

解説



自然言語理解の基礎—構文論†

郡 司 隆 男†

1. 認知革命

言語学が「言語」を研究対象としなくなってから久しい。言語学史上では、今から30年余前に(第1の)認知革命が起きたとされている。これは、それまでの、「言語」を研究対象としていた言語学に対して、まったく新しい生成文法という理論を提案した Noam Chomsky の名をとって、「チョムスキーの革命」とも呼ばれている。

それまでの言語学の研究対象は、外在的な、人間とは独立に存在するものとしての「言語」であった。このような言語学は、いわば、物理学の一種であり、当時の言語学の方法論も物理学のような「先進的な」科学の方法論に習おうとしていたふしがある。これに対して Chomsky が提案したのは、人間に内在的な言語、すなわち、人間の頭の中にある、言語を生み出し、それを使用するメカニズムを言語学の研究対象とすることであった。このような言語学は、いわば、生物学の一種であり、Chomsky は、いずれは、脳細胞の生理学の研究が進めば、言語の本質的なことはすべてわかるだろうとも言っている。このような内在的なメカニズムを今日の言語学では文法と呼んでいる。したがって、今日の言語学の研究対象は、言語ではなく、文法なのである。

現代言語学における文法とは、ヒトという生物学的な種に固有の生得的機構であるとされている。現在までにこの宇宙の中で発見された生物の中には、人間の言語と同じような複雑さをもつ記号体系を使用するものはない。また、脳に機能的障害でもない限り、言語を使用するようにならないヒトの個体は存在しない。その意味で、言語というものは人間に固有のものであり、何らかの遺伝的なメカニズムで、生まれたときにすでに脳の中にできていると考えられている。ヒトと

して生まれるということは、言語を使用する生物として生まれることなのである。これは、サルとして生まれるということが(だいたいの場合)尻尾をもつ生物として生まれることであると同様である。このようなメカニズムが文法であるが、このような意味での文法は、そのまま日本語や英語の文法ではなく、もっと一般的なもので、普遍文法と呼ばれている。個別言語の文法は、普遍文法に基づいて、生後の比較的短い間の経験が加味されて、子どもの頭の中に形成されるものである。

言語現象は本質的に無限のものである。人は毎日全く新しい言語表現に出会うわけだし、自分でも今までに口にしたこともないような表現を毎日作り出している。一方、そのような無限の現象を処理している人間の脳細胞の容量は明らかに有限である。したがって、文法とは、単に言語現象を記憶しているリストのようなものではなく、無限を捉えることができるような、それ自体は有限の、一種の計算機構であると考えなくてはならない。このような機構は、言語を話す人間本人には意識されることは少ないが、さまざまな言語学的方法によってその性質を明らかにすることができる。

本稿では、このような見方に立って、文法というものが今日ではどのように捉えられているかを大雑把に解説する。(本稿の中の Chomsky の考え方に関する部分について本人が語っているものとしては Chomsky (1988)[†] がわかりやすい。)

2. 文法理論の変遷

2.1 規則の体系

言語には音の側面と意味の側面とがある。文法とはこの両者をつなぐものであるという見方が伝統的なものであり、生成文法でもこの基本的な見方を踏襲している。そこで、図式的には図-1 のような構成を文法

意味 ⇄ 文法 ⇄ 音声

図-1 文法の構成

† Fundamentals of Natural Language Understanding: Syntax by Takao GUNJI (Graduate School of Language and Culture, Osaka University).

† 大阪大学言語文化研究科(言語情報科学講座)

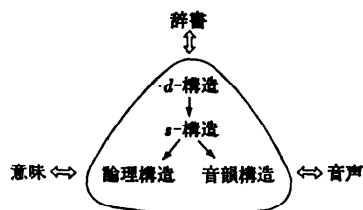


図-2 変形文法の構成

というものに対して考えることができる。

つまり、文法には外部世界との接点として二つのものがあり、それぞれ意味と音声とにつながっている。意味を音声に、また音声を意味に対応付ける計算機構が文法である。そのような計算過程の表現として初期に試みられたのは、形式言語学で今日でも通用している、記号の書き換え規則からなる体系であった。これは、一つの状態から出発して、次々に記号を書き換えていって、望みの文字列や音声の列を得るという体系である。これは、今日でも、部分的にはあるが、Chomsky を中心とした、変形文法という生成文法の一つの方法論では踏襲されている。この場合の文法の内部的な構造は図-2 のようになる。

