

名詞の概念体系を利用した規則に基づく 意味役割付与モデルの構築

下村 拓也† 竹内 孔一†

† 岡山大学大学院自然科学研究科

本稿では名詞の概念体系辞書と述語のもつ語の概念構造を用いた規則ベースの意味役割付与モデルの構築を提案する。意味役割は名詞と述語との関係から決定されることから、本研究では述語の持つイベント構造と述語がとる名詞との間にどのようなメカニズムが存在するのかを明らかにすることを目標とする。新聞コーパスを対象とした評価実験から、名詞間の概念の類似度を正しく計ること、機能語の単位を正しく取り出すことが精度向上へのポイントであることが明らかになった。

Construction of rule-based model for semantic role labeling with the EDR thesaurus and an LCS dictionary.

Takuya Shimomura† Koichi Takeuchi†

† Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University.

We present a rule-based model for semantic role labeling because semantic role labels should be assigned by means of semantic relationships between nouns and verbs. The purpose of this research is to reveal the restritional and preference rules between nouns and verbs. Our model uses the EDR thesaurus as semantics of nouns, and a lexical conceptual structure dictionary as verb semantics. Experimental results show that dealing with systematic nominal categorization is the key to improve the accuracy of semantic role labeling.

1 はじめに

本研究では意味役割を入力文に付与するモデルを提案し、述語の持つイベント構造と述語がとる名詞との間にどのようなメカニズムが存在するのかを明らかにすることを目標とする。意味役割とは Agent(動作主) や Theme(変化・作用の対象) といった抽象的な意味記述であり、ある述語に対してその述語が取り得る名詞句に対して付与を行う。こうした記述は文をばらばらに考えるのではなく文同士に対して同様な表現をまとめるための見方であり、多様な言語表現を抽象的な見方でまとめることで、意味的に同様な側面を集約していく手法である。

- 彼は彼女に本を送った
- 太郎は花子に花をあげた

例えば上記の2文を比較すると、「彼」と「太郎」の役割、「花子」と「彼女」の役割、「本」と「花」の役

割にある一定の共通概念をみることができる。つまり、動作主 (Agent) が目標 (Goal) に対して対象 (Theme) を届けたという動作の一連である。後に示すが、意味役割は個別に決まるのではなく、こうした一連動作 (ここでは「イベント」と呼ぶことにする) の解釈の結果付与されるものである。

意味役割は抽象的であるが分野依存の知識と結びつけることで処理に応用できることが既に示されている。上述の例でも「太郎」は動作主というよりは「送り手」としたほうがより正確な表現であろう。こうした変換知識を Agent, Theme, Goal といった抽象的な分類から変換する表を短時間で作成して意味役割付与モデルを検索システムに応用し適度な精度を得られることが [1] によって示されている。

しかしながら意味役割付与にはいくつかの大きな問題がある。

- a. 意味役割の全セットが明確でない

- b. 意味役割が一意に付与できるかどうか不明
- c. 意味役割が何に依存して決まるのかが不明

最初の a. と b. は意味役割の定義に関する問題であるが、理論的あるいは実用的な観点からさまざまに議論されていて集約されていない。そこで a. と b. については意味役割の理論的考察と実用的な必要性の両方を勘案して後の 2 節で分析し本研究で利用する定義セットの構築と格意味役割付与の限界について明らかにする。それを踏まえたうえで、本論文では c. に関して規則ベースで明らかにしようと試みる。

意味役割付与の先行研究には大きく分けて理論に基づく付与法を探索するもの [11][6] と工学的に言語資源を利用して付与する手法の 2 種類に分けられる。後者では構文解析済みのコーパスに意味役割を付与した学習データを元に Shared Task 形式で学習モデルによる付与方法を探索する研究 [4] や、辞書と規則を利用して意味役割付与モデルを構築する手法を探索する研究がなされている [7][5][8][10]。

しかしながら、意味役割は表層の格パターンと動詞の特性、名詞の特性との関係で決定される性質そのものであるため、精度を追求したモデルの構築に焦点を置く研究以外に、解釈という観点から動詞にはどのような辞書的規則があり、名詞とどのようなメカニズムで意味役割を付与するのかという分析に注目したモデル構築の研究が必要であると考えられる。こうした点では日本語に関して大石ら [6] の研究はメカニズムの探求に近いがそこで作成された概念構造辞書や規則が公開されおらず、分析結果を自由に利用できない。

