」と「東京から離れる」の「を」と「から」はどちらも斜格であり、両者は同じ意味を表す。また、「東京から遠ざかる」の「から」は任意格であるが、前の 2 文と同じ意味である。

**機能動詞結合の言い換え** 実質的な意味を名詞にあずけて文法的な機能をはたす名詞を機能動詞とよび、機動動詞と名詞の結びつきを機能動詞結合とよぶ<sup>11)</sup>。たとえば、「優勝を飾る」は、「飾る」が機能動詞とみなせて、「優勝する」を含意する。

**品詞の交替** 主要な品詞である名詞、動詞、形容詞、副詞のうち、名詞と動詞、名詞と形容詞の言い換え表現はとくに重要だと考えられる。たとえば、「技術の導入」は「技術を導入する」に、「営業力の高さ」は「営業力が高い」に言い換えができる。

**主辞の交替** 文法的に修飾語であって主辞でないが、意味的に主辞になるものがある。たとえば、「岡田監督」は複合語として、「監督」が文法的な主辞、「岡田」が修飾語として解析されるが、意味的な主辞は「岡田」である。また、「こと」のような形式名詞は文法的に主辞であっても、意味的には主辞でないことが多い。

**属性・属性値表現** ある対象物の属性とその属性値を表す表現は、質問応答のデータに高い割合で含まれていることが報告されている<sup>10)</sup>。数量表現、係助詞や連体修飾詞「の」を伴う表現など、さまざまな事例がある。

\*1 <http://paraphrasing.org/paraphrase.html>

表2 テストセット M と T の項目例  
Table 2 Sample entries in the testsets M and T

テストセット	Passage	Query	分類タグ	判定
M	歩いた。	歩きましたか。	文法, 基本, 自動詞	YES
	ジョンはメアリーと結婚したい。	ジョンと結婚したい。	文法, 基本, 斜格	NO
	奈良先端科学技術大学院大学	奈良先	語彙, 同義語	YES
	ハイブリッド技術の導入	ハイブリッド技術を導入する	言い換え	YES
T	昭和記念公園 (180 ヘクタール)	昭和記念公園は 180 ヘクタール	記号の処理	YES
	初優勝した	初優勝を飾った	構文的言い換え	YES
	美空ひばりの生地は横浜	美空ひばりの生地は横浜	類推的言い換え	YES

**同値関係の含意** 「～は～だ」といったコピュラ文は同値関係を表現する代表的な文であるが、ほかに動詞や形容詞を使って表現できる。たとえば、「～は～を指す」や「～は～と同じ」があげられる。

### 3.2 意味役割解析方法

はじめに、自他の動詞交替に対応して、表層格と深層格を対応づける方法について説明する。派生語の自動詞と他動詞との言い換えは、動詞同士を同義の概念とみなし、動詞と名詞の関係を表層格ではなく深層格で表現して実現する。既存の日本語辞書のうち、表層格に対応する深層格、もしくは深層格に準ずる関係を記述している辞書として、(1) IPAL 動詞辞書<sup>12)</sup>、(2) EDR 電子化辞書、(3) 動詞項構造シソーラス<sup>14)</sup>を取り上げる。各辞書の概要をつぎに述べる。

(1) IPAL 動詞辞書には、基本動詞 911 語について意味 (語義)、上位語、同義語、派生自他、文型 (表層格フレーム)、述語素が記述されている<sup>12)</sup>。述語素 (または叙述素) は、名詞と動詞の間に成り立つ関係概念である。ただし、動詞あるいは文の間に類義関係が成立しても、必ずしも同じ述語素が取り出される訳ではなく、述語素は深層格とは異なる<sup>11)</sup>。一方で、IPAL 動詞辞書の表層格フレームは日本語 LFG で利用されており<sup>5)</sup>、XFR 意味解析で述語素を深層格に変換して利用できれば、語義、表層格フレーム、深層格の間で整合性が取れることになる。

