

述語の分析に基づく文書解析の考察

竹内 孔^{1,a)} 竹内 奈央² 石原 靖弘¹

概要: 動詞間で共通する意味属性を考慮して、シソーラス上に整理した動詞項構造シソーラスを提案し、形容動詞まで拡張して分析を進めてきた。動詞項構造シソーラスの背景には語彙概念構造という状態変化を主に記述する形式を拡張してきたが、「必要だ」や「必ず～する」といった主観的な内容を記述する場所が無く、意味記述の中に自然言語で埋めることになっている。本稿では述語の分析から必要となる意味構造の要件を明らかにする。その中でも可能世界意味論に関係している点を事例をもとに明確化し、文書解析のための意味構造について考察する。さらに、人工知能で議論されてきた様相論理、動的命題、設計学、オントロジー工学との関係について概観する。

キーワード: 動詞の分類, 可能世界, 状態遷移モデル

Discussion of Possible Semantic Description for Documents Based on Analysis of Predicate-Argument Structure

TAKEUCHI KOICHI^{1,a)} TAKEUCHI NAO² ISHIHARA YASUHIRO¹

Abstract: The results of our previous work of construction of Japanese verb thesaurus revealed that a verb meaning often contains not only action or change-of-state meaning, i.e., objective meaning, but subjective meanings. To describe verb meaning, lexical conceptual structure was applied, but it does not have a place of subjective and modal meaning; then they are described using natural language embedded in an extended LCS-based schema. Modal logic gives us a description framework, but verb meanings have more complex meaning, such as event attributes, progress and possibility. In the manuscript we summarize the wide variety of verb and adjective verb meaning from the view of change-of-state and subjective meaning, then discuss a description framework of them according to modal logic study.

Keywords: Shared meaning of verbs, State transition, Possible world

1. はじめに

述語に関する表現を語彙概念構造 (LCS) のような状態変化を中心とした考えで意味を記述しようというところから出発して、動詞項構造シソーラスを構築した [7]^{*1}。ところが、状態・動作に着目しても同じ状態であっても意味が違う場合があり、動詞概念のクラスとしては分けたがどういう視点で分解できるかというところに、LCS の分解では限

界が感じられた。

例えば、「笑う、手を振る」と「勉強する、検索する、調べる」は基本的には人の動作に関する動詞であるが、前者と後者で大きく特長が違っている。前者は動作といっても動作の様態について指定していて、「顔の作り」や「手の動作」を指定している動作属性を指定しているのに対して、後者はどんな動作かはっきりとは指示していない。つまり、他者がその人の動作を見て、違いを述べることは出来ないと考えられる。結論からすると、後者は目的のみが指定されている動詞で、知識の獲得や、ある情報を探し出すための行為であればなんでもよい^{*2}。こうした外からみ

¹ 岡山大学大学院
Graduate School of Natural Science and Technology,
Okayama University

² 言語アナリスト

^{a)} koichi@cl.cs.okayama-u.ac.jp

^{*1} <http://vsearch.cl.cs.okayama-u.ac.jp/>.

^{*2} 近年、言語学では、影山 [11] が GL を利用して同様のことを指

た状態・行動と目的 (機能や意図と呼ばれる) の組み合わせで意味を記述する方法は, 設計学 [8] やオントロジー分野で議論されてきた. また論理学では可能世界を利用した動的命題があてはまるであろう. しかし, それだけではなく, 言語は目的に対する進捗「ご飯がすすむ」, 「問題の対処に苦労する」や「増税の懸念がある」など, ある進捗に向かっての度合いに関する表現も多く, 目的状態になるかならないかだけを論理的に扱うモデルとは馴染まないように見える*3. そこで本稿では概説的ではあるが述語まわりの表現として, どのような状態・動作変化と目的に関する表現があるか例示し, 現段階での分類を考察する. その後, 関連する意味記述の研究を取り上げ述語をベースとする文書の意味構造表現の可能性について考察する.

2. 動詞・形容詞・形容動詞の分析

動詞項構造シソーラスは基本語意味データベース Lex-ceed[1] の例文と語義を利用して, 状態・動作の変化を人手で分類して, 項間の関係まで LCS を拡張した枠組みで記述した動詞の意味分類である. これを述語 (動詞, 形容詞, 形容動詞) にまで拡張して整理し直す中で, 述語が項に対して行う働きでいくつかの異なる種類があることがわかってきた. 本節ではまだ整理の途中であるが, いかにか場合分けをして例示したい. なお, 各述語の働き (「機能」という言葉は別の分野で特別な意味をもつのでここでは避けている) は必ずしも直交しているわけではない.

