

解説



自然言語理解の構造—理解の表現†

野村 浩 郷竹

1. はじめに

コミュニケーションにおいて、人は伝えられる情報を理解し、それに基づいて行動する。行動には、いわゆる問題解決と発話を含む。コミュニケーションはこれらの系列によって進められる。では、人工知能という観点から考えて、計算機が情報を理解するとは何を指すのであろうか。そして、理解した状態は計算機の内部でどのように表現されるのであろうか。本稿では、これらの側面をとおして「理解の表現」という問題を考える。

よく知られたチューリングのテスト¹⁾では、計算機が思考したとはその応答が人間の応答と区別できないことであると定義している。ここでいう思考とは広い意味の思考であり、理解や問題解決や発話を含む。この立場に立つと、理解の表現の問題とはチューリングのテストに合格できるように情報を計算機内部で表現することということになる。もちろん、チューリングのテストに合格するためには情報の表現の方法が適切に設定されただけでは不十分であり、表現される情報の内容とその情報を使う知能が必要である。

本稿のタイトルである「理解の表現」ということばの意味は、言語表現がもつ意味内容を計算機の内部に表現することである、とする。そして、理解の表現の目的は、チューリングのテストに照らして、表現された内容を問題解決や発話や引き続く理解の助けとして自在に使えることである、とする。

最近、自然言語理解とか、意味理解とか、意味記述とかの研究が活発になってきた。これらの研究の意図するところは、言語を媒介するコミュニケーションにおいて、言語表現によって運ばれる情報の意味内容を計算機を使って処理することである。

近年の自然言語処理に関する具体的な研究として

† Representation of Understanding by Hirosoo NOMURA
(Dept. of Artificial Intelligence, Kyushu Institute of Technology).

†† 九州工業大学情報工学部

は、まず、1970年代始めの Winograd による SHRDLU²⁾がある。これは、積木の操作という限られた世界を対象とし、積木を適切に操作するという振舞いで言語理解という問題への一つのアプローチを示した。理解のプロセスは、知識を使うパターンマッチによる推論である。理解の表現は、積木の操作を指示する手続きである。これとは別に、質問応答システムあるいは自然言語インタフェースとして、計算機に格納されているデータベースを検索して質問に正しく答えることで言語理解を示したものもある³⁾。このときの理解の表現は、質問という形の言語表現が指示している内容をデータベース検索のための質問として表現するものである。また、近年になってとみに活発になってきた機械翻訳では、言語理解を翻訳文章によって示した⁴⁾。このときの処理過程における理解の表現はいわゆる中間表現であり、その表現枠組みは構文木やセマンティックネットワークや論理式などである。これらは現在の自然言語処理において通常行われている理解の表現とみなされる。最近では、より高度な言語理解を目指して、談話情報の表現に関する研究⁵⁾、状況情報の表現に関する研究⁶⁾、心的情報の表現に関する研究⁷⁾などもある。そのほかに、いわゆる知識表現に関する研究は従来からたくさんある⁸⁾。しかし、いずれもまだ試みの段階にあり、高度な理解やその表現を達成するまでには至っていない。

情報の内容として現在までに扱われてきたものには、構文情報、意味情報、文脈情報、談話情報、専門知識、常識などがある。ただし、これらすべての情報が自在に活用されてきたわけではない。英語などの欧米語の処理では、構文情報とある程度の意味情報が主として使われてきた。日本語の処理では、格構造と呼ぶ意味情報が主として使われてきた。別の観点から情報を分類すると、語彙情報、構造情報、機能情報、談話情報、状況情報などに分けられる。語彙情報は構文的分類および意味的分類を語彙項目に記述する。構造情報や機能情報はいわゆる文法として規則に記述す

