

解説

自然言語理解における意味表現†



野村浩郷** 内藤昭三**

1. はじめに

意味表現は、言語理解の過程で意味情報を一時的に記述したり、言語理解の結果を表現したりするものである。文の意味表現は、a) 構文構造を主体とし意味情報を付加するもの、b) 意味構造を主体とし構文構造を反映するもの、c) 構文構造に依存しない概念レベルの意味構造の表現を目指したものなどさまざまである。この中で、句構造表現、依存構造表現などは、構文構造のみを表現するため意味表現とは言い難いが、言語解析の過程で得られるものという観点から、ここでの説明にも取り入れている。

意味表現の問題は、表現内容に関するものと表現枠組みに関するものとに分けられる。表現内容に関しては、語のレベルから、句、文のレベルを経て談話レベルまで幅広い。すなわち、a) 各語の基本的な意味および語と語の間の意味的関連、b) 語を構成素とする句あるいは文の意味、c) 文が意味的に結合されて構成される談話レベルの意味、などがある。各レベルの意味は相互に関連し合っており、これらを統合することによって全体の意味がでてくるが、ここでは、文レベルの意味を中心に、階層化されたこれらのおののレベルの意味内容の表現について概観する。

表現枠組みは、表現内容や、システム内の意味解釈機能、推論機能の構成の仕方に応じて、木表現、リスト表現、論理式表現、ネットワーク表現、フレーム表現などが用いられる。また、意味表現と知識表現とは不可分の関係にあり、一般に、知識表現の枠組みとして提案されたものは意味表現の枠組みとしても利用できる。たとえば、ネットワーク表現やフレーム表現は、もともと知識表現の枠組みとして提案されたものであるが、意味表現としてもよく用いられる。ここでは、知識表現の枠組みを意味表現へ利用した例も含め

て、代表的な意味表現方式を概説する。

2. 句構造表現

句構造表現は、Chomsky の提案した変形生成文法理論において、変形が行われる前の文の構文的な基底構造の表現として導入された¹⁾。解釈意味論の立場では、句構造表現は、表層表現を生成するための基底構造であると同時に、意味解釈部門への入力ともなる。句構造表現では、構文カテゴリを使って、語から句、句から文などが構成される様子を木の形式で表現する。構文カテゴリは、動詞・名詞・冠詞などの品詞カテゴリと、動詞句・名詞句・副詞句などの句カテゴリである。句構造を木の形で表現した例を図-1に示す。そのほか、変形生成文法理論を直接的に応用するときには仮想的な指標も用いるが、文脈自由型の文法規則を使ういわゆる構文解析ではこれらはあまり使われない。

句構造表現は構文解析の出力であるが、その出力の個数は一般には多い。その中には意味的に正しくないものも含まれており、したがって、句構造解析は意味解析への前段として使われるのが普通である。句構造表現は初期の機械翻訳システムなどで盛んに用いられた。変形生成文法理論から変形操作をなくして一般化した GPSG (Generalized Phrase Structure Grammar) においても、句構造が意味部門への入力となり、最終的な意味表現には論理式表現が用いられる²⁾。

意味表現という観点からすると、句構造表現では意味情報を表す指標などを用いないので、たとえば、助詞「で」を伴う次の二つの名詞句の役割を区別することはできない。

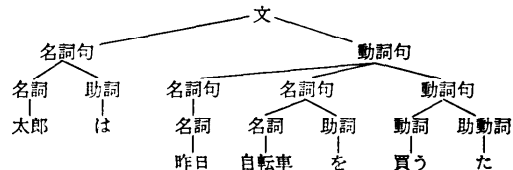


図-1 句構造表現

† Meaning Representation in Natural Language Understanding by Hirotsato NOMURA and Shozo NAITO (NTT Basic Research Labs.)

** NTT 基礎研究所

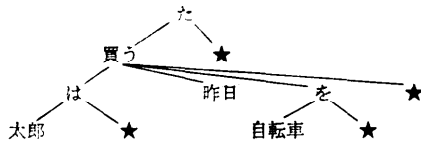


図-2 依存構造表現 (★は主要素の位置)

太郎は公園で紙飛行機を作った。

太郎は新聞紙で紙飛行機を作った。

このように、同じ格助詞「で」を伴う名詞句でも名詞の持つ意味素性の違いによって用言に対する意味的關係が異なる。したがって、英語に訳したときには、たとえば、「公園で」は「in the park」, 「新聞紙で」は「of newspaper」のように前置詞が異なってくる。句構造表現では表現されなかったこのような意味的關係の違いに着目することによって格文法が生まれた³⁾。

3. 依存構造表現

依存構造表現は、文の構文構造の表現を目的として、Hays により提案された⁴⁾。依存構造表現では、文の構造を語と語の間の依存関係によって捉える。この依存関係は、日本語においては係り受けと呼ばれているものにほぼ等しい。依存構造表現の例を図-2に示す。ここでは、主要素 (governer) と従要素 (dependent) の関係が木構造で表現されている。