2.1 状態と動作から見た動詞の位置づけ

語彙意味論で従来議論されてきたのは, Vendler や金田一の分類で利用されてきた状態, 状態変化, 活動という大きな分類である. ところが, Jackendoff や動詞の分類にかならずあるが, 「開始・終了」といったアスペクトを扱うだけの動詞などこうした枠組みにはまらない物がいくつもあり, 従来は別のものとして特別分類となっていた (例えば文献 [3]). また LCS では活動が状態変化の上位に存在する構造が提案されているが, それでは, 「ご飯がとて進む」「レシピを検索する」など動作が目的に結びついていることとの関係が分かりづらい.

そこで, いわゆる活動動詞や状態動詞, アスペクトだけを述べる動詞を個別に分類するのではなく, 状態変化の中での部分として位置づけを行う. つまり動詞 (形容動詞も含む) は

- 今の状態から結果状態 (もしくは, 前の状態), 目的状態, 避けるべき状態に対しての遷移に関する全体または部分を指す

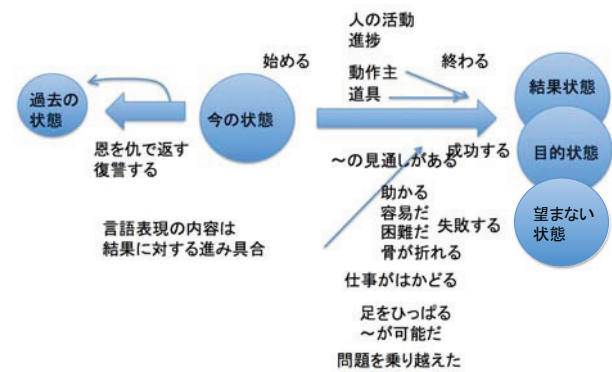


図 1 状態遷移を中心に述語を位置づける

Fig. 1 Active, stative, inchoative verbs are located in partial semantics of State Transition Model.

と仮定する. こうすることで, 「開始する/始める」などある動作の起動だけ (部分) を述べるものもあれば, 「検索する」のように目的に対する動作だけを記述する動詞も位置づけが可能になる*4. また, 形容動詞も含めるのは, 動詞との関係で目的・結果状態として関係が強く (例えば, 「完治する」の結果状態として「健康だ」) 必須の要素と考えられるためである.

2.2 属性値の書き換え

上記図 2 に示すように, 全ての動詞ではないが, 結果状態を指定する動詞 (いわゆる状態変化動詞) が存在する. その際, ある対象のある属性を書き換えていると考えられる. 例えば「本を棚に置く」の場合, 本の位置情報という属性があり, それを書き換えて棚に変えたと考えられる. この結果本が棚に存在するという状態が得られる. つまり, 「置く」「移動する」などは対象に対する位置属性の書き換えを指定している. すると, 事態に対しても状態を仮定しないといけな場合が現れてくる.

- 車/水泳選手がターンする
- 今日は都合が良い

前者の場合, 「ターンする」は対象の進行方向がそれまでと反対になることを指示している. しかし, 「車」や「水泳選手」がなにもしていないときに【方向】という概念を持つとは考えにくい. つまり, 表層的には「車」がガ格で動詞の対象であるが, 「移動している車」でないと, 上記の表現はできないと思われる. つまり事態である「移動」が概念として省略されており, その属性として方向をとりあげ, 反対方向にするという状態変化を指定している.

後者の場合, 「都合」という事態性名詞が「良い」に対する直接の項であるが, 「今日」との意味の関係がはっきりしない. この場合, 話し手の「何かをする」という事態が

摘している.

*3 ファジー理論など度合いを扱う理論などを同時に取り込む必要があるかもしれない. また, 言語処理の現実的手法として, 統計的モデルの導入は普通に考えられる.

*4 「検索した」といっても必要とする目的の情報は得てないと考えられるため, 情報取得までは含意されていないと考えられるため.