そこで本研究では規則と語彙辞書に基づく意味役割付与モデルの構築を行う。さまざまな文書を分析することでなぜ規則と辞書構造を見直し、解析がうまくいかなかったかを分析することで意味役割という抽象的なレベルでの意味解析メカニズムを明らかにしたい。意味役割の定義としてイベントという概念を取り入れ、イベント単位で意味役割を定義する。イベントとは述語が持つ動作・状態の典型フレームで、既に公開されている語彙概念構造辞書 (LCS)[9] を利用する。これに対して EDR の名詞の概念体系を利用して、名詞と LCS ベースの辞書とのマッチングにより解釈の違いを得るシステムを構築する。構築したシステムは将

来公開する予定である。

京都大学テキストコーパス [12] から 100 文選択し、意味役割付与実験を行った結果、意味役割付与モデルとして問題なのは名詞に関する操作性の不明確さとメトニミーや機能表現の問題がほとんどであることを明らかにした。

以下ではまず意味役割セットの構築や限界について 2 節で説明した後 3 節で具体的に付与モデルを構築し、4 節で実験を行い 5 節で考察を行い、最後に 6 節でまとめを行う。

2 意味役割付与モデルのための準備

この節では意味役割付与モデル構築に必要な意味役割セットの決定、ならびに表層格と意味役割を結びつける規則を構築する手法について述べる。これにより、本手法のもつ限界点を明らかにする。

2.1 意味役割セットの決定

先行研究を参考に現段階での意味役割のセットを確定する。表 1 に先行研究の意味役割を集約してみよう。表において各先行研究において意味役割の名前が一致しない部分は各文献の定義から判断して分類した。説明欄は文献 [11][6] を参考に記述したが不明なものについては“??”を記した。表中の“○”印はその意味役割を利用していることを指している。

Fillmore[11] の格セットは英語の格文法で定義されている。一方、日本語に関しては大石ら [6]、渋木ら [5] 原田ら [7] は EDR 辞書の定義集合を利用し、小山ら [8] は EDR 辞書をもとにしているが少し定義セットが異なるものを提案している。これらが必要十分かどうかは役割付与の非曖昧性と意味役割付与を利用した応用モデルからの評価が必要であるが、現段階では網羅性に重点をおいて我々の定義セットを構築したい。筆者らが文章を調べた結果では、上記の意味役割セットで含まれない例として表 2 のものがあつた。よってこうした意味役割も含めて本研究で利用するセットを考える。意味役割を選ぶ基準は、1) 付与可能かどうかと 2) 有効性である。現段階では 1) について著者らが実際に文に当たって判断できる意味役割を設定することとした。2) については似ている文同士をまとめるという機能から勘案して言い換えに関連する表層格の意味役割についてまで記述する。結論から述べると表 1 にある本研究の欄で○印があつて

表 1: 意味役割セットの比較

意味役割	説明	Fillmore	大石ら	原田ら	渋谷ら	小山ら	本研究
Agent	動作を引き起こす主体	○	○	○	○	○	○
Experiencer	ある心理事象を体験する者	○					○
Instrument (Cause)	ことがらを起こす原因	○	○	○	○		○
Theme (Object)	変化の対象	○	○	○	○	○	○
Source	移動・変化の起点	○	○	○	○	○	○
Goal	移動の終点, 変化結果	○	○	○	○	○	○
Location (Place)	場所や位置	○	○	○	○	○	○
Time	時間を表す役割	○					○
Material	材料または構成要素		○	○	○	○	
Purpose	目的		○	○	○		
Basis	比較の基準		○	○	○		
Beneficiary	受益者		○	○	○		
Quantity	動作・変化の量		○	○	○		
Condition	状態					○	
Implement	??					○	
Scene	状況・場面					○	○

表 2: 他の意味役割セット

Path	経路や経由点	「ウィーンを旅した」「海岸沿いを歩いた」
Reason	動作の理由	「雨で遠足が中止になった」
Opponent	動作の基準となる相手	「親に似る」「彼に反対する」

