

# 意 味 の 形 式 化

— その —

山 下 淑 子

言語の一般理論を建設するために、言語の形式化 (Formalization) ということについての研究が、構文論 (Syntax) の領域に於いても、意味論 (Semantics) の領域に於いても、さかんになされてきている。

Chomsky の *Syntactic Structure* (1957) をはじめとする Transformational Grammar は、構文論の領域に於いて、画期的な理論を展開して注目をあつめてきているが、その文法理論の根底には、言語構造の形式化という考え方が支配的であり、記号と規則を以て言語の形式化を行なう現代論理学 (Symbolic Logic) と密接な関係をもつのである。

つまり、チョムスキーの考え方によると、文法の一般的抽象体系の厳密で明晰な記述には、現代論理学でいう数学的モデルによる形式化が必要であるという。個々の言語 (即ち日本語、英語、フランス語等) の表面を支配する法則ではなく、言語の内面の一般法則を明らかにして、記号 (symbol) と形式 (formula) とを用いて言語理論をたて (形式化)、演繹的に新たな文を生み出すことの出来る文法を作ろうというものである<sup>1)</sup>。

現代論理学の考え方によると、論理学の領域では、記号と、記号の結合の際に働いている規則とを、記号の示す具体的な内容から切り離して形式化し、これによって我々のもっている個々の知識の内容を問題にしないでその真偽の点だけを取り上げ、これらの正しい結びつけの仕方を明らかにして、知識の真なる結合の仕方と偽なる結合の仕方を区別する。そしてどのような知識についても、それらを正しく関係づけられるような規則を

知り、知識を体系化し、不確実な知識の真偽を決定したり、未知の真理を既知の真理から演繹する。これらの形式化、体系化（公理化）、演繹等のはたらきを研究するのが論理学の仕事である<sup>2)</sup>。

意味論の領域では、同様な意図で、意味の形式化によって、意味構造の理論をたてようとする試みがなされている。

ここでは、Katz & Fodor の “The structure of a semantic theory”<sup>3)</sup> に述べられている考え方を中心に、「形式化」とはどういうことであるかを考えてみたい。

### I 意味論の領域

自然言語の共時的記述とは、その言語の文法と意味の特性を記述することである。

母国語は勿論のことであるが、言語をマスターしたというのは、以前にきいたことのない全く新しい文を作り出したり、理解したりする能力を、その言語を話す人がもっていることである。全く新しい文は無限にあり、その中から有限の文を作ったり、理解したりするわけであるが、この能力は、模倣の能力とは異なるものである。自然言語の記述は、その言語を自由に使いこなせる **fluent speaker** がもっている言語知識を定め、無限にある文の中から有限の文を **project** する規則を明らかにし、記述すること でなければならない。

文法は、**projection problem** の文法的な面をどのように解決しているだろうか。第1にその言語を生み出す規則を知ることにより、第2にその派生文の構造記述によって、文が構成されている要素や、これらの要素間の文法的関係を知ることにより解決しているが、それは、言語の **projection problem** の一部分を解決するのみである。

意味論はこの解決を完成するものである。先ず **projection problem** について文法が説明出来ない点は、

- (1) 文法は意味がちがう文を同じ構造として記述し、
- (2) 同じ意味の文を異なった構造として記述している。

- 例) (1)  $\left\{ \begin{array}{l} \text{The dog bit the man. と} \\ \text{The cat bit the woman.} \end{array} \right.$
- (2)  $\left\{ \begin{array}{l} \text{The dog bit the man. と} \\ \text{The man was bitten by the dog.} \end{array} \right.$

一般的に言って、文法が文に与える構造の記述は、その文の意味をきめるものではない。文法は文の記述をその linguistic discourse の背景や、非言語的なコンテキストから切り離して行なおうとする。

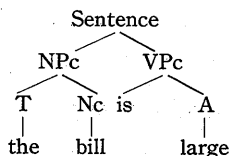
ここで、意味論が、再構成しなければならない fluent speaker の能力とはどのようなものであるかを考えるために、次のような場面を想定してみよう。

