範疇文法の基礎

藪 内　　稔

I

通常，範疇文法として知られている文法理論は，統語論と意味論の直接的な対応関係を明示し，任意の複合表現の意味はその部分の意味によって決まるとするフレーゲの原理を満たす内包意味論 intensional semantics を可能とする点で優れた形式性を備えている。

統語論構造は意味論構造を明確に反映すべきであるとする考えは，形式的には意味論構造と統語論構造とが準同型 homomorphism あるいは同型 isomorphism であるような文法体系の構築へと導き，複合表現の意味はその部分の意味によって決まるという考えは，複合表現の意味をその構成成分の意味の関数として明示的に形式化しようとする試みに導く（例えば，J.Allwood, Lars-G.Andersson and Ö.Dahl 1971，D.Wunderlich 1974，松村 1981 参照）。

意味範疇 Bedeutungskategorie という概念と用語をはじめて導入したのはドイツの哲学者 E. Husserl（1913）であったが，その Husserl の構想を土台として，ポーランドの論理学者 S. Leśniewski（1929），K. Ajdukiewicz（1935）によって範疇文法の基盤が築かれることとなった。その

後更に Y. Bar-Hillel（1953），J. Lambek（1958，1961）によってこの文法の形式化の研究が展開された。そして近年，D. Lewis（1972），M.J. Cresswell（1973）等の研究，とりわけ範疇文法と内包論理学の統合による Montague 文法（R. Montague 1970, 1973）の構築へと続き，今日に至っている[1]。

本稿では，範疇文法の基礎を築いた Ajdukiewicz（1935），Bar-Hillel（1953）および Lambek（1958，1961）の三研究に限定してそれらの形式化を詳細に辿って検証し，吟味することにする。範疇文法に基づいたいくつかの新たな自然言語研究の展開がみられる現在において，翻って，範疇文法の展開の先駆けとなった三研究の形式化の有効性を再検討することが必要と思われるからである。

Ⅱ

1．**Kazimierz Ajdukiewicz**（1935）**の形式化**

語の複合パタンの意味が，それ自体，これを構成する個々の語の意味から派生した統一のある意味をもつとき，このような語の複合パタンは統語的に結合されている syntactically connected という。文は統語的に結合された語の列の典型例である。

Ajdukiewicz（1935）は，統語結合 syntaktische Konnexität の問題の解の一例は B.A.W. Russell（1908）の階型理論にみられるものの，とりわけ簡潔でエレガントな形式化は Leśniewski（1929）の意味論的範疇 semantische Kategorie の理論によって提示されているとして，その理論を継承発展させた。

Ajdukiewicz は Leśniewski（1929）の演繹体系[2]：‘存在論 Ontologie’ における意味論的範疇の考えを受けて，意味論的範疇を**基本範疇** basic category と**関手範疇** functor category に二分した。基本範疇は文 sentence と名辞 name のただ 2 つから成る。関手範疇は，(1) それが順次とる項 argument の数（1 項，2 項, … etc）とその意味論的範疇，および，(2) 関手と項の結合の結果得られる複合表現の意味論的範疇によって特徴づけられる。

文範疇に属する語に対して指標 index s を，名辞範疇に属する語に対して指標 n を与える。関手範疇に属する語の指標は分数形式で表される。分母は関手と結合して有意味な複合表現を作る項の意味論的範疇の指標を示し，分子は関手と項の結合によって作られる複合表現の意味論的範疇を示す。例えば，1 つの名辞を項としてとることによって新たな名辞を作る関手―名辞形成関手 name-forming functor ―に属する語は分数指標 n/n として，2 つの名辞を項としてとることによって新たに文を作る関手―文形成関手 sentence-forming f. ―に属する語は指標 s/nn で表される。図 1 は Ajdukiewicz による意味論的範疇の分類を示す。

- 意味論的範疇 semantic category
  - 基本範疇 basic category
    - 文 範 疇 sentence category　s
    - 名辞範疇 name category　n
  - 関手範疇 functor category
    - 文形成関手 sentence–forming functor　$\frac{s}{n}, \frac{s}{nn}, \cdots, \frac{s}{sn}, \frac{s}{ns}, \frac{s}{s}, \frac{s}{ss}, \cdots$, ets
    - 名辞形成関手 name–forming functor　$\frac{n}{n}, \frac{n}{nn}, \frac{n}{sn}, \cdots$, etc
    - 関手形成関手[3] functor–forming functor　$\frac{\frac{s}{n}}{\frac{s}{n}}, \frac{\frac{s}{n}}{\frac{s}{n}\frac{s}{n}},$ etc

図 1．Ajdukiewicz (1935) による意味論的範疇の分類

任意の語の列は指標の系列に置き換えられる。いま命題論理と自然言語

（英語）から一例をとると，

〔例 1〕〈Peano–Russell の記号による命題〉

$$\begin{array}{cccccccc} p & \supset & q & \cdot\equiv\cdot & \sim & p & \vee & q \\ s & \frac{s}{ss} & s & \frac{s}{ss} & \frac{s}{s} & s & \frac{s}{ss} & s \end{array} \qquad (1)$$

〔例 2〕 *the lilac smells very strongly and the rose blooms*

$$\begin{array}{ccccccccc} \textit{the} & \textit{lilac} & \textit{smells} & \textit{very} & \textit{strongly} & \textit{and} & \textit{the} & \textit{rose} & \textit{blooms} \\ \frac{n}{n} & n & \frac{s}{n} & \frac{\left(\frac{s}{n}\right)/\left(\frac{s}{n}\right)}{\left(\frac{s}{n}\right)/\left(\frac{s}{n}\right)} & \frac{\frac{s}{n}}{\frac{s}{n}} & \frac{s}{ss} & \frac{n}{n} & n & \frac{s}{n} \end{array} \qquad (2)$$

Ajdukiewicz は外面的な語順に対応する指標系列は必ずしもその表現における部分の意味論的特性に基づいた内部関係性を明示している訳ではないとして，以下の手順で指標の組み換えをおこなうことによって統語結合を検討した。

全体の表現を関手と項の部分に分割する。このとき関手を当の表現の主関手 main f. という。例 1 では，この命題全体の主関手は同値関手 ≡ である。この関手の項は $p \supset q$ と $\sim p \vee q$ の 2 項である。従って主関手を始めの位置に，第 1 項を次に，第 2 項をその次に置く。こうして得られた主関手とその項を当の表現の 1 次部分 first-order parts という。

$$\begin{array}{cccccccc} \equiv, & p & \supset & q, & \sim & p & \vee & q \\ \frac{s}{ss} & s & \frac{s}{ss} & s & \frac{s}{s} & s & \frac{s}{ss} & s \end{array}$$

1 次部分
first-order parts

複合表現を主関手とその項に分割することが可能であるとき，この表現は**整合分節**的 well articulated と呼ぶ。さらに，上の一次区分に対して同じように部分分割の原理を適用し，以下同様に繰り返すと，

$$\begin{array}{cccccccc} \equiv, & \supset, & p, & q, & \vee, & \sim & p, & q \\ \frac{s}{ss} & \frac{s}{ss} & s & s & \frac{s}{ss} & \frac{s}{s} & s & s \end{array}$$

2 次部分
second-order parts (4)

$$\begin{array}{cccccccc} \equiv, & \supset, & p, & q, & \vee, & \sim, & p, & q \\ \frac{s}{ss} & \frac{s}{ss} & s & s & \frac{s}{ss} & \frac{s}{s} & s & s \end{array}$$

3 次部分
third-order parts (5)

部分分割の手順を繰り返して常に整合分節的な結果が得られるとき，原複合表現は**完全整合分節**的 well articulated throughout であるという。そして系列の部分が最終的に単一語に至るように順序化された語列を原表現の**適格語系列** proper word sequence といい，それに対応する指標の系列を原表現の**適格指標系列** proper index sequence という。(5)の語列および指標系列は (1)の命題表現の適格語系列および適格指標系列である。