いるものに表 2 の意味役割を加えたものを利用する²。このセットの過不足については実験と考察を重ねることで漸進的に改善していきたい。

2.2 語彙概念構造と意味役割付与の単位

前節で設定した意味役割は個別に名詞に対して決定されるのではなく、文における述語の持つ動作・状態にある典型的な骨格(フレーム)として考えたときに仮定できるものである。この典型的な振る舞いの型を動詞ごとに書いた言語資源として語彙概念構造辞書 [9] がある。上記の意味役割を全て網羅しているわけではないが、約 1200 語の動詞についてどのような表層格が意味役割になるかという規則を記号化して記述しているものである。よって LCS 辞書を利用して表層深層対応規則を作成する(詳細は 3.2 節参照)。LCS に記述されていない意味役割は付加詞要素が多いため、述語がとる名詞の性質に対して規則を記述し加えた(詳細は 3.2 節参照)。

先に述べたように、意味役割はある述語の持つ

² Path は場所の一部ということで Location に含めた。

意味的なフレームに対して仮定できる。つまり文中の述語を区切りとして、それまでの係り受け単位を一つのフレームとして意味役割を決定する。この単位をここではイベントと名づけて、この単位での規則の適用ならびに評価を行う。例をあげると

- a. 彼は/Agent 弟に/Goal 数学を/Theme 教える
- b. (あなたの/Agent 運転は)/Theme 慎重だ

のように、1 文単位だけでなく、より小さなサ変名詞における名詞句内でも意味役割付与を行う。これにより例えば b. において英語に翻訳する場合、*“You are careful about your driving.”* と正しく訳すための基本情報(つまり、「あなた」は「運転」に対して動作主である)を提供することができる。³

以上で意味役割のセットならびに付与単位を明らかにした。以下ではこれらを具体的にどのようなシステムとして構築するかその詳細について述べる。

³ Web 上の翻訳エンジンでは *Your driving is careful. と訳されてしまう。

3 システムの構築

本論文では規則をベースとした手法で、前節で定義した意味役割セットを文中に付与するモデルを構築する。本研究では、表層格が兼務することによって曖昧性が生じる「は」、「も」格や、格交替によって曖昧性が生じる受身形も含めたシステムを検討した。

本システムの基本構造について以下に述べる。前節までに述べたように、動詞にはイベントベースの構造が存在し、文章の意味理解をする際には、格ボタン、名詞、副詞のとり方の違いによって、1つの動詞についてかかれた複数のイベントのうちから1つが選択される。その考え方にに基づき、本システムでは、入力文からイベント単位を抽出し、その名詞、格ボタン、をあらかじめイベント単位で記述してある辞書と比較し、正しいルールを選別し、記述された意味役割を文章に付与するという構造である。その際、問題になってくるのが名詞の比較である。名詞は多数存在し、それら全てについて記述した辞書が存在しない。よって、入力の名詞と、辞書に記述された名詞を直接比較するのは不可能である。そこで、本研究では、名詞の概念体系を用いた類似度の計算を行って、その問題を解消することを検討した。

これをシステムとして実装するために、言語資源として、イベントベースの規則として、1) 制約つき表層深層対応規則、名詞の概念体系辞書として、2) EDR 電子化辞書の概念体系記述辞書 [2]、の2つを利用した。制約つき表層深層対応規則は、動詞についてイベントベースの役割の記述がされている。これは語彙概念構造辞書 [3] を本手法で扱いやすいように図1の形に書き換えたものである、詳しくは3.2節で説明する。EDR 電子化辞書の概念体系記述辞書は、単語に対し、概念体系がシソーラス形式で記述してある。これを利用して、名詞間の類似度を計算した。

これらを利用したシステムの全体像を図2に示す。以下、用いた手法を個々に説明した後、それを用いた意味役割付与システムについて述べる。

3.1 イベント単位の抽出手法

イベント構造の抽出には、係り受け解析の結果を用いた。結果から係り元の名詞と係り先の動詞を取り出し、係り元の名詞、伴う助詞、名詞の文章中の位置、の3つの要素を動詞ごとにまとめ、1つの

助詞	格の制約	意味役割ルール
変化:	人, が	:: Agent, が, Theme, を, Goal, に
変化:	物, が	:: Theme, が, Goal, に