(2) EDR の中から、日本語単語辞書と日本語動詞共起パターン副辞書を取り上げる。まず日本語単語辞書には、動詞の語義に対応する概念と表層格の情報が記述されているが、深層格に関する情報はない。つぎに、日本語共起辞書の一部である日本語動詞共起パターン副辞書には、日本語の主要な動詞約 5,000 語について、格フレーム情報が記述されている。具体的には、各動詞の各概念について、共起しうる表層格の組、それぞれの表層格に対応する深層格 (概念関係子) の種類、およびそれぞれの深層格におけるフィラーとなりうる概念の範囲が記述されている<sup>13)</sup>。しかし、EDR の概念体系は、派生自他動詞の関係を必ずしも正しく取り扱っていない。たとえば、自動詞「上がる」と他動詞「上げる」が指す概念は概念階層内で離れており、2つの動詞の関連性が読み取れない。

(3) 動詞項構造シソーラスには、動詞の語義ごと

に表層格と深層格の対応づけがされている。動詞内部の意味構造は語彙概念構造 (LCS) の手法で分解され、動詞と名詞の関係は意味として分類されている。この辞書は、LCS の意味述語の単位が言語処理の推論として扱うには粒度が粗すぎるため、より詳細化された分類体系で構築されている。対象の動詞は 4,425 語 (7,473 語義)、分類は 940 種類、意味役割は 87 種類である。そして、動詞の意味構造は半統制された述語集合で記述されている<sup>14)</sup>。このように、動詞同士の関係は、分類体系と半統制された述語から判別できるが、両者が自然文照合を行う上で適切な粒度であるかは不明である。また、EDR の概念体系とは大きく異なった表現になっている。

ここでは IPAL 動詞辞書に着目し、述語素が表す動詞と名詞の格関係に対応する深層格に変換して、意味解析に利用する。まず、述語素が表す意味にしたがって、述語素にデフォルトで対応する意味役割を割り当てる。つぎに、言い換えが可能な格助詞に異なる述語素、すなわち異なる意味役割がデフォルトで対応する場合、その中から一つの意味役割に絞り込む。そのために、意味役割はあらかじめ階層づけておき、最も上位の意味役割を最終的に採用する。

以下、3.1 節に述べたその他の問題点に対応する方法を順に説明する。

**格の交替** IPAL 動詞辞書には、動詞の語義ごとに格形式と格助詞の言い換えが記述されている<sup>12)</sup>。そこで、動詞の見出し語と格形式とをキーとして格助詞の言い換えを値とする XFR 用の動詞辞書を構築する。XFR 意味解析は、斜格を伴う動詞に対して、XFR 用動詞辞書を参照して格助詞の言い換えを求め、斜格に対応する意味役割の中に、言い換え格助詞の情報を追加する。場所や時間などを表す任意格の格助詞は、斜格のような言い換え情報をもたないため、表層の格助詞の情報を意味役割とする。

**機能動詞結合の言い換え** 文献 11) には、機能動詞が、受動態、使役態、相互態、基本態の態ごとに分類されて記載されている。そこで、受動態の機能動詞として、文献 11) にあげられているものに異表記を含めて 24 語、受動態以外の機能動詞として 261 語、合計 285 語の機能動詞を利用する。機能

動詞が意味的主語をもつ場合、別の選択空間上で機能動詞表現の言い換えを行う。機能動詞が受動態の場合、機能動詞の主語を動詞性名詞の主語にする。機能動詞が受動態以外の場合、動詞性名詞が機能動詞の対格または与格のとき、機能動詞の主語を動詞性名詞の主語にする。そして、機能動詞のその他の格要素を動詞性名詞に移し替える。