次に適格指標系列を左から右に読んでいき，約分操作を繰り返していくと，1 次派生形 first derivative, 2 次派生形 second derivative,…, 最終派生形 final derivative として以下の系列が得られる。

$$\frac{s}{ss}\ \underline{\frac{s}{ss}\ s\ s}\ \frac{s}{ss}\ \frac{s}{s}\ s\ s \qquad \text{適格指標系列}$$

$$\frac{s}{ss}\ s\ \frac{s}{ss}\ \underline{\frac{s}{s}\ s}\ s \qquad \text{1 次派生形}$$

$$\frac{s}{ss}\ s\ \underline{\frac{s}{ss}\ s\ s} \qquad \text{2 次派生形}$$

$$\underline{\frac{s}{ss}\ s\ s} \qquad \text{3 次派生形}$$

$$s \qquad \text{4 次派生形}$$

表現に対する適格指標系列の最終派生を当の表現の**具現形** exponent という。

ここで統語結合を次のように定義できる。

定義　ある表現が統語的に結合されているとは，次の 3 つの条件が満されるとき，かつそのときに限る。

(1)　完全整合分節的である。

(2)　主関手として生起するあらゆる関手に対して，その指標の分母と同じ文字の項が正確に同数対応している。

(3)　単一の指標から成る具現形が存在する。

次に，例 2 の英語表現（2）の具現形を決定するために，適格指標系列を求め，**派生** derivation を逐次繰り返すと，

$$\frac{s}{ss}\quad \underbrace{\frac{\frac{\frac{s}{n}}{\frac{s}{n}}}{\frac{\frac{s}{n}}{\frac{s}{n}}}\ \ \frac{\frac{s}{n}}{\frac{s}{n}}}\ \ \frac{s}{n}\ \ \frac{n}{n}\ \ n\ \ \frac{s}{n}\ \ \frac{n}{n}\ \ n \qquad \text{適格指標系列　(6)}$$

$$\frac{s}{ss}\quad \underbrace{\frac{\frac{s}{n}}{\frac{s}{n}}\ \ \frac{s}{n}}\ \ \frac{n}{n}\ \ n\ \ \frac{s}{n}\ \ \frac{n}{n}\ \ n \qquad \text{1 次派生形}$$

$$\frac{s}{ss}\ \ \frac{s}{n}\ \ \underbrace{\frac{n}{n}\ \ n}\ \ \frac{s}{n}\ \ \frac{n}{n}\ \ n \qquad \text{2 次派生形}$$

$$\frac{s}{ss}\ \ \underbrace{\frac{s}{n}\ \ n}\ \ \frac{s}{n}\ \ \frac{n}{n}\ \ n \qquad \text{3 次派生形}$$

$$\frac{s}{ss}\ \ s\ \ \frac{s}{n}\ \ \underbrace{\frac{n}{n}\ \ n} \qquad \text{4 次派生形}$$

$$\frac{s}{ss}\ \ s\ \ \underbrace{\frac{s}{n}\ \ n} \qquad \text{5 次派生形}$$

$$\underbrace{\frac{s}{ss}\ \ s\ \ s} \qquad \text{6 次派生形}$$

$$s \qquad \text{7 次派生形}$$

よって例２の英語表現 *The liac smells very strongly and the rose blooms* は，前述の３条件を満たすから統語的に結合されている表現であるといえる。

２．Ajdukiewicz（1935）の方法の展開：整合式（wff）のためのアルゴリズム

１．で Ajdukiewicz の方法を述べたが，部分分割の手順を適用して原系列の部分が最終的に単一語に至るように順序化された適格語系列はポーランド記法による順序に他ならない。(5) の適格語系列を例にとると，

$$\begin{array}{cccccccc} \equiv, & \supset, & p, & q, & \vee, & \sim, & p, & q \\ E & C & p & q & A & N & p & q \end{array} \tag{7}$$

ここに p と q は互いに無関係な２つの語であり，語列 pq は２つの異なる語の連鎖 concatenation を表すのに対して，関手は語の列を結合して単一の統一された語列を作る語といえる。(7) の結合関係を示すと次のようになる。

$$\underbrace{E\ \overbrace{C\ p\ q}\ \overbrace{A\ \underbrace{N\ p}\ q}}$$

一般にポーランド記法として知られている J. Łukasiewicz（1929）による括弧を必要としない parenthesis-free 表記法は論理式の真偽計算を容易にするうえで優れている（J.M. Bocheński　1948, A.N. Prior　1962)。

仮に $p=1$（真），$q=0$（偽）としたときの(7)の真偽値は

$$\begin{array}{l} E\ C\ p\ q\ A\ N\ p\ q \\ E\ \underbrace{C\ 1\ 0}\ A\ \underbrace{N\ 1}\ 0 \\ E\quad 0\quad \underbrace{A\quad 0\quad 0} \\ \underbrace{E\quad 0\qquad 0}_{1} \end{array} \tag{8}$$

A.W. Burks, D.M. Warren and J.B. Wright（1954）や R.R. Korfhage（1966）は，一定の論理式が**整合** well-formed であるかどうかをみるためのアルゴリスムを提示した[4]。以下，このアルゴリスムを適用することによって，Ajdukiewicz（1935）の統語結合の形式化を一歩進めてみる。

記号列に対してランク rank を次のような仕方で割り付ける。命題変数 $p, q, r, \cdots$ はランク＋1（それ自体単独で整合論理式 wff），2項関手 C, K, A, E はランク－1（2つの記号を結合することによって記号の数を縮小させる），1項関手 N はランク0をもつ。

整合式のためのアルゴリスム　ポーランド記法による論理式を $S=s_1 s_2 \cdots s_{n-1} s_n$ とする。ここで，s_i（$i=1, 2, \cdots, n$）のランクを r_i とする。

1）論理式の右端から部分和の系列を求める。

$$\Sigma_n = r_n$$
$$\Sigma_{n-1} = r_{n-1} + r_n$$
$$\vdots$$
$$\Sigma_2 = r_2 + \cdots + r_{n-1} + r_n$$
$$\Sigma_1 = r_1 + r_2 + \cdots + r_{n-1} + r_n$$

2）S は（1）各々の Σ_i が正（$\geqq 1$）であり（$i=1, 2, \cdots, n$），かつ，（2）$\Sigma_1 = 1$ であるとき，そのときに限り整合式である（この証明は Burks et al. 1954 で示されている）。

3）左端から始めて，次の2つの系列 $t_1, \cdots, t_n$ と $c_1, \cdots, c_n$ を作る。

(a) $t_1 = 1$，$c_1 = 0$；

(b) $i = 1, 2, \cdots, n-1$ に対して

$\Sigma_{i+1} > \Sigma_i$ ならば，$t_{i+1} = t_i + 1$，$c_{i+1} = 0$；

$\Sigma_{i+1} = \Sigma_i$ ならば，$t_{i+1} = t_i + 1$，$c_{i+1} = 1$；

$\Sigma_{i+1} < \Sigma_i$ ならば，$c_k = 0$ となる最後の k を求める；

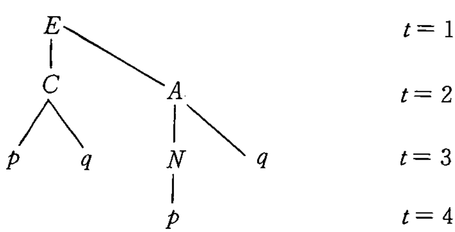
次に $t_{i+1}=t_k$，$c_{i+1}=1$，$c_k=1$ と置く。

4）当の論理式が整合式であって，上の手順が適正に続けられるならば，そのとき最終的に $c_1=0$，$c_i=1$ $(i=2,\cdots,n)$ である。そして t_i はその出現の順序において，樹 tree における i 番目の水準を占める。

