

# 範疇文法と予測操作による 言語記号列の増進的処理

泉 尾 洋 行

## 1. 序論

文が終わる前、あるいは句が終わる前に、人はその文や句の構造をある程度予測する。発話の受信の際、文や句のすべての「語の聞き取り」や「読み込み」が終わる前に、受信済みの記号列にたいする解釈が素早く遂行されていくという事実を見ると、人には言語記号列の構文と意味を増進的 (incremental) に処理する計算機構が備わっていると思われる。本稿は、語から語へと読み込み方向に接続する方式の増進的な処理を可能にするために、計算可能な文法を構築する。記号列の増進的処理を効率的に行うためには、語と語を読み込み方向に接続をする際に、「既に読み込まれた記号列」の範疇と「読み込み中の記号」の範疇から、「次に読み込まれるべき記号列」の範疇構造が予測されると良い。この目的のために本稿は、範疇文法 (Categorial Grammar) を採用する。範疇文法は、言語表現の範疇を関数あるいは引数 (すなわち項) であると定義することにより、記号列の範疇構造を一種の関数-引数-関係のもとで形式化し、記号と記号の接続を、各々の記号の範疇にたいする関数操作の妥当性から扱う。範疇文法は記号間の接続を、隣接した範疇同士の間での結合の妥当性に基づき実現していくので、左から右へ文を読み進み隣接記号を順に解析するという増進的処理の機構をつくるには適した文法である。記号列の増進的処理を効率的に実行するために、本稿は、範疇文法における基本的な範疇操作である「関数

適用」に基づいて定義できる予測処理の方式を提案する。

本稿の構成は、1章において、範疇文法における関数範疇の定義を、本稿の論証に必要な枠組みの中で再定義する。2章では、関数範疇をもとにした予測操作の考え方を提案し、確定した二つの範疇から新しく別の範疇を予測するための規則を与える。3章において、基本的な句や節にたいする具体的な接続が、関数範疇に基づく予測操作により増進的に実行されることを示す。4章で、より複雑な構文の分析に移る。4章の前半で、予測に基づく増進的処理によりwh依存を扱うために、空所の範疇を定義し、空所を含む予測範疇を構成する規則を与える。4章の後半で、この規則の適用により、予測操作による増進的処理が英語やドイツ語のwh節の語順や非境界依存にも有効に適用されることを例示する。

### 1.1. 基礎範疇

範疇文法は、いくつかの基礎範疇を基礎にして複合範疇を定義し、それらを組み合わせてより複雑な範疇を構成していく方式の文法である。本稿では名詞句NPと名詞Nと文Sを基礎範疇とし、さらに範疇に素性-値の組を組み込む。

NPには、数・人称・格等の素性を組み込み、これらの素性をそれぞれ Num (number), P (person), C(case) とする。一般に、素性と値を [素性 値] という組で表すが、本稿は簡略表記を使い、例えば名詞句の数・人称・格が未定であれば  $NP_{[Num,P,C]}$  と表し、他方、単数・三人称・主格に素性値が確定している名詞句を  $NP_{[SG,3,NOM]}$  と表記する。ただし、[SG,3,NOM]は素性-値の組 [[Num SG],[P 3],[C NOM]] の簡略表記であるとし（ただし素性値 NOM は nominative、SG は singular の略）、他方、素性値が未定であることを変数 "\_" で表し、[Num,P,C] は [[Num \_],[P \_],[C \_]] の簡略表記であるとする。NPの核となる名詞Nには、格を除きNPと同じ素性-値が組み込まれる。ドイツ語の名詞には文法的性に関する素性 G (gender) も必要で