**品詞の交替** 言い換えて品詞を交替した単語には、共通する概念を少なくとも一つ割り当て、同時に、その単語に関する意味役割をすべて一致させておく。ここでは、名詞と動詞の言い換えについて述べる。まず、動詞性名詞であるサ変名詞に関しては、概念辞書でサ変動詞と名詞とに同じ概念を付与しておき、品詞を置換しても同じ概念をもつようにする。つぎに、動詞性名詞 VN に連体修飾語「の」を通して名詞 N が係っている場合、N が動作主体の概念に属するとき、N に意味的主語の意味役割を、N が動作主体の概念に属さないとき、N に意味的目的語の意味役割を付与する。これは、N が動作主体の概念に属するとき、N が VN の主語になり、また、N が動作主体の概念に属さないとき、N が VN の目的語になるという経験則が、多くの場合に成り立つと仮定している。なお、動詞性名詞の主語や目的語が文にない場合、ゼロ代名詞をとる格要素を補充する。

**主辞の交替** 複合語がもつ意味役割のうち、係り受け関係にある単語との関係について述べる。具体的には、複合語 CN を構成する単語  $W_1, W_2, \dots$  のうち、文法的に主辞である単語  $W_h$  は、その複合語が係り受け関係にある他の語 D と意味役割 R をもつが、複合語を構成するその他の単語  $W_i$  (ただし、 $i \neq h$ ) も意味的には主辞と成り得る。そこで、別の選択空間上で主辞を  $W_h$  から  $W_i$  へ交替させることにする。その結果、たとえば、「イギリスダーラム州の工場」という句から、「ダーラム州の工場」だけでなく、「イギリスの工場」という言い換えが可能になる。

**属性・属性値表現** 数量単位を伴う表現は属性値を表すことが多いと考えられるので、数量単位を伴う表現とそれが係る名詞に着目することにする。そして、数量表現が示す値 V は、名詞 N が意味する対象の属性値であるという仮定をおく。すると、N に対して V を属性値を表す意味役割で結びつけることができる。さらに、属性値を同値関係にある名詞にも伝搬させ、N が別の名詞 N' と同値関係にあるとき、N' と V の関係に対しても属性値の意味役割を与える。

**同値表現の含意** まず、同値関係はコピュラ構文以外に動詞や形容詞、名詞を使って表現することができる。そこで、同値関係を表現する動詞を、IPAL 動詞辞書、分類語彙表<sup>15)</sup>、動詞項構造ソーラス

の中から人手で抽出する。さらにテストセット M にある項目や内省から、同値関係を表す動詞、形容詞、名詞を求める。抽出した動詞や形容詞に対して、同値関係を意味する格フレームを人手で割り当てる。つぎに、連体修飾語「の」を伴う構文が、前提として同値表現を含意することがある。たとえば、「生地の横浜」という句は、前提として生地が横浜であるという同値関係を含意する。このような同値関係の前提は、連体修飾語で結ばれる 2 つの名詞が、人や場所などのタイプの点で同じ場合に成り立つ。

### 3.3 語彙解析の問題点

まず、実用的な語彙解析を実現するためには、単語を概念に対応づける大規模な辞書が必要となり、実際の文に多く含まれるであろう固有名詞が数多く登録されていることが望ましい。

つぎに、言い換える視点から、単語を概念に変換する際の問題点を整理して、表記の揺れ、略語、同義語、抽象化・具体化について説明する。

**表記の揺れ** 単語は、辞書の見出し語としては同一であっても、漢字・ひらがな・カタカナ・アルファベットなどの異なる文字種で表現できる。数字の場合はアラビア数字・漢数字などの違いがある。また、カタカナ表記や送り仮名の違いがあり、カタカナ語の場合は、区切りを表す中点記号の有無などの違いがある。

**略称** 正式名称に対して略称が使われることがある。正式名称が複数の語から成り立っている場合、略称として各語の先頭文字や音をとったものや、一部の語をそのまま使うことがある。また、愛称のように特定の対応関係が正式名称との間に認められるものがある。