論理式 *ECpq ANpq* に対してこの手順を適用すると

	E	C	p	q	A	N	p	q
Σ	1	2	3	2	1	2	2	1
t	1	2	3	3	2	3	4	3
c	0	ϕ	ϕ	1	1	ϕ	1	1
		1	1			1		

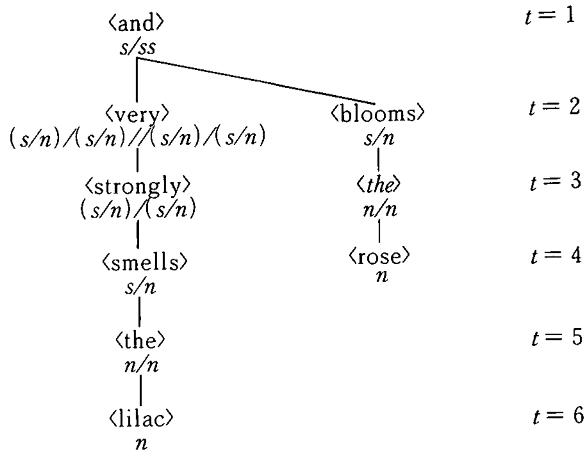
t の値に従って樹を求めると次のようになる。



（2）の英語表現 *The lilac smells very strongly and the rose blooms* の適格指標系列（6）に対してこの手順を適用すると，

	s/ss	$(s/n)/(s/n)//(s/n)/(s/n)$	$(s/n)/(s/n)$	s/n	n/n	n	s/n	n/n	n
Σ	1	2	2	2	2	2	1	1	1
t	1	2	3	4	5	6	2	3	4
c	0	ϕ	1	1	1	1	1	1	1
		1							

よって *The lilac smells very strongly and the rose blooms* は整合文 well formed sentence である。その樹表現は次のようになる。



Ⅲ

1．Yehoshua Bar-Hillel（1953）の表記法

Bar-Hillel（1953）は，ポーランドの哲学誌に発表されたためにアメリカの言語学者の知るところとはならなかった Ajdukiewicz（1935）の統語結合の形式的記述の方法と，当時のアメリカ構造言語学者の展開した統語記述の方法との統合を試みて，語の列の統語特性の計算を可能とする，所謂，準算術的 quasi-arithmetical 表記法を提案した。

Bar-Hillel は方法の展開にあたって，まず，**トークン** token，**形態** form，および**タイプ** type の関係を示した。所与の任意の 2 つの要素トークン element-token に関して，それらが同一形態 equiformity の関係にあるかどうかは既知のことと仮定する。つまり，ここでは同一形態の関係は無定義根源関係とする。いくつかの要素トークンが同一形態であるとき，それらは同じ要素形態 element-form に属するという。同様にして，この同一形態の関係は語列トークン string-token 間に対しても拡張することができ

る。いま，何らかの形態を取るトークンがすべて同一の範疇に属するとき，この形態を**純** pure という。それに対して，何らかの形態を取るトークンのすべてが同一の範疇に属するのではなく，n 個の範疇のどれかに属するようなとき，この形態を**混合** mixed という。混合形態は n 個の異なるタイプ範疇 type-category に属する n タイプの集合論的和と見做すことができる。当然，純形態は唯一つのタイプである。例えば *Paul* のトークンがすべて同一のトークン範疇（即ち，固有名）に属するとすれば，そのとき *Paul* のタイプは固有名のタイプ範疇に属する。また *poor* のトークンのいくつかは或る範疇に属し，他のいくつかは別の範疇に属し，さらに残りの他のものは第三の範疇に属して，かつそれら3つの範疇以外には属さないのであれば，形態 *poor* は混合形態で，かつ，3つのタイプ，仮に $poor_1$，$poor_2$，$poor_3$ から構成されていると見做される。

与えられた脈絡において，トークンのタイプを確定するためにはその言語環境 linguistic environment を考慮する必要がある。場合によっては，トークンの産出された言語外環境 extra-linguistic の脈絡も考慮に入れなければならないこともある。しかしながら，ここでは表記法の有効性を図るため，発話を含めた言語環境からトークンのタイプが充分確定できるケースを対象にして取り扱うものとする。いま各々の要素形態に対して，当の形態のトークンが属するタイプの範疇を表すために，n（$\geqq 1$）個の記号を割り付けることにする。この記号を形態の指標 index，そのクラスを形態の指標クラス index-class という。要素の列に対してはその指標の系列が対応づけられる。

要素でない文はすべて，ある部分系列の，それ以外の部分系列への**演算** operation の結果として見做される。前者の部分系列を**演算子** operator，後者の部分系列を**項** argument と呼ぶ。項となる部分系列は線形順序

linear order の両方向，すなわち演算子部分系列の右側に隣接することも，あるいは左側に隣接することもある。例えば2要素文は1つの演算子と1つの項から成る。*run, exit* のような要素（自動詞）は左側の要素（名詞）と結合することによって文を作る(例えば，*John ran.*)。演算子が1つの項をとるとき1項演算子 singulary operator という。演算子が2つの項をとるとき2項 binary 演算子，3項をとるとき3項 ternary 演算子…という。項の位置によって，例えば1項右演算子，2項左演算子，2項右－左演算子，…というように区別される。よって演算子を次のように表すことができる。

範疇 $\alpha_1, \cdots, \alpha_m$ に属する m 個の左項と範疇 $\beta_1, \cdots, \beta_n$ に属する n 個の右項から文 s を作る演算子は範疇

$$\frac{s}{(\alpha_m)\cdots(\alpha_1)[\beta_1]\cdots[\beta_n]}, \quad m+n \geqq 1 \tag{9}$$

に属する。一般に，範疇 $\alpha_1, \cdots, \alpha_m$ に属する m 個の左項と範疇 $\beta_1, \cdots, \beta_n$ に属する n 個の右項から範疇 γ に属する語列を作る演算子は範疇

$$\frac{\gamma}{(\alpha_m)\cdots(\alpha_1)[\beta_1]\cdots[\beta_n]}, \quad m+n \geqq 1 \tag{10}$$

に属する。

項のなかでいわば‘絶対 absolute’項としてのタイプが存在する。このタイプは**基本範疇**に属するといわれる。基本範疇に属するものとして，Ajdukiewicz（1935）と同様に文 s および名辞 n を置く。基本範疇に属さない語（列）はすべて**演算子範疇**に属する。

指標系列のうえの演算操作を**派生** derivation という。派生は部分系列

$$(\alpha_m)\cdots(\alpha_1)\frac{\gamma}{(\alpha_m)\cdots(\alpha_1)[\beta_1]\cdots[\beta_n]}[\beta_1]\cdots[\beta_n], (m+n \geqq 1)$$

を語列γに置き換える操作として理解されよう。派生は次式の形で表す。

$$(\alpha_m)\cdots(\alpha_1)\frac{\gamma}{(\alpha_m)\cdots(\alpha_1)[\beta_1]\cdots[\beta_n]}[\beta_1]\cdots[\beta_n]\to\gamma \tag{11}$$

派生の結果得られた指標系列を原系列の**派生形** derivative という。とくに項と同じ範疇に属する語列を作る演算子を**内心型** endotypic，項と異なる範疇に属する演算子を**外心型** exotypic と呼んで区別する[5]。$n/[n]$, $n/(n)[n]$, $s/[s]$, …は内心型であり，$s/[n]$, $s/(n)[n]$, $n/[s]$…は外心型である[6]。

次に 1 つの簡単な英語列 *Poor John sleeps* を例にとって構造言語学の統語記述と Bar-Hillel の統語特性の形式的記述とを比較，検討する。

Poor John sleeps を Harris（1951）流に構造分析をおこなうと以下のようになるであろう。

poor → A（adjective 形容詞）

John → N（noun 名詞）

sleep → V（verb 動詞）

$-s \to V_v$（morpheme 動詞句を作るために動詞に付加された形態素）

poor John → $A \frown N \to N$

sleeps → $V \frown V_v \to V$

Poor John sleeps → $N \frown V \to \Sigma$ （sentence 文）

（ただし，Harris（1951）は矢印の代りに等号をアークの代りに並置 juxtaposition を用いている。）

Bar-Hillel の表記法によると，*John* は範疇 n に，*poor* は範疇 $\frac{n}{[n]}$ に，*sleep* は $\frac{s}{(n)}$ に属するものと見做される。ここで n は近似的には名詞的語列として，$\frac{n}{[n]}$ は右側にくる n と結合することによって同じ範疇 n に属する語列を作る語列の範疇として，また $\frac{s}{(n)}$ は左側の n と結合すること