句構造表現では、構成素である語を統合してより大きな句を作るとき、それに新しい句カテゴリ名をつけるが、依存構造表現では、句の中の他のすべての構成素を支配する語 (主要素) がその統合された句を代表する。したがって、内心 (endocentric) 構造の場合は主要素が構成の中にあるため問題はないが、外心 (exocentric) 構造の場合は構成素外になんらかの主要素を設定しなければならず表現が少し不明確になる。そのため、依存構造にも句カテゴリを導入する試みが行われ、句構造表現との統合が試みられたこともあった⁵⁾。

依存構造では、依存関係は単に構文的な修飾、被修飾関係を示すだけであり、意味的關係までは示さないのが普通である。したがって、依存構造表現に現れる一つのタイプの依存関係にも種々の意味的關係が混在することになる。これを避けるため、格文法の枠組みと融合し、格関係などの意味関係を導入することにより Lexicase 理論が提案された^{6),7)}。さらに、依存構造の考え方を格構造に取り込み、格関係を一般化することにより、用言のみならず体言も格を取るように拡張

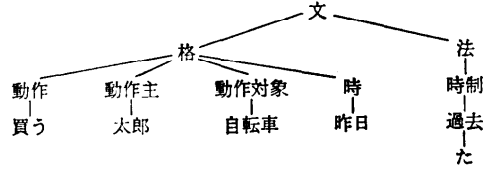


図-3 格構造表現

できる⁸⁾。

4. 格構造表現

格には表層格と深層格とがあるが、ここでは深層格のみについて考えることにする。格構造表現は、主に文レベルの意味構造表現を目的とする。格構造表現では、文の意味は格情報と法情報からなると捉える⁹⁾。格情報は文の意味構造の骨格を構成する部分であり、用言およびその用言と格関係を持つ格要素とによって構成される。この場合の格関係とは、主格・目的格・与格といった文法的 (表層的) な格カテゴリではなく、動作主格・道具格・位置格といった用言と格要素との間の意味的 (深層的) な格関係のことである。格要素は主に名詞句によって表現されるが、そのほかに、「いつも」や「時々」などの頻度を意味する副詞句などによっても表現される。法情報は骨格部分に様相の意味を付加するものであり、時間、相、判断・態度、様態などの情報よりなる。格構造表現の例を図-3に示す。

格構造表現では、構文的に同じ構造をしていても意味的格関係の異なるものは明確に区別される。たとえば、句構造表現の項であげた例文においては、「公園で」は場所格、「新聞紙で」は道具格と区別される。また、逆に構文的には異なる構造をしていても意味的格関係が同じならば同一の表現となる。たとえば、受身構文に対しても能動構文と同じ格構造表現が得られる。

格構造表現の問題点は、格システムの設定が困難であること、すなわち、客観的な格関係を設定し、格関係の種類を網羅することが困難であることである。数個の格関係しか設定しない格システムから、百個以上の格関係を設定する格システムまでさまざまである。格文法の提唱者である Fillmore が最も初期に設定した格システムは、動作主格、道具格、与格、作為格、場所格、対象格の6種の格関係からなり、少数の格関係を設定する例である。格関係を比較的多く設定する例として、機械翻訳実験システム LUTE の例を図-4に示す⁹⁾⁻¹²⁾。ここでは、格システムは、2層からなる

格関係=対象関係群 方法関係群 方向関係群 時空関係群 付帯関係群 形容関係群
対象関係群=対象 対象2 比較対象 並列対象 主題 陳述対象 動作主 経験者
方法関係群=道具 手段・方法 原料・材料 構成素 原因・理由
方向関係群=源泉・起点 着点・方向 目的・目標 結果 与手 受手
時空関係群=場所 時
付帯関係群=場合 内容 役割 対照・従属 範囲
形容関係群=回数 割合 程度 数量 強調 真偽 様態

図-4 LUTE の格システム

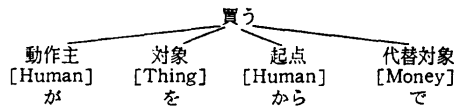


図-5 格フレームの例

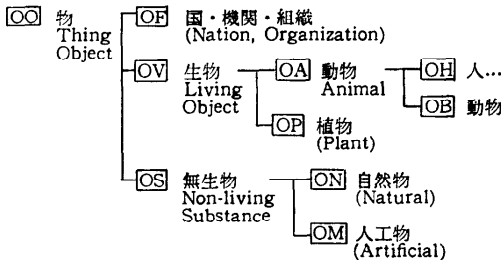


図-6 Mu システムの名詞意味マーカ (一部)