省略されていると考えると「話し手(X)が何かする(Do)」という事態に対して、その属性として時間は「今日」であり、またもうひとつの属性として「都合」(つまり条件)が良いことを意味している。このように、名詞だけでなく、事態に対しても属性を仮定することで、文の意味が扱いやすくなる。当然、省略が無い場合の「今日は出かけるのに都合がよい」は、上記の文より話し手の動作が指定されているだけで同様に扱うことができる。

ただし、各名詞や事態がどれだけの属性をもっているのかや、また書いて整理できるかは問題である。例えば「話が脱線する」といった場合、「脱線」するための前提として、「話す」という事態にの属性として「話すべき基本の内容」といった属性が必要になる。こうしたものがどの程度の種類で言語処理が行えるか実験的に明らかにしたい。

2.3 可能性と状態の組み合わせ

動詞が表現する状態・動作において見た目に同じであるのに、その状態・動作に対する目的やとらえ方が考慮された表現が存在する。

- ゲートの突破を達成する/なしとげる
- ケートの突破をやらかす/しでかす
- cf. ゲートの突破に成功する/失敗する

これらの動詞はなにか動作をするという点では同じであるが、その動作が目的にあっていれば「達成」で、のぞんだことではないならば「やらかす」となる。ここで、「やらかす」「しでかす」は他人が行うことに対する被害の意味まではいっている。また、関連する語として「成功する/失敗する」があるがこれらはある動作(「ゲートの突破」を目標とした動作)を行って、目的である「ゲートの突破」が達成できたか出来なかったかについて述べている。

上記の「ゲートの突破」は動作であり、良いも悪いもない。しかし、見方によって成功か失敗かは異なるため、こうした同じ動作に対して解釈の違いによりべられた表現を関係付けすることが出来る。例えば、勝負事などで敵味方に分かれていれば、あるチームがある動作をしたことは、見方からして成功であれば「ヒットエンドランをなしとげた」と表現されるのに対して、相手側にとっては不利益を被ることになるの手、意図しない意味での「やらかす」ではなく、動作主がついた「ヒットエンドランをやられた」という表現が対応することになる。

これに対して「動作しない」という表現がある。

- 問題を見過ごす
- 準決勝の出場を棄権する

これらは、動作はないがその主観的な意味が重要である。両方の述語には否定的な意味が込められている。

さて、なにもしていないのに言語表現としてなぜわざわざ取り上げるのであろうか? これは背後に、「そうすることが可能である」という可能世界と「そうしなければなら

ない」という義務・運命世界が前提にあると考えられる。例を挙げて説明してみよう。

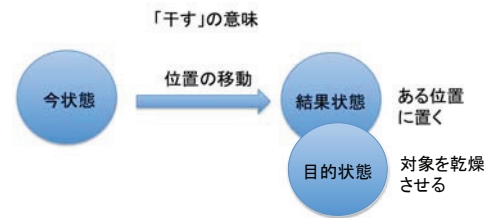


図2 状態遷移構造で記述する「干す」の意味

Fig. 2 Describing semantic structure of the Japanese verb *hosu* in State Transition Model.

- 問題を放置する(義務・運命, しない, 目的に合う)
- 問題を回避する(義務・運命(の可能性)の終了, しなかった, 目的に合う)
- 機会を見過ごす(可能状況の終了, しなかった, 目的に合わない)
- 命拾いする(義務・運命(の可能性)の終了, しなかった, 目的に合う)
- 投票を棄権する(可能状況の終了, しなかった, 目的に合う)

内部に否定の意味を持つ表現で、可能世界の状態、動作、目的の3つ組で整理して記述した。面白いのは「義務・運命の世界」があったり、なくなったり、あっても無視したりという組み合わせで表現が存在することである。これらは内部に否定の意味をもっているが、「問題と解かない」と否定を陽に出しても同様で、「義務・運命の世界」の存在が仮定される。

後の4.1節で説明するが、こうした、目的や不都合という人の主観に基づく意味分類は可能世界意味論そのものに対応すると考えられる。こうした主観的な状態を既に図2に記述しているが、図に示したようにこれらは結果状態とは別の物と考えられる。例えば「洗濯物を干す」の場合、結果状態としては、洗濯物をどこかつり下げよう場所に移動することであるが、目的としては「乾かす」ことが指定されている。よって単に「洗濯物を下げる」とは「乾かす」という目的を含んでいるかどうかの違いによる。さらに、「干す」は状態変化と目的が異なるので、干したからといって必ず乾くわけではない。ただ、何も無ければ、目的が達成されると考えられる。この点、「成功する」は目的が現実となったことを意味しているので、目的達成に関して、各動詞毎に意味が大きく異なる。