図1: 制約つき表層深層対応規則の一例

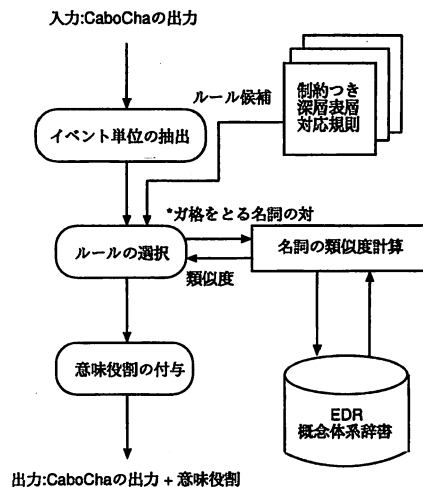


図2: システムの全体図

イベントとして取り扱った。複合名詞の扱いに關しては、複合名詞中の末尾に来る名詞がサ変動詞であれば、イベント性を持つと判断し、その場合のみ動詞と同様に扱った。イベント構造の抽出例を図3に示す。

3.2 制約つき表層深層対応規則

本手法で用いる、制約つき表層深層対応規則を構築する為に、語彙概念構造辞書を用いた。語彙概念構造辞書は、動詞の語彙ごとに図4のような記述がある辞書である。この例のうち「変化」を例にとると、「xがyをzに変化させる」、または、「yがzに変化する」という意味の記述を表している。この辞書はイベント単位で記述してあり、本研究で目標とするイベント単位の意味役割の推定に適した辞書である。しかしながら、本研究では、格ボタン、名詞がある動詞と共に起する時の名詞の属性、の2つを手がかりに、ルールを選定するので、このままの記述では利用しづらい。そこで、書き換え規則を用いて利用し易い形に書き換えた。書き換え規則の一例を図5に示す。例の場合では、語彙

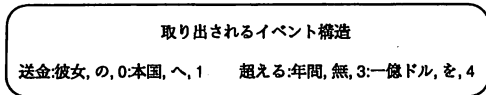
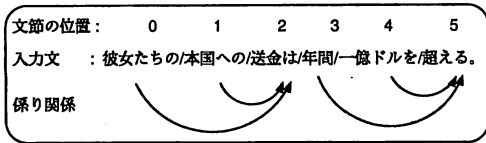


図 3: イベント単位の抽出例

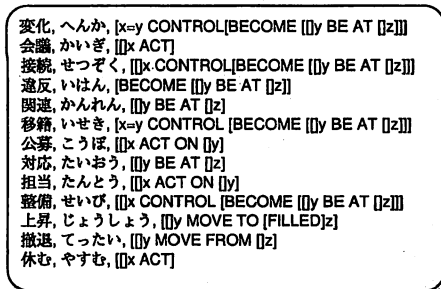


図 4: 語彙概念構造の例

概念構造辞書中にある, [[x ACT], [y MOVE TO [z], [x CONTROL [y BE AT [z]]] が, それぞれ「Agent, が」, 「Theme, が, Goal, に」, 「Agent, が, Theme, を, Goal, に」という規則に書き換えられる事を示している。書き換えた後の辞書の記述の例は先に示した図 1 である。この例では, 「変化」と言う動詞が表れた場合, が格に人を表す名詞が来れば, 「が, を, に」格それぞれの対応として, 「Agent, Theme, Goal」を意味役割として付与し, が格に物が表れた場合は, 「が, に」格にそれぞれ「Theme, Goal」を付与すると言う規則である。

3.3 名詞の概念体系に基づいた類似度計算手法

名詞間の類似度を計算する手法には, EDR のソーラスを用いた。EDR のソーラスは図 6 のような形をとっている。

計算手法は以下の通りである。まず, 入力 of 2 単語について, 最上位の概念までの概念パスを全て計算する。そのうち共通概念を含むものを抽出し, その共通概念からの距離の和を求める。名詞には複数意味があり, 当然複数の概念パスに対して値が計