る。談話情報や状況情報については、それらを効果的に活用するところまでには至っていない。

情報の表現の枠組みとして現在までに使われてきたものには、標識、規則、フレーム⁹⁾、セマンティックネットワーク¹⁰⁾、スクリプト^{11), 12)}、論理式などがある。記述様式としては、手続き的なものと宣言的なものがある。標識には、語の品詞、句の標識、セマンティックカテゴリなどを標識としてそのままの形で表現するものがある。規則には、文の構文構造を文脈自由型で表現するものがある。フレームは対象に関連する典型的な状況すなわち空間的な広がりパターンで記述する。セマンティックネットワークは、対象の属性や対象と対象との間の関係をグラフの形で記述する。スクリプトは、事象の系列における因果関係すなわち時間的な流れをグラフの形で記述する。論理式は、これらの情報や関係をいわゆる記号論理の表現様式を使って記述する。これらの表現形式についての解説はいくつかある¹³⁾。また、知識の表現形式についての解説もいくつかある⁹⁾。したがって、ここではそれらの説明は繰り返さない。

本稿ではこれらの表現形式を基礎にして、表現される内容と表現のための枠組みについて考察し、「理解の表現」という問題へのアプローチの糸口を探る。話を進めるにあたっては、言語表現が表す意味情報の記述を念頭におく。この意味情報には、現在まで十分には扱われていなかった状況情報や談話情報も含める。まず、意味情報の単位としての概念とその記述枠組みとしてのフレームやセマンティックネットワークについて述べる。つづいて、事象系列に関する情報とその記述枠組みとしてのスクリプトについて述べる。ただし、これらについての説明は既存の研究を紹介する形ではなく、それらの考え方を援用して理解の表現という問題の部分問題を検討する形で述べる。最後に、それらを階層的記憶構造に統合することにより、情報の同化すなわち想起と記憶という過程を通じて全体的な理解の表現の問題への一つのアプローチとする。

2. 概念とその表現

2.1 言語表現と概念

言語表現を中心にして考えれば、言語表現が指し示す対象がいわゆる言語表現の外延であり、言語表現の内容を特徴づけるものがいわゆる言語表現の内包である。言語表現の外延とは、実際に存在する物や事象や状態であったり、想像上のそれらであったりする。言

語表現の内包とは、その言語表現の全体や言語表現の個々の要素の言語学的な情報であったり、人間が解釈している意味内容であったりする。

個々の言語表現をその内包に同定するための情報の単位として概念を考える。あるいは、話を簡単にするために、言語表現の内包を概念で表してしまう。概念には、個物などのモノを参照する語に対応づけられるものもあれば、事象や状態などのコトを参照する文に対応づけられるものもある。また、モノやコトの静的な関連や動的な関連を参照する文章に対応づけられるものもある。

言語表現の最小単位は語であると仮定する。語があれば言語表現の内包としての概念が存在し、概念があればその言語表現として語を割り振ることができる。語を組み合わせると文になり、文を組み合わせると文章になる。したがって、文や文章にもそれぞれの言語表現の内包としての概念が存在し、概念があればその言語表現として文や文章を割り振ることができる。

言語表現が一つの語だけからなるときには、その内包としての概念は比較的容易に考えられる。このような概念は単一概念とみなされる。単一概念はほかの単一概念と組み合わせさせて複合概念をつくる。これは、語を組み合わせて文をつくり文を組み合わせて文章をつくることに対応する。したがって、単一概念は複合概念の構成要素である。これを概念要素と呼ぶことにする。しかし、単一概念を原子概念とはみさない。単一概念は複合概念につけたラベルであると考えられる。これは、語の定義を文や文章で行うことに対応している。したがって、複合概念は単一概念の構成要素となり得る。すなわち、個々の概念の定義は相対的なものであり、絶対的なものの上に組み立てられているのではないと考える。

言語表現がいくつかの語あるいは文からなるときには、その言語表現の全体が一つの語でラベルづけされている場合とそうでない場合とがある。これらの違いは実際には大きな問題ではなく、単一概念に相当するラベルづけがされているかどうかの違いだけであると考える。ラベルは、一つの語の場合もあればそうでない場合もある。たとえば、本稿の全体は「理解の表現」というタイトルでラベルづけされている。「理解の表現」が「の」という助詞を含むため一つの語ではないということもまったく問題ではない。もし「理解表現」というタイトルに変更すれば複合語となり一つの語となる。

真に問題となるのはそのような表層的な違いではなく、言語表現の内包の記述のし方がいく通りもありえることである。その中には、単一概念もあれば複合概念もある。複合概念にも複数通りの記述のし方がある。