ここでは、先ほどの、文法が外的世界ともつ二つの接点に加えて、辞書との接点を付け加えた。この場合の辞書は、人間の頭の中にある抽象的な語彙項目のリストであり、外在的な印刷物のことではない。辞書は、人間がもっている概念の構造に対応していると考えられている。辞書と直接に接触をもつのが d-構造（深い構造）と呼ばれる言語的な構造である。一方、言語外の事物からなる意味の世界との接点は論理構造と呼ばれる構造で、たとえば、論理式の限量子の束縛範囲などに類する情報が明示的に表されている。音声との接点が音韻構造である。

言語がこのような3カ所で外界と接触をもつという考え方は変形文法に限ったことではないが、変形文法に特有なのは、これらの複数の構造が、d-構造から、一連の変形という操作を経て得られるという立場をとることである。そのため、上記の三つの構造をつなぐ位置に s-構造（浅い構造）というものが設定されている。d-構造は変形によってまず s-構造に変換され、次に s-構造が論理構造と音韻構造とに変換されるのである。

第1次認知革命の直後には、d-構造を深層構造と呼んでいた。そのころは、深層構造は、形式言語学でおなじみの、書き換え規則で生成されると仮定してい

た。まず、「文」という非終端記号が「名詞句」と「動詞句」という非終端記号に書き換えられて、次に、おのおの非終端記号がさらに書き換えられて、最後にはすべて終端記号の列に書き換えられるという図式である。

このような初期のモデルでは、子どもが言語を習得するということ、すなわち、子どもの脳細胞の中に文法が形成されるということは、子どもが書き換え規則に代表されるような規則の体系を身につけるということと同義であった。そこで、どのような数学的性質をもった規則の体系ならば子どもに学習可能であるかというようなことが問題にされていたのである。

2.2 原理の体系

しかし、このような言語習得観は、一つの言語の習得だけを考えているのならば問題がなくとも、人間の言語の場合に存在する一般性を捉えるという立場からは都合が悪い。人間はあらかじめ日本語とか英語とかの特定の言語を習得するように遺伝付けられているのではなく、生後に接する言語ならばどのような言語でも習得できるように遺伝付けられているからである。自然言語の言語学では、形式言語学とは違って、世界の言語の中にみられる多様性を抽象した結果得られる、「人間の言語」に共通する性質を見極めることが目標である。子どもが、世界に何千とありうる規則の体系のどれでも学習可能であるということと、それを生後の短い期間で達成するということとの間には、説明できないようなギャップがあるようにみえるのである。

そこで、今から約10年前に第2次認知革命が起きたとされている。文法の中で使用されている計算機構を、本質的に「規則の体系」から、「原理の体系」というものへと捉え直すという転換である。（これは、おそらく同時期に独立に起きたと思われる、計算機科学においての、「手続き」から「制約」への転換とほぼ対応しているだろう。）

「原理」とはどのようなものであろうか。ここでは、d-構造を生成する書き換え規則を例にとって説明してみよう。伝統的な書き換え規則では、文の中の詳細な構造の違いに対応して、全く別の規則を用意なくてはならない。たとえば、動詞が名詞句をとって動詞句になる構造と、前置詞（日本語では後置詞、つまり助詞）が名詞句をとって前置詞句（後置詞句）になる構造とは、別々の規則によって記述される。しかし、この二つは、どちらも、動詞、前置詞などの主要な要

素が、それが必要とする項をとるという点では同じような構造である。このように一般的な見方をすると、たとえば、日本語においては、主要な要素が項をとる構造と、主要な要素が修飾語をとる構造との二つしかない、と結論することができる。英語においては、他に、名詞句が指定詞（冠詞など）をとって一種の閉じた名詞句になるというような、日本語にはみられない構造もあるが、基本的にはごく少数の構造の可能性しかないという点は共通である。