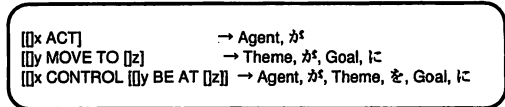


図 5: 書き換え規則の一部

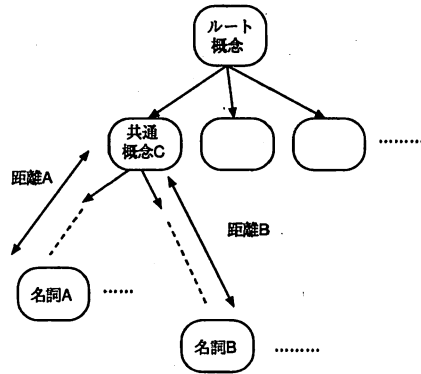


図 6: EDR 概念体系辞書

算できる。しかしながら, 本研究では決定的なルールを用いて意味役割を決定するという視点から, 名詞の概念距離が最も近くなる概念パスを選び, その概念距離を類似度とした。図 6 中の距離 A を d_a , 距離 B を d_b とすると, 類似度 S は $S = d_a + d_b$ で表せる。

3.4 意味役割の付与

前述した手法を用いた意味役割の付与について述べる。まず, 3.1 節で述べた手法を用いて, 入力文章からイベント構造を抽出する。次に, 抽出されたイベント構造を辞書と比較し, 適切なルールを選定する。この時, 対応規則に候補となるルールが複数ある場合, 次の様な優先順位で, ルールを決定する。

- 入力文が「が」格を含む場合, 対応規則に記述された「が」格の名詞との類似度を計算し, 類似度の高い方のルールを選ぶ。
- 「が」格が存在しない場合は, 入力の格パターンをより多く網羅しているルールを選ぶ。

選ばれたルールを用いて, 意味役割の付与を行う。現在, 制約つき表層深層対応規則には, 「が」, 「を」, 「に」, 「から」の 4 つの格パターンに対する記述しかない。故に, 入力文にこれら 4 つの格が表れた場合は, 辞書のルールを用いるが, これら以外の格については別に処理をする必要がある。以下, 制約つき

表層深層対応規則に格バタンの記述がない場合の処理について述べる。

本研究では、必須格でない格については、その名詞の概念と伴う格によって意味役割が決定するという仮説の基に、概念と伴う格ごとの意味役割決定ルールを実験的に記述した。そして、制約つき表層深層対応規則にない格ボタンが表れた場合は、記述された格バタンのうち、名詞と概念との類似度を計算し、一番類似度の高いルールに基づいた意味役割を付与することで対応した。記述した 25 通りのルールのうちの一部を表 3 に示す。

表 3: 記述した意味役割決定ルール (一部)

格ボタン	概念	意味役割
で	道具 現象 場所 イベント	Instrument Reason Locaton Scene
の	人 物 動作	Agent Theme Scene
まで	人 場所	Agent Goal

以上が本研究で構築した意味役割付与システムである。ここでは、具体例として a) 「彼が飛行機で東京に到着した」と b) 「荷物が東京に到着した」の 2 文の解析の流れを図 7 に示し、その処理のメカニズムを説明する。

まず、入力文からイベント単位を抽出する。次に、「到着」の規則を、規則データベースから検索する。「到着」の規則は、人が「が格」に来る場合と、物が「が格」に来る場合で異なっているので、それぞれのイベント単位の「が格」である「彼」と「荷物」を、規則に記述してある名詞の制約である「人」と「物」のどちらと類似度が高いかを計算し、高い方の規則を選択し、記述がある格については、対応する格に記述されている意味役割を付与する。a) の文では、彼に Agent、東京に Goal が付与され、b) の文では、荷物に Theme、東京に Goal が付与される。b) の文は、ここまでの処理で全ての格について意味役割が付与される。a) は、「で格」の記述が規則データベースにない為、この段階では全ての格について意味役割を付与することができない。そ

こで、前述した表 3 のルールから、「で格」のルールを呼出し、そのルールに記述されている概念のうち、どの概念と最も類似度が高いかを計算し、その意味役割を付与する。ここで、飛行機に Instrument が付与され、すべての格についての意味役割が付与される。出力は、それら意味役割を元の CaboCha の解析結果に付与したものとなる。

4 実験

本節では、本研究で構築したモデルを用いる事により、定義した意味役割がどの程度正しく付与できるか検証すると共に、モデルの問題点や、意味役割付与の難しさがどの部分にあるのかを明確にする。

4.1 実験条件

実験は、京都コーパス中の 100 例文を対象とした。評価は、単語単位、イベント単位それぞれについて行った。単語単位では、単語に付与された意味役割が正しければ正解とし、イベント単位では、イベント全体の意味役割が正しい場合を正解とした。