単一概念でラベルづけられていても、その複合概念としての記述の仕方が違えば異なる概念であると考えられることもできる。そのときには、個々の複合概念は、本来、異なる単一概念でラベルづけられなければならない。しかし、実際のコミュニケーションにおいては、それらをまとめて同一の単一概念で参照するケースが多い。むしろ、そうすることによりコミュニケーションの成立が容易になる。これは理解の問題であり、概念の定義の問題ではない。これについては次節で述べる。

理解の表現のためには、複合概念を記述するための道具だが必要となる。その一つが上に述べた概念要素である。さらに、概念要素を組み合わせるための概念関係が必要となる。工学的な観点からは、メタ的な記述要素も必要となる。これらについては 2.3 と 3. で述べる。

2.2 理解と概念

理解とは言語表現を介して言語表現の外延と言語表現の内包を結びつけることであると考えられる。そして、ここでは言語表現を介して理解の問題を考えるのであるから、言語表現の外延と言語表現そのものを同一視する。すなわち、理解とは、言語表現に概念を同定することである。

概念の解釈を理解の内容とすべきであるが、ここでは、概念そのものを理解の内容とみなす。すなわち、言語表現を介するコミュニケーションにおいて理解が行われたとは、発話者が伝えようとした概念を言語表現して発信したとき、受信した言語表現の内包として発話者のものと同じ概念を受話者が同定することである。別のことばでいうと、発話者がもっていた概念が言語表現を介して受話者の概念に同定されることである。同定は、既存のものへの対応づけのときもあれば、新しく形成されるときもある。

言語表現の内包としての概念にはずれがある。これは、人や文化や言語や社会などの違いによって生じる。一人の人においても、心理的な要因や外部的な要因や時間経過的な要因によってずれが生じる。概念の元の内容とずれが生じた後の内容とが矛盾する場合さえもある。

コミュニケーションにおいては、言語表現は伝えるべき情報をすべて表現するとは限らない。言外の前提がある。その言外の前提の下に、発話者が伝えようとした概念を受話者の概念に同定される。これが理解である。すなわち、言外の前提は発話者と受話者との間にある概念のずれを吸収する。

発話者と受話者との間で言外の前提の認識にずれがあれば、同一の概念が同定されても理解が異なったり、異なる概念に同定されても同一の理解が行われたりする。異なる概念に同定されかつ異なる理解が行われることもある。これらを理解不足および誤解と呼ぶ。このような場合でさえも、コミュニケーションが成立しているかにみえる場合がしばしばある。

言外の前提として、状況情報および談話情報を考える。これらをまとめて談話状況と呼ぶ。状況情報は外的なものであり、外部状況と知識と常識とからなる。知識には、過去の経験と専門領域の知識を含む。談話情報は心的なものであり、心理状態、意図、目的、焦点、相互知識などからなる。共通の談話状況を認識した上で同一の概念に同定されたとき理解が行われたとみなす。また、チューリングのテストの意味においてその複合概念の記述が自然言語処理の目的を達するにたる内容であるときそれを理解の表現とみなす。

理解の過程は言語表現への概念の同定の過程として表される。単一概念の区別はラベルの区別とその単一概念に対応する複合概念の表現の内容によって行われる。複合概念への同定は、パターンマッチにより行われる。パターンマッチは、単純にパターンを比較するものと分析的または合成的に比較するものがある。

2.3 概念要素

言語情報という観点から概念要素を考えると、構文情報、意味情報、文脈情報、談話情報、状況情報などがある。

構文情報には、語や句などに与える標識がある。語の品詞や句の標識である。また、語の構文的属性もある。人称や数や時制などである。意味情報には、概念分類による標識がある。概念分類には、語の意味的な属性の分類や語の機能の分類を含む。語の機能は関係として扱われる場合も多い。これらは、現在の自然言語処理で広く使われている¹⁴⁾。

談話状況も言語表現が可能であるので、これらの概念要素を使って記述される。すなわち、談話状況を記述するための特別な概念要素はない。心的なものや知覚的なものの中にはどのような概念要素を対応づけて

よいか分からないものもある。ここでは、そのようなものは関知しない。

Schank は理解を概念形成に対応づけて考え、それを概念化と呼んだ。概念化のための道具として概念要素と概念依存関係を設定した。また、概念化の結果を記述する様式として概念依存構造を設定した。