階層構造を持つ。

用言が取り得る格関係の種類や、格要素に対する構文的制約、意味的制約は格フレームに記述され、格要素が実際にどの格関係であるかを同定するのに使われる。格フレームの例を図-5 に示す。格は必須格と任意格に分けられるが、任意格は用言に共通するので、必須格だけを格フレームに記述することが多い。構文的制約には、性、数、時制の一致などがあり、意味的制約には有生性などがある。意味的制約は意味マーカを用いて定義する場合が多い。科学技術庁機械翻訳プロジェクトの Mu システムで用いられた意味マーカの一部を図-6 に示す¹³⁾。この例のように、意味マーカは上位下位関係により階層化して用いることが多い。

5. 機能構造表現

LFG (Lexical Functional Grammar)^{14), 15)}では、文構造の記述に c-構造 (constituent structure) と f-構造 (functional structure) の二つのレベルを用いる。f-構造の持つ情報は、格構造の持つ情報と非常によく

SUBJ	[SPEC A NUM SG PRED 'GIRL']
TENSE	PAST
PRED	'HAND ((↑SUBJ) (↑OBJ2) (↑OBJ))'
OBJ	[SPEC THE NUM SG PRED 'BABY']
OBJ2	[SPEC A NUM SG PRED 'TOY']

"A girl handed the baby a toy."

図-7 機能構造表現

似ている。

LFG の文法規則は、文脈自由型か再帰遷移ネットワーク型で記述され、構文構造の解析には通常の構文解析が援用される。したがって、c-構造には、句構造表現をそのまま援用できる。これに比べ、f-構造は c-構造とは全く異なる形式を持ち、文法機能名 (grammatical function name), 意味式 (semantic form), 素性記号 (feature symbol) を使って記述される。図-7 に f-構造表現の例を示す。

図-7 では、名詞句 girl が文法上の主語であり、handed が意味的な述語であり、名詞句 baby が文法上の目的語であり、さらに名詞句 toy が第2目的語であることを示している。f-構造は、これらの情報を順序対の集合として表現する。それぞれの順序対は、属性 (attribute) と、属性値 (value) により記述される。属性は、文法機能あるいは素性 (SUBJ, PRED, OBJ, NUM, CASE など) である。属性値には、a) 記号、b) 意味式 (上の例では、'HAND((↑SUBJ)(↑OBJ2)(↑OBJ))'), c) f-構造、の三種類の基本タイプ (primitive type) がある。さらに、4番目のタイプとして、記号、意味式、f-構造の集合を使うことができる。

LFG では、f-構造表現を論理式表示に変換し、それを解釈することによって意味がでてくると考える。したがって、f-構造表現の持つ情報は表層に近いものに留まっている。

6. Lexicase 表現

Lexicase^{6), 7)} は、語彙文法理論であり、文の構造を語の素性を使って表現する。Lexicase 表現は、句構造、依存構造、格構造、機能構造を融合した表現である。格関係などの依存関係が、素性表示によって表現される。素性の種類は、格関係、格形、品詞カテゴリ、屈折、意味、文脈の各素性に大別される。これら

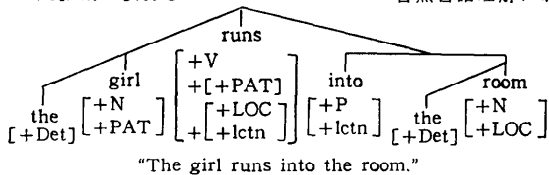


図-8 Lexicase 表現

に語彙規則を適用して用いる。

Lexicase における文構造の木表現は、これらを使って、語と語との間の依存関係と整合性を表現する。句は主要素によって代表されるので、語と句、句と句との間の関係も同様に表現されることになる。Lexicase 木表現では句カテゴリなどの非終端指標は用いない。句の構成には、内心と外心があり、これらは木表現でも区別される。木表現の例を図-8 に示す。

木表現は、素性情報を持った語と4種類の線によって記述される。4種類の線とは、1単位長の縦線、2単位長の縦線、斜線、および水平線である。縦線は句とその主要素をむすぶ。内心構成は主要素を一つだけ持ち、その主要素の上に1単位長の縦線を書く。この1単位長の縦線の上端は、斜線によって依存要素にむすばれる。外心構成は主要素を二つ以上持ち、それぞれの主要素の上に2単位長の縦線を書く。これらの縦線の上端を水平線でむすび、全体として一つの外心構成であることを示す。

木表現で表される構造は、文脈素性から得られる。文脈素性は、語が他の語に対して持ち得る依存関係を表す。語はいくつかの依存関係を持ち得るが、文の中のすべての語が、それぞれの文脈素性と制約条件として働く他のすべての素性ととの両素性を満たすとき、そのような組み合わせが文の構造を表すことになる。