ある要素がどのような項をとるかは、その要素によって異なるが、これは基本的に辞書の問題である。つまり、他動詞ならば目的語と主語をとるし、自動詞ならば主語しかとらないということは、辞書にその要素が他動詞なのか自動詞なのか記述してあればよく、規則として細かな区別を立てる必要はないのである。すると、d-構造を生成するための原理としては、辞書に記述してある情報に従って構造を作っていく際に、文法的な構造のみを許し、非文法的な構造を排除するような一般的な制約があれば十分であるということになる。（このような制約のもう少し具体的な形は後述する。）

このような制約は、実際に調べてみると、個々の言語による部分は少ない。主要な要素と項との間の語順（たとえば、日本語では主要な要素は項の後にくるが、英語では逆）だとか、英語の指定詞のような句を閉じる要素をもつかどうか（日本語にはない）というような少数の違いがあるにすぎない。つまり、生得的な普遍文法としては、d-構造に課せられる一般的な制約のみがあり、個々の言語によって異なりうる違いは、生後に学習の結果獲得されればよい。これが、今日、Chomsky を初めとする変形文法家の多くが前提としている言語習得に関する仮説である。

2.3 処理の問題

このように、最近の変形文法理論は、「規則」による文法の記述を大部分追放することに成功しているが、まだ、一つだけ「変形規則」という規則が残っている。これは、図-2 で、d-構造を s-構造に変換し、s-構造を論理構造や音韻構造に変換する規則であるが、この中には要素の移動や消去などの非可逆的な操作が含まれ、制約として捉えるよりは手続きとしてしか解釈できないものもある。このために、図-2 の文法の内部の処理の過程には本質的な方向性が存在する。たとえば、d-構造から出発すれば、論理構造にも音韻構造にも到達できるが、論理構造から出発して s-構造

を経て、音韻構造に到達するような経路は存在しない。したがって、変形文法の構造そのものは、人間が言語を使用している場合の計算過程のモデルとはならない。人間がどのようにして意味と音とを関係付けているかの説明にはならないのである。結局、図-2 のような図式は、どのような計算対応関係があるかということの記述になってはいても、人間の処理がどのような計算過程として実現されているかということについてのモデルとはならないのである。唯一考えられるのは、たとえば、音声を与えられたら、図-2 の矢印の方向にそってランダムに意味と音声の対を生成して、たまたま音声一致している場合の意味をもってその解釈をするということであろう。これは言うまでもなく、莫大な計算量を必要とし、人間が現実に行っていることとは対応しない。

この点に関して、昨年、稲盛財団による京都賞の基礎科学部門を認知科学で受賞した Chomsky は、その際のワークショップで、言語というものは本質的に計算量が膨大となり使用不可能なものなのだが、人間はそこをうまくトリックを使って切り抜けて日常の役に立てている、という趣旨のことを述べている²⁾。これは、今日の変形文法の構成から必然的に出て来ざるをえない結論である。また、計算言語学者の側から「理論言語学」全体に対する不信が表明されることがあるのも、最近の変形文法がこのような性格を強めていることへの反発からきているのであろう³⁾。

2.4 句構造文法

それでは、生成文法の枠組では計算量の発散は避けられず、「理論言語学」は人間の言語理解の研究に寄与するところはないのであろうか。もちろん、そのようなことはない。第2次認知革命の示唆するところをさらに徹底させた結果、人間の頭の中に表現可能であり、かつ人間の言語理解の際の計算過程としても無理のない仮定をおくことができる理論が登場してきている。

そのような理論として注目されている文法理論の一つに句構造文法理論がある^{4), 5)}。この理論では、文法と外界との接点として、単一の句構造という構造を仮定し、そのような構造が上の三つの接点と同時に接触をもつとしている。この場合の概念図は図-3 のよう