概念要素としては、基本動作として、PROPEL (力の作用)、MOVE (移動)、INGEST (入れる)、EXPEL (取り出す)、GRASP (つかむ)、PTRANS (位置関係の変化)、ATRANS (所有関係の変化)、CONC (思考)、ATTEND (感覚)、MTRANS (心理的な変化)、MBUILD (心理的な構成)、の11個を設定した。

これらは、動作動詞の概念分類とみなすことができる。これだけの概念要素ですべての概念を記述しようとするには大変な困難がともなう。一般に記述要素を少数に設定すると、それらを区別するためにほかの種類の情報をたくさん用意しなければならない。情報の種類としてどのようなものを設定しそれぞれの種類でどれだけ細分化するかは、記述の詳細さおよび理解の深さに関わる。また、工学的には、記述の効率および処理の効率に関わる。

すべての語はそれぞれ単一概念に対応するので、単一概念は概念要素である。したがって、概念要素の数は少なくとも語の数だけはある。また、複合概念にはラベルを与えることができるので、潜在的な概念要素の個数は少なくとも言語表現の数だけある。これらの中にいわゆる語の属性を表すものも含まれる。構文カテゴリや意味カテゴリがその例である。

2.4 概念の表現

概念要素はそれに与えられているラベルで表現される。したがって、単一概念の表現はラベルの記述で行われる。理解においては、言語表現が単一概念に同定されれば、概念要素のラベルを記述することで理解の表現は完了する。このとき、すでに述べたように、その概念要素には関連する概念についての記述も含まれることになる。したがって、チューリングのテストに合格できるだけの情報は用意されることになる。

複合概念の記述において、個々の概念要素の間の関係を具体的に表現する必要がある場合には、3.に示すセマンティックネットワークなどを使って表す。概念要素の間の時系列的な関係を表現する必要がある場合には、4.に示すスクリプトなどを使って表す。

概念とそれに関連する概念をまとめて一つのパターンとして記述するものに Minsky のフレームがある。

フレームは、一つの対象を記述するとき、その対象に付随する典型的な情報をまとめて記述するための枠組みとして考えられた。したがって、対象に関する情報とそれに付随するものの情報との間にはなんらかの関係があり、そのためフレームは関係情報を表現する枠組みの一種であるとも考えられる。

フレームは、たとえば、「部屋」という言語表現に対応する概念を記述するための枠組みとして、部屋に付随する壁や天井や床や窓や出入口などに関する典型的な状況を記述できるように用意しておく。そして、実際の個々の部屋に関する典型的な状況の個々の内容を具体的に記述することにより、その部屋についての情報を記述する。たとえば、花子の部屋は、壁は白く、天井は布貼りで、床はビニールタイルで、窓は引き違いガラス戸で、出入口は片開きドアであるとする。これらの内容を記述することにより花子の部屋についてのフレームが記述される。

「花子の部屋」という言語表現から直接的に上に述べた花子の部屋のフレームが記述されるのではない。花子の部屋のフレーム記述はあくまでも状況情報としての記述である。「花子の部屋」という言語表現に同定される複合概念はその言語表現と平行な構造をもつ。これに知識としての花子の部屋のフレームが関連づけられると理解の表現となり、チューリングのテストのために活用できるようになる。もし、言語表現が「花子の部屋は、壁は白く、天井は布貼りで、床はビニールタイルで、窓は引き違いガラス戸で、出入口は片開きドアである」のときには、状況情報の知識として記述されているフレームと同じフレームがこの言語表現の概念として記述される。

フレームは全体がパターンの形をしており、パターンの構成要素としてそのような典型的な状況を構成する一つ一つの要素を記述するための枠組みを用意する。それをスロットと呼ぶ。スロットに書かれる情報をフィラと呼ぶ。スロットにはフィラが満たすべき条件が規定される。

フレームに情報が記述されると、そのフレームが表す対象についての知識があることになる。したがって、質問に答えられるようになる。「花子の部屋の壁はどんなですか」という質問には、「白い壁です」と答えられる。この意味で、フレームは一つの理解の表現になる。