4.2 実験結果

実験結果を表 4 に示す。次節で解析を誤った事例に対しての分析と考察を述べる。

表 4: 名詞単位、イベント単位での結果

	正解/全体	精度
名詞単位	219/268	81.71 %
イベント単位	117/165	70.90 %

5 考察

実験結果のうち誤ったものを原因別にまとめたものを表 5 に示す。

表 5: 誤り解析

原因	誤り数/誤り全体	割合
名詞のカテゴリ分け	30/49	61.2 %
機能語	9/49	18.3 %
LCS の格の不備	4/49	8.1 %
定義	2/49	4.08 %
その他	4/49	8.16 %

誤り解析から、意味役割付与の難しさは大きく分けて以下の 3 つの問題に切り分けれる。

1. 名詞の概念の類似度計算

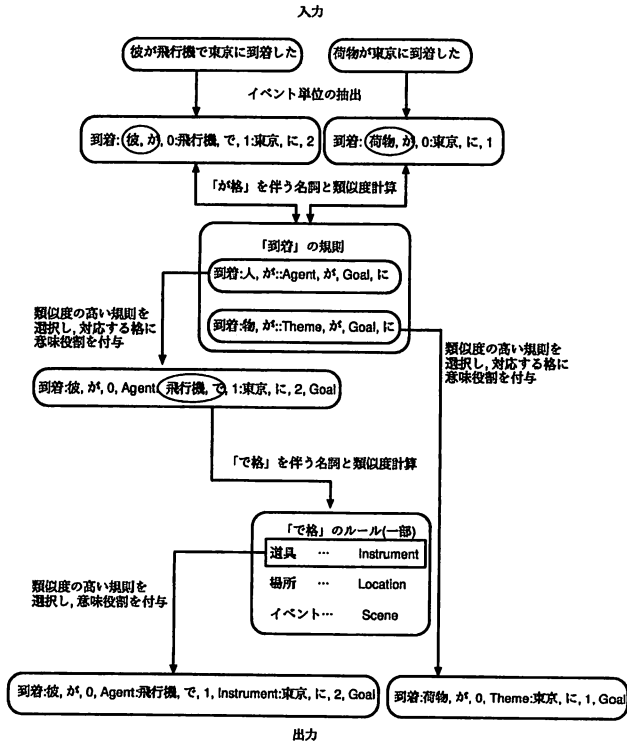


図 7: 意味役割付与の流れ

2. 機能語も含めた LCS の拡張

3. 意味役割の定義

それぞれの問題について事例を挙げて説明していく。

5.1 名詞の概念の類似度計算

最も誤りが多かったのは、名詞が物と人、どちらに類似しているかのカテゴリ分けがうまく行かなかった事による事例であった。以下事例を 2 つ挙げ、それぞれについて分析を行う。

- 私たちは/Theme

運河を/Location ゆっくり進んだ。

この文章の意味を考えると、「私たちは」の部分が Agent と判断されるべきである。しかし、類似度の計算を行うと、「私」と人の類似度が 3、物の類似度が 2 となり、「私」と物が近いと判断されてしまい、誤って Theme が意味役割として付与されてしまう。この問題については今後の課題点の一つとして挙げられる。

また、この問題と類似したもので、メタファー(隠喩)の問題がある。メタファーが含まれる文では、

「うすが猿を懲らしめた」の様に、物が意志性を持ち、Agent になり得る。このような場合は、メタファーであると判別し、別の規則で意味役割を付与する必要があると考えられる。

- ワールドカップで/Location
勝利に/Goal 貢献した。

この事例では「ワールドカップで」は、ワールドカップと言う催しで、と言う意味なので、正しくは Scene が付与されるべきだと考えている。だが、これもワールドカップがイベントより場所との類似度の方が高いと判断されてしまい、Location と言う誤った意味役割を付与してしまう。しかし、ワールドカップや夏祭りなどは元々催しを表す語であり、それ以外に使われる事は少ない。そこで、本来の意味以外で使われる事が少ない語に関しては、既存のシソーラス以外の方法で類似度を求める事も課題の 1 つである。