二つのグループがあって、

(1) 大勢の英語を話す人が、とく名の英文 S だけが書いてある手紙を受けとった

(2) 英語を話さないが、完全に正しい英語の文法を知って使うことの出来る人々が同じ手紙を受けとったとする。

例えば S は、The bill is large. であったとしよう。(1) のグループの人は、この文の中で bill は「勘定」と「くちばし」ととれるので、この文はあいまいであるとするだろう。しかし (2) のグループの人々は、



となるので、あいまいであるとはしないであろう。それであるから、意味論

がたてなければならぬ能力の第1は, nonsyntactic ambiguities を見つけ出し, 幾通りかの読み方がある時, 各々違う内容をもつことを指摘する能力ということになる。

もし S が The bill is large but need not be paid. という文であったとすると, この文はあいまいではなくなる。つまりそれは, fluent speaker が文中の意味の関係を利用して, どの読み方にしたらよいかを決定したのであって, これが第2の能力である。

次に, もし S が The paint is silent. であったとすると, 英語を話す人は, The paint is wet. とか The paint is yellow. とはいうけれど, これはおかしいと思うにちがいない。意味がおかしいと思う能力——これが第3の能力である。

等4に, 次の各組の文をみよう。

- { Two chairs are in the room.
- { There are at least two things in the room and each is chair.
- { The ball was hit by the man.
- { The ball was hit.
- { The man hit the ball.
- { The man did not hit the ball.

各組の文は, 一方を paraphrase した文である。このように paraphrase する能力が, 第4の能力である。

意味論の領域 (lower bound) は ‘synchronic linguistic description minus grammar’ といえようし, 上に述べた4つの能力を解明し, その相互関係を明らかにすることが目標といえよう。この能力は, 文を解釈する能力であり, 意味論に empirical data を与える。丁度文法が, speaker の, well-formed sentence と ungrammatical strings を区別する能力を empirical data として理論をたてたのと同様である。

## II 意味論の構成素

### 1. 辞書

辞書を意味論の構成素として含める理由は、文法では説明出来ない文や、その相関についての事実を説明するのに必要な **morphemes** の意味の特性をはっきりと与えることである。

### 2. プロジェクション・ルール要素

辞書と文法だけでは、**fluent speaker** が文の解釈をする場合に較べて充分でない点がある。例えば、ここに機械があったとすると、機械は或る文が幾通りの読み方をもって居り、どの様な内容かを決めることが出来ない。又、意味的におかしな文と正しい文とを区別出来ない。文中の或る **morpheme(s)** が他の **morpheme** を排除するような場合、区別が出来ない。どの文が、どれの **paraphrase** であるか出来ない。即ち、**fluent speaker** は自由に出来るが、機械は出来ないものは、辞書に、**information** を適用する **rules** である。それは、**morphemes** 間の意味関係を考慮に入れ、文法が生み出す無限に沢山の文に対して、正しい意味解釈を与え、文構造の間の関係を考慮に入れる **rules** である。そのような **rules** を、**projection rules** とよび、意味論は、その構成素の1として、**projection rule component** を必要とするのである。

このような輪廓をもつ意味論は、言語の文法的記述が明らかにした **syntactic structure** を解釈するのである。

## III 辞書の記載事項の構造及び評価

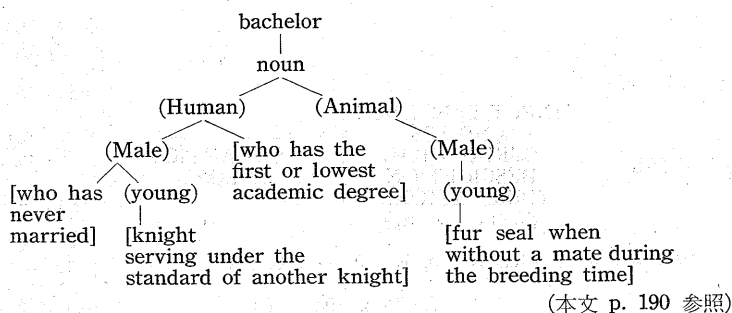
伝統的な辞書の<sup>エントリー</sup>記載事項には、2つの部分がある。

(1) 品詞上の分類を与える文法の部分。ここでは、文の中で **lexical item** が演ずる構文的な役割を分類する。(例えば **Verb intr.**, **Verb tr.**, **Noun**, etc.)

