

Title	チョムスキーの言語理論と記号論理学の方法
Sub Title	The theory of transformational grammar and the method of symbolic logic
Author	山根, 和平(Yamane, Kazuhira)
Publisher	三田哲學會
Publication year	1968
Jtitle	哲學 No.52 (1968. 3) ,p.213- 225
JaLC DOI	
Abstract	In this article I intend to say that the linguistic theory of transformational grammar may be taken as an informal axiomatic system, since kernal or basic sentence structures play the role of axioms; final derived sentence structures, theorems; and transformational rules, rules of inference. From this point of view it is important to distinguish "basic" structures from "derived" structures. In his "Aspects of the Theory of Syntax," N. Chomsky says that a deep structure expresses the content of a sentence, and that a surface structure indicates its form. Now, what is the "content" of a sentence? According to Chomsky, since the sentences such as "John can go," and "Can John go?" have the same content, their deep structures reduce to one. If so, we have to conclude that the sentences "John cannot go," "John may go," "John shall go," "John goes," "John went," and "John did not go," have the same content and their deep structures reduce the one structure which may be expressed as G(J), G being a functional constant and J being an individual constant. Thus since a deep structure of a sentence coincides with its logic, it is possible to construct, in the strict sense, the system of transformational grammar on the logical basis.
Notes	
Genre	Journal Article
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00150430-00000052-0213">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00150430-00000052-0213</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

# チョムスキーの言語理論と 記号論理学の方法

## The theory of transformational grammar and the method of symbolic logic

山 根 和 平  
*Kazuhira Yamane*

### Résumé

In this article I intend to say that the linguistic theory of transformational grammar may be taken as an informal axiomatic system, since kernal or basic sentence structures play the rôle of axioms; final derived sentence structures, theorems; and transformational rules, rules of inference.

From this point of view it is important to distinguish “basic” structures from “derived” structures. In his “Aspects of the Theory of Syntax,” N. Chomsky says that a deep structure expresses the content of a sentence, and that a surface structure indicates its form. Now, what is the “content” of a sentence? According to Chomsky, since the sentences such as “John can go,” and “Can John go?” have the same content, their deep structures reduce to one. If so, we have to conclude that the sentences “John cannot go,” “John may go,” “John shall go,” “John goes,” “John went,” and “John did not go,” have the same content and their deep structures reduce the one structure which may be expressed as  $G(J)$ ,  $G$  being a functional constant and  $J$  being an individual constant.

Thus since a deep structure of a sentence coincides with its logic, it is possible to construct, in the strict sense, the system of transformational grammar on the logical basis.

1. 近代科学にとって——それが自然科学であると否とを問わず——体系化ほど重要な方法はないと言える。実験や観測を重視する科学の分野においても、実験・観測の結果得られたデータを、ばらばらに記述するのではなくて、データを材料として一つの学問体系をつくり上げることが科学者の仕事であると考えられてきた。十七世紀中葉にすでにデカルトは、「複雑な不明瞭な命題を、段階を追うて一層単純なるものに還元し、然る後、すべての中最も単純なるものの直観から始めて、同じ段階を経つつ、他のすべてのものの認識へ、登り行こうと試みるならば、我々は正確に方法に従うことになるであろう。」と述べ、体系的方法の基本的な概念を明確に規定した<sup>(1)</sup>。スピノザは、ユークリッド幾何学の方法を——当時それが唯一の幾何学体系と考えられていたために——倫理学に応用することを考えた。スピノザの意図が成功したか否か、彼の思想にとって、幾何学的方法が唯一の方法であったかどうかは、ここで論ずべきことではない。ただ近代ヨーロッパの学問的方法として、ユークリッド幾何学がいかに情熱を以て受け入れられたかに注意したいのである。

ところが言語学、とくに文法論ほど、近代の学問のなかで体系化の遅れたものはない。現代においてさえ、その弊害は残っている。試みに英文法の本を開いてみても、次のような例にぶつかる。英語で助動詞の“do”が用いられる場合は三通りある。即ち、

- ① 否定文において。 I do not know.
- ② 疑問文において。 Do you know?
- ③ 強調する場合。 I do know.