7. 述語論理式表現

述語論理式表現は、文の論理意味構造の表現を目的とする。述語論理式表現は、個別的语言語に依存しないユニバーサルな表現と考えることができる。変形生成文法の枠組みより派生した生成意味論において、述語論理式に基づく意味構造の記述の提案がなされた^{16), 17)}。例を図-9 に示す。

また、様相情報や時制情報を表現するために、述語論理式を拡張し、様相演算子(modal operator)を導入した種々のタイプの様相論理式表現も用いられてきた。述語論理式表現の長所は、理論的にしっかりした枠組みがあることである。たとえば、一階述語論理に対しては、導出原理(resolution principle)による演繹法が整備されている。一般に、論理式表現を用いる

∃x(買う[太郎, x, 昨日] ∧ 自転車[x])

図-9 論理式表現

辞書項目: 買う→<買う, x, y, z, u>
<λu<λz<λy<λx<買う, x, y, z, u>太郎>自転車>街>
昨日>

図-10 モンテギュー文法に基づく論理式表現

理解システムは、推論に基づく意味解釈などに重点をおいたものが多い。たとえば、発話行為論に基づく意味記述においても論理式表現が用いられる¹⁸⁾。

一般に、述語論理式表現は、表層表現から直接得られるものではなく、多くの場合、句構作文法や格文法による解析を経て得られる(次章のモンテギュー文法に基づく表現は直接得られる)。これらの解析結果を述語論理表現に変換する際に、元の言語表現が持っていた多くのニュアンス的な情報が落ちて、骨格情報だけが残される。その結果、機械翻訳などにおいては、目的言語の世界での言語表現が非常に貧しいものになってしまう危険性がある。また、その一方で、論理式表現の個別言語に依存しないユニバーサル性を利用して、標準文による言い換えが行えるなどのメリットがある。

8. モンテギュー文法に基づく論理式表現

モンテギュー文法(Montague Grammar)に基づく論理式表現では、文のレベルの構文構造の表現を目的とする¹⁹⁾。これは、論理式表現のカテゴリに入るものの一つであり、実際には、高階述語論理式表現やラムダ式表現が使われる。例を図-10 に示す。

モンテギュー文法の枠内には、集合論に基づく論理式の解釈機構があり、これが自然言語の意味論に対応する。よって、意味表現としては、論理式を解釈した結果、意味ネットワーク表現やフレーム表現を得、これらを実質的な意味表現とするものが多い。

モンテギュー文法に基づく論理式表現だけでは、ほとんど句構造と同じレベルの構文構造を表現しているにすぎない。上述のように、モデルに基づく論理式を解釈する部分があって初めて十分に意味まで扱ったシステムとなり得る。各語には、辞書項目として構文カテゴリが与えられており、さらに論理式表現の枠組みとなるラムダ式や述語も対応して与えられている。語が結合されて句の合成されてゆく過程がラムダ演算などで表される。

モデル意味論は、内包論理学をベースにしているので、理論的には外延の意味だけでなく内包の意味も扱

うことができる。しかし、おもちゃの文ではなく、一般の文が扱えるほどに、発話状況や文脈情報まで考慮された解釈規則をモンテギュー文法の枠組みで形式的に構成し、システムの一部として組み込むことは容易ではない。また、意味解釈のために必要なモデルを先験的に与えておくことも難しい問題である。

モンテギュー文法に基づく論理式表現を用いたシステムとしては、LOGICS がある。LOGICS は、自然言語のための階層的意味表現システムであり、論理式表現から意味ネットワーク表現を経てフレーム表現を得るというように三段に階層化されている。この中の論理式表現の部分がラムダ式表現を採用している。また、このラムダ式表現を中間言語とする英文和訳翻訳実験システムの試みもある²⁰⁾。

9. 語彙分解表現

語彙分解 (Lexical Decomposition) 表現では、語の意味を意味素 (semantic primitive) に分解することによって記述し、意味素間の階層性や意味素間の意味関係により、語の類義性、文相互の同意性、推論に基づ

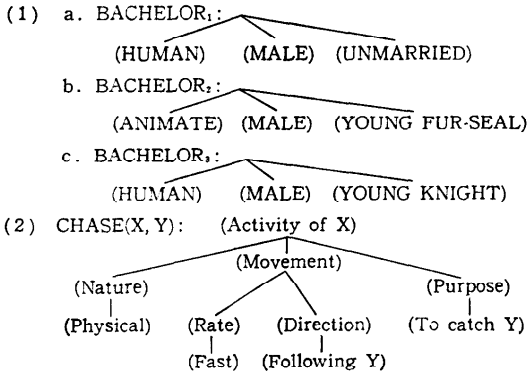
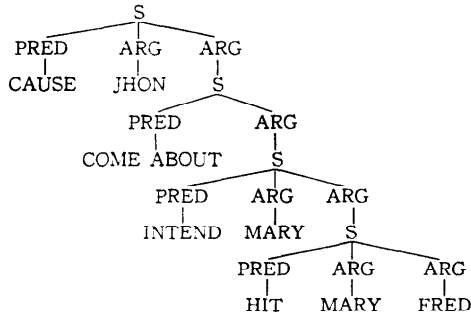