2.4 進捗に関連する表現

前節の例では目的を考慮した状態変化動詞を中心に取り上げたが、ある状態に向かう過程の進み具合に関連する表現が多いことに気づく。

- 進み具合
 - 作業が進む/が捗る, 人材育成を加速する
 - 作業が遅れる/滞る/停滞する
 - 人の作業を助ける/支援する
 - 人の作業を邪魔する, 人の作業に干渉する
- 楽/苦勞
 - 作業が楽だ, 作業が簡単な
 - この作業は苦しい/つらい/困難だ/難しい
 - 作業に苦しむ/苦勞する/手間取る/手を焼く, 作業は骨が折れる
 - 作業は片手間でできる/手間いらず/朝飯前だ

まず最初の進み具合に関するものであるが, 「進む」も「遅れる」もある目的状態にむけた過程について表現しており, どちらも目的状態には達成していない。しかし, その進み具合の言及から人は目的状態への到達可能性(もしくは否定的な状態(例えば「増税が懸念される」)からの回避などを推測すると考えられる。よって, その進み具合に関連して, 「助ける」「支援する」や逆に「邪魔する」といった進捗に対する補助もしくは障害に関する表現が存在する。

さらに関連して, 進捗そのものではないが, その対象とする事態が容易か困難かを表現する述語が多く存在する。「苦しい」は感情的な表現でもあるが, ここでは「困難だ」や「難しい」とほぼ同様で, 作業をするためのコストが掛かっているという意味であると考えられる。一方, 作業が簡単な場合に, コストがかからないという表現「手間いらず」も出てくる^{*5}

上記のような進捗や「勉強する」「検索する」といった目的に関する表現は LCS では活動動詞 (ACT) の中に分類されてしまい結果状態とも直接結びつかないため, 宙に浮いたものとなっていた。しかしながら実際は図?? に示すように, 活動動詞の中でも進捗に関する物は状態変化の途中経路であり, 直接項に結果状態をとらなくてもなにかの目的状態に対する動作を示す。また, 単に動詞だけでなく, 形容詞, 形容動詞も関係して進捗に対しての可能性を表現できるようになっている^{*6}。

2.5 事態性名詞が中心の表現

動詞の意味は動詞の取る項との関係で決まるが, その項は普通の名詞だけではなく事態性名詞をとる場合があり, その場合, つまり, 項は名詞ではなくて事態であり, 中心的な意味は事態性名詞が持っていることが多い。よって単に動詞の意味分類ではなく, 事態性名詞を含めた意味分類が必要となる。

^{*5} 関連して, 作業に対するコストという属性を仮定すると, 「作業が割に合う/賃金に見合う」など, 対価や価値との比較に関する表現まで存在する。

^{*6} 活動動詞のなかでも, 結果状態と関係無いものもある。例としては既に挙げている「笑う」や「手を振る」など, 動作様態そのものを指定している動詞である。

例えば, 前節の進捗に関する物は事態性名詞となる。

- 作業が進む/捗る/滞る/停滞する
- ?リンゴが進む/滞る
- cf. ご飯がすすむ

後者のように単なる名詞 (nominal noun) が来た場合だと, どういう事態が省略されているか推測が必要になる。例えば「ご飯がすすむ」ならば「食べる」という事態が省略されており, 「リンゴが滞る」だと Web 上では表現がなかったが^{*7}, 意味を取ろうとすると例えば「供給」などを補完して「X の供給が滞る」など事態が必要となる。こうした事態を項にとる場合, 結局述語項構造が名詞化されて中にいるため, 内部の事態に対して, さらにその側の述語が意味を付加することになる。よってこうした意味の付加を同様に扱える意味記述枠組みを考える必要がある。

例えば, 「作業が進む」は「荷造りの作業が進む」のように「の」を介して「作業」の対象まで述べる事が出来る。よってまず事態として「荷造りを作業する」があり, 「その作業が進む」という意味操作が必要になる。この状態変化を「荷造りの作業」=Event1 として事態に進捗属性の書き換えと考えると下記のように図式化することになるであろう。

[Event1 作業.Theme[荷造り]].Progress(→ AmountOfProgress[much])