図-3 句構造文法の構成

になる。

句構造とは、言語表現の音韻的、構文的、意味的情報などをすべて含んでいる包括的な構造である。句構造それ自体は、特定の規則を特定の順番に適用することによって生成されるようなものではなく、一定の制約を同時に満たすことだけが要求されているような任意の構造である。この構造自体がさらに何らかの規則によって変換させられるということはないから、句構造文法には規則は全く存在しないということが出来る。現実には、初期の句構造文法には規則の数が比較的多かったし、最近のものでも、一見規則のようにみえるものが少数個存在するが、これらは、多くの構造に通用する制約を、便宜的に、なじみのある規則の形で記述したものにならず、原理の一種であると考えられる。

このように、言語学は2次にわたる認知革命を経て、研究対象を言語から文法に切り替え、文法の記述を規則によるものから原理によるものに切り替えてきた。以下では、このような変遷が、言語理解の性質の解明という立場からどのような意味をもっているかを考えることにしたい。

3. 文法理論の性質

3.1 再帰性

第1次認知革命が意味していたのは、研究対象を無限のものから有限のものへ切り替えるという転換である。言語は無限だが、文法は有限でなければならないからである。そして、その有限の文法に無限の言語を記述させるために、文法という体系に再帰的な構造を内在させることになった。この考え方は第2次認知革命後はほとんど究極的な形にまで徹底されている。たとえば、2.1で触れた、変形文法でd-構造を生成するための原理は、X' (バー) 理論と呼ばれているが、これは次のような制約からなっている。

(1) X' 理論

- バーレベル1の句は、バーレベル0の主要な要素と、それがとるバーレベルが最大の項とからなる。
- バーレベル2の句はバーレベル1の句と、それを閉じるバーレベルが最大の要素とからなる。
- バーレベルは2を越えない。

バーレベル0の要素は、大雑把に言って、語彙項目として辞書に登録されている単語である。上のaとbとによって、バーレベル0の要素に他の要素が加わって

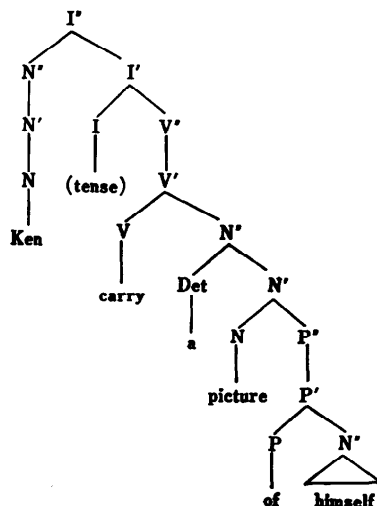


図4 “Ken carries a picture of himself.” の構造

いくと、より高いバーレベルの句ができる。上で「閉じる」要素とは、名詞句にとっての冠詞、文にとっての主語などが英語に対して仮定されている。日本語にはこのような「閉じる」要素はなく、バーレベルは最大1であるという見解が最近提案され、注目されている³⁾。

再帰性は、バーレベルが最大になった句が、それ自身、他の句の項や「閉じる」要素となって現れるという点に現れている。たとえば、次の(2)の文は、図4のような構造で現される。

(2) Ken carries a picture of himself.

図4では便宜上、バーレベルを'で表した。文の主要な要素は、時制などを司るI (屈折辞) であり、文はI' という形の閉じた句である。Ken は固有名詞であるためにそれ自身で閉じている N' である。一方、a picture of Naomi は冠詞の a によって閉じている N' である。これらの N' は、他の句において、項ないしは「句を閉じるもの」として再帰的に使われている。すなわち、Ken の N' は文を閉じるもの、a picture of Naomi の N' は carry という動詞の項として再帰的に現れているのである。(閉じた N' は一般に名詞句と呼ばれているものであるが、文献 3) では、従来名詞句とされてきたものは、実は冠詞などの限定詞が主要な要素である D' であるとされている。)

このように、バーレベルが最大になると句が閉じ、閉じた句がさらに他の句の項となったり、他の句を閉じたりという形で句が再帰的にできてくると考えるの

である。項のとり方と句の閉じ方はともに、(1)に示したような一般的な形で表され、個々の句によって異なった規則を設定する必要はなくなっている。

3.2 普 通 性

上の X' 理論で示したような形で句構造ができるという考え方は、細部の違いはあるものの、今日の生成文法のはとんどの理論が採用している考え方である。第1次認知革命以後に採用された書き換え規則を使用しても、人間の言語に存在する再帰性を捉えることはできた。それではなぜ、第2次認知革命以後、このような規則が用いられなくなってきたのだろうか。その動機についてはすでに2.でも触れたが、ここでもう少し詳しく述べてみよう。