このようなことは、初歩の英文法の本にもあることで、われわれは誰でも知っている。しかし、一步を進めて、なぜこの三つの場合に助動詞の“do”があらわれるのか、なぜ三つの場合だけに“do”があらわれるのかという疑問をもちだすと、従来の記述的な英文法書はそれに少しも答えてくれない<sup>(2)</sup>。これは英語という一つの言語現象を体系的に把握していない

からである。このような英文法における体系的方法の欠如は、他方われわれが印欧比較文法のような領域において、体系的方法が高度の成功を収めているのを見ると、奇異の感をよびおこさないわけにはゆかない。

二十世紀になって言語学は、確かに言語理論の体系化へむかって一步を踏みだしたものと言える。「基本文型」とか「基礎単語」とかいう考え方が、教育的な意味においてであるにせよ、すでに基本的なものから派生的なものへ、単純なものから複雑なものへ進もうとする「体系化の志向」を示している。しかし、真に体系的な言語理論と呼ぶに値するものは、チョムスキーの変形文法の理論において、はじめて現われたものである。チョムスキーの英文法の理論をそれ以前の英文法の理論と比較すれば、いかに後者が体系性を欠くものであるかが明らかになる。しかもチョムスキー理論の成功の理由——その背景に命題を主語＋述語に分割するという古い考え方をもっていたにもかかわらずそれが成功した理由——は厳密な意味での体系的方法を言語理論の中に取り入れたからであると言わなければならない。それでは厳密な意味での体系的方法とは何か。それを次に考えてみることにしよう。

2. 体系的方法について考えるために、まず、最も厳格にこの方法を用いている体系について考えてみたい。即ち、現代論理学の体系である。——現代論理学が数学の基礎的分野と分かち難く結びついているという意味で、数学の体系といってもよい。——この体系を構成する方法を、いま仮に記号論理学的方法（ないし数学的方法）と呼ぶことにする<sup>(3)</sup>。

(1) 記号論理学の体系を構成するための出発点は、未定義のことばを決めるということである。このことばは、日常のことばであってもよいし、また何らかの方法で記号化されていてもよい。また記号化されるにしても、どんな記号を使うかは、体系を構成する時の便宜に従って決めればよいので、或ることばに、一定の記号を用いるという約束が最初に

きめてあれば、それで充分である。ユークリッドの体系は、幾何学の体系であるから、「点」ということばを未定義のことばとして選ぶ。「線」は「点」によって定義されるけれども、「点」そのものは定義できない。これと同様に、記号論理学の体系においても、他のことばを定義するけれども、自らは他によって定義されない若干のことばが選ばれる。

(2) 次に未定義のことばを使って、公理を設定する。公理もまた、ユークリッド幾何学の公理と同様、体系内の一切の命題を証明するけれども、公理それ自身は他の命題によって証明されることはない。(もし証明されたとすれば、その公理は独立性をもたないと言われる<sup>(4)</sup>.)

(3) 次に公理から、他の命題を導き出すための規則を定める。記号論理学の諸体系で、よく用いられる規則は、modus ponens 即ち、

$$\begin{array}{l} \vdash A \\ \vdash A \rightarrow B \\ \hline \vdash B \end{array}$$

(前提は命題 “A” と “A→B” ((もしAならばBである)) で、この二前提から帰結 “B” を得る.) および代入の規則である<sup>(5)</sup>。規則そのものは簡単であるが、問題はこの規則がどのような性格をもち、どのように運用されるかということである。上の modus ponens の説明で用いた “A” とか “A→B” とかの式は、これ自体が一つの論理学の規則である。modus ponens は、二つの規則から他の一つの規則を導き出す規則であって、いわば規則の規則という性格をもっている。これは論理学における規則の独特の性格である。