フレームには手続きも記述できるので、記述内容に関する推論も記述できる。たとえば、「鳥」という概念

の下位概念には「カナリア」や「ヤンバルクイナ」などがあり、鳥の性質には「飛ぶ」がある。そのとき、「ヤンバルクイナ」のスロットには付加的な記述として「ヤンバルクイナの羽は後退し、飛ぶことができない」という推論を記述できる。これにより、例外処理や特殊処理などができるようになる。

典型的な状況は、一種のデフォルトとして扱える。デフォルトとは、情報を暗黙に仮定しておくことである。部屋が四角い形をしていること、部屋には壁や天井や床や窓や出入口があることなどもデフォルトである。壁や天井や床や窓や出入口の具体的な内容にもデフォルトが存在する。そのような仮定に従わないものについてのみその内容を記述するようにすると、工学的な意味で記憶容量を節約でき、かつ談話状況が明確ではないときでも常識的な範囲での推論が行えるようになる。

3. 概念関係の表現

3.1 概念関係

事象は概念要素を概念関係で関係づけることにより表現される。一般に概念関係は複数のものが選択できる。いずれかを特定するには談話状況が必要となる。

Schank は、ACTOR (動作主)、OBJECTIVE (対象)、RECIPIENT (受領)、DIRECTIVE (方向)、INSTRUMENT (道具) などの概念関係を設定し、それを概念依存関係と呼んだ。そして、先に述べた概念要素とこの概念依存関係とにより、事象に対する言語表現の内包としての複合概念を概念依存構造と呼ぶ形式で記述した。すなわち、Schank の場合にはこの概念依存構造が理解の表現であり、概念依存構造を作る概念化のプロセスが理解のプロセスである¹⁶⁾。

計算言語学理論では、関係を直接的にかつ具体的に設定して使う。格構造における格関係がその例である。関係が直接的に設定されない場合でも、その背後には関係がみられる。たとえば、構造の表現にもその内容には関係の情報をもつ。句構造では、ヘッドとそれ以外との関係が構成する構造を表現する。また、構文機能や意味機能として設定されているものも関係を作る。機能は外のものに働きかけるものであるから、そこにはおのずから関係がでてくる。LFG では機能として下位範疇化を使い、GPSG では機能として素性の伝播を使う。また、機能として支配関係を使うものもある。属性もメタ関係によって表される。

日本語の処理では、言語モデルとして格構造が多く

使われてきた。格構造は、格要素と格関係によって表され、格関係が表現を構造化する。ただし、格構造は、フラットな形をしている。格関係は、述語とその述語の引数との間の関係である。たとえば、5W1H にたえられるように、「だれが」、「なにを」、「だれに」、「どこで」、「いつ」といった情報を表す。機械翻訳などで実際の日本語処理では、30 個ないしは 40 個ぐらいの格関係を使うものが多い。格関係によって述語に結びつけられるものを格要素と呼ぶ。Schank の概念依存関係は格関係の一種であるとみなすことができ、また概念依存構造は格構造の一種であるとみなすことができる。

格関係は、単純な構造をした文について設定されたものである。すなわち、基本的な構造をした文についてのものである。したがって、複雑な構造をした文については格関係と同様にもっと別の関係を設定できる。助動詞が表す可能、使役、受け身、相、時などの情報は法関係として表される。付加詞句や埋込み文あるいは関係詞節などについても関係が設定できる。これらは、階層的な構造をつくる。並列や接続についても関係が設定できる。複合語の内部構成についても関係が設定できる。これらの関係は現在の機械翻訳などにおける日本語処理では非常によく使われている。

3.2 セマンティックネットワーク

概念の間の関係はセマンティックネットワークで表される。セマンティックネットワークとは、関係をグラフとして表現する枠組みである。関係として、まず、上位～下位の関係を考えよう。「ヤンバルクイナは鳥である」という叙述はヤンバルクイナと鳥との間の上位～下位の関係を規定する。これは IS-A の関係としてよく知られている。つぎに、全体～部分の関係を考えよう。「羽は鳥の一部である」という叙述は羽と鳥との間の全体～部分の関係を規定する。これは、A-PART-OF の関係としてよく知られている。また、「羽は布団の一部である」という叙述も羽と布団との間の全体～部分の関係を規定する。ただし、この場合は、羽が布団の材料であるという別の関係も規定する。そのほかには、シソーラスにおける関係としてよく知られているものに、同義、類義、反義などがある。これらもすべてセマンティックネットワークで表される。