ここでは Event1 に対して進捗属性 Progress 内の進捗量が高いことを記述している。これは単に仮の記述であり, 進捗などは基本的には全体スケジュールが分かっているれば数値で表すべき内容である。しかしながら, 例にみるように, 言葉の表現は進捗量しかいっておらず, 漠然としている。また進捗の度合いを人間がいつも正確に表現できるかという問題もあり, どの程度詳細な記述が可能かは進捗に関する表現を集めて整理する必要がある。

ここでは進捗について具体的に説明したが, 事態性名詞を項にとるものは動詞項構造シソーラス構築時でも意味役割としてラベル化した際にすくなくないことが分かっている。これより事態に対する操作として述語の意味を仮定すると, 文書の意味記述の枠組みは事態に対して繰り返し適用できる形になる必要がある。

3. 文書の意味構造記述のための全体枠組み

文書の意味を計算機で扱いやすい意味記述に変えたい。文の意味を扱う基本枠組みとして, 様相論理を中心とした様々な形式が提案されているがどのような枠組みが可能であるか検討してみたい。見方として 1) そもそも人間が話す内容の省略と, 2) 上述の述語の振る舞いを俯瞰した結果からの全体像の 2 点からみた検討を加える。その後, 必要条件と処理単位について考えてみたい。

^{*7} Google で 2012/6 月/25 日に検索した結果。

3.1 操作的な意味計算が可能な文書意味記述の考察

単に「彼がブダペストを旅行する」を $\text{trip}(\text{he}, [\text{Path} \text{Budapest}])$ と係り受け+項構造に集約するだけではなく、文に書かれていた内容があとで推論で取り出せる計算枠組みまでもつような意味記述の設計を目的とすると、理論学で展開された形式意味論は取り込むべき第一要素のように思える。しかし一方で、進捗や確信度の表現も言語ではあるため、確率モデルなどを取り込む必要も考えられる。ただ著者の感じる明示的な内容の理解や回答においてある種の論理的な思考を行っている部分は論理学の枠組みで提案されている計算内のように感じられる。

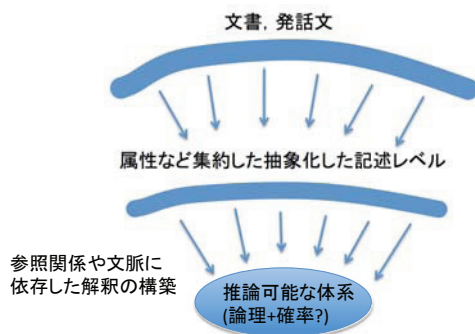


図3 文書の意味構造化における2段階のアプローチ

Fig. 3 An approach of two-stage abstraction for describing document meanings.

文書を著者が読んでいて感じるのは、ほとんどの場合、言語は全ての必要な知識を言って無くて知識を補完して読む必要があるということである。簡単な例では有名人などの固有名詞の場合、すでに知ってる知識の上にさらに固有物に対する情報を付加するものである。複雑な例としては、例えば大学入試センター(物理I)の問題文「長さLの質量が無視できる棒の一端を、鉛直面内でなめらかに回転できるように支点に取り付け、他端におもりを取り付けた(文献[6]より引用)であれば、「棒は曲がらない」ことや、「おもり」とはどの程度の重さで、「支点」とはこの場合、「回転する上での固定点」であることなど経験からかなり補完するはずである。つまり「言ってない現実的な範囲」を仮定する物で、これは自分の知ってる体験から文書を読んでいて例を探し出すはずで、その知ってる知識の中では、わかる範囲では演繹推論が可能名体系になっているはずである。一方で(文書とは離れるが)「無線LANが繋がらない」といった状況の場合、自分の持っている「無線LANを利用する」ためのモデルが現実の状態と合っていないわけで、知ってる知識体系がなければ、人間でもわからない。

そこで、なにか推論が可能な知識体系はあると仮定しよう。すると、文書の意味記述を考えるならば、まず表現の規格化のレベルが必要であると考えられる。規格化とは、

上記の項構造よりもう一步意味に則した構造であり、意味に即したとは、特徴的な意味属性(後に演繹の体系にマップするような)を意味する。つまり、「この仕事は骨が折れる/苦勞する」は結局「この仕事はコストがかかる」に統一するなどである。もちろんこの際ニュアンスなどは無視されるが、抽象化の意味記述と同時に文書も残しておき、なにかニュアンスなどの計算で「骨が折れる」と「苦勞する」との意味の違いを問う質問がくれば、そのとき別の見方ということで、別の意味構造を作成するほかないと考えられる。

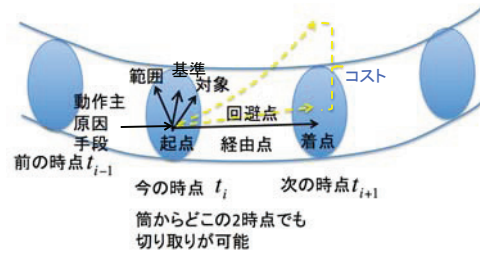


図4 意味役割と文書表現における時間推移との関係

Fig. 4 Categorization of semantic role labels based on semantic tube model.