**同義語** 辞書の見出し語として別であっても、意味がほぼ同じ単語がある。微妙な意味合いが異なるだけの場合や、和語・漢語・外来語などのように出自(語種)が異なる場合がある。

**抽象化・具体化** 同じ対象をより上位または下位の概念を表す単語で指すことがある。一般には、単語の定義からその上位もしくは下位の概念が分かる。

### 3.4 概念辞書

単語を概念に対応づける概念辞書として、EDR の日本語単語辞書と概念辞書を利用する。EDR は約 26 万語の語彙と約 41 万の概念をもち、概念全体が上位・下位の関係で体系化された、日本語に関する最大規模の語彙資源である<sup>13)</sup>。EDR の単語辞書には、基本の単語に対して、表記の揺れ、略称、同義語を表す単語が同じ概念を指すものとして登録されている。そして、概念辞書に、概念の上位・下位の関係が規定され、単語辞書と概念辞書の情報を合わせることで、単語の抽象化・具体化の関係を判定することができる。

ただし、EDR にはサ変動詞や形容動詞の語幹が名

詞として登録されていないので、元の品詞と同じ概念を指すように語幹を名詞として登録する。また、一般的な名詞でありながら、適切な上位概念に対応づけられていない名詞が見受けられた。そこで、概念見出しなどの情報に基づいてこのような不適切な対応づけを補正する。

しかしながら、EDRに登録されている語彙を品詞ごとに見ると、つぎに述べる問題点があげられる。第1に、EDRに登録されている固有名詞は2万語程度であり、十分に多いとはいえない。第2に、とくに動詞や形容詞の単語に関して、必要な同義語・上位語の関係が必ずしも取れない。第3に、名詞の読みやカタカナ語の区切り記号の有無といった名詞の表記揺れへの対応が不十分である。そこで、これらの問題点に対して、以下に述べる方法でEDRを補完して概念辞書を構築する。表3に、概念辞書の語彙情報源を品詞ごとに示す。

#### 3.4.1 固有名詞

まず、形態素解析の茶釜で用いられるIPA品詞体系辞書から、登録されている固有名詞を抽出し、約14万語の固有名が概念辞書に登録する。詳細な品詞として人名、地名、国名、組織が付与されている単語に関して、対応するEDRの概念を割り当てる。

また、IPA辞書に登録されている組織名から、形態素解析を用いて短縮形を機械的に生成し、略称として概念辞書に登録する。組織名の短縮形を求める際は、通常のIPA辞書ではなく、IPA辞書から組織名を取り除いた辞書を別途構築して利用する。改変した辞書を参照する茶釜で組織名を解析すると、組織名を構成する単語のリストがえられ、リストの先頭から任意の長さの単語リストを短縮形の候補とする。単語リストから短縮形を構成するときは、単語そのもの、単語の先頭文字のみ、読みや単語の主辞を表す要素などを組み合わせて利用する。

つぎに、日本語版Wikipediaからは、記事ページのタイトル、テキスト中で太字でハイライト表示されている部分、キーワードに関連する記事に参照されるリダイレクトから計40万語、一覧ページの内容から16万語の固有名を抽出する。ハイライト部分やリダイレクトの単語は、対応する記事タイトルの単語と別名との関係にあるとみなす。抽出した固有名に対して、記事のカテゴリ名や一覧タイトル名から、主辞となる単語を推定し、対応するEDRの概念を割り当てる。

さらに、本文の先頭段落とinfoboxに着目し、記事の題名に対応する読み、正式名、略称などを抽出する。まず、本文からは、強調表示された記事題名の直後に括弧が続く部分を文字列パターン一致により探し出し、括弧内から対応する読みなどの単語を抽出する。つぎに、infoboxは、記事の分野に関する各種情報が属性と値の組として記載された表であるが、略称や読みなどの値をやはり文字列パターン一致で抽出する。

そして、姓または名である人名に対して、取り得るすべてのフルネームを別名として展開する。たとえば、「小泉」は「小泉純一郎」や「小泉今日子」を含む89個のフルネームに展開される。その結果、割り当てられる別名が大幅に増え、不適切な別名が含まれるため適合率は低下するが、再現性は向上する。