によって文の範疇 s を作る語列の範疇として解釈される。よって *Poor John sleeps* に対応する指標系列は $\frac{n}{[n]}\ n\ \frac{s}{(n)}$，この系列に対して派生を逐次繰り返すと

$$\underbrace{\underbrace{\overset{\textit{Poor}}{\frac{n}{[n]}}\qquad \overset{\textit{John}}{n}}_{n}\qquad \overset{\textit{sleeps}}{\frac{s}{(n)}}}_{s} \qquad (12)$$

これ以上の派生は不可能であるから，s は最終派生形である。最終派生形を**具現形** exponent といい，具現形が単一指標から成るとき，これを適格具現形 proper exponent という。特に単一指標 s に至る適格具現形を**整合文**（あるいは**適格文**）well-formed sentence という。

ところで *John sleeps* は *Poor John sleeps* の構成素であろうか。*John sleeps* に対応する指標系列は $n\ \frac{s}{(n)}$ であるから，一次派生の結果，単一指標 s が得られる。もしも構成素であるとしたら，*poor* に対する指標 $\frac{n}{[n]}$ と，*John sleeps* に対応する指標系列の派生の結果得られる指標との派生形は最終的には s に至るはずである。ところが，

$$\overset{\textit{poor}}{\frac{n}{[n]}}\qquad \underbrace{\overset{(\textit{John}}{n}\qquad \overset{\textit{sleeps})}{\frac{s}{(n)}}}_{s} \qquad (13)$$

となり，これ以上の派生は不可能である。従って *John sleeps* はそれ自体は適格文であるが，*Poor John sleeps* の構成素ではないといえる。それに対して *poor John* は(12)で明らかなように *Poor John sleeps* の構成素である。よって，構成素に関して次の定義を得る。

定義　派生 d_1 に関して，系列 m_1 が語列 m_2 内部の或る位置において結合的であるのは，次の3つの条件が成り立つとき，かつ，そのときに限る。

（1）m_1 は結合的である。

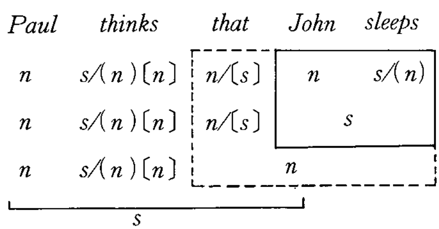
（2）d_1 は適格派生である。

（3）d_1 は，m_2 内部の当の位置における m_1 の指標系列が適格具現形をもつような部分派生 subdivision を包摂する。

このようにして，Bar-Hillel は，与えられた語列の統語結合性 syntactic connexity を検定するための機械的，操作的な方法に加えて，統語演算の結果，統語的に結合した語列の構成素の範疇分類を指定することを可能としたのである。

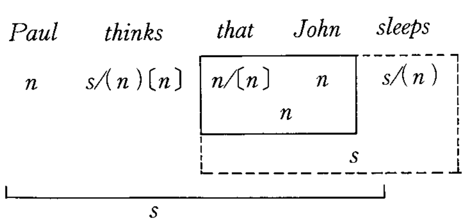
いまもう1つの例として，英文 *Paul thinks that John sleeps* を取り上げてみる。これに対しては次の二通りの適正派生が導かれよう。

A：



(14)

B：



(15)

これによると *John sleeps* は **A** では *Paul thinks that John sleeps* の構成素であるが，**B** では構成素ではない。それに対して，*that John* は **A** では *Paul* *thinks that John sleeps* の構成素ではないが，**B** では構成素である。ところが *that John sleeps* は **A**，**B** ともに *Paul thinks that John sleeps* の構成素であることは明らかであるが，**A** は2次派生で具現形 *n* を取り，**B** は2次派生で具現形 *s* を取る点で相異っている。

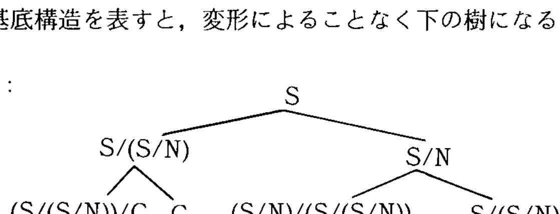
2．多義文の範疇表記

前節において，*Paul thinks that John sleeps* のような多義文は，範疇文法の表記法によって，構成素構造の違いという観点から適切に説明されることが示された。

しかしながら，複数の量化子 quantifier を含む，例えば *Every woman eats something* のような文は**量化子作用域** scope **において多義的**である（藪内 1983 参照)。即ち，*something* が狭い作用域をもつ '∀∃' 解釈としても，あるいは広い作用域をもつ '∃∀' 解釈としても読み取ることが可能である。このようなレベルでの多義性を含む文は Ajdukiewicz や Bar-Hillel の方法をそのままの形で用いて適格に分析することは不可能であろう。

そこで**範疇基底変形文法**　category based transformational grammar を展開した D. Lewis (1972) に従い，弱い意味での読み，即ち '∀∃' 読みに対する基底構造を表すと，変形によることなく下の樹になる。

'∀∃' 読み：

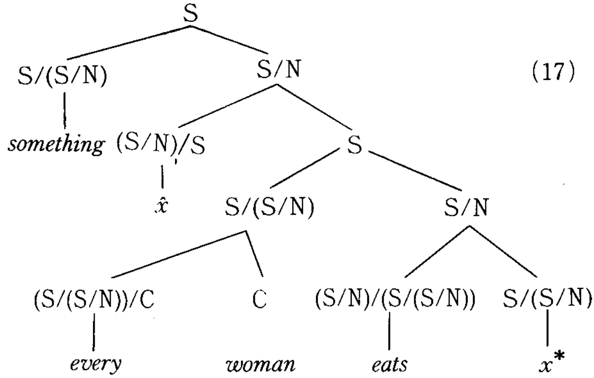


(16)

それに対して，強い意味での読み，即ち '∃∀' 読みに対する基底構造は下

の樹となる。ここで，見かけの名詞句目的語 '*something*' は 'loves' の事実上の目的語である擬似変数名詞句 'x^*' を束縛することによって得られた動詞句の主語として取り扱われる。

'∃∀' 読み：



(17)

範疇文法は，その簡潔でエレガントな形式化にもかかわらず，Bar-Hillel (1953) の展開以後も，多くの言語学者たちの注目を集めるところとはならなかった。後に Bar-Hillel (1960_b) は，Chomsky (1956) の展開した変形モデル transformational model の構想を受けて，変形という付加的操作を伴う範疇文法の展開の可能性を示唆した。その後かなりの間をおいて，範疇文法を基底として変形構成素を付加した範疇基底変形文法の研究を発展させたのは J. Lyons (1966) や Lewis (1972) である。

Ⅳ

1．Joachim Lambek (1958, 1961) の統語計算演繹体系

文であるかどうかを見分けるための有効なアルゴリズムを形式化する試みは Ajdukiewicz (1935) によってなされ，後に Bar-Hillel (1953) による統語結合の算術化によって精緻化されることとなったが，J. Lambek

（1958, 1961）はさらに彼らの技法に基づいて統語計算 syntactic calculus と呼ぶ数学系を展開した。

Lambek は G. Gentzen（1935）が考案した 'Sequenzenkalkül' の方法[7)]に従って統語計算の演繹体系を次のように定義した。

統語計算演繹体系　Σ

タイプの定義

ⅰ）基本 primitive タイプはタイプである。

ⅱ）xとyがタイプのとき（xy），（x/y），（$x\backslash y$）はタイプである。

式の定義

タイプxの仮定の下でタイプyが成立することを式 formula $x \rightarrow y$で表す。

規則

(a) $$x \rightarrow x$$

(b) $(xy)z \rightarrow x(yz)$　　　(b′) $x(yz) \rightarrow (xy)z$

(c) $\dfrac{xy \rightarrow z}{x \rightarrow z/y}$　　　(c′) $\dfrac{xy \rightarrow z}{y \rightarrow x\backslash z}$

(d) $\dfrac{x \rightarrow z/y}{xy \rightarrow z}$　　　(d′) $\dfrac{y \rightarrow x\backslash z}{xy \rightarrow z}$