ある。

節の範疇  $S$  には、次の素性を組み込む。①主節であるか従属節であるかに応じて素性値  $M(\text{main})$  と  $SB(\text{subordinate})$  を組み込み、 $S_M(@)$  は主節、 $S_{SB(@)}$  は従属節を表すものとする。主節であるか従属節であるかが未定の場合は\*で表す。<sup>注1</sup> 記号@は変数とし、話題化された表現や  $wh$  句のような filler が現れるとき値を持つ。<sup>注2</sup> ②動詞の形態に関する素性を組み込む。本稿では、動詞が裸不定詞であるか定動詞であるかに応じて素性  $BAS(\text{base})$  や  $FIN(\text{finite})$  を付す。記号 # は動詞の形態が未確定の場合を表す。<sup>注3</sup> ③主語と動詞の呼応に関する情報として数と人称も組み込む。以上から、例えば、単数3人称の主語をもつ  $wh$  疑問は  $S_{[M(WH-Q), FIN.SG.3]}$  と表記されるし、各々の素性値が未確定である文は  $S_{[*(@), \#, Num.P]}$  と表記される。

- |           |     |                         |      |                    |        |
|-----------|-----|-------------------------|------|--------------------|--------|
| (1) 基礎範疇： | 名詞  | $N_{[Num.3]}$           | (英語) | $N_{[Num.3.G]}$    | (ドイツ語) |
|           | 名詞句 | $NP_{[Num.P.C]}$        | (英語) | $NP_{[Num.P.G.C]}$ | (ドイツ語) |
|           | 文   | $S_{[*(@), \#, Num.P]}$ |      |                    |        |

以下、統語範疇に関する一般規則を論じるときには、範疇を  $C$  で表し、異なる統語範疇を区別するには指標を付けて  $C_i$ 、 $C_j$ 、 $C_k$  等と表記する。

## 1.2. 関数範疇

基礎範疇を二つ以上組み合わせることにより複合範疇を作ることができ、さらにこれらの範疇を組み合わせることにより複合した範疇を作ることができる。範疇文法は、範疇の構成に関して次のような考え方をする。

- (2) a.  $C_i$  と  $C_j$  が範疇であるなら、 $C_i/C_j$  もまた範疇である。ただし  $C_i/C_j$  は、 $C_j$  を引数とし  $C_i$  を値とするような関数の範疇である。
- b. 範疇  $C_i/C_j$  は、範疇  $C_i$  を母親とし、範疇  $C_j$  を姉妹とする。

- c. 範疇  $C_i/C_j$  において  $C_i$  と  $C_j$  は共に基礎範疇であっても関数範疇であってもよい。

以上の範疇の構成を基にすると、基礎範疇  $N, NP, S$  を組み合わせることにより文や名詞 (句) 以外の表現にたいして範疇を定義することができる。

(3) 複合範疇：限定詞  $NP_{[Num.3.C]}/N_{[Num.3]}$

自動詞  $S_{[*(@).#.Num.P]}/NP_{[Num.P.NOM]}$

他動詞  $S_{[*(@).#.Num.P]}/NP_{[Num.P.NOM]}/NP_{[Num.P.ACC]}$

(3)の範疇は、具体的表現にたいして素性値を特定されることになる。例えば、英語の自動詞 *meows* は単数3人称の主語名詞と結合して文をつくる定動詞であるので、範疇は  $S_{[*(@).FIN.SG.3]}/NP_{[SG.3.NOM]}$  である。自動詞について注意すべきは、範疇文法では、自動詞の範疇と動詞句の範疇は同じ型をもつことである。なぜならば自動詞と動詞句は共に、主格名詞と結合して文を作り出すからである。尚、素性 ACC は *accussative* の略である。

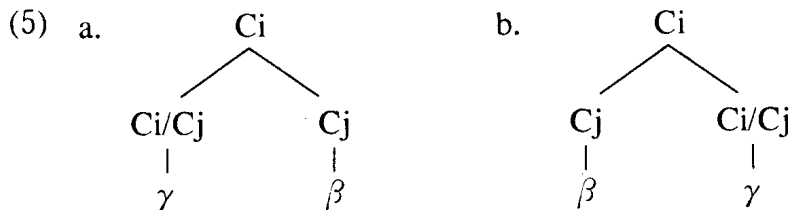
### 1.3. 関数適用と接続

次に、範疇とその範疇の表現との間の関係について定義する。二つの範疇が互いに関数と引数の関係にあり、先の (2a) の関数適用により結合できるならば、そのとき始めて、これらの範疇をもつ二つの表現が (4) のように互いに結合することができる。