(2) 或る品詞の中で、**lexical item** のはっきりとした意味をそれぞれ

与える意味の部分。(例えば (bachelor—Noun) 1. A young knight serving under the standard of another knight. 2. A man who has never married. ..., etc.)

この (1), (2) だけでは、意味論に不適當であるので、次に図示するようなエントリーが望ましい。



上の図の bachelor という lexical item に対して Noun という部分を, grammatical markers とよぶ。その他 Verb, Adjective 等で、これらによって、構文上の関係が述べられる要素で、いわゆる品詞分類の部分である。(Human), (Animal), (Male) の部分を semantic markers とよび、これらによって意味上の関係が述べられるのである。[who has never married] の部分を distinguishers とよぶ。その他の [ ] の部分は全部これで、その意味の特性が述べられる部分である。

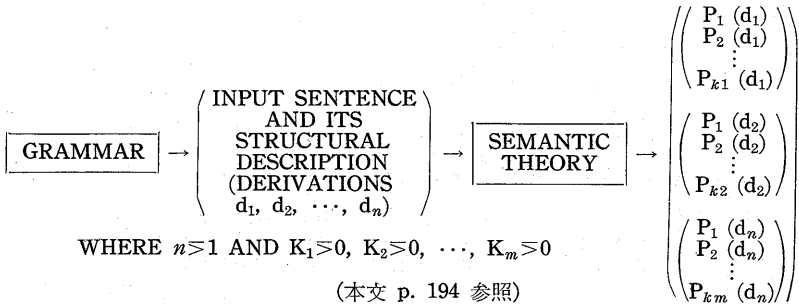
伝統的な辞書のエントリー (1), (2) では不適當で、3つのエントリーにした理由は、例えば man と woman, brother と sister のような, sex-antonymy をあらわす時、semantic marker (Male), (Female) があれば、形式上の特徴をあらわすことが出来るが、2つのエントリー即ち、品詞と意味の特性をあらわした部分ではそのような区別が出来ないためである。

このように、辞書の formalization を行なうことは、次に述べる pro-

jection rules の formal statement に必要なのである。

#### IV 意味解釈が出てくる迄の過程

文とその文法的記述は、意味論への input (入力) を与える。その output (出力) は、入力として与えられた各文の意味解釈である。その関係は下記の図のようである。



上の図を説明するということである。semantic theory への入力  
 は、文  $S$  と  $S$  の  $n$ -派生より成る構造記述  $d_1, d_2, \dots, d_n$  であり、 $S$  は  
 $n$  通りに文法的にあいまいであることを示している。semantic theory の  
 出力は、 $d_1$  に対する読み方  $K_1, d_2 \sim K_2, \dots, d_n \sim K_m$  と示され  $S$  の或る  
 派生の semantic (nongrammatical) ambiguity にあたる。schema- $\pi(d_j)$   
 は、 $d_j$  の  $i^{th}$  (番目) のよみ方をあらわしている。ここで、「文  $S$  の意味  
 解釈は」 $S$  の  $n$  派生の解釈の連続したものであるといえる。「 $S$  中の派生  
 $d_j$  についての意味解釈」は  $S$  中の  $d_j$  に対する 2 つの components  
 (dictionary と projection rule components) の出力と、次のような規定  
 にもとづく  $S$  についての記述によってなされる。

(1) もし  $K_1 + K_2 + \dots + K_m = 1$  なら  $S$  はあいまいではない。

(2) もし  $K_1 + K_2 + \dots + K_m > 1$  なら  $S$  は  $K_1 + K_2 + \dots + K_m$  通りに  
 あいまいである。