#### 3.4.2 動詞・形容詞

EDRの概念体系は、3.2節で述べたように、とくに動詞や形容詞の単語に関して、必要な同義語・上位語の関係がかならずしも十分取れるとはいえない。そこで、動詞の同義語・上位語を拡充するため、IPAL動詞辞書から同義語集合(synonymous set; synset)を構成して、概念辞書に基づくEDR辞書の概念体系とは別に、IPALの同義語集合を動詞に割り当てる。また、形容詞に関しては、IPAL形容詞辞書<sup>16)</sup>と、分類語彙表とからそれぞれ別個に同義語集合を構成して、形容詞に割り当てる。

まず、動詞の同義語集合について述べる。IPAL動詞辞書には、和語動詞が見出し語で861語(3,379語義)、サ変動詞が50語(94語義)、合計911語(3,473語義)が収録されている。動詞の語義ごとに上位語、類義語、反義語、分類名称、意味分類、表記、異音同語、派生可能、派生自他、文型などが記述されているが、これらをもとに同義語集合を構成する場合、問題点が二つある。一つは、上位語や類義語などの指定が表層形のみでされており、単語の語義が不明な点である。もう一つは、文型に応じて語義が分かれるため、情報検索の用途としては語義が必要以上に細かく分かれている点である。

そこで、語義同士の類似度を、上位語、類義語、反義語、分類名称にそれぞれ共通して現れる要素の数で推定することにする。単語の語義が不明な問題については、ある語義 $a_1$ の単語Aに関連する単語Bの語義のうち、最も $a_1$ に類似する語義を単語Bに割り当てる。また語義が必要以上に細かく分かれている問題については、同じ単語の語義のうち、分類名称または上位語が同じ語義項目は一つにまとめ、類似する語義集合を統合して同義語集合を構成する。動詞の同義語集合は、見出し語、類義語、異表記語、異音同語、派生可能、派生自他を含み、上位語の同義語集合を上位の同義語集合として、階層構造を構成する。そして、テキスト中に現れる動詞に対して、動詞とその格フレームをキーにして該当する同義語集合を選択する。

つぎに、形容詞の同義語集合について述べる。IPAL形容詞辞書には、基本的な形容詞が見出し語で136語(547語義)、形容動詞が30語(70語義)、合計166語(617語義)が収録されている。形容詞の語義ごとに、異音同語、同義語、類義語などが記述されている。しかし、動詞の場合と異なり、上位語が設定されていないため、上位・下位の同義語集合関係は求めない。IPAL形容詞辞書には、形容動詞も含まれており、形

表 3 概念辞書の語彙情報源

Table 3 Lexical sources of the concept dictionary

品詞	一般名詞	固有名詞	動詞	形容詞	その他
情報源	EDR	Wiki. IPA	IPAL 動詞	IPAL 形容詞 分類語彙表	EDR
	IPA, Wiki.	EDR	EDR	EDR	

容動詞の語幹も同義語集合に含める。

分類語彙表は、101,070 件の分類項目から構成され、そのうち、「相の類」に分類される 9,388 項目に属する見出し語が形容詞、形容動詞、副詞、連体詞などの品詞に該当する。分類項目の類、部門、中項目、分類項目、分類番号、段落番号、小段落番号まで同じものを一つの同義語集合とみなす。相の類に分類される語のうち、概念辞書を参照して、形容詞または形容動詞として登録されている 6,370 語に、形容詞の同義語集合を割り当てる。なお、形容動詞の語幹に対して、活用語尾を補充した語を追加する。

### 3.4.3 名詞の表記揺れ

まず、カタカナ語の中点区切りに対して、中点記号を取り除いた単語を正規形として扱う。概念辞書は、EDR の概念体系に Wikipedia から抽出した単語とカテゴリ情報などを対応させて構築するが、たとえば、「アイ・ピー・エム」に対する「アイピーエム」のように、正規形が同じ単語は異表記であっても同一に扱う。

そして、単語の読みにはひらがな表記を採用する。ひらがな語は、形態素解析辞書に未登録であると、誤った活用形に解析されて失敗する 경우가多いため、カタカナ語は未登録であっても、そのままの形や複合語として正しく解析できることが期待される。そこで、形態素解析辞書や概念辞書にひらがな表記の読みを登録し、意味解析時に、概念辞書に未登録のカタカナ語はひらがな表記に変換し、再度概念辞書を引くようにする。読みは IPA 辞書と Wikipedia 記事から抽出する。