よって図3にあるように言語から推論操作可能な知識体系(形式論理も利用したなにか)へ直接変換するのではなく、述語の意味辞書などでまず細かな補完や共通属性に基づく抽象化を行った記述レベルを仮定して、そこから、参照関係の推論や文脈に依存した言及範囲の過程など行い推論可能な計算体系にマップするという少なくとも2段階の変換が必要に思う。このように仮定すると、動詞項構造シソーラスや本論文での意味記述は第一段階の抽象化の記述レベルの構築を目標としていると位置づけできる。

次に、表現を集約する記述レベルを考える上で述語表現を中心とした意味記述でどのようなモデル化が可能かについて述べる。動詞項構造シソーラスの検討から述語に対する意味役割として、大きく下記の3つに分解できることが分かってきた*8。

- (1) 原因関係(動作主, 手段, 原因など)
- (2) 言及対象関係(対象, 基準, 範囲)
- (3) 時間推移関係(起点, 着点, 経由点, 迂回点)

文書が時間推移と共に表現されると考えたとき、各1文毎(単位については次節を参照)になにか表現があり、それが連続して進む筒状のものと捉えられる。これを図4に示すと、まず左右の座標は時間の遂行で、時間的推移関係の意味役割が関与する。一方で、言及対象に関する意味役割はある時点での表現であり、原因関係はその起きた事象に対する、因果を表している。また時間の推移により例えばコストが発生するが「仕事が割に合わない」といった表現

*8 内部で意味役割は整理検討がされているので、動詞項構造シソーラス Web 版より少し表現が異なっている。

は時間に対するコストと得られる報酬に差があることを述べており、時間に対して積分した概念に対応している。

以上、述語項構造における項と述語の意味の関係から筒状モデルを持ち込んで説明を行った。実際のプログラム可能な意味処理の構造は、前述に取り上げた論理的な形式とともに線形代数といった数値に近い形での関数と対応した意味記述化が自然であるように考えられる。

3.2 処理の単位

文書の意味構造を考えた場合、処理単位を考えないと時間の前や後、因果といった計算は難しいように思える。よって処理の単位はなにか時間ステップの基準となるべきであるがその単位は文より短い複合名詞、節の単位となる。例を挙げて説明する。

- 空港閉鎖が解除された
- 空港が閉鎖されていたが、解除された
- 発車した電車を追いかけた
- 彼は車を降りた。今ここに立っている
- 彼は車を降りて、今ここに立っている

まず最初の2文であるが、事態を含む複合名詞であるが、文に展開された文書と同様の意味を持っていると考えられる。つまり「空港閉鎖」という複合名詞が事態の1単位であり、これに対して、「解除」という2つ目の事態が起こったように扱う意味解析モデルが必要である。

次に3番目の例であるが、「電車」に対する修飾句に「発車(完了)」という事態が指定されており、これを1独立単位にする必要がある。

最後に4番目以降の例であるが、2文で現れている内容も複文でほとんど同様の意味を述べる事が出来る。よって、こうした表現の違いを吸収する意味構造が必要である。つまり、事態の単位として事態1「降りる」の次に事態2「立つ(状態)」が来ても同様の構造になるように意味記述を構築する必要がある。

以上が処理単位からみた意味記述の必要要件と考えられる。どのような表現が可能か次節では関連する先行研究を取り上げる。

4. 関連研究

本研究では述語に関する意味関係を分析し、言語処理に必要な知識が取り出せるような規格化した記述体系を構築することである。こうした処理に近い意味モデルを具体的に考えてきた研究が、形式意味論だけでなく、人工知能分野の「設計学」やオントロジーでも具体的に行われてきた。こうした先行研究との関係について以下で考察する。

4.1 可能世界意味論

様相論理による提案から可能世界が仮定されて、結局目的といった人の主観は時間遷移とともに可能世界で記述

表 1 may <> と must □ と自然言語との対応

Table 1 Corresponding modal operator to natural language.