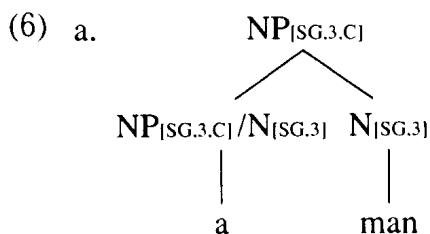
- (4) 範疇  $C_i$  の表現を  $\alpha$ 、範疇  $C_j$  の表現を  $\beta$ 、そして関数範疇  $C_i/C_j$  の表現を  $\gamma$  とすると、 $\beta$  は  $\gamma$  の項である。 $\beta$  は  $\gamma$  と結合して  $\gamma \wedge \beta$  あるいは  $\beta \wedge \gamma$  を作る (ただし  $\wedge$  は接続の演算子であるとする)。 $\beta$  と  $\gamma$  の接続の結果が表現  $\alpha$  である。接続において  $\beta$  と  $\gamma$  のどちらが右に来る

かは、当該の言語の語順規則による。<sup>注4</sup>

関数適用による範疇の構成と、それに対応した記号の接続を木で表すと次の(5)のようになる。(5a)は $\gamma^{\beta}$ を、(5b)は $\beta^{\gamma}$ を表わす。



例えば英語の不定冠詞 a は、単数の名詞と結合して格が未定の名詞句を作り出すので、その範疇は関数  $NP_{[SG,3,C]}/N_{[SG,3]}$  である。名詞 man の範疇は  $N_{[SG,3]}$  である。前者を後者に関数適用すると範疇  $NP_{[SG,3,C]}$  が得られるが、この範疇操作と平行して、記号 a と man の接続  $a^{\text{man}}$  が得られる。先の木 (5) および次の木 (6) は、関数適用と接続の双方が平行して生起している様を一つの構造木の中に表示したものである。



範疇文法は、範疇間の結合のための範疇操作を多様化しすぎると、予期せぬ不適格な記号列を作り出し過剰な生成と受理に陥るという可能性をもつ。<sup>注5</sup> この問題を回避するために、本稿は、範疇文法の枠組みの中で採用する範疇操作をできるだけ「関数適用」に限定する。その理由は、範疇操作を、関数範疇を引数範疇に関数適用することにより値範疇を一意的に導き出すという操作に限定するならば、既に読み込まれた記号列の範疇と、読み込み中の記号の範疇から、次に読み込まれるべき記号列の範疇構造を一意的に予測できるようになるからである。

## 2. 関数範疇と予測処理

本章は、語から語への増進的な処理を予測に基づき効率的に実行する機構を作るために、1章で見た基本的な範疇操作を拡張して、語の読み込みの度にその語に後続するべき記号列の範疇を予測する規則を提案する。

範疇文法において重要な役割を果たす関数範疇は、(2)で見たように、その構造の中に自らの親と姉妹の範疇を含むので、関数範疇を、それ自体が親と姉妹を予測するはたらきをもつ、という視点から扱うことができる。ある範疇が起点となり、そこから別の範疇が予測されることを、両者を結ぶ矢印で表すならば、関数範疇に関する予測規則を次のように定義することができる。(7)で表記上の定義をし、(8)で予測規則を与える。

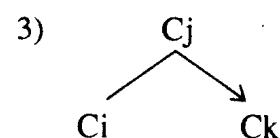
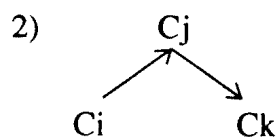
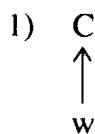
### (7) 予測規則の表記上の定義