(3) もし  $K_1 + K_2 + \dots + K_m = 0$  なら  $S$  は全く意味をなさない。

## 意 味 の 形 式 化

(4) もし派生  $d_j$  に対するよみ方  $p_1(d_j), p_2(d_j), \dots, p_{k_i}(d_j)$  が1つだけのメンバーをもつならば,  $S$  は  $d_j$  についてあいまいではない。

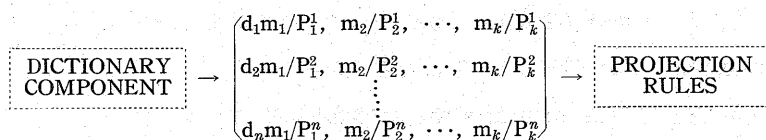
(5) もし派生  $d_j$  に対するよみ方が1つ以上のメンバーを持つならば,  $S$  は  $d_j$  について  $k_i$  通りに意味があいまいである。

(6) もし  $d_j$  に対するよみ方が, ゼロなら,  $S$  は  $d_j$  について意味をなさない。

(7) もし  $S$  と他の文  $P$  が, 少なくとも1つの共通したよみ方をもつならば,  $S$  と  $P$  とはそのよみ方の **paraphrases** である。

(8) もし  $S$  と  $P$  のよみ方が全部共通なら,  $S$  と  $P$  とは **full paraphrases** である。

次に **dictionary component** と **projection rule component** とが, **SEMANTIC THEORY** の中でどのような関係にあり, どのような操作で意味解釈を生むかをみよう。上の図の **SEMANTIC THEORY** の部分は更に次のような関係をもつ。



(本文 p. 195 参照)

この図を矢印に従って順次に説明するところである。

1. 前に述べたように, 文  $S$  ( $m_1, m_2, \dots, m_k$  という **lexical items** の連続したもの) とその派生  $d_1, d_2, \dots, d_n$  が **dictionary component** への **input** (入力) となる。

2.  $P_j^i$  という記号は,  $S$  中の **lexical item**  $m_j$  に対して, 辞書の記載事項から引き出された **grammatical marker** を含む, ‘nonnull set of paths’ である。斜線は **lexical item** と, その辞書の記載事項中の一連の **paths** の **subset** との間の連合をあらわして居り, この連合は次のルール

による。

(I)  $d_i$  と  $m_i$  各組について、 $m_j$  のエントリー中の path  $p$  は、 $p$  がその最初の subpath として grammatical markers  $g_1, g_2, \dots, g_r$  をもち、派生  $d_i$  が  $g_1 \rightarrow g_2 \rightarrow \dots \rightarrow g_r \rightarrow m_j$  をもつならば、 $P_j^i$  のセットに与えられる。

このルールは、辞書と共に dictionary component を成すものである。

このようにして、dictionary component の出力は  $P_j^i$  の mapping であり、この出力が今度は projection rules への入力となるのである。

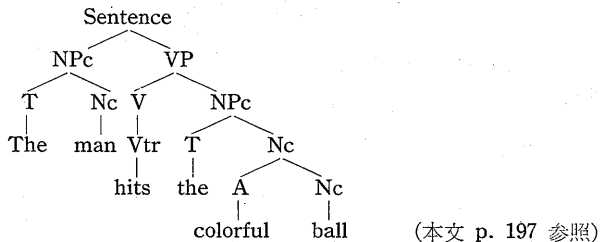
3. projection rule は lexical item と grammatical marker が結びついた状態で入力となってきた要素を、下から上へと結び合わせて行く。即ち、grammatical marker によって支配された幾組かの paths を結び合わせて、最高のマーカー Sentence に達し、lexical item が意味解釈となって出てくる迄はたらくのである。

### V プロジェクション・ルールの英語への適用

ここで、英語の意味論が、いかに一つの文を解釈するかを示し、英語に projection rules がどのようにはたらくかをみよう。

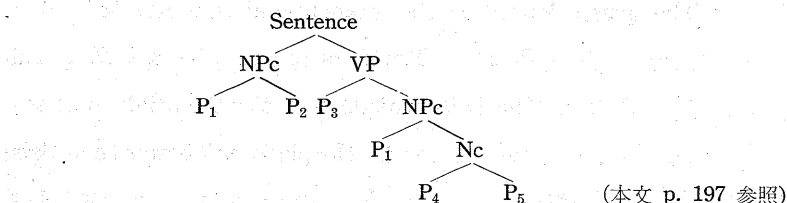
例文として The man hits the colorful ball. を用いる。