第1次認知革命以来、あるいはそれ以前から、言語学者の間にある共通の認識は、人間の言語は本質的に普遍的な存在であるということである。すなわち、人間がすべて言語を習得できることに加えて、人間はどの言語でも習得できるという事実を重くみるのである。一つの言語を外国語として習得する場合には、母語に比べての難易度に違いはあるが、母語を習得する場合には、本質的に難しい言語とかやさしい言語とかはない。どんな言語でも2, 3歳の子どもが容易に習得するのである。

これは、驚くべき事実である。このような事実を説明する一つの方法として、第2次認知革命以後に強く打ち出されてきたのが、文法の構造が基本的な部分ではあまり差がなく、それは子どもにとって遺伝的に与えられたものであるという考え方である。(ただし、このような考え方には心理学者からの強い反対論がある⁹⁾。いわば子どもは、初期状態として普通文法というものをもっているが、それには、子どもが後に習得する言語がどのような言語であっても対応できるように、いくつかのパラメータが用意されているという考え方である。子どもは、生後にいくつかのパラメータの値を設定して、周りの環境に合った文法に仕立てあげるのである。

たとえば、日本語の環境の中で育った子どもは、日本語では主要な要素は項や修飾語の後に置かれるということを学んで、語順に関するパラメータを日本語向きに設定する。また、日本語には、英語の指定詞のような句を閉じる要素はないということも学ぶだろう。このような考え方の一つの利点は、規則の体系を全くの零から学ぶのに比べて、子どもが必要とする外的データの量が小さくて済み、またその質もそれほど高

くなくてもよいということである。実際、子どもがわずか2, 3年で言語を習得するということは、大量のデータを必要とするような学習モデルは成り立たないことを示しているし、親となった経験のある人間ならば誰でも自覚しているように、親の与える言語データには誤り、言いさしなどが多く含まれていてかなり質の悪いものだからである。

このような意味での普通文法の姿が具体的にどのような形をしているのかという研究に現実性が出てきたのは、伝統的な書き換え規則を放棄し、より原理的な文法体系を指向するようになった第2次認知革命以後のことである。子どもが脳細胞の中に組み込まれた形で生まれつきもっているものは、特定の言語の特定の規則の体系ではなくて、もっと一般的な、たとえば、変形文法の X' 理論のような形のもののなのである。

このような考え方を最も強く打ち出している最近の変形文法理論は、その文法理論の構成のしかたから、「原理とパラメータによる理論」と呼ばれることもある。言語習得に対するこのような考え方を句構造文法は表立って強く打ち出してはいないが、文法理論の構成が普通文法を指向するようになっていることは同じである。そして、それが、たとえば、英語と日本語という、類型論的にはかなり異なった言語の文法を共通の枠組で研究する立場に結び付いている。

3.3 対 称 性

第2次認知革命以後の文法は基本的に原理の体系である。これは図-1に示したような文法の性格を記述するには望ましい転換である。図-1が示唆しているように、計算機構としての文法には本来方向性がない、意味が入力として与えられれば、文法は産出機構としてはたらしき、音声が入力として得られる。一方、音声が入力として与えられれば、文法は解析機構となり、意味が得られるのである。

しかし、2.3で述べたように、図-2に示した形の変形文法の構成は、文法という計算機構の本質的な対称性を実現できるような構造をもっていない。このモデルでは、変形という、非可逆的な操作によって構造を破壊的に変換しているのである。これは、明らかに処理の方向に関する対称性という考え方と両立しないが、このような、処理の方向についての対称性を有するような計算機構を実現する方法は30年前には広く知られていなかった。(論理式がそのような性質をもっていたが、それが処理のメカニズムと結び付いたのはごく最近のいわゆる論理プログラミング以来の話

である。)