(4) 最後に、公理と規則を用いて他の命題(定理)を導き出す(証明することによって、体系が構成されるのであるが<sup>(6)</sup>、ここで体系に対して二つの要請が提起される。即ち、無矛盾性 consistency の要請と、完結性 completeness の要請である<sup>(7)</sup>。或る体系が、この両要請を満足するか否かを調べるためには、色々な方法があり、また方法に依って、

「無矛盾」とか「完結」とかいう概念の意味も多少変わってくるのであるが、もし任意の命題が与えられた時に、この命題が定理である（体系の中に含まれる）ことを決定するための有効な手段が発見されていれば、この体系の無矛盾性と完結性は比較的簡単に証明できる。そこで或る体系に対して、このような有効な手段を見出すことが一つの問題（決定問題とよばれる）となる。ただし決定問題を解くということは、無矛盾性や完結性の要請を満たすかどうかを調べる際の有力な手段ではあるけれども、必要な手段ではない。現在論理学の諸体系において、ある体系に対しては決定問題が解かれており、無矛盾性や完結性の要請も満たされることが知られているが、他の体系に対しては、決定問題が解かれていないにも拘らず無矛盾性や完結性の証明が与えられているものもある<sup>(8)</sup>。

(5) 以上述べたような論理学の体系を使って数学の理論を形式的に展開しようとする場合には、未定義のことば（例えば、算術ならば「+」「×」等、幾何学ならば「点」のようなことば）を付加する。（数学の理論に固有の未定義のことば *undefined terms* と、論理学の体系を構成するのに用いた未定義のことばとを区別するために、後者を *logical primitive symbol* と呼ぶ事もある。）

同様に、論理学体系の公理 (*logical axiom*) に公準 *postulate* を付加する。公準は、数学の各分野を体系化するために、その分野を規定する性格をもつもので、公準を適当に決めることによって、数学の形式的公理体系を展開することができる。

3. 物理学、生理学のような自然科学においても、2. に述べたような論理的数学的体系の上に、各科学の固有の仮説 *hypothesis* を付加することによって、一つの演繹的体系 *deductive system* を構成することが少なくとも理論的にはできる。しかし、例えば言語学のような分野で、このような方法を取ることは、不可能ではないにしても、徒らに仮説の数を増し、

体系構成を複雑化する嫌いがある。チョムスキーが言語理論を体系化しようとしたときに考えたのは、もう少し实际的に言語体系を構成する方法がないかということである<sup>(9)</sup>。

言語には意味と音声の二面がある。音声の側から見た言語の現象面は複雑多様であるが、その背後にある意味の構造は比較的単純である。そこで先ず意味構造を確定し、次に一定の規則によって音声構造を導き出すようにすれば、ここに一つの言語体系をつくり出すことが可能であろう。事実チョムスキーが、変形文法の理論を展開する方法は、次の如くである。

(1) phrase structure rules によって、“Sentence” からK-最終連鎖に至る phrase marker を記述すること。この phrase marker が文の意味構造の記述に外ならない。

(2) transformation rules——これは記号論理学の「推論規則」に相当する——を定めること。

(3) transformation rules を用いて、有限個の K-最終連鎖から、無数に多くの T-最終連鎖を導くこと。T-最終連鎖は、適当な音声規則を適用することに依って、具体的な文になる。

即ち、記号論理学の体系において、推論規則が、公理から定理を演繹するように、変形文法の体系では、transformation rules が、中核文の構造 (semantically interpreted deep structure) から、変形文の構造 (phonetically interpreted surface structure) を導出する<sup>(10)</sup>。

4. 以上がチョムスキーの言語理論体系構成の方法であるが、論を進めるためにここで今一度、体系というものの性格を考えて見る必要がある。

自然科学の体系は、嘗ては、その科学の対象である諸実在についてのすべての真理を含むか、或いは将来必ずや、すべての真理を含むに至るであろうと期待されていた。ユークリッド幾何学やニュートンの古典力学の体系はその例である。