(e) $$\frac{x \rightarrow y \quad y \rightarrow z}{x \rightarrow z}$$

ここで（a），（b），（b′）は式，（c），（c′），（d），（d′），（e）は**推論規則** inference rule である。各々の推論規則において横棒はその上の式を前提 premise として，その下の式を結論 conclusion として導かれることを示している。(a) および結合律（b），（b′）を公理とし，（c)～(e）を推論規則とした演繹系をタイプの結合的計算あるいは結合的統語計算 associative syntactic calculus と称することもある。この系から多くの規則が証

明できる。例えば

(f)　$x \to (xy)/y$

(g)　$(z/y)y \to z$

(h)　$y \to (z/y)\backslash z$

(i)　$(z/y)(y/x) \to z/x$

(j)　$z/y \to (z/x)/(y/x)$

(k)　$(x\backslash y)/z \rightleftarrows x\backslash(y/z)$

(l)　$(x/y)/z \rightleftarrows x/(zy)$

(m)　$\dfrac{x \to x' \quad y \to y'}{xy \to x'y'}$

(n)　$\dfrac{x \to x' \quad y \to y'}{x/y' \to x'/y}$

例えば（g），および（g）の双対（g′）$x(x\backslash z) \to z$ は（d），および（d′）を用いることによって導かれる。

$$\dfrac{z/y \to z/y}{(z/y)y \to z}\,(\mathrm{d}) \qquad \dfrac{x\backslash z \to x\backslash z}{x(x\backslash z) \to z}\,(\mathrm{d}')$$

次の図は（m）の証明図である。（他は証明を省略する。）

$$\dfrac{\dfrac{\dfrac{x \to x' \quad \dfrac{x'y \to x'y}{x' \to (x'y)/y}\,(\mathrm{c})}{x \to (x'y)/y}\,(\mathrm{e})}{xy \to x'y}\,(\mathrm{d}) \quad \dfrac{\dfrac{y \to y' \quad \dfrac{x'y' \to x'y'}{y' \to x'\backslash(x'y')}\,(\mathrm{c}')}{y \to x'\backslash(x'y')}\,(\mathrm{e})}{x'y \to x'y'}\,(\mathrm{d}')}{xy \to x'y'}\,(\mathrm{e})$$

この演繹体系 Σ は明確な**決定手続** decision procedure を欠いている。Gentzen（1935）による形式化では基本定理 Hauptsatz と呼ばれる重要な性質が成立するが，これを証明するためには公理を表す基本式 Grundsequenz として A → A の形のものしか許さない。このためには（b),（b′）は推論の形に改める必要がある。また（c)～(e）の推論も一般的な形に改めなければならない。Lambek（1958）は統語計算の決定手続を記述するために上述の結合的統語計算の形式的拡張をおこなっている。

統語計算体系　Σ_g

式（sequent）の定義

$x_1, x_2, \cdots, x_n$，yをタイプとするとき

$x_1, x_2, \cdots, x_n \rightarrow y$

という形式的表現を式という。式の内容的解釈は $x_1, x_2, \cdots, x_n$, の仮定の下で yが成立するということである。この式は内容的には

$(\cdots((x_1, x_2)x_3)\cdots x_n) \rightarrow y$

を意味する。いま xを列 $x_1, x_2, \cdots, x_n$ をなんらかの仕方でグルーピングすることによって得られた x_iの任意の可能な積 product であるとする。規則（b),（b′),（m）および（e）を繰り返し適用することによって

$x \rightleftarrows (\cdots((x_1, x_2)x_3)\cdots)$

が求まる。よって上の式は式 $x \rightarrow y$に同値である。

タイプの系列（空列も含む）を大文字で表す。“U, V” は Uと Vの並置 juxtaposition によって得られた系列を意味する。Uが空のとき U, Vは V, Vが空のとき U, Vは Uを意味する。空でない T, P, Qが与えられたとき，（a)～(e）の帰結として次の規則が得られる。

規則

(A)　$x \rightarrow x$

(B)　$\dfrac{T, y \rightarrow x}{T \rightarrow x/y}$　　(B′)　$\dfrac{y, T \rightarrow x}{T \rightarrow y \backslash x}$

(C) $\dfrac{T \to y \qquad U, x, V \to z}{U, x/y, T, V \to z}$ (C′) $\dfrac{T \to y \qquad U, x, V \to z}{U, T, y\backslash x, V \to z}$

(D) $$\dfrac{U, x, y, V \to z}{U, xy, V \to z}$$

(E) $$\dfrac{P \to x \qquad Q \to y}{P, Q \to xy}$$

規則（A）は（a）に同じであり，（B）は（c）になる。同様に（B′）は（c′）に，（D）は直接導かれる。また系列 T，U，V，P，Q がそれぞれの項の積に置き換えられるとき（E）は（m）になる。(a)～(e）から（A）～(E）を導くには（C′）は（C）に双対であるから（C）を証明すればよい。

はじめに U と V が空の系列である場合について証明する。T をその項の積 t で置き換えると，（C）は $t \to y$ かつ $x \to z$ ならば $(x/y)t \to z$ の形をとることに注目して，

$$\dfrac{\dfrac{x \to z \qquad t \to y}{x/y \to z/t}\,(\mathrm{n})}{(x/y)t \to z}\,(\mathrm{d})$$

次に，U が空の系列，V が空でない系列である場合。V の項をその積 v で置き換えることによって，

$$\dfrac{\dfrac{\dfrac{xv \to z}{x \to z/v}\,(\mathrm{c}) \qquad t \to y}{x/y \to (z/v)/t}\,(\mathrm{n})}{((x/y)t)v \to z}\,(\mathrm{d}\text{ を 2 回})$$

U が空の系列でない残りの2つのケースに対しても同様に証明できる。

次に，逆に規則（A)～(E）から（a)～(e）を演繹することによって2つの規則の組が同値であることを示す。いまカット cut と呼ばれる規則（F）

を付け加えることにする。

$$\text{(F)} \qquad \frac{T \to x \qquad U, x, V \to y}{U, T, V \to y}$$

（a）は（A）に一致している。（e）は（F）の特殊ケースである。従って（b），（c），（d）を証明すればよい。

(b)の証明

$$\dfrac{\dfrac{\dfrac{x \to x \qquad \dfrac{y \to y \qquad z \to z}{y,z \to yz}\,(\mathrm{E})}{x,y,z \to x(yz)}\,(\mathrm{E})}{xy,z \to x(yz)}\,(\mathrm{D})}{(xy)z \to x(yz)}\,(\mathrm{D})$$

(c)の証明

$$\dfrac{\dfrac{\dfrac{\dfrac{x \to x \qquad y \to y}{x,y \to xy}\,(\mathrm{E})}{x \to (xy)/y}\,(\mathrm{B}) \qquad \dfrac{y \to y \qquad xy \to z}{(xy)/y,y \to z}\,(\mathrm{C})}{x,y \to z}\,(\mathrm{F})}{x \to z/y}\,(\mathrm{B})$$

(d)の証明

$$\dfrac{\dfrac{\dfrac{x \to z/y \qquad y \to y}{x,y \to (z/y)y}\,(\mathrm{E}) \qquad \dfrac{\dfrac{y \to y \qquad z \to z}{z/y,y \to z}\,(\mathrm{C})}{(z/y)y \to z}\,(\mathrm{D})}{x,y \to z}\,(\mathrm{F})}{xy \to z}\,(\mathrm{D})$$

式における結合子 connective ・，/ および \ の生起の全数をその式の**度数** degree という。カット以外の規則をみると結論に結合子・，/，\ のうちのひとつが新たに加えられていて，結論の度数は前提の度数の和よりも

大きいことがわかる。式 $U\rightarrow V$ が与えられたとき，結論から逆の方向に有限回進めることによって証明図の形で証明を与えることができる。よって，式 $U\rightarrow x$ は証明可能であるとき，かつそのときに限り決定可能である。