それに対して、句構造文法では、最近の計算機科学の進展の成果を巧みに文法理論の中にとり入れて、対称性を有する文法の記述に成功している。そこで中心的な役割を果たしているのは、文法的な部分構造同士の静的な関係を宣言的に述べた、制約による規定という考え方である。このような文法記述は、処理のモデルとして単一化という手段を用いれば、同じ文法が文の解析にも産出にも使えるという、中立的な性質をもっている。したがって、言語理解とか発話とかいうような、言語処理に関する方向に依存しないという好ましい性質をもっているのである。

3.4 局所性

句構造文法のような文法の利点として、もう一つだけ局所性ということを手挙げておこう。言語というものを処理の観点から考えると、文法情報の伝播が効率的になされることが望ましい。すなわち、情報が局在しているか、局所的な伝播機構で全てが賄われていることが理想なのである。伝統的な書き換え規則による句構造規則は、少なくともこの観点からは望ましい性質をもっていた。一つの規則は句構造(d-構造)の中の最小の枝分かれにしか言及していないからである。第2次認知革命以後の原理の中にもこのような性質をもっているものがある。たとえば、変形文法のX'理論では暗黙に仮定され、句構造文法理論では一つの原理として明示化されているものに次のような原理がある。

(3) 主要な要素の性質に関する原理

最小の枝分かれにおいて、親の節がもつ性質の主なものは、その子らの中の主要な要素がもつ性質に等しい。

この原理は再帰的に適用され、結局、句全体の性質はその主要な要素によって決められることになる。たとえば、動詞句ならば、主動詞が過去形ならば、動詞句全体も「過去」という性質をもつということである。また、先ほどの図-4の例でも、Iがどのような時制をもっているかが文全体の時制を決定しているということは、上の原理の適用の結果である。

しかし、このような例を除くと、第2次認知革命後の文法理論における局所性の徹底度は一様ではない。たとえば、変形文法や、非変形文法でも句構造文法理論以外のものの中には、文の適格性の判定に、文全体

の構造に関係するような何らかの大局的な手続きを仮定することがある。これは明らかに多大の計算量を要求する。これに対して、句構造文法理論で仮定されている原理は全て最小の枝分かれにしか言及せず、文全体の適格性は、その文を構成する局所的な部分構造のおおの適格性を調べればわかるようになっている。

4. おわりに

以上みてきたように、過去30年ほどの言語学の流れは、2次にわたる認知革命を経て、文法のもつ性質が処理を容易にするような方向に向かってきていると言いうことができる。もちろん、たとえば、どのようにして単一化のような機構を効率よく実現するかというような問題は存在するが、言うまでもなく、これは工学者が取り組むべき問題である。このように、言語学者と工学者のおおの責任の分担をはっきりさせれば、少なくとも句構造文法のような「理論言語学」は言語理解の研究に寄与できるだろう。

参 考 文 献

- 1) Chomsky, N.: *Language and Problems of Knowledge—The Managua Lectures*. Cambridge, Mass., The MIT Press (1988). 田窪・郡司訳: 言語と知識—マナグア講義録, 産業図書, 東京, 印刷中。
- 2) Chomsky, N.: Some Notes on Economy of Derivation and Representation. Unpublished draft prepared for a talk for Kyoto Workshop (Nov. 1988).
- 3) 福井直樹: 日・英語比較統語論—日・英語の類型論上の相違点とその理論的説明, 井上和子編, 日本文法小事典, pp. 89-108, 大修館書店, 東京 (1989).
- 4) 郡司隆男: 自然言語の文法理論, 産業図書, 東京 (1987).
- 5) 橋田浩一: 言語生得説—チョムスキーをめぐる, 人工知能学会誌, Vol. 3, pp. 139-148 (1988).
- 6) Pollard, C. J. and Sag, I. A.: *Information-Based Syntax and Semantics, VOL. 1: Fundamentals*, Center for the Study of Language and Information, Stanford University (1987). 郡司訳, 近刊。
- 7) 辻井潤一 (安西祐一郎共著): 機械の知 人間の知 (認知科学選書 20), 東京大学出版会, 東京 (1988).

(平成元年6月13日受付)