しかし、現代では、われわれは、光についての或る実験のデータが粒子説によって説明されるのに対して、他のデータは波動説によって説明されることを知っている。粒子説と波動説を総合するような一層一般的な理論は構成されていないし、将来構成される見通しも立っていない。或る一つの理論が、あらゆる真理を含むように構成されるだろうという期待は裏切られ、自然界は依然謎の中につつまれている。

ここに体系に対する現代の相対主義が現われる理由がある。科学の理論体系は、昔信じられたような、実在界の秩序を反映する真理の体系ではなく、科学が現象を巧妙に説明するための手段に変わった。一つの現実に対して幾つもの体系を構成することが実際可能であり、また、二つ以上の体系のうち、その中のどの体系が他より優位に立つかを決定する客観的基準がない場合も多い。

かくして体系は、実在を説明するための巧妙な「装置」であり、科学の目標は、いかに少数の仮説から、多数の現象に説明を与える装置を構成するかにある。原子の構造や人間の頭脳活動について、さまざまなモデルが提案されて居り、科学の理論体系は、このように構成されたモデルによって解釈を与えられるのである。チョムスキーが変形文法の理論について、英語国民が一つの潜在能力としてもっている言語能力を組織化したものであるというのも、人間の言語活動のモデルを解釈するための概念装置を提供しようとする試みであると考えることができる<sup>(11)</sup>。

5. 変形文法の体系と論理学の体系とは、その見掛けが非常に違うようだが、基本的な方法においては類似している。しかし細かく見てゆくと、変形文法の体系には、充分解明されていない問題が幾つか含まれていることが分かる。ただこれらの問題について述べる前に、明確にしておかなければならないことが一つある。

論理学の目標は命題及び証明をその形式面において分析することであ



る。しかしその命題が指示 denote するものは真理値 truth-value であり、ここでは命題が「真理」であるか否かが問題である。これに対し、言語理論は論理学と同一の文を対象とする場合でも、論理的形式でなく、より一層一般的な形式（文法的形式）を分析する。論理学の命題が真 true か否かを問題とするのに対し、言語理論における文は文法的 grammatical であるか否かを問われる。「文法的」は「真」と比較して、より一般的な価値概念である。或る文（例えば  $p \sim p$  の形で表わすことのできる文）は、論理学的に真ではないけれども、完全に文法的であり得る。これに反して、文法的でない文（「である学生わたしは。」）は真でもあり得ない。

以上述べたところを前提とした上で、変形文法の体系について、それが記号論理学的方法を用いている限り、次の様な問題点を挙げることができる。

（１） この体系は無矛盾性の要請を満足するかどうか。即ち、 $K$  - 最終連鎖から  $T$  - 最終連鎖が導き出されるときに、文法的でない non-grammatical な文がまぎれ込む余地がないかどうか<sup>(12)</sup>。

（２） この体系は完結性の要請を満足するかどうか。即ち、あらゆる文法的な文をその中に含むことができるかどうか。

（３） 決定問題。即ち、ある任意の文が与えられた場合、この文が実際にこの体系の中で導き出せるかどうかを決定するための有効な方法が見出されるかどうか。

（４） この体系が一つの装置であるとするならば、他の体系を構成する可能性があるのではないか。具体的には、 $K$  - 最終連鎖の数をもつと減らすことが可能なのではないか。