以下，英語表現のいくつかを例にとってLambek の統語計算演繹体系を適用し，その有効性を検討する。

1)　*John works*　　　　（*poor John*） *works*

$$\dfrac{n \qquad n\backslash s}{s}\,(\mathrm{g}') \qquad\qquad \dfrac{\dfrac{n\backslash n \qquad n}{n}\,(\mathrm{g}) \qquad n\backslash s}{s}\,(\mathrm{g}')$$

演繹系から導かれた（g）およびその双対（g′）を適用することによってこれらは適格文であることがわかる。

2)　**副詞**（adverb）

（*John works*）　*here*　　　　*John*（*works*　*here*）

$$\dfrac{\dfrac{n \qquad n\backslash s}{s}\,(\mathrm{g}') \qquad s\backslash s}{s}\,(\mathrm{g}') \qquad\qquad \dfrac{n \qquad \dfrac{n\backslash s \quad (n\backslash s)\backslash(n\backslash s)}{n\backslash s}\,(\mathrm{g}')}{s}\,(\mathrm{g}')$$

語 *here* は左側はタイプ $s\backslash s$ であるのに対し，右側はタイプ $(n\backslash s)\backslash(n\backslash s)$ をもつ。即ち左側が文修飾として作用するのに対して，右側は述語修飾として作用している。タイプ $s\backslash s$ をもつ副詞的表現はすべて $(n\backslash s)\backslash(n\backslash s)$ をもつ。この関係は規則（j）で示されている。

$$s\backslash s\rightarrow(n\backslash s)\backslash(n\backslash s) \tag{18}$$

3)　**他動詞**（transitive verb）

John（*likes Jane*）　　　　（*John likes*） *Jane*

$$\dfrac{n \qquad \dfrac{(n\backslash s)/n \quad n}{n\backslash s}\,(\mathrm{g})}{s}\,(\mathrm{g}') \qquad\qquad \dfrac{\dfrac{n \quad n\backslash(s/n)}{s/n}\,(\mathrm{g}') \qquad n}{s}\,(\mathrm{g})$$

*likes*の２つのタイプを同値とみなすとすれば

$$(n\backslash s)/n \rightleftarrows n\backslash(s/n) \tag{19}$$

この同値関係は規則（k）で与えられている。同値のタイプを区別する必要のないとき，$n\backslash s/n$と書く。

4） **代名詞**（pronoun）

$$\begin{array}{cc} \textit{he} & \textit{works} \\ s/(n\backslash s) & n\backslash s \end{array} \;\Rightarrow\; s \quad (g)$$

$$\begin{array}{ccc} \textit{John} & \textit{likes} & \textit{him} \\ n & n\backslash s/n & (s/n)\backslash s \end{array}$$
$$n \;\; n\backslash s/n \Rightarrow s/n \quad (g') \qquad s/n \;\; (s/n)\backslash s \Rightarrow s \quad (g')$$

$$\begin{array}{ccc} \textit{he} & \textit{likes} & \textit{Jane} \\ s/(n\backslash s) & n\backslash s/n & n \end{array}$$
$$n\backslash s/n \;\; n \Rightarrow n\backslash s \quad (g) \qquad s/(n\backslash s) \;\; n\backslash s \Rightarrow s \quad (g)$$

代名詞 *he* はタイプ $s/(n\backslash s)$，*him* はタイプ $(s/n)\backslash s$ をもつ。E. Sapir（1949）は前者を代名詞の前一動詞 pre-verbal ケース，後者を代名詞の後一動詞 post-verbal ケースと呼んでいる。これらに異なったタイプを割付けることによってその形式の相異を一層明確にすることができる。

男性の固有名詞，例えば John は代名詞 *he* および *him* のタイプをもつが，これは規則（h）および（k）で示される。

$$n \rightarrow s/(n\backslash s) \leftrightarrows (s/n)\backslash s \tag{20}$$

5）

(*John works*) (*for Jane*)

$$\begin{array}{cccc} n & n\backslash s & (s\backslash s)/n & n \end{array}$$
$$n \;\; n\backslash s \Rightarrow s \qquad (s\backslash s)/n \;\; n \Rightarrow s\backslash s \quad (g)$$
$$s \;\; s\backslash s \Rightarrow s \quad (g')$$

Jane (*works* (*for Jane*))

$$\begin{array}{cccc} n & n\backslash s & s\backslash s/n & n \end{array}$$
$$s\backslash s/n \;\; n \Rightarrow s\backslash s \quad (g)$$
$$n\backslash s \;\; s\backslash s \Rightarrow n\backslash s \quad (i)$$
$$n \;\; n\backslash s \Rightarrow s \quad (g')$$

John works for Jane は左側の派生の他に，規則（i）を用いて右のように分析することができる。

Lambek（1958）はこのような分析を通して，語のタイプと伝統文法の品詞 part of speech および C.C. Fries（1952）の品詞分類とを対照させた（表１）。

表１

タイプ（Type）	品詞（Part of Speech）	Fries class	語 word
n\s	自動詞（intransitive verb）	2C	work
n\n	形容詞（adjective）	3	poor
s\s	副詞（adverb）	4	here
n\s/(n\s)	副詞（adverb）		never
s\s/n	前置詞（preposition）	F	for
n\s/n	他動詞（transitive verb）	2B	likes
s\s/s	接続詞（conjunction）	E,J	and

２．Lambek の演繹系と一般化範疇文法

ごく最近，E. Bach（1983_a）（1983_b）は一般化範疇文法 generalized categorial grammar の体系化を試みている。ここではその細部に立ち入らず，その中（1983_a）で触れられている定冠詞・前置詞融合および主語・補助詞倒置 subject AUX inversion について，Lambek（1958，1961）の演繹体系の観点から検討する。

Bach は Bar-Hillel（1935）や Lambek（1958，1961）の有向 directional 範疇を採用して範疇を次のように定義した。

CAT は次のⅰ，ⅱで定められる最小の集合である。

ⅰ．　a, b, $\cdots \in$ CAT（ここに a, b, …は原 primitive 範疇の有限集合）。

ⅱ．　a, $b \in$ CAT のとき，a/b, $b \backslash a \in$CAT。

範疇は Montague (1973) の PTQ[8] と同様，基本 (B) 表現あるいは句 (P)

表現の集合の指標として用いられる。

結合の一般則は次のⅠ，Ⅱで与えられる。

Ⅰ. $\alpha \in P_{a/b}$ かつ $\beta \in P_b$ のとき，$\alpha\beta \in P_a$

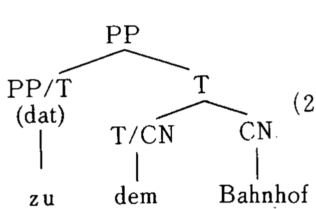
Ⅱ. $\beta \in P_b$ かつ $\alpha \in P_{b \backslash a}$ のとき，$\beta\alpha \in P_a$

さらに Bach（1983a）は Aspects（Chomsky　1965）以後の変形理論の一部（古くは Harman 1963, 最近では Gazdar 1982, von Stechow 1979 等）において採用されている**素性系** feature system を導入して，項の相対的順序づけだけでなく，格 case，数 number 人称 person 等の統語特性を組み入れることによって範疇文法の一般化を図っている。簡単な例をとれば，英語における前置詞は関手範疇 PP/NP(acc) に属する。ここに acc（accusative case）は項 NP における格の要件を示す（*for I* でなく *for me*）。独語における前置詞はその格支配関係によってPP/NP(dat)，PP/NP(gen)，PP/NP(acc) と表される。

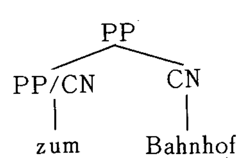
定冠詞・前置詞融合（独語）

弱アクセントの定冠詞単数形 dem, der, das, den は一定の前置詞と融合して 1 語を形成する。*am* Sonnabend, *beim* Essen, *zur* Erholung, *auf* herzlichste（G. Helbig und J. Buscha 1977 参照）。

例えば *zu dem Bahnhof* は分析樹（21）で表されるが，その融合形の *zum Bahnhof* は分析樹（21）で表される。



(21)



(22)