$C, C_i, C_j, C_k$  をそれぞれ範疇とすると、

- a. 関数範疇  $C_i/C_j$  とその姉妹である引数範疇  $C_j$  から、親である値範疇  $C_i$  が作られることを次の式で表す。

$$C_i/C_j \ C_j \Rightarrow C_i \quad \text{注6}$$

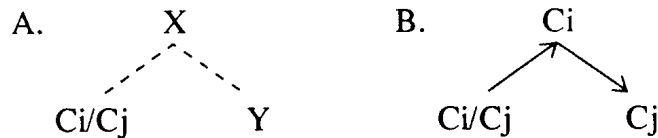
- b. 1) 語  $w$  が読み込まれて、その範疇が  $C$  に確定することを  $w \rightarrow C$  で表す。  
 2) 娘  $C_i$  から、親  $C_j$  と姉妹  $C_k$  が予測されることを  $C_i \rightarrow C_j \rightarrow C_k$  で表す。  
 3) 娘  $C_i$  とその親  $C_j$  が確定しているとき、そこから  $C_i$  の姉妹に  $C_k$  が予測されることを  $C_i - C_j \rightarrow C_k$  で表す。  
 c. 上記 b. の 1), 2), 3) を木で表示すると、それぞれ次のようになる。



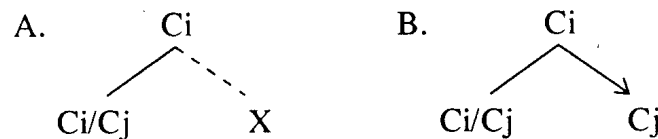
この表記を使って、次に予測規則 (8) を与えるが、その際、各々の予測規則の左の木 A は予測の基になる範疇を表す。木 A 中の実線は既にそこで出来上がった経路を示し、波線は予測のための可能な経路を示すものとする。木 A 中の変数 X と Y は予測されるべき範疇を表す。右の木 B は木 A と当該の予測規則から導き出された予測結果を表す。

(8) 予測規則

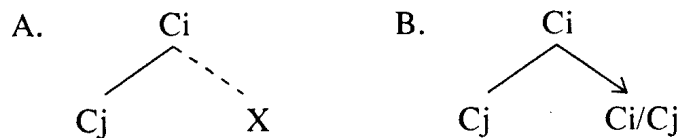
a.  $C_i/C_j \ Y \Rightarrow X$  ならば  $X = C_i, Y = C_j$  である。すなわち  $C_i/C_j$  から、関数適用を前提として、親に  $C_i$  を、姉妹に  $C_j$  を予測する。



b.  $C_i/C_j \ X \Rightarrow C_i$  ならば  $X = C_j$  である。すなわち娘  $C_i/C_j$  と親  $C_i$  から、関数適用を前提として、 $C_i/C_j$  の姉妹  $C_j$  を予測する。

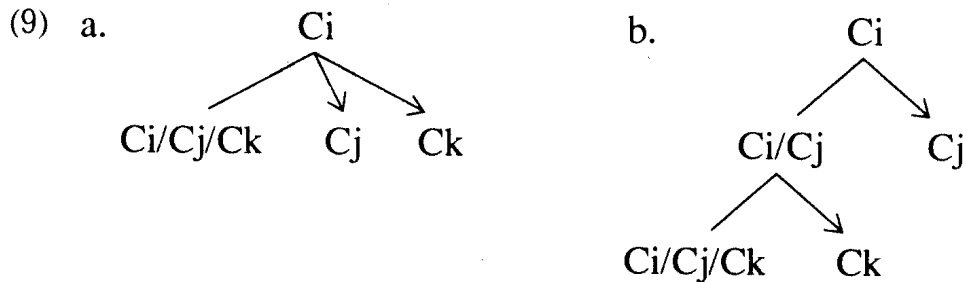


c.  $C_j \ X \Rightarrow C_i$  ならば  $X = C_i/C_j$  である。すなわち娘  $C_j$  と親  $C_i$  から、関数適用を前提として、 $C_j$  の姉妹に、 $C_j$  を引数とする関数範疇  $C_i/C_j$  を予測する。



予測に基づく増進的処理を曖昧性なしに一意的に実行するためには、木は二分木の構造をもつ必要がある。なるほど、関数範疇と引数範疇が結合する際に、両者の依存関係に重点を置いた形で、関数適用の対象となる引数に複数の範疇の連鎖を認める操作も考えられるが、しかしこうした操作では (9a) のような平らな構造を与えることになり、予測対象の候補が複