これらの問題全部について詳論する余裕はないので、今ここでは最後の問題について考えることにしたい。

まず記号論理学の体系において公理から定理を導き出す過程を考えてみ

よう。

公理,

$$(1) \quad p \rightarrow (q \rightarrow p)$$

に代入の規則を適用して得られる定理,

$$(2) \quad (p \rightarrow q) \rightarrow (q \rightarrow (p \rightarrow q))$$

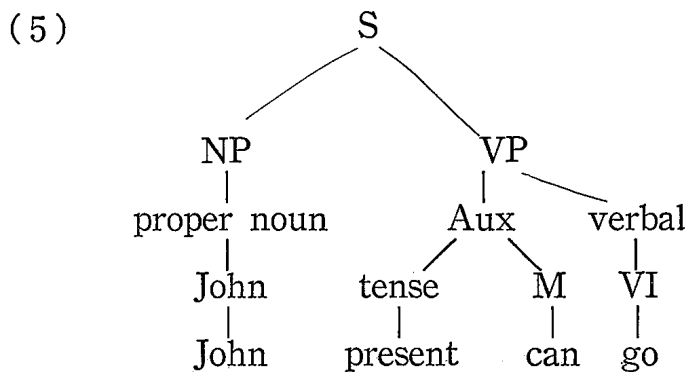
において, (1) と (2) は実は一つの規則を, 二つの相の下に示したものと考えることができる。

同様にして,

(3) John can go.

(4) Can John go?

において, 文 (3) に対応する K-最終連鎖と, 文 (4) に対応する T-最終連鎖とは, 実は一つの文 (4) の両面を示すものと考えることができる。今実際に (3) の K-最終連鎖に至るまでの phrase marker を図示すると,



従って (3) の K-最終連鎖は,

(6) John+present+can+go

次に, 変形規則 T-yes/no は,

$$(7) \quad NP + \text{tense} - M + X \rightarrow \text{tense} - M + NP + X$$

(7) による (6) の変形の結果は,

(8) present+can+John+go

(8) は文 (4) の T-最終連鎖であり, 従って, 文 (4) の統語構造は (5) と (8) によって示される。

文 (3) については、その deep structure と surface structure は、ともに (5) によって表現されるが、文 (4) については、その deep structure は (5) によって、surface structure は (8) によって示される。すなわち、surface structure について見れば、文 (3) と文 (4) は別の構造 ((5) と (8)) をもつが、deep structure においては、両者は一致する。

変形文法の理論によれば、文の deep structure は、文の内容 content を表わし、surface structure は、文の形式 form を示す<sup>13)</sup>。この考えによれば、文 (3) と文 (4) は、同一の内容をもち、形式は相異なるということが出来る。しかし問題は、文の「内容」とはいかなるものを指すかということである。

(9) Can John go?

(10) John can go.

(11) John went.

(12) John goes.

(13) A goes.

(14) Fa

今上の (9)~(11) の文について、変形文法の理論では、(9) と (10) は同一の deep structure をもつ、即ち内容が同一であるのに対し、(10) と (11)、あるいは (10) と (12) は異なった deep structure をもつ、即ち内容の異なる文であるとしている。しかし、この内容の同一と相異に関する規準はあいまいである。(10) (11) (12) は、それぞれ独立で、「他のいかなるものからも引き出すことができない」根本であり、基礎であるところの文（中核文）であるとされるが<sup>(14)</sup>、何が根本であるかについての考察は充分に行なわれていない。内容が同一なものは、deep structure も同一であるとするなら、(9) と (10) の deep structure が同一であるというのと、全く同

様の意味で、文 (10) や (11) の deep structure は、(12) のそれと同一であると言う事はできないだろうか。またこの線に添って内容の同一性の規準を緩めて行けば、(12) の deep structure は、さらに (13) ないし (14) の deep structure に一致するのではないか。(14) は論理学における関数の形式であり、これは文であるよりもむしろ文の structure そのものを示すものであるが、この段階まで来れば、文 (10) や (11) の deep structure は、その logic と一致してしまうので、「中核文」の数も著しく減少することになる。チョムスキーは、変形文法が、話者による実際の文構成のモデル model of performance を示すものではなく、潜在的な言語能力のモデル model of competence を示すものだと言うが<sup>(15)</sup>、もしそうだとすれば、この点について見ても (10) や (11) を中核文とするよりも、むしろ (14) を中核文とする方が、論旨が徹底するのではないだろうか。