## 4. 評価実験

3 節で提案した日本語意味解析を用いて、2 節で述べた含意関係の判定精度を、テストセット M と T を対象に評価する。概念辞書に登録された語彙は、品詞ごとに表層形が異なる単語を一語と数えると、全体で約 118 万語、そのうち固有名詞は約 88 万語であった。評価実験でえられた含意関係判定の F 値を表 4 に、事例数の分布を表 5 に示す。

テストセット M の F 値が約 99% と、このテストセットが求める精度のほぼ上限に達した。また、テストセット T の F 値が 80% であった。とくに適合率に関して、M と T のどちらの場合もほぼ 100% と、これ以上ない高い値を示した。以下、テストセット事例の分類ごとに結果を説明する。

**M (1,617 事例)** 文法面では、LFG 解析の誤りによ

表 4 評価実験結果の F 値

Table 4 F-measures of the evaluation experiments

テスト	内訳	適合率 (%)	再現率 (%)	F 値 (%)
M	全体	99.85	97.30	98.56
	文法	99.7	99.1	99.4
	語彙	100	91.2	95.4
	換言	100	97.8	98.9
T	全体	100	66	80
	記号	100	100	100
	構文	100	68	81
	推論	100	57	72

表 5 評価実験結果の事例数分布

Table 5 Statistics of testcases in the evaluation experiments

テスト	内訳	正例		負例		総数
		成功	失敗	成功	失敗	
M	全体	1,334	37	244	2	1,617
	文法	784	7	200	2	993
	語彙	239	23	38	0	300
	換言	311	7	6	0	324
T	全体	35	18	11	0	64
	記号	5	0	1	0	6
	構文	17	8	1	0	26
	推論	13	10	9	0	32

る事例を除くと、ほぼすべてに成功した。語彙面では、再現率が比較的低いが、読みや固有名詞の短縮形などの事例には成功した。言い換えでは、LFG 解析の誤りによるものを除くと、格の交替に関して失敗した事例が見られた。同値表現の含意に関する事例が 200 件以上含まれているが、それらすべてに成功した。

**T (64 事例)** 記号の処理に関して、すべてに成功した。つぎに構文的言い換えだが、語釈文への言い換え、格の交替、慣用句に関する事例に失敗した。また、構文的な要素以外で、「つく」と「食害する」が同義語であることが判定できないため、結果として含意関係の判定に失敗した事例がある。推論的言い換えに関しては、抽象化・選択の事例はすべて成功し、属性・属性値の事例 10 件中 9 件に成功した。しかし、深い意味理解などが必要とされるその他の推論的言い換え<sup>10)</sup> 10 件に対して、成功は負例の 3 件のみであった。失敗事例として、「富士山に次ぐ日本で第二位の高峰」が「富士山は日本で第一位の高峰」を含意する事例があげられる。

## 5. 考 察

4節で示した高い含意判定精度は、さまざまな言語現象に対応した日本語意味解析によってえられた。この意味解析はルールベースであり、個別の言語現象に直接対応する解析規則を追加することが容易である。ただし、4節で用いたテストセットは、日本語意味解析を構築するときに参考としたものである。今後、より客観性の高いテストセットに対して評価を行うとともに、現状では対応できていない言い換え事例も解析対象とすることが必要であろう。

語彙資源の利用に関しては、複数の言語資源を品詞に応じて組み合わせる工夫を行ったが、まだ改善の余地がある。たとえば、4節で取り上げた、格の交替の事例で失敗している原因は、格助詞の言い換えがIPA動詞辞書に記載されていないためである。また、同義語や上位語の言い換え事例は、他と比べて失敗する割合が高い。これは、概念辞書がもとになっている言語資源が不十分、もしくは言語情報が正しく抽出・統合できていないためと考えられる。