数になってしまう。その結果、予測に曖昧性が生じ予測処理が困難となる。したがって本稿では、関数適用の対象となる引数に一つの範疇のみを認める操作をする。こうすると二分木に基づく階層構造 (9b) が得られる。



### 3. 予測による句および節の増進的処理

言語記号列の増進的処理を効率的に実行するためには、記号列の線形順序に沿って各範疇を組み合わせていく処理がその都度成功し、それと平行して、次に読み込まれるべき記号列がどのような範疇構造をもつべきであるのか予測されると良い。本章は、前章で提案した予測規則が、いかにして処理の各段階で妥当な構造の予測範疇を作り上げながら、句や節を増進的に処理していくか、例示する。

#### 3.1. 予測処理による名詞句の構成

まずドイツ語の名詞句を見る。ドイツ語の語順では、名詞の前に冠詞がくるので、予測処理は冠詞の読み込みにより開始され、その後に普通名詞が読み込まれるという順序で進む。簡単な例として *der Mann* (*the man*) を見よう。英語と異なりドイツ語の名詞には文法的性があるので、ドイツ語の普通名詞・名詞句・冠詞の範疇に性を示す素性Gを組み込む。Mann は単数3人称、男性名詞であるので範疇は  $N_{[SG.3.M]}$  に特定され、Mann を核とする名詞句の範疇は  $NP_{[SG.3.M.C]}$  となる。

ドイツ語では名詞の文法的性と格に応じて冠詞の形も変化するが、同じ

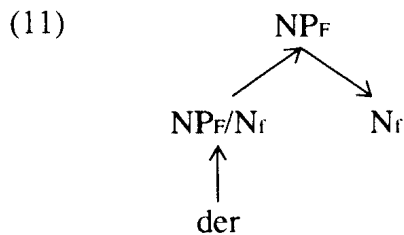


冠詞形がいくつかの異なる素性情報を担うことがある。例えばderを伴う名詞句は、男性・主格 [SG,3,M,NOM]、女性・属格 [SG,3,F,GEN]、女性・与格 [SG,3,F,DAT]、複数・属格 [PL,P,G,GEN] のいずれかである。derの範疇  $NP_{[Num,P,G,C]}/N_{[Num,P,G]}$  におけるNPの素性変数 [Num,P,G,C] は、これらの値のいずれかに特定されることになる。それに対応してNの素性変数 [Num,P,G] も (NPの素性変数と同じなので) 自動的に同じ値に特定される。換言すれば、derの読み込みから名詞句の可能な特徴が予測され、その名詞句から名詞の特徴が予測されることになる。例えば男性名詞から成る主格の名詞句 (単数) の場合には、derの範疇は (10) のようになる。

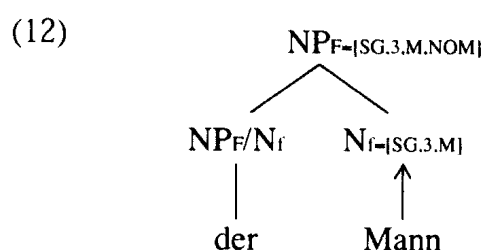
(10) der :  $NP_{[SG,3,M,NOM]}/N_{[SG,3,M]}$

derが特定する「NPの素性値」の組は、いま見たように複数個あるので、その中の任意の一つの組をFで表し、対応するNのそれをfで表すと、derの範疇は  $NP_F/N_f$  で表される。例えば (10) であれば  $F = [SG,3,M,NOM]$ ,  $f = [SG,3,M]$  である。以上でドイツ語の冠詞の範疇構造を明記する準備ができたので、予測による解析を実行に移す。