注 変形文法に対する筆者の考え方については三田哲学会「哲学」第 50 集、第 51 集所収の筆者論文参照。

- (1) 「精神指導の規則」規則第五参照。
- (2) これら三つの場合は、変形文法の理論においては、変形規則を適用した結果 floating tense が生じる場合であり、この floating tense に対して、変形規則 T-do が適用され、do が現われるのであるというように、組織的な説明が与えられている。P. ロバーツ、黒田巍訳「変形文法入門」p. 99 以下参照。
- (3) ここに所謂「記号論理学的方法」については、A. Church, Introduction to mathematical logic, vol. 1, Princeton University Press, 1956, Introduction の各節、特に §07 The logistic method に詳細な解説がある。
- (4) 公理の独立性については、Church, op. cit., Ch. I, §19. Independence の項参照。
- (5) modus ponens および代入規則については、Church, op. cit. Ch. I §10, 30 Primitive basis の項参照。
- (6) 体系を構成するためには、未完義のことばを用いて整式 well-formed formula を作るための、形成規則 formation rule と、その整式に、一定の意味論的解釈を与えるための、意味論的規則 semantical rule が必要であるが、

この論文では省略した。この点については Church, op. cit., §7, §10 を参照されたい。

- (7) 「無矛盾性」と「完結性」の概念については、沢田允茂「現代論理学入門」II, 4「論理学はいかにして公理化されるか」の中の定義に従った。これらの概念については、Church, op. cit., §17 および §18 に別の定義がある。
- (8) Church, op. cit., §15 Tautologies, the decision problem, および同書 §46 The decision problem, solution in special cases の項参照。
- (9) ロバーツ, 黒田訳前掲書に, チョムスキーが書いた序文参照。この中でチョムスキーは, 「言語を修得するという活動の中には……組織化された, 規則の体系を構築するということが含まれている。」と述べている。変形文法は, このように言語使用者の言動能力を構成している過程を, 「組織的に記述」する理論である。
- (10) N. Chomsky, Aspects of the theory of syntax, The M. I. T. Press, 1965, I Methodological Preliminaries, §5 Formal and substantive universals; 同書 III Deep structures and grammatical transformations; J. J. Katz, The Philosophy of language, Harper & Row, 1966, 4. The theory of Language, Grammatical theory などの各節参照。なおチョムスキー自身が言うように, ここに示した考え方は, 彼の初期の著作, The logical structure of linguistic theory, M. I. T. Library, 1955; Syntactic structures, The Hague, 1957. などの中の考え方とは異なっている。(N. Chomsky, op. cit., III 参照。)
- (11) N. Chomsky, op. cit., p. 139 以下, J. J. Katz, op. cit., p. 115 以下, およびロバーツ, 黒田訳前掲書のチョムスキーの序文参照。この序文の中で, チョムスキーは変形文法の理論を, 「閉じられた, 固定した体系であると考えてはならない。」と言い, 彼の理論は「理論の発展の一段階, 研究の進歩にもなって, いつかはとってかわられるであろう一段階」にすぎないことを認めている。
- (12) 論理学における true-false の対立と同様に, 文法の grammatical-non-grammatical の対立をとらえることは問題である。一口に grammatical といっても, そこにさまざまな度合い degree of grammaticality が考えられるからで, 無矛盾性という概念も, 論理学におけるほど明確に規定はできないと思われるが, この点については, 他の機会に述べたい。
- (13) N. Chomsky, op. cit., p. 136 に “……one major function of the transformational rules is to convert an abstract deep structure that

expresses the content of a sentence into a fair concrete surface structure that indicates its form.” とあるが, “the content of a sentence” の意味ははっきり説明されていない.

- (14) ロバーツ, 黒田訳前掲書, 1 The Sentence および, 12. Transformation の解説による.
- (15) 注 (11) の各頁参照.