	<>	□
positive	目的状態(したい)	必要状態(必要だ)
negative	危険な状態(の懸念がある)	義務状態 (しなくてはいけない)

するモデルがいくつか提案されている(例えば文献[14]を参照)。

例えば動的命題(Dynamic logic)[2]ではプログラムの動作の意味を主に記述する枠組みを提案しているが、ある述語(プログラム)によって状態書き換えが起こるのは、上述のように自然言語でもある種同様な処理が行われていると考えられる。動的命題の興味深い点はプログラムと状態変化を結びつけて記述するところである。例えば

$[p]s$

であれば、あるプログラム p を実行すれば必ず状態(命題で記述) s になるというものである。この場合の □ が必然を表している。文献[2](113)では □ は necessity(必要だ)という関係を定義している。これは様相論理の must に対応しており、当然、対となる可能(may) $\langle p \rangle s$ の記述も用意されている。

では、この記述枠組みを使って自然言語との対応を考えてみる。まず可能世界と自然言語との対応は取るべき様相論理の立場によって言語の表現(例えば認知意味論なら「全員が知る/知らない」など)が異なる[12]。しかしながら、上述の述語の観点から我々は、<> と □ について positive と negative の両方の組があるのではないかと考える。

表1に様相記号と対応する表現と意味を記述する。つまり、□ は基本の意味として(これから起こる)全ての世界で真であるということは、positive に捉えれば、「必要なこと」すなわち、「それが無いという世界が仮定できない」ことである。一方で、negative にとれば、「義務」であり、「しないというわけにはいかない」というものである。

一方、<> は(これから起こる)世界の中で1つの可能性があるもので、成立させる価値のあるものであり、目的状態に該当する。また negative なものは可能な危険性であり、新聞記事などでよくみられる表現である。

では下記に対応する言葉の例を示そう。2.3節に示したように目的や必要という状態は述語の意味に埋め込まれていることが多く、これらを動的命題の枠組みで陽に書き下すことが可能である。

< 論理学を勉強する > 論理学の知識獲得(目的)

< 獲得に失敗する > → 獲得(目的達成せず)

< 造成が懸念される > 増税(危機)

< 増税を回避する > → 増税(危機の回避)

[自転車に要する] 自転車が必要(必要)

[自転車が不要だ] → 自転車が必要

[自転車に所有する] 自転車の管理義務 (義務)

[自転車を放置する] - 自転車の管理義務

ただ述語の意味記述として, 3 節に示したように, 状態に関しては複数取る言葉 (例えば「干す」は結果状態と目的状態の 2 つの記述が必要) があり, 単なる結果状態を目的記号 <> と共有して記述することは避けたい. また言語には省略, 参照, 領域を解く必要があるため, 動的命題そのものの記述枠組みではなく, これらのアイデアを取り込んだ拡張したモデル化が必要であると考えられる.

4.2 設計学とオントロジー工学

設計学分野で客観的な事象と人にとっての価値である機能を分けて考えて [8], 必要とする機能とそれに対する物理的モデルが対応するシステムの構築 [10] が検討されてきた. 設計学の対象は機械システムであるが, 機械の部品を仮定して, それぞれに機能と物理的な動きを記述して具体的に設計支援システムを構築している [10].

梅田ら [10] が提案されている FBS (Function-Behavior-State) モデルは機能に対応する挙動, さらに挙動に対する (ある見方からの) 状態を結び付けるモデルで, 状態遷移と機能を同時に扱うことが出来る. 3 節で述べたように, 文書の意味を扱うためには, 人の目的など主観情報による機能と状態変化を扱わなくてはならないため, 参考になるモデル化である.

一方, 知識工学を発展させて, オントロジー工学として概念を記述する手法が展開されている [9], [13], [15], [16]. 機能の発揮主体をデバイスオントロジーに基づいて, 「装置」と呼び, 物理的な振る舞い (装置の入出力関数) と, 振る舞いによって担われる役割 (ロール) を定義する. ここで機能は「特定の機能コンテキストのもとで, 装置が実行する振る舞いが担う役割 (役割) であると」定義する [17]. 興味深いのは部品である装置が複数組み合わせさせて機能を実現する部分を形式化しているところである. なぜならば, 自然言語の表現は多数存在するが, ある程度同じ意味のものを集約し, その派生は基本とする属性の組み合わせで記述することで捉えたい. つまり, 部分構造に意味を分解する必要があり, デバイスオントロジーにおける研究成果は参考になる.