5.2 機能語も含めた語彙概念構造辞書の拡張

次に誤りが多かったものは、「気をつける」、「興味がある」などの前の格とセットで1つの意味を持つ様な語を含む事例であった。例として次の事例が挙げられる。

- 栄養のバランスに/Location
気を/Theme つけている。

この事例の場合、「気をつける」が「気を」と「つける」に分かれてしまい、「服に染みをつける」などと同様のルールに基づいて意味役割を付与してしまい、誤ってしまう。正しくは、「気をつける」で1つのイベントと考えて、「バランスに」には、話の主題としての Theme が付与されるべきである。このような機能語に関しては、語彙概念構造辞書に追加していくことが必要である。また、語彙概念構造辞書で現在扱っていない格についても記述していくとともに、ガ格の省略などで名詞の制約によるルールの決定ができない場合を考慮し、他の格についても名詞の制約を加えていく事も課題としてあげられる。

5.3 意味役割の定義

以下の文を事例として挙げる。

- 検索で/Instrument
骨片が/Theme 見つかった。

この事例では、「検索で」が Instrument と判断されているが、正解セットでは Scene と付与している。しかし、文意を考慮した際に、「検索(と言う手段を用いること)で骨片が見つかった」と解釈するのであれば、Instrument としても、問題はないはずである。しかし、「検索(と言う状況の中)で骨片が見つかった」と文意を解釈するならば、Scene が妥当である。この様に、文の解釈によって曖昧になる場合が数は少ないが見受けられた。この場合の扱いについては今後検討が必要である。

6 まとめ

本研究では、意味役割付与のメカニズムを明らかにする為に、規則ベースの意味役割付与モデルを構築し、実験を行った。その結果より、意味役割付与モデルの問題の多くは、名詞の概念の類似度計算、メタファーを含む文の処理、機能語の問題に帰着すると言う事を明らかにした。

謝辞

本研究は文部科学省科学研究費補助金「代表性を有する大規模日本語書き言葉コーパスの構築:21正規の日本語研究の基盤整備」(代表:前川喜久雄)の支援を受けた。ここに深く感謝致します。

参考文献

- [1] M. Surdeanu and S. Harabagiu and J. Williams and P. Aarseth. Using Predicate-Argument Structures for Information Extraction. Proceedings of ACL2003, 8-15, 2003.
- [2] 独立行政法人通信総合研究所: EDR 電子化辞書. <http://www2.crl.go.jp/kk/e416/EDR/J.index.html>.
- [3] 竹内孔一, 乾健太郎, 藤田篤, 竹内奈央, 阿部修也. 分類の根拠を明示した動詞語彙概念構造の構築. 情報処理学会研究報告 NL-169, pp.123-130, 2005.
- [4] CoNLL-X. <http://www.cnts.ua.ac.be/conll/>.
- [5] 渋谷英潔, 荒木健治, 柄内香次: 一文一格の原理と深層格選好に基づいた日本語深層格規則の自動獲得手法, 情報処理学会自然言語処理研究会, 2003-NL-156, pp. 15-22 (2003).
- [6] 大石亨, 松本裕治: 格パターン分析に基づく動詞の語彙知識の獲得, 情報処理学会論文誌, Vol. 36, No. 11, pp. 2597-2610 (1995).
- [7] 原田実, 水野高宏: EDR を用いた日本語意味解析システム SAGE, 人工知能学会論文誌, Vol. 16, No. 1, pp. 85-93 (2000).
- [8] 小山正太, 乾伸雄, 小谷善行: 「名詞と表層格」パターンに対する深層格対応の推測, 情報処理学会自然言語処理研究会, 2003-NL-154, pp. 153-160 (2003).
- [9] 竹内孔一, 乾健太郎, 藤田篤: 語彙概念構造に基づく日本語動詞の統語・意味特性の記述, レキシコンフォーラム, No. 2, pp. 85-120 (2006).
- [10] 平野徹, 飯田龍, 藤田篤, 乾健太郎, 松本裕治: 動詞項構造辞書への大規模用例付与, 自然言語処理, Vol. 13, No. 3, pp. 113-132 (2006).
- [11] チャールズ. J. フィルモア (田中春美, 船城道雄訳): 格文法の原理, 三省堂 (1975).
- [12] 京都大学テキストコーパス. <http://nlp.kuee.kyoto-u.ac.jp/nl-resource/corpus.html>