ところで、今回提案した意味解析方法には、日本語に限定されず言語に普遍的な形で規則化できる事例がある。たとえば日本語の機能動詞は、英語であれば *make* や *take* などの *light verb* に類似している。そのような事例を規則化して簡単に再利用できれば、多言語で意味解析を構築することが効率化できるだろう。

今回は解析の対象を文に限定したが、XLE および XFR は連続した文を扱い談話構造を解析することも可能である。たとえば、ゼロ代名詞や名詞連鎖に対応する先行詞を割り当てることができれば、文章に対する含意関係判定の精度が向上すると期待される。

## 6. ま と め

テキスト間の含意関係を精度よく判定するために、LFG 解析結果の *f-structure* を入力とする日本語意味解析を提案した。この意味解析は、英語の意味解析をベースにして、日本語固有のさまざまな言い換えに対応する。そして、文法役割を意味役割 (深層格) に変換し、複数の言語資源から構築した概念辞書を利用し、単語を概念に対応づける。含意関係の判定精度を2つのテストセット M と T で評価した。M は基本的な含意関係を含む 1,617 項目、T は質問応答の言い換え事例 64 項目から構成される。F 値が M で 98.56%、T で 80% であり、適合率はどちらもほぼ 100% であった。今後は、より客観性の高い評価事例に対して評価を行うとともに、引き続き解析対象を拡げていきたい。また、多言語にわたって共通の要素をまとめあげていき、一方で、照応や名詞連鎖などの談話的な解析を進めたい。

## 参 考 文 献

- 1) Dagan, I., Glickman, O. and Magnini, B.: The PASCAL Recognising Textual Entailment Challenge, *Lecture Notes in Computer Science*, Vol.3944, pp.177 - 190 (2006).
- 2) Bos, J.: Let's not argue about semantics, *Proceedings of LREC* (2008).
- 3) Bobrow, D., Condoravdi, C., de Paiva, V., Karttunen, L., King, T.H., Nairn, R., L.Price and Zaenen, A.: Precision-focused Textual Inference, *Proceedings of ACL-PASCAL Workshop on Textual Entailment and Paraphrasing* (2007).
- 4) Butt, M., Dyvik, H., King, T.H., Masuichi, H. and Rohrer, C.: The Parallel Grammar Project, *Proceedings of COLING2002, Workshop on Grammar Engineering and Evaluation*, pp.1-7 (2002).
- 5) 増市 博, 大熊智子: Lexical Functional Grammar に基づく実用的な日本語解析システムの構築, 自然言語処理, Vol.10, No.2, pp.79-109 (2003).
- 6) Umemoto, H.: Implementing a Japanese Semantic Parser Based on Glue Approach, *Proceedings of The 20th Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation* (2006).
- 7) Crouch, D. and King, T.H.: Semantics via F-structure Rewriting, *Proceedings of LFG06 Conference, CSLI On-line Publications* (2006).
- 8) 乾健太郎, 藤田 篤: 言い換え技術に関する研究動向, 自然言語処理, Vol.11, No.5, pp.151-198 (2004).
- 9) Butt, M., King, T. H., Niño, M.-E. and Segond, F.: *A Grammar Writer's Cookbook*, CSLI Publications (1999).
- 10) 高橋哲朗, 乾健太郎, 関根 聡, 松本裕治: 質問応答に必要な言い換えの分析, 言語処理学会第 10 回年次大会 (2004).
- 11) 村木新次郎: 日本語動詞の諸相, ひつじ書房 (1991).
- 12) 日本情報処理振興協会: 計算機用日本語基本動詞辞書 I P A L (Basic Verbs) (1987).
- 13) 日本電子化辞書研究所: EDR 電子化辞書 2.0 版仕様説明書 (2001).
- 14) 竹内孔一, 乾健太郎, 竹内奈央, 藤田 篤: 意味の包含関係に基づく動詞項構造の細分類, 言語処理学会年次大会 (2008).
- 15) 国立国語研究所 (編): 分類語彙表 -増補改訂版-, 大日本図書 (2004).
- 16) 日本情報処理振興協会: 計算機用日本語基本形容詞辞書 I P A L (Basic Adjectives) (1990).