また, 看護分野における目的-行動を教示するシステムとして, CHARM を開発し [5] 実際に利用している. CHARM の分かりやすいところは, 目的と実行手段に注目すると, 目的も「~を実現する」と考えれば動詞であるから, 動作の AND-OR 木として目的遂行を書くことが出来るという点である. これにより分野に依存した具体的な行動連鎖を分かりやすく構築し, また行動の理由もユーザから分かりやすく教示システムとして優れている点である.

こうした目的行動の構造は例えば質問応答における how 型質問に対して当然有効なモデル化と考えられる. オント

ロジー工学ではこうした知識モデルは正確に人手で構築することが焦点となっているが, 一方で言語処理では因果関係抽出としてテキストから取り出すことを目標としている. 言語の意味は捉えれば捉えるだけ複雑になるので, こうしたよく整理されたモデルを参考にあまり複雑すぎない文書の構造化を模索したい.

5. まとめ

日本語の動詞, 形容詞, 形容動詞について分析を行った結果を提示し, その中で見られる意味構造について, 意味属性, 観測可能な属性, 人の主観に関する属性の記述モデルが必要であることを述べた. さらに様相論理における関連性を指摘して, 設計学やオントロジー工学で展開されてきた操作的な概念記述モデルとの簡易について概観した.

今後, 動詞の語義と意味役割を付与するシステムを構築 [4] し, 実際処理を行うことで, より文書の意味解析モデルの構築を行っていく予定である.

参考文献

- [1] Fujita, S., Tanaka, T., Bond, F. and Nakaiwa, H.: An Implemented Description of Japanese: The Lexeed Dictionary and the Hinoki Treebank, *COLING/ACL06 Interactive Presentation Sessions*, pp. 65–68 (2006).
- [2] Harel, D., Kozen, D. and Tiuryn, J.: *Dynamic Logic, Handbook of Philosophical Logic Second Edition*, Vol. 4, pp. 99–217 (2001).
- [3] Jackendoff, R.: *Semantic Structures*, MIT Press (1990).
- [4] Takeuchi, K., Tsuchiyama, S., Moriya, M., Moriyasu, Y. and Satoh, K.: Verb Sense Disambiguation Based on Thesaurus of Predicate-Argument Structure, *Proc. of the International Conference on Knowledge Engineering and Ontology Development*, pp. 208–213 (2011).
- [5] 西村悟史, 笹嶋宗彦, 来村徳信, 平尾明美, 服部兼敏, 高岡良行, 溝口理一郎: 人間行動モデル CHARM の看護師研修への実践に向けて 2I1-R-4-1, 人工知能学会全国大会誌 (2012).
- [6] 横野 光, 稲島哲也: テキストからの物理モデル生成に向けて, 言語処理学会第 18 回年次大会, pp. 123–126 (2012).
- [7] 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, 言語処理学会第 14 回年次大会発表論文集, pp. 1037–1040 (2008).
- [8] 吉川弘之: 一般設計学序説, 精密機械, Vol. 45, No. 8, pp. 20–26 (1979).
- [9] 古崎晃司, 笹島宗彦, 溝口 理一郎来村 徳信, Baayen, R. H.: オントロジー構築入門, オーム社 (2006).
- [10] 梅田 晴, 富山哲男, 吉川弘之: 機能設計支援のための FBS モデリングの提案, 精密工学会誌, Vol. 63, No. 6, pp. 795–800 (1997).
- [11] 影山太郎: 語彙意味論, pp. 216–243, 朝倉出版 (2009).
- [12] 菅原道明: 論理的思考, 北樹出版 (1991).
- [13] 来村徳信: オントロジーの普及と応用, オーム社 (2006).
- [14] 東条 敏: 言語・知識・信念の論理, オーム社 (2006).
- [15] 溝口理一郎: オントロジー工学, オーム社 (2005).
- [16] 溝口理一郎: オントロジー工学の理論と実践, オーム社 (2012).
- [17] 溝口理一郎, 来村徳信, Borgo, S.: 意図, ゴール, そして機能, 人工知能学会全国大会, 1I2-R-4-5 (2012).