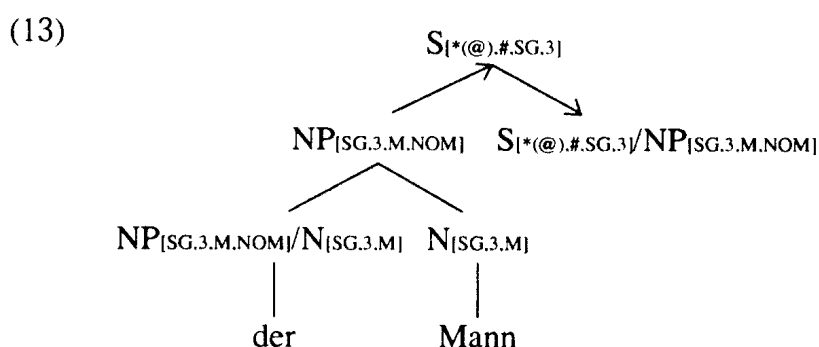
**3.1.1** まず定冠詞 der が読み込まれると、その時点での名詞句に関する予測範囲は木 (11) における矢印で示した部分となる。冠詞の範疇  $NP_F/N_f$  は、予測規則 (8a) により、その親に  $NP_F$  を予測し、姉妹に  $N_f$  を予測する。NPとNに付したFとfはderを伴う名詞句の素性構造が先に説明した関係にあることを示す。



**3.1.2** 次に普通名詞 Mann が読み込まれると、Mann は単数 3 人称の男性名詞であるので素性 [SG,3,M] をもち、これはderに関して予測された素性構造fと一致するので受理される。木 (12) の中の矢印は、Mann の読み込みに伴って範疇 N とその素性構造fが確定されたことを示す。[SG,3,M] に確定された f は、対応する名詞句の素性構造Fを確定し、F として [SG,3,M,NOM] をもつ NP が完成する。すなわち Mann が読み込まれることにより、der の素性値と der Mann の素性値が同時に確定する。



**3.1.3** こうして主格名詞 der Mann が完成すると、その時点で次の段階へ予測が進行する。通常、人は言語記号列の受信を開始するときには、文の受理を前提として記号の解釈を進めるので、その場合には、予測規則 (8c) により木 (13) の矢印先に示したように節と動詞句の範疇が予測される。

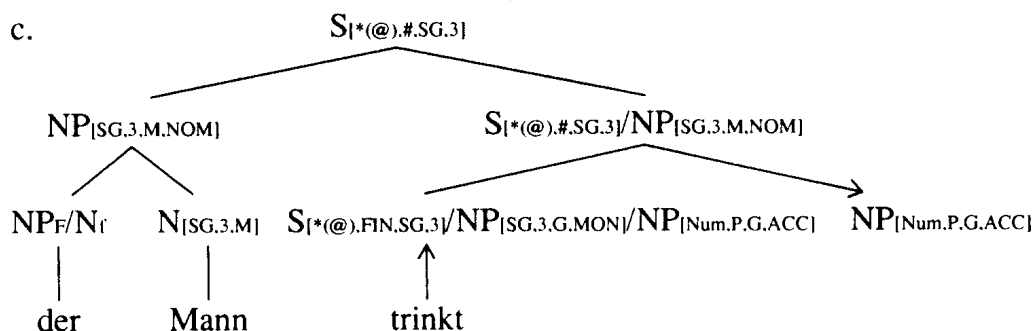


## 3.2. 予測処理による節の構成

**3.2.1** der Mann の読み込みにより構造 (13) が予測された訳だが、その後、例えば動詞 trinkt (drinks) が読み込まれると、trinkt の範疇 (14a) が先の構造 (13) の右枝の先に組み込まれて、木 (14c) が得られる。(14b) に予

測規則 (8b) の適用を示すが、(14b) は、(13) で予測された範疇  $S_{[*(@).#.SG.3]/NP_{[SG.3.M.NOM]}}$  と、いま読み込まれた *trinkt* の範疇 (14a) とから、記号列 *der Mann trinkt* の後に読み込まれるべき語句の範疇として、対格の名詞句  $NP_{[Num.P.G.ACC]}$  を予測している。この予測範疇が木 (14c) の右端の矢印先に来る。

- (14) a. *trinkt*:  $S_{[*(@).FIN.SG.3]/NP_{[SG.3.G.NOM]}/NP_{[Num.P.G.ACC]}}$   
 b.  $S_{[*(@).FIN.SG.3]/NP_{[SG.3.G.NOM]}/NP_{[Num.P.G.ACC]}}$   $X \Rightarrow S_{[*(@).#.SG.3]/NP_{[SG.3.M.NOM]}}$  のときは  $X = NP_{[Num.P.G.ACC]}$  である。