この定冠詞・前置詞融合は Lambek（1958）の演繹体系 Σ の規則
(i):$(z/y)(y/x) \rightarrow z/x$ から導かれる。即ち

$$(\mathrm{PP/T})(\mathrm{T/C}) \rightarrow \mathrm{PP/CN} \tag{23}$$

zu　dem　　zum

主語・補助詞倒置（Subject AUX Inversion）

Bach（1983）は主語・補助詞倒置を次の語彙規則で表している。

$$\underset{(\mathrm{nom})}{(\mathrm{T}\backslash\mathrm{S})}/\underset{(+\mathrm{tns})}{(\mathrm{t/e})} \leftrightarrow \underset{(+\mathrm{tns})}{(\mathrm{S}/(\mathrm{t/e}))}/\underset{(\mathrm{nom})}{\mathrm{T}} \tag{24}$$

ここで T は名辞句 term-phrase の範疇名，（t/e）は自動詞 intransitive verb の範疇ラベル，tns は時制素性である。Lambek の演繹体系 Σ の規則を用いて平叙文における AUX の範疇を求めると，

$$\cfrac{\cfrac{\mathrm{T}\quad \mathrm{AUX}\quad (\mathrm{t/e}) \rightarrow \mathrm{S}}{\mathrm{T}\quad \mathrm{AUX} \rightarrow \mathrm{S}/(\mathrm{t/e})}\,(\mathrm{c})}{\mathrm{AUX} \rightarrow \mathrm{T}\backslash\mathrm{S}/(\mathrm{t/e})}\,(\mathrm{c}') \tag{25}$$

同様に疑問文における AUX の範疇を求めると，

$$\cfrac{\cfrac{\mathrm{AUX}\quad \mathrm{T}\quad (\mathrm{t/e}) \rightarrow \mathrm{S}}{\mathrm{AUX}\quad \mathrm{T} \rightarrow \mathrm{S}/(\mathrm{t/e})}\,(\mathrm{c})}{\mathrm{AUX} \rightarrow \mathrm{S}/(\mathrm{t/e})/\mathrm{T}}\,(\mathrm{c}) \tag{26}$$

従って，(25)，(26)より主語·補助詞倒置の語彙規則(24)が導かれる。

V

Bar-Hillel, Gifman, Shamir（1960）が範疇文法と文脈自由構造文法 context-free phrase structure grammar は生成能力において弱同値であることを示して以来，範疇文法は句構造文法に吸収同化された観すら呈していた。しかしながら，ごく最近になって，Ajdukiewicz（1935）の基本構

想に立ち戻って，句構造規則によらない範疇文法の理論的枠組から自然言語を研究しようとする積極的なアプローチがみられる。Bach（1983）やS.F. Schmerling（1983 ai 1983 b）による英語補助詞の研究や M. Flynn（1983）による語順規約 word order convention の研究等がそうである。Schmerling（1983 a）は次のように研究を結んでいる。

> Though it is quite likey that the system of syntactic categories used in the present fragment could be translated into a system of Phrase-Structure categories, it should be borne in mind that importance of the framework adopted here lies precisely in its heuristic value. For a Phrase-Structure-based account to be of interest, it must be grounded in a theory of categories possessing a comparable heulistic value. … a Phrase-Structure-based account that is not grounded in a theory of categories is of no theoretical import.

創造的価値と評価するに足る範疇文法の理論的体系化のなお多くの部分は今後に残された課題である。

註

I.

1）Montague の文法に則った日本語文法の体系化の研究として代表的なものに坂井秀寿（1979）がある。（註 8 参照）

II.

2）Leśniewski（1935）の 3 つの論理体系；Protothetik, Ontologie, Mereologie の詳細な解説は井関清志（1968）第 4 章がある。

3）'関手形成関手 functor-forming functor は筆者の命名。文形成関手，名辞形成関手に準じて指標，$\frac{\frac{s}{n}}{\frac{s}{n}}$'，$\frac{\frac{s}{n}}{\frac{s}{n},\frac{s}{n}}$，… etc を関手形成関手とした。

4）関手記号 E と命題変数記号 $p, q, r, \cdots$ との複合表現が有意味であるか否かに関するこの実用的な決定の規則の原形については，Łukasiewicz 自身，論

文 *The equivalential calculus* のなかで触れている。それによるとこの規則のもとになるアイディアは Łukasiewicz のものでなく，彼の知る限り，L. Chwistek（1884－1944）の指導の下にあった一学生によるものという。なおこの論文は1939年からポーランドにおいて定期刊行される予定であった *Collectanea Logica*, Warsaw, 1939, 1，145－169に "*Der Äquivalenzenkalkül*" のタイトルの下で世に出るはずであった。すでに印刷中であったものの，二度にわたる戦火を辛じて逃れたのは Münster の Scholz 宛に送られた審理用コピー，唯一つであったという。（*Łukasiewicz : Selected works*, 1970の収録論文 *The equivalential calculus* の脚註より）

Ⅲ.

5）構造はその分布とその構成素の分布に従って内心構造 endocentric construction と外心構造 exocentric construction に 2 分され得る。内心構造とはその分布がその構成素の 1 つまたはそれ以上のものの分布と同一であるような構造をいう。内心的でない構造を外心構造という。（Lyons, 1968参照）

6）両方向範疇文法 bidirectional categorial grammar（Bar-Hillel etal., 1960_a の用語）の表記法は研究者により様々である。J. Lyons（1968）は，例えば Bar-Hillel（1953）の $n\frac{s}{(n)}$, $\frac{s}{[n]}n$ に対応する表記を $n\overset{\Sigma}{\underset{n}{\leftarrow}}$, $\overset{\Sigma}{\underset{n}{\rightarrow}}n$ としている。この Lyons の表記を一部用いているものに A. Kratzer, E. Pause und A. von Stechow（1974）がある。E. Keenan（1980）は Ajdukiewicz（1935）の表記法を用いて $\frac{S}{NN}$ というように方向性を明示している。なお，後に Bar-Hillel（1960_a, 1960_b）自身はⅣで述べる Lambek（1958）の表記法を用いている。例えば派生の式（11）は

$\alpha_m, \cdots, \alpha_1$ $[\alpha_m, \cdots, \alpha_1 \backslash \gamma / \beta_1, \cdots, \beta_m]$ $\beta_1, \cdots, \beta_m \rightarrow \gamma$

最近では Lambek（1958, 1961）の表記法が広く用いられる傾向がある。例えば，E. Bach（1983），T.T. Ballmer（1978），R. Bartsch, J. Lenerz und V. Ullmer-Ehrich（1977）等々。

Ⅳ

7）G. Gentzen（1935）の考案した 'Sequenzenkalkül' の方法および natürlicher Kalkül の形式についての詳細な説明，解説書として前原昭二（1973）がある。他に松本和夫（1980）；4，5章。

8）"数理論理で展開された技法を自然言語の意味論に適用した Montague の成果の頂点"（D.R. Dowty, R.E. Wall, and S. Peters 1981）が '*The Proper Treatment of Quantification in Ordinary English*' である。これは通常 PTQ と

略される。一般に Montague 文法として知られている体系は通常 PTQ を指す。Montague 文法では範疇 A の基本表現 basic expression の集合を B_A で表す。例えば B_{CN} は普通名詞句の範疇 CN, 即ち $t//e$ の基本表現，B_{TV} は他動詞句の範疇 TV, 即ち IV/T（T は名辞の範疇，即ち t/IV, IV は自動詞句の範疇，即ち t/e）の基本表現である。また範疇 A の句 phrase の集合を P_A で表す。例えば P_{CN}，P_{TV} はそれぞれ普通名詞句の集合，他動詞句の集合である。任意の範疇 A に対して $B_A \subseteq P_A$。

文献

Ajdukiewicz, K.（1935）：'Die Syntaktische Konnexität', *Studia Philosophica*, **1**, 1-27.（英訳：'Syntactic Connection' in S. McCall, ed., *Polish Logic*, 207-231, Oxford Univ. Press, 1967）

Allwood, J., Andersson, L-G., and Ö. Dahl（1971）：*Logik för Lingvister*, Studentlitteratur AB, Lund.（英訳：*Logic in Linguistics*, Cambridge Univ. Press, 1977.; 公平・野家訳：日常言語の論理学，産業図書，1979）

Bach, E.（1983a）：'Generalized Categorial Grammars and the English Auxiliary', in F. Heny and B. Richards, eds., *Linguistic Categories : Auxiliaries and Related Puzzles, Vol. 2*, 101-120, D.Reidel.