図-11 語彙分解表現による語の意味



“John persuaded Mary to hit Fred.”
図-12 語彙分解表現による文の意味記述

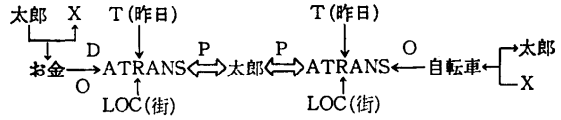


図-13 概念依存構造表現

く意味解釈などを行う¹⁶⁾。語の意味の語彙分解表現の例を図-11 に、また文の意味記述の例を図-12 に示す²¹⁾。

意味素間の意味関係は意味公準 (meaning postulate) によって記述できる。意味公準は、もともと語彙分解を行わないで語そのものに近いレベルを意味素としたときに、語と語の意味関係記述を行う方法として導入されたが、語彙分解を行ったときの意味素間の意味関係記述にも用いることができる。

10. 概念依存構造表現

概念依存構造 (Conceptual Dependency) 表現は、語彙分解表現の一種であり、言語表現に依存しない概念レベルでの意味表現を目的とし、文に述べられている事象を、意味素 (概念依存理論では primitive semantics という) 間の依存関係によって表現する。したがって、表層に現れている語がそのまま概念依存構造表現に現れるとは限らない^{22), 23)}。例を図-13 に示す。

概念依存構造表現は、自然言語の意味構造を、人間の操作する概念の分析に基づき、いくつかの意味素の間の相互関係に還元して表現することを目的としたものであり、個別言語には依存しない完全に概念レベルでの意味表現を指向したものである。

概念依存構造表現の問題点は、語の意味記述として、どのレベルを意味素として選択するか任意性があるため、必ずしも一般的な手法とはなりにくいこと、また、自然言語によって表現される膨大な概念を、少数の意味素によって、ad hoc でなく統一的に表現することがきわめて難しいことなどである。

概念依存構造表現を用いたシステムには、MARGIE (自然語文の入力に対して推論を行い言い換えを行うシステム) などがある。

11. 意味ネットワーク表現

意味ネットワーク (Semantic Network) は、単語の間の意味的関係の表現を目的として Quillian により提案された²⁴⁾。人間のメモリ上に単語の意味がいかにか表現されているかをモデル化しようとしたものである。意味ネットワークは、神経回路網モデルの考え方

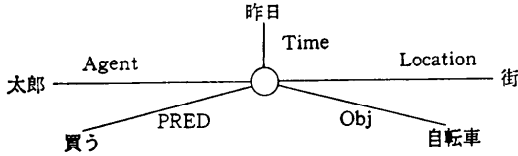


図-14 意味ネットワーク表現

を参考にしている。例を図-14 に示す。

意味ネットワークに実際に表現される内容は述語論理式であることが多い。このときには、限量子 (quantifier) の作用域をいかに表現するかということや、意味ネットワーク上で推論を行わせる方法などがしばしば問題となる。このために、ネットワークの分割 (partition) や手続きの意味ネットワークなどの概念が導入された^{25), 26)}。

意味ネットワークは、一種の連想記憶の実現形態とみなすことができるので、ある単語に関連する単語を高速に見つけることができる。逆に、表現能力に対して問題があると指摘されることもある。たとえば、

John burned the toast black.

John burned the black toast.

の二つの文に対して意味の区別ができないこともある。これは動詞 burn の意味構造が適切に表現されていないときに起こり、単純な意味ネットワーク表現ではこのようなことがしばしば起こる。

意味ネットワーク表現言語には、KLONE や Krypton²⁷⁾ がある。また、意味ネットワーク表現を用いたシステムには、Simmons & Slocum による文生成実験システム²⁸⁾、機械翻訳システム ATLAS/II²⁹⁾ などがある。

12. フレーム表現

フレーム (Frame) は、ある特定領域を対象とする理解システムのための知識表現の枠組みとして Minsky により提案された^{30), 31)}。フレームはスロットの集合からなる。個々の個別状況に対するインスタンス・フレームは、クラスフレームをインスタンス化し、個々のスロットに値が入られることにより得られる。スロットの値には再びフレームを取ることができるので、フレーム表現は自然にネットワーク構造をなす。インスタンス・フレームをある状況を理解した状態を表す意味表現と見なすことができる。例を図-15 に示す。

フレームはある状況に関する典型 (prototype) となる知識をあらかじめ持っており、その知識を使って理

```
[Event 0707 UNIT individual
 (SELF ((a Buy with buyer=太郎
        object=自転車
        time=昨日
        location=街)))])
```