ただし予測規則 (8b) の適用が成功するためには、(14b) の中の二つの下線部の範疇構造が互いに単一化することが前提となる。ただし本稿では、範疇  $C_{1F_1}$  と範疇  $C_{2F_2}$  が単一化するのは、 $C_1$  と  $C_2$  が同じ範疇であり、かつ素性の組  $F_1$  と  $F_2$  とが条件 (15) を満たす場合であるとする。

- (15)  $F_1$  と  $F_2$  とが単一化した結果は、 $F_1$  と  $F_2$  の要素の集合和  $F_3$  であり、かつ次の条件を満たすものとする。

- (a)  $F_1$  と  $F_2$  の要素が  $F_3$  の中で互いに矛盾した素性-値をもたない。  
 (b)  $F_1$  と  $F_2$  の要素が共に同じ素性をもつが、 $F_1$  の素性の値のみが特定されていて、 $F_2$  のそれが特定されていないときには、 $F_3$  の中のその素性は  $F_1$  の素性値に指定される。

- (c)  $F_1$  と  $F_2$  の要素が共に同じ素性をもつが、その値がいずれも特定されていないときには、 $F_3$  の中のその素性も値をもたない。

以上から (14b) の場合、まず  $S_{[*(@),FIN,SG,3]}$  と  $S_{[*(@),#.SG,3]}$  の単一化が可能であり、その結果  $S$  の素性は  $[(*)(@),FIN,SG,3]$  に特定される。また  $NP_{[SG,3,G,NOM]}$  と  $NP_{[SG,3,M,NOM]}$  も単一化できて、 $NP$  の素性は  $[SG,3,M,NOM]$  に特定される。その結果、単数 3 人称の男性名詞を主語とする定動詞をもつ文であることが（主節か従属節かは未定であるが）確定される。構造 (14c) が文の構造へと完成していくためには、次に読み込まれるべき記号列が例えば Kaffee (coffee) のような名詞であればよい。Kaffee は男性名詞（単数 3 人称）なので範疇は  $N_{[SG,3,M]}$  であるが、いまの場合は無冠詞で格が特定されないままで名詞句として機能するので、範疇は  $NP_{[SG,3,M,C]}$  となる。この範疇は、(14c) で予測された範疇  $NP_{[Num,P,G,ACC]}$  と単一化できるので、Kaffee は単数 3 人称の対格名詞句  $NP_{[SG,3,M,ACC]}$  として受理される。以上の手続きにより、文 Der Mann trinkt Kaffee. にたいする増進的な処理が成功し全体の構造が完成することになる。

本章では、範疇文法の関数範疇を基にした予測規則が妥当な結果を出すことを基本的な句や節の構成を通して見た。次章では、予測処理という視点からの範疇操作が、wh 依存のような少し複雑な統語構造の文にたいしても適用できることを示す。

#### 4. wh 疑問における空所と非境界依存

本章では、英語の wh 疑問に見られる空所 (gap) とそれを充足する語句 (filler) の間の非境界依存にたいしても、範疇文法に依拠した予測処理ができることを示す。非境界依存の現象は次の例 (16a,b) に見られる。

- (16) a. Who do you think [ ] is leaving?

b. Books like this, I would never want to buy [ ].

これらの構文に共通した特徴は、主節の外に句があり、それに対応した句が主節に欠如していることである。(16a) では動詞句 *is leaving* の主語が、(16b) では *buy* の目的語がそれぞれ欠如している。主節の外の句（すなわち *who* や *books like this*）と、主節に欠けている句（すなわち [ ] で表した部分）との間の対応関係は一対一であり、しかも二つの句の間には他の構造の介入が可能であるので、両者の関係は非境界依存である。

#### 4.1. GPSG による非境界依存の取り扱い

非境界依存を扱うために、いわゆる変形文法は、当該の句をまず節の中に生成した