1. 下記の図にする。



2. projection rule component は、この文とその derivation を (I) の操作後 input として受け入れる。(I) の操作によって、T (subset of

the set of paths in dictionary entry) と The (lexical item) とが連合した状態, 即ち下記の図のようになる。



3.  $P_4$  と  $P_5$  との結合, 或いは  $P_1$  と  $P_2$  との結合 (順序はどちらでもよい)。

これは projection rule component の最初の段階で,  $P_4+P_5 \rightarrow P_6$ ,  $P_1+P_2 \rightarrow P_7$ ,  $P_1+P_6 \rightarrow P_8$ ,  $P_3+P_8 \rightarrow P_9$ ,  $P_7+P_9 \rightarrow P_{10}$  という風に同じ様な過程を経ることになるが, 実際にどのようなものであるかは, 紙面の都合で最初の結合の  $P_4+P_5 \rightarrow P_6$  だけにとどめておきたい。

$P_4$

1. Colorful→Adjective→(Color)→[Abounding in contrast or variety of bright colors]<(Physical Object) v (Social Activity)>
2. Colorful→Adjective→(Evaluative)→[Having distinctive character, vividness, or picturesqueness]<(Aesthetic Object) v (Social Activity)>

$P_5$

1. Ball→Noun concrete→(Social activity)→(Large)→(Assembly)→[For the purpose of social dancing]
2. Ball→Noun concrete→(Physical Object)→[Having globular shape]
3. Ball→Noun concrete→(Physical Object)→[Solid missile for projection by an engine of war]

$P_4$  1 は The gift came in *colorful* wrapper. の中の colorful (色彩

に富んだ) の意味。P<sub>4</sub> 2 は No novel is less *colorful* than Middlemarch, excepting Silas Marner. 中の *colorful* (はなやかな) の意味。P<sub>5</sub> 1 は The queen danced at the French ambassador's *ball*. 中の *ball* (舞踏会) の意味。P<sub>5</sub> 2 は, Tennis is played with a *ball*. の *ball* (球) の意味。P<sub>5</sub> 3 は The *balls* whistle free o'er the bright blue sea. 中の *ball* (弾丸) の意味。ここでは, He plays *ball* better than Babe Ruth. 中の *ball* (野球) の意味は, P<sub>5</sub> 中の *path* によってはあらわされないことに注意すべきである。そのような *path* は辞書で *ball* のエントリーの中にあるが, *ball* が *game* を意味する時は, Nc (concrete noun) ではないからである。その意味を表わす *path* は (I) のルールによって除かれる。

P<sub>4</sub> と P<sub>5</sub> の結合 (amalgamation) は, 次の projection rule によってなされる。

(R<sub>1</sub>) Given two paths of the form: (1) Lexical String<sub>1</sub>→syntactic markers of head→(a<sub>1</sub>)→(a<sub>2</sub>)→⋯→(a<sub>n</sub>)→[1]<set of strings of markers Ω<sub>1</sub>>; (2) Lexical String<sub>2</sub>→syntactic markers of modifier→(b<sub>1</sub>)→(b<sub>2</sub>)→⋯→(b<sub>m</sub>)→[2]<set of strings of markers Ω<sub>2</sub>>, such that there is a substring σ of the string of syntactic or semantic markers and σ satisfies the condition Ω<sub>2</sub>. There is an amalgam of the form: Lexical String<sub>2</sub>+Lexical String<sub>1</sub>→dominating node marker→(a<sub>1</sub>)→(a<sub>2</sub>)→⋯→(a<sub>n</sub>)→(b<sub>1</sub>)→(b<sub>2</sub>)→⋯→(b<sub>m</sub>)→[[2][1]] <Ω<sub>1</sub>>, where any (b<sub>i</sub>) is null when (A<sub>ai</sub>) (b<sub>i</sub>=a<sub>i</sub>) and [[2][1]] is [1] when [2]=[1]. (本文 p. 198)