図-15 フレーム表現

解過程を進めていくといった、知識主導型の理解システムで使用される。フレーム中には、宣言的知識のみならず、プログラムのような手続き的知識も持たせることができる。また、属性遺伝 (inheritance)、暗黙値 (default) 付与などの機能を持っている。

フレームは、ある特定領域に対する膨大な知識を ad hoc でなく統一的に表現し、しかも効果的に働かせるためのシステムをいかに構築するかということが重要課題である。また、フレームが用意されていないような状況に出会ったときの対策をいかにしておくかということも大きな問題である。

これまでも、KRL, FRL などフレームシステムの構築を目指した知識表現言語がいくつか試みられている³²⁾。また、フレームを意味表現に用いたシステムには、旅行計画を話題として質問応答を行うシステムである GUS や、意味抽出システム EXPLUS³³⁾、機械翻訳実験システム LUTE などがある。

13. 状況意味表現

状況意味表現は、状況意味論³⁴⁾に基づき、状況間の関係によって意味を記述する。文は常に一つの意味しか持たないわけではなく、同一の文であっても、それが、いつ、どこで、誰によって発話されたかによって異なった意味を持つことができる。たとえば、“I am right: you are wrong.” という文は、誰が誰に向かって言っているかで全く異なった主張となる。同様に、“the man who wears the red coat” のような表現も、いつ、どこで、誰が発話するかによって異なった人物を指し得る。このような意味の状況依存性を捉えるために、モデル理論のように言語表現からモデルへの対応という図式を使う代わりにこの理論では、言語表現 Φ はその表現の発話に関連する状況 u と、表現によって記述される状況 e との関係を規定すると捉える。前者の状況 u は、いつどこで誰が誰に何を言ったかを示す発話状況 (discourse situation) d と、個々の表現によって何を指し示すかを定める話者関係 (speaker connection) c とから構成される。言語表現 Φ の定める関係は記号的に、 $d, c[\Phi] e$ 、と記述される。上の例では I や you が誰を指すかが発話状況によって決ま

- (a) In e: at l: biting, Jackie, Molly: yes
 dog, Jackie: yes
 dog, Molly: yes
- (b) In E: at l: biting, a, b: yes
 dog, a: yes
 dog, b: yes
- (c) C1=at lu: involves, E1, E2: yes
 E1=at l: no-support, a: yes
 E2=at l: falling, a: yes
- (d) C2=at lu: involves, E3, E4: yes
 E3=at l: hungry, a: yes
 lion, a: yes
 E4=at l: attack, a, b: yes
 near, a, b: yes

図-16 状況意味表現

り、話者関係によって、right, wrong の示す属性が決められる。上の文はこれらの状況と、記述された状況 e, すなわち「話し手が正しく、聞き手がまちがっている」という状況の間の関係を媒介する。状況 e は上の文の発話状況 d および話者関係 c のもとでの解釈 (interpretation) と呼ばれる。

状況意味論の中心概念は、世界の状態や事象を抽象的に捉えた状況 (situation, state of affair, course of event などと呼ばれる) の概念である。状況は時空間のある領域で個体間にある関係が成り立つという形で記述される。たとえば、あるときある場所 (両方あわせて 1 で表す) で Jackie という犬が Molly という犬に噛みついていてという事象 e は図-16(a) のように記述される。さらに個々の状況から共通部分を抽出して、たとえば一匹の犬が別の一匹の犬に噛みついていてというように抽象的な状況を示すものとして事象型 (event-type) を導入する。たとえば上の状況は図-16(b) と表せる。ここで l, a, b は不定項 (indefinite) と呼ばれ、変数に対応する。事象型を構成するには、時空内での場所、個体、関係、真理値のどれを不定項としても良い。事象型は不定項を具体的なものに対応付けること (anchoring) によって個々の状況と対応付けられる。たとえば上の例では、e = E[f] である。ただし f は anchoring 関数で、f(a) = Jackie, f(b) = Molly, f(l) = 1 である。

状況は、モデルのように一つで世の中の全体を包含するものではなく、いくつもの状況が相互に重なり合っている存在し、それぞれが世の中の一部を表している。

もう一つの重要な概念は、制約 (constraint) の概念である。状況相互の間にはさまざまな関係が成り立っている。たとえば、支えのない物体は落下するとか、空腹のライオンは近くの動物を襲う、などがあげられ

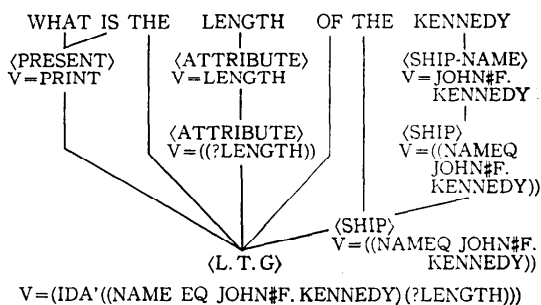


図-17 検索式表現

る。これらは制約としてそれぞれ図-16(c), (d) のように記述される。生物はこれらの関係に同調 (attune) することにより、一方の状況から他方の状況に関する情報を得ることができる。