事象に関わる情報もセマンティックネットワークで表される。格関係などがそうである。いわゆる属性もセマンティックネットワークで表される。このときの

関係は、属性であるというメタ関係とみなされる。付加詞句や修飾句は属性としての階層的な構造を作る。

事象における意味関係は談話状況により特定される。談話状況は属性として表される。談話状況の記述には事象の記述を含む。これもセマンティックネットワークで表現できる。

概念依存構造はセマンティックネットワークの一種である。セマンティックネットワークはフレームの形で記述できる。その例は、格構造解析の中間表現にみられる。概念とその関連概念を一つのフレームで表現し、関係を使ってネットワーク表現することもできる。これをフレームネットワークと呼ぶ。これも格構造解析の中間表現として使われている。

4. 事象の流れの表現

4.1 事象の流れ

事象の流れは文の系列として表される。事象の流れで表される意味内容には、原因—結果や仮定—結論や時間経過や羅列などの関係がある。これらを事象関係と呼ぶ。重文の場合にも二つの単文の間に事象関係がある。事象関係も概念関係の一種である。

事象の流れにおける意味関係は、接続表現という形の言語表現の概念として現れる。

事象の流れにおける意味関係が、言語表現には直接的に現れない場合も多い。そのときは、談話状況による推論によって事象関係が同定される。

事象の系列においては、それぞれの事象を記述する部分的な言語表現の間に照応関係がある。これも概念関係の一種である。

照応関係は、いくつかの関係に細分される。一つの文に現れた語などの言語表現が引き続く文にも現れる場合には、それらは同一の単一概念によってラベルづけされる。異なる言語表現がそれらの外延として実世界における同一の対象を指示する場合には、談話状況を前提として異なる言語表現が同じ単一概念によりラベルづけされる。代名詞や指示詞や消去項が別の言語表現を参照する場合には、談話状況を前提としてそれらを同定する。このとき、構文的情報によって簡単に同定できる場合もある。

4.2 スクリプト

Schank は事象の時間的な系列を表現する枠組みをスクリプトとして定義した。よく知られたスクリプトの記述例にレストランでの事象系列がある。たとえば、a) レストランに行く、b) 食事を注文する、

c) 食べる、d) 料金を払う、e) レストランを出る、である。スクリプトはこれらの個々の事象を事象関係でグラフ表現する。個々の事象は概念依存構造で表現する。

この事象の系列の中には、いくつかの基本動作としての概念要素が登場する。レストランに行くという物理的な移動が起こる。メニューをみることにより、何を食べるかについて心理的な構成が行われる。食事を注文することにより、その人とウェイトレスとの間で心理的な移動が起こる。食事がでてくるとそれを食べることにより、食物をその人の体内に入れるという動作が起こる。食べたことにより空腹感がなくなるという心理的な変化が起こる。料金を支払うとお金その人からウェイトレスに移動する。そして、その人はレストランから出ていく。これでレストランでの事象は完了する。

スクリプトもセマンティックネットワークやフレームないしはフレームネットワークの様式で表現できる。このとき、事象関係は概念関係の一種として扱われる。

5. 理解の構造

5.1 記憶の構造

言語表現を介しての理解を考えているので、記憶の構造もそれに合わせて考える。記憶の構造として、エピソードメモリとディスコースメモリとグランドメモリと呼ぶ三つの階層構造を考える。これらはいわゆる短期記憶と中期記憶と長期記憶とに相当する。

辞書や文法などの言語情報はグランドメモリに記憶する。知識や常識もこれに記憶する。コミュニケーションの過程で参照する情報および生成する情報はディスコースメモリに蓄える。これには談話状況も含まれる。言語表現の解析により生成される中間表現はエピソードメモリに蓄える。これらの三つのメモリの中での情報の具体的な表現は、すでに述べた概念の記述および概念構造の記述にそうものとする。