このようなルール (R<sub>1</sub>) によって P<sub>4</sub> と P<sub>5</sub> とは結びついて paths P<sub>6</sub> となる。

$P_6$

1. Colorful+ball→Noun concrete→(Social Activity)→(Large)→(Assembly)→(Color)→[[Abounding in contrast or variety of bright colors] [For the purpose of social dancing] ]
2. Colorful+ball→Noun concrete→(Physical Object)→(Color) [[Abounding in contrast or variety of bright colors] [Having globular shape]]
3. Colorful+ball→Noun concrete (Physical Object)→(Color)→[[Abounding in contrast or variety colors] [Solid missile for projection by an engine of war]]
4. Colorful+ball→Noun concrete→(Social Activity)→(Large)→(Assembly)→(Evaluation)→[[Having distinctive character, vividness, or picturesqueness] [For the purpose of social dancing] ].

$P_4$  には、辞書のエントリーが2つあり、 $P_5$  には、3つのエントリーがあるので6通りの組合せ、即ち  $P_4 1 P_5 1$ ,  $P_4 1 P_5 2$ ,  $P_4 1 P_5 3$ ,  $P_4 2 P_5 1$ ,  $P_4 2 P_5 2$ ,  $P_4 2 P_5 3$  が可能であるが、そのうち上の4つだけが意味をなすものである。上に述べた  $(R_1)$  に従って、 $P_4 2 P_5 2$  と  $P_4 2 P_5 3$  に条件に合わなくて意味がおかしいということになる。何故ならば、 $P_5 2$  は  $\Omega_2$  が (Aesthetic Object) 或いは (Social Activity) であり、 $P_5 2$  と  $P_5 3$  の  $\sigma$  は (Physical Object) であるから、 $\sigma$  が  $\Omega_2$  を満足させないことになる。

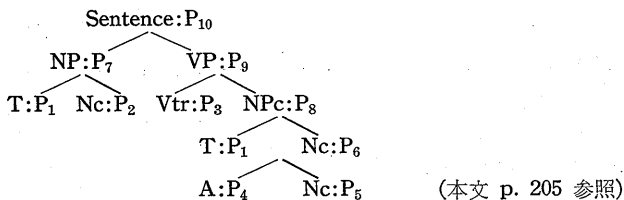
Projection Rule  $(R_1)$  はこのように、意味が通るか通らないかの区別をするはたらきを形式化した規則であるが、 $(R_1)$  がどのようにはたらくかをもう1つの同様な例でみよう。

spinster insecticide は、英語の出来る人には、意味がおかしいと思われるであろう。spinster は次のような path をもつ。spinster→Adjective→(Human)→(Adult)→(Female)→[Who has never married] <(Hu-

man)〉. 一方 insecticide は semantic marker (Human) を持たないから, spinster の selection restriction である (Human) を満足させることが出来ず ( $R_1$ ) は spinster insecticide に読み方を与えないから意味をなさないことになる。( $R_1$ ) の操作は, 我々が, ものの属性を直観的に考えることと, 密接な関係がある。(日本語で考えてみるとよくわかることであるが, 私達は, 文学上の特別な表現法は別として, 意味がおかしいと思うのは, ( $R_1$ ) のような操作を直観的に行なっているためであろう。例えば, 「上に下る」, 「明日会いました」, 「丸い三角」などは, それぞれ, Direction, Time, Dimension といった様なマーカーの条件を, それぞれの modifier が満足させないためであり, その為に意味をなさないものと考えられる。

英語の simile の構造を調べてみると, as A as B の A と B は同じ semantic marker をもっていることがわかる。例えば, as white as snow (Whiteness), as light as a feather (Lightness), as wise as Solomon (Wisdom) といえるのではないかと思うが, まだこれから研究してみる必要がある。) )