状況意味表現の特徴は、話し手や聞き手の心的状態 (mental state) まで考慮に入れることによって文のやりとりに伴う話し手、聞き手の知識の動的な変化の記述など、従来では語用論 (pragmatics) の問題とされていたものまで扱うことである。

14. 検索式表現

検索式表現は、自然言語によるデータベース検索システムで用いられる。すなわち、質問文がデータベース検索用言語によって表現される。検索用言語はデータベースの形式に依存する。算数の世界を対象とした対話システム STUDENT では、代数方程式が意味表現に用いられたが、このような問題記述表現も検索式表現の一種とみなすことができる³⁵⁾。

自然言語によるデータベース検索システムは、BBN の LUNAR, イリノイ大学の PLANES, SRI の LADDER など数多い。LADDER での検索式合成の概要を図-17 に示す。LADDER は、ARPA net で分散的に蓄積された海軍のデータベースに、自然言語でアクセスするためのシステムである。

LADDER では、質問文を検索式表現に変換するために、意味文法が用いられた。この変換は、構文規則と変換規則とを対にした書き換え規則によって行われる。書き換え規則の例とそれによる変換過程の例が図-17 に示されている。図中、< > で囲まれた記号は、意味文法中で使われた非終端記号を、また、各非終端記号に与えられている "V=..." は、その非終端記号でまとめられる部分木に対する意味表現を示す。意味文法中の書き換え規則は、その書き換え規則によってまとめられる各部分の意味をどのように合成

して全体の意味を得るかを示している。

15. 談話構造表現

談話構造表現は、複数個の文の連鎖よりなる談話レベルの意味表現を行う。談話理解のために談話構造を表現するには、一般に、階層的な記憶構造が必要であると考えられている。記憶構造は、短期、中期、長期の3階層がしばしば設定される³⁶⁾。

談話構造では、省略や照応などの言語現象、および、意図、計画、発語行為などの認知的な要素が重要な役割を果たす。談話構造を、言語、意図、注視の3部分構造によって捉えようとする試みがなされている³⁷⁾。

スクリプトは談話理解に必要な知識の記述形式として提案された。スクリプトは典型的な状況における事象の連鎖を概念依存構造を使って記述する。図-18 にレストランでの食事という状況を記述するスクリプトの概要を示す²⁹⁾。スクリプトは、構成要素、スクリプトが使われるときの前提条件、スクリプト使用後の結果、シーンの連鎖の記述などからなる。それぞれのシーンは事象の連鎖によりさらに詳細に記述される。スクリプトは、その後、さらにMOP(Memory Organization Packet)へと発展した³⁸⁾。

16. おわりに

言語理解における意味表現について概観した。従来、文のレベルの表現を中心に議論されることが多かったが、今後は、語彙のレベルから、句、文のレベルを経て、談話のレベルまでを包括的、統一的に表現し、利用する枠組みを構築する必要がある。

参 考 文 献

- 1) Chomsky, N.: Aspect of the Theory of Syntax, MIT press (1957).
- 2) Gazdar, G., Klein, E., Pullum, G. and Sag, I.: Generalized Phrase Structure Grammar, Basil Blackwell (1985).
- 3) Fillmore, C.: The Case for Case, in Bach, E. and Harms, R. (eds.) Universals in Linguistic Theory, Holt, Reinhart and Winston (1968).
- 4) Hays, D. G.: Dependency Theory: A Formalism and Some Observations, Language, 40 (1964).
- 5) Robinson, J. J.: Dependency Structures and Transformational Rules, Language, 46 (1970).
- 6) Starosta, S. and Nomura, H.: Lexicase versus

Script: RESTAURANT	Roles: S-Customer
Track: Coffee Shop	W-Waiter
Props: Tables	C-Cook
Menu	M-Cashier
F-Food	
Check	
Money	

Entry conditions: S _i is hungry.	Results: S has less money.
S has money.	O has more money.
	S is not hungry.
	S is pleased (optional).

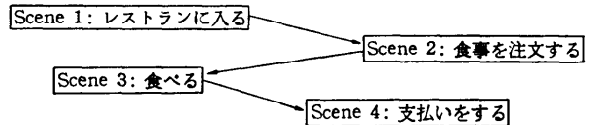


図-18 談話構造表現 (スクリプト)

LFG and the Application to Japanese Language Processing, 情報処理学会自然言語処理研究会, 40-2 (1983).