三つの記憶階層には階層としての深さがあるものとする。グランドメモリはもっとも深い階層にあり、外部から直接参照されることはない。ディスコースメモリは中間の深さの階層にあり、グランドメモリの内容の例示であるとともにエピソードメモリの汎化でもある。ディスコースメモリも、外部から直接参照されることはない。エピソードメモリは、もっとも浅い階層にあり外部から直接参照される。あるいは

は、発話や受話はこのエピソードメモリの上で行われる。

5.2 理解のプロセス

理解のプロセスは三つの記憶階層における情報の同化のプロセスで示される。同化のプロセスは、より深い階層の記憶からの情報を談話状況の下で例示することと、より浅い階層の記憶からの情報を談話状況の下で融合させることとの両方からなる。これらは、想起と記憶という現象に対応する。

想起は、談話状況に基づいてグランドメモリの内容をディスコースメモリに例示する。この例示の下で言語表現が受信されると、その言語表現の解析の進行にともなって概念化が行われる。まず、いわゆる形態素解析では語に対応する概念要素がディスコースメモリからエピソードメモリにコピーされる。このとき、通常は一つ概念要素には同定できない。つぎに、いわゆる構文意味解析では語の組合せに対応する複合概念がコピーされる。このとき、複合概念の全体がコピーされることもあれば、部分的な複合概念あるいは概念要素とそれらに関係づけるための概念関係をコピーしそれらを使って概念形成を行うこともある。エピソードメモリの上で形成された概念はディスコースメモリにすぐさま伝達される。この伝達が融合である。伝達された情報に基づいて談話情報が修正され、それによりディスコースメモリ上の例示も修正される。その修正にともなってエピソードメモリの上で形成された複合概念も修正される。このような動作はエピソードメモリとグランドメモリの間でも平行して行われる。その中でグランドメモリへの融合が狭い意味での記憶である。

伝達と修正は安定状態になるまで繰り返される。安定状態にあってもそうでなくても言語表現の新しい部分が受信されると概念化の更新が起り、それにより再び伝達と修正の繰り返しに入る。これらの振舞いは範疇文法を使う言語解析のように進む¹⁴⁾。このとき、修正はタイプレジングに相当する。

修正は曖昧さを減少させる方向に進む。これは概念記述の種類を選択肢を少なくする。また、選択制約としての談話状況の記述内容を詳細にする。修正には汎化を含む。この汎化には帰納的な側面がある。すなわち、概念化により得られた個別情報を既存の情報に融合させるとき一般化する。これがいわゆる学習である。

5.3 談話状況の記述

談話状況に関する情報も言語表現が可能であるが、ほとんどの談話状況は言語表現されない。したがって、談話状況に関する曖昧さを解消し尽くすことはできない。しかし、これは意味理解の不可能性を示すものではない。曖昧さを認識した上での理解が可能である。チューリングのテストが行われるときには、そのテストにおいて与えられる談話状況により曖昧さが解消される。

5.4 理解の表現

理解の表現は上に述べた階層的記憶構造の記述の内容で表される。すべての階層における表現の形式は同一である。すなわち、概念要素を概念関係で関係づけて概念構造を作る。関係の種類によっては、概念構造は階層構造をもつことになる。

言語表現の直接的な理解の表現は、エピソードメモリに形成された概念記述である。これは、一時的なものである。チューリングのテストに合格できるという意味での理解の表現は、ディスコースメモリに形成された概念記述である。知識をもっているという意味での理解の表現は、グランドメモリに形成された概念記述である。

記憶構造の三つの階層は説明の便のためである。実際には一つの記憶構造で表される。このとき、例示や概念形成は談話状況に基づく記憶構造の局所的かつ短期的な活性化であるとみなされる。それらの役割の違いによって深さの違う階層を設定したにすぎない。

概念記述の具体的な表現は、すでに述べたように、フレームとセマンティックネットワークとスクリプトを合わせたようなものである。表現される内容は格構造を一般化したものである。一般化は情報の内容についてであり、事象のさまざまな側面と事象の系列に関するものである。