以上のように, projection rule ( $R_1$ ) が  $P_4$  と  $P_5$  とを結び合わせて  $P_6$  にしたと同様に, ( $R_2$ ):  $P_1 + P_2 \rightarrow P_7$ ,  $P_1 + P_6 \rightarrow P_8$ ; ( $R_3$ ):  $P_3 + P_8 \rightarrow P_9$ ; ( $R_4$ ):  $P_7 + P_9 \rightarrow P_{10}$  となり下記の図のようになる。



( $R_1$ ) から ( $R_4$ ) までのルールによって, 結び合わされた各 node— $P_6$ ,  $P_7$ ,  $P_8$ ,  $P_9$ ,  $P_{10}$  の意味解釈がどの様に出てきているかを, 日本語になおし

て考えてみよう。

$R_1: P_4 + P_5 \rightarrow P_6$  (colorful ball)

1. 色彩に富んだ舞踏会
2. 色彩に富んだ球
3. 色彩に富んだ弾丸
4. はなやかな舞踏会

(はなやかな球

はなやかな弾丸

は取除かれる)

$R_2: P_1 + P_2 \rightarrow P_7$  (The man)

1. あの男の人

$R_2: P_1 + P_6 \rightarrow P_8$  (The colorfull ball)

1. あの色彩に富んだ舞踏会
2. あの色彩に富んだ球
3. あの色彩に富んだ弾丸
4. あのはなやかな舞踏会

$R_3: P_3 + P_8 \rightarrow P_9$  (hits the colorful ball)

1. あの色彩に富んだ球をぶつける
2. あの色彩に富んだ弾丸をぶつける
3. あの色彩に富んだ球を打つ
4. あの色彩に富んだ弾丸を打つ

(あの色彩に富んだ舞踏会をぶつける

あの色彩に富んだ舞踏会を打つ

あのはなやかな舞踏会をぶつける

あのはなやかな舞踏会を打つ

は取除かれる)

$R_4: P_7 + P_9 \rightarrow P_{10}$  (The man hits the colorful ball)

1. あの男の人があの色彩に富んだ球をぶつける
2. あの男の人があの色彩に富んだ弾丸をぶつける
3. あの男の人があの色彩に富んだ球を打つ
4. あの男の人があの色彩に富んだ弾丸を打つ

これで、文法によって生み出された文を、いかに英語の意味論が解釈するかの操作は、一応終了したことになる。

ルールやエントリーをもつ英語の意味論は、**The man hits the colorful ball.** という文が次のような解釈をもつとするのである。

文は意味的におかしくない。4通りに意味があいまいであり、それぞれの読み方（解釈）は  $P_{10}$  の4つの読み方になる。

以上は **type 1 projection rules** で、**kernel sentences** についてのものであるが、その他の **optimal transformation** については **type 2 projection rules** が必要であるが、ここでは触れていない。

以上が、Katz & Fodor の意味論の概要の紹介であるが、この理論が、日本語の意味分析の上に、どのように適用されるかは、今後の問題として非常に興味あることである。

数学はお手のものの、チョムスキをはじめとする M. T. I. のグループのメンバーである著者の論文は、大変むずかしく、未だ浅学の私にとっては、適当な訳語をみつけ得ないで、原文（語）のまま引用した箇所も多数あり心苦しいのであるが、「言語の形式化」という問題を考えている時に、この論文を読むことが出来たのは幸いであった。難解ながら、徹底的な理論構成を試みようとしている論文であるだけに、論理は明快であり、意味論というまだこれからの領域に、希望の光を投げかけている。

これを緒として、今後も研究を続け、日本語の意味論の一端でも、次号に発表出来れば幸いである。

Notes :

- 1) ノーム・チョムスキー著, 勇 康雄訳述「文法の構造」(1963 年, 研究社)  
Noam Chomsky: *Syntactic Structures* (1962 年, Mouton & Co.)
- 2) 沢田允茂著「現代論理学入門」(1963 年, 岩波書店)
- 3) Jerrold J. Katz & Jerry A. Fodor: "The Structure of a Semantic Theory"  
*Language* Vol. 39 Number 2 (Part) (pp. 170~210)  
(1963 年, Linguistic Society of America at the Waverly Press Inc.)