- 7) Starosta, S. and Nomura, H.: Lexicase Parsing: A Lexicon-driven Approach to Syntactic Analysis, Proc. of the International Conference on Computational Linguistics (Aug. 1986).
- 8) 池田: 一般化された格構造による意味表現を用いた日本語文の構文解析法について, 電子通信学会論文誌, Vol. J60-D, No. 10 (1977).
- 9) Shimazu, A., Naito, S. and Nomura, H.: Japanese Language Semantic Analyzer Based on an Extended Case Frame Model, IJCAI-83 (1983).
- 10) 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, pp. 165-176 (1986).
- 11) Nomura, H.: Modeling and Representative Framework for Linguistic and Non-linguistic Knowledge in Natural Language Understanding, Germany-Japan Science Seminar (May 1986).
- 12) Nomura, H., Naito, S., Katagiri, Y. and Shimazu, A.: Translation by Understanding: A Machine Translation System LUTE, Proc. of the International Conference on Computational Linguistics (Aug. 1986).
- 13) 長尾, 辻井, 中村, 坂本, 鳥海, 佐藤: 科学技術庁機械翻訳プロジェクトの概要, 情報処理, Vol. 26, No. 10 (Oct. 1985).
- 14) Kaplan, R. M. and Bresnan, J.: Lexical Functional Grammar—A Formal System for Grammatical Representation, Bresnan, J. (ed.): The Mental Representation of Grammar Relations, MIT Press (1982).
- 15) Kudo, I. and Nomura, H.: Lexical-Functional

- Transfer: A Transfer Framework in a Machine Translation System Based on LFG, Proc. of the International Conference on Computational Linguistics (Aug. 1986).
- 16) McCawley, J. D.: Semantic Representation, in Garvin P. L. (ed.) *Cognition: A Multiple View* (1970).
 - 17) Lakoff, G.: *Linguistics and Natural Logic*, Synthese, 22 (1970).
 - 18) Cohen, P.R. and Levesque H.J.: *Speech Acts and Rationality*, 23rd Annual Meeting of the ACL (1985).
 - 19) Montague, R.: *The Proper Treatment of Quantification in Ordinary English*, Approaches to Natural Language, D. Reidel Pub. (1973).
 - 20) 西田, 清野, 堂下: モンテギュー文法に基づく英文和訳システムの試作, 情報処理学会論文誌, Vol. 23, No. 2 (1982).
 - 21) Katz, J.: *Semantic Theory*, Harper & Row (1972).
 - 22) Schank, R.C.: *Conceptual Information Processing*, North-Holland (1975).
 - 23) Schank, R.C. and Abelson, R.P.: *Scripts, Plans, Goals and Understanding*, LEA (1977).
 - 24) Quillian, M. R.: *Semantic Memory*, in Minsky, M. (ed.) *Semantic Information Processing* (1968).
 - 25) Hendrix, G.G.: *Expanding the Utility of Semantic Networks through Partitioning*, IJCAI, Vol. 1 (1975).
 - 26) Levesque, H. and Mylopoulos, J.: *A Procedural Semantics for Semantic Networks*, in Findler, N.V. (ed.) *Associative Networks*, Academic Press (1979).
 - 27) Brachman, R.J. and Levesque, H.J.: *Krypton: A Functional Approach to Knowledge Representation*, Computer (Oct. 1983).
 - 28) Simmons, R.F. and Slocum, J.: *Generating English Discourse from Semantic-net*, Comm. ACM, 15 (1972).
 - 29) 内田, 小部, 西野, 増山, 松井: 日英機械翻訳システム ATLAS/U, 情報処理学会自然言語処理研究会, 29-3 (1982).
 - 30) Minsky, M.: *A Framework for Representing Knowledge*, *The Psychology of Computer Vision*, McGraw-Hill (1975).
 - 31) Nomura, H.: *A Model for Knowledge Acquisition Systems with Problem Solver*, Proc. of the Fourth International Congress of Cybernetics and Systems (Aug. 1978).
 - 32) Bobrow, D.G. and Winograd, T.: *An Overview of KRL, a Knowledge Representation Language*, *Cognitive Science*, 1. 1 (1977).
 - 33) 田中: 日本語の意味構造を抽出するシステム EXPLUS について, 電子通信学会論文誌, Vol. J 61-D, No. 8 (1978).
 - 34) Barwise, J. and Perry, J.: *Situations and Attitude*, MIT Press (1983).
 - 35) 辻井: 計算機からみた意味表現, 情報処理, Vol. 20, No. 10 (1979).
 - 36) 田中: 談話理解の構造, 情報処理, Vol. 20, No. 10, pp. 889-895 (1979).
 - 37) Grosz, B.J. and Sidner, C.L.: *Discourse Structure and the Proper Treatment of Interruptions*, IJCAI-85 (1985).
 - 38) 石崎, 伊佐原: 文脈解析用意味表現 I-MOP の構造と機能, 情報処理学会「自然言語処理技術」シンポジウム (1985).

(昭和 61 年 6 月 30 日受付)