6. おわりに

理解の表現という問題へのアプローチとして、言語表現の内容を概念要素と概念関係を使って構造化し表現することを考察した。この構造化のプロセスすなわち概念化のプロセスを理解の過程とみなし、三つの階層からなる記憶構造のそれぞれの中での概念化とそれらの間での相互作用によって具体的な理解のプロセスを示した。そして、理解の表現をこれら三つの階層的記憶構造の記述により示した。具体的な記述枠組みとしては、概念要素に対してはフレームを、概念関係に

対してはセマンティックネットワークを、概念系列に対してはスクリプトを援用した。概念の記述には談話状況を選択制約として使った。

このようなアプローチは Lisp 文化の中で 1970 年代に検討されたものを継承するものである。フレームやスクリプトに代表される 1970 年代のアプローチは実用に耐える自然言語理解を達成したとはいえない。むしろ、実現が不可能に近いものと考えられる。その原因は、膨大な情報量を記述しなければならないことと、その情報を使うためには膨大な処理量を必要とすることである。また、Lisp が推論機構をもっていないため、すべての推論機構を記述しなければならないことにもよる。このような問題点に対する反省から、宣言的なそして論理形式的な記述と処理の研究が Prolog 文化の中などで 1970 年代の後半に台頭してきた。これには記述の厳密さと推論の効率化という観点からの検討が含まれている。

問題点は二つある。一つは情報の中身の問題であり、もう一つは記述と処理の効率の問題である。情報の中身については、大量な記述の試みが進められつつある。効率の問題については、論理形式化などを通していろんな枠組みが提案されつつある。しかし、これらのすべての問題をカバーするアプローチはまだみえていない。したがって、理論と技術との間のギャップは大きい。かつそのギャップを埋める方向に向かっていくという確証もつかめていない。単純明快な解が待たれるが高度な意味理解を達成しようとするれば記述量と処理量の爆発が避けられそうもないのであるならば、それを徹底的に見極めるという挑戦も一つのステップとして意義がありそうである。

参考文献

- 1) Turing, A. M.: Computing Machinery and Intelligence, *Mind*, Oct., 1950, in 阿部, 横山監訳: コンピュータと思考, 好学社 (1969).
 - 2) Winograd, T.: Procedures as a Representation for Data in a Computer Program for Understanding Natural Language, Ph. D. Thesis, MIT (1971).
 - 3) 長尾(監修): 日本語情報処理, コロナ社 (1984).
 - 4) 野村, 田中(編): 機械翻訳, bit 別冊, 共立出版 (1988).
 - 5) Brady, M. and Berwick, R. C.: Computational Models of Discourse, MIT Press (1983).
 - 6) Barwise, J. and Perry, J.: Situations and Attitudes, MIT Press (1983).
 - 7) Cohen, P. R. and Levesque, H. J.: Rational Interaction as the Basis for Communication, CSLI Report No. 89 (1987).
 - 8) 松本: 知識表現, 情報処理, Vol. 27, No. 8, pp. 915-923 (1986).
 - 9) Minsky, M.: A Framework for Representing Knowledge, *The Psychology of Computer Vision*, McGraw-Hill (1975).
 - 10) Quillian, M. R.: Semantic Memory, in Minsky, M. (ed.) *Semantic Information Processing* (1968).
 - 11) Schank, R. C.: *Conceptual Information Processing*, North-Holland (1975).
 - 12) Schank, R. C. and Abelson, R. P.: *Scripts, Plans, Goals and Understanding*, LEA (1977).
 - 13) 野村, 内藤: 自然言語処理における意味表現, 情報処理, Vol. 27, No. 8, pp. 906-914 (1986).
 - 14) 野村: 自然言語処理の基礎技術, コロナ社 (1988).
 - 15) 石崎, 井佐原: 文脈処理技術, 情報処理, Vol. 27, No. 8, pp. 897-905 (1986).
- その外の参考文献
- 16) 辻井: 知識の表現と利用, 昭晃堂 (1987).
 - 17) 田中, 辻井(編): 自然言語理解, オーム社(1988).
 - 18) 大須賀, 佐伯(編): 知識の獲得と学習, オーム社 (1987).
 - 19) 長尾: 知識と推論, 岩波 (1988).
 - 20) 安西: 認知科学と人工知能, 共立出版 (1987).

(平成元年 7 月 14 日受付)