Bach, E.（1983b）：'On the Relationship between Word-Grammar and Phrase-Grammar', *Natural Language and Linguistic Theory*, **1**, 65-89.

Ballmer, T.（1978）：*Logical Grammar*, North-Holland.

Bar-Hillel, Y.（1953）：'A Quasi-Arithmetical Notation for Syntactic Description', *Language*, **29**, 47-58.

Bar-Hillel, Y., Gifman, C. and E. Shamir（1960）：'On Categorial and Phrase Structure Grammars', *The Bulletin of the Research Council of Israel*, **9 F**, 1-16.（in Y. Bar-Hillel, *Language and Information : Selected Essays on Their Theory and Application*, Addison-Wesley, 1964）

Bar-Hillel, Y.（1960）：'Some Linguistic Obstacles to Machine Translation', in F.L. Alt, ed., *Advances in Computers, Vol.1*, Academic Press.（in Y. Bar-Hillel, *Language and Information*, Addison-Wesley, 1964）

Bartsh, R., Lenerz, J., und V.Ullmer-Ehrice.（1977）：*Einführung in die Syntax*, Scriptor Verlag.

Bartsh, R., und T. Vennemann（1982）：*Grundzüge der Sprachtheorie*, Niemeyer.

Burks, A.W., Warren, D.W., and J.B. Wright.（1954）：'An Analysis of a Logical Machine Using Parenthesis-Free Notation', *Mathematical Tables and*

Other Aids to Computation, **8**, 53-57.

Bocheński, J. M. (1948) : *Precis de Logique Mathématique*. (英訳 : *A Precis of Mathematical Logic*, D. Reidel, 1959)

Chomsky, N. (1956) : 'Three Models for the Description of Language, *IRE transactions on Infomation Theory*, **IT - 2**, 113-124.

Chomsky, N. (1965) : *Aspects of the Theory of Syntax*, MIT Press. (安井訳 : 文法理論の諸相, 研究社, 1970)

Cresswell, M.J. (1973) : *Logics and Languages*, Methuen. (石本・池谷訳 : 言語と論理, 紀伊國屋書店, 1978)

Dowty, D.R., Wall, R.E., and S. Peters (1981) : *Introduction to Montague Semantics*, D. Reidel.

Flynn, M. (1983) : 'A Categorial Theory of Structure Building', in G. Gazdar, E. Klein and G.K. Pullum, eds., *Order, Concord and Constituency*, 139-174, Foris.

Fries, C.C. (1952) : The Structure of English, Herourt, Brace, (福村訳 : 英語の構造, 研究社)

Gazdar, G. (1982) : 'Phrase Structure Grammar', in G.K. Pullum and P. Jacobson, eds., *On the Nature of Syntactic Representation*, 131-186, D. Reidel.

Gentzen, G. (1935) : 'Untersuchungen über das Logische Schließen, Ⅰ. Ⅱ, *Mathematische Zeitschrift*, **39**, 176-210, 405-431.

Harman, G.H. (1963) : 'Generative Grammars without Transformation Rules. A Defence of Phrase Structure', *Language*, **39**, 597-616.

Helbig, G., und J. Buscha (1977) : *Deutsche Grammatik : Ein Handbuch für den Ausländerunterricht*, VEB Verlag. (在間訳 : 現代ドイツ文法, 三修社, 1982)

Husserl, E. (1913) : *Logische Untersuchungen. Zweiter Bd. : Untersuchungen zur Phänomenologie und Theorie der Erkenntnis, I. Teil. Zweite Umgearbeitete Auflage*, Halle. (M. Nijhoff, NLD., 1984)

井関清志 (1968) : 記号論理学 (命題論理), 槙書店.

Keenan, E.L. (1982) : 'Parametric Variation in Universal Grammar', in R. Dirven und G. Radden, eds., *Issues in the Theory of Universal Grammar*, 11-74, Gunter Narr Verlag.

Korfhage, R.R. (1966) : *Logic and Algorithms : With Application to the Computer and Information Sciences*, John Wiley.

Kratzer, A., Pause, E., und A. von Stechow (1974) : *Einführung in Theorie*

und Anwendung der Generativen Syntax,Zweiter Halbband, Athenäum.
Lambek, J. (1958) : 'The Mathematics of Sentence Structure', *American Mathematical Monthly*, **65**, 154-170.
Lambek, J. (1961) : 'On the Caculus of Syntactic Types', in R. Jackobson, ed., *Structure of Language and its Mathematical Aspects*, 166-178, American Mathematical Society.
Leśniewski, S. (1929) : 'Grundzüge Eines Neuen Systems der Grundlagen der Mathematik', *Fundamenta Mathematicae*, **14**, 1-81.
Leśniewski, S. (1967) : 'Introductory Remarks to the Continuation of My Article : "Grundzüge Eines Neuen Systems der Grundlagen Mathematik," in S. McCall, ed., *Polish Logic*, 116-169, Oxford Univ. Press.
Lewis, D. (1972) : 'General Semantics', in Davidson and Harman, eds., *Semantics of Natural Language*, 169-218, D. Reidel.
Łukasiewicz, J. (1958) : Elementy Logiki Mathematycznej, 2nd ed., Warsaw. (英訳：*Elements of Mathematical Logic*, Pergamon)
Łukasiewicz,J. (1970) : 'The Equivalential Calculus', in L. Borkowski, ed., *Jan Łukasiewicz : Selected Works*, 250-277, North-Holland.
Lyons, J. (1966) : 'Towards a "Notional" Theory of the "Parts of the Speech"', *Journal of Linguistics*, **2**, 209-236.
Lyons, J. (1968) : An Introduction to the Theoretical Linguistics, Cambridge Univ. Press. (國広監訳：理論言語学，大修館)
前原昭二 (1973) ：数理論理学——数学的理論の論理構造——，培風館.
松本和夫 (1980) ：情報数学１：束と論理，森北出版.
松村保寿 (1981) ：'モデル理論と言語実用論'，金沢大学文学部論集（文学科編）**2**，27-47.
Montague, R. (1970) : 'Universal Grammar', *Theoria*, **36**, 373-398.
Montague, R. (1973) : 'The Proper Treatment of Quantification in Ordinary English', in J. Hintikka, J. Maravcsik, and P. Suppes, eds., *Approach to Natural Language*, 221-242.
Prior, A.N. (1962) : *Formal Logic*, 2nd ed., Oxford Univ. Press.
Russel, B.A.W. (1908) : 'Mathematical Logic as Based on the Theory of Types', *American Journal of Mathematics*, **3**, 222-262.
坂井秀寿 (1979) ：日本語の文法と論理，勁草書房.
Sapir, E. (1949) : 'Language', in D.G. Mandelbaum, ed., *Selected Writings of*

Edward Sapir in Language, Culture and Personality, 7 -32, Univ. of California Press.

Schmerling, S.F. (1983_a) ：'A New Theory of English Auxiliaries', in F. Heny and B. Richards, eds., *Linguistic Categories : Auxiliaries and Related Puzzles, Vol. 2*, 1 -53, D. Reidel.

Schmerling, S.F. (1983_b) ：'Two Theories of Syntactic Categories', *Linguistics and Philosophy*, **6**, 393-421.

von Stechow, A. (1979) ：'Visiting German Relatives', in R. Bäuerle, U. Egli and A. von Stechow, eds., *Semantics from Different Points of View*, 226-265, Springer-Verlag.

Wunderlich, D. (1974) ：*Grundlagen der Linguistik*, Rowohlt Taschenbuch Verlag.（英訳：*Foundations of Linguistics*, Cambridge Univ. Press, 1979)

藪内稔（1983）：'*Eating* と *Eating Something*——語彙表現理論による取扱いを中心に', 学習院大学言語共同研究所紀要, **6**, 78-83.

（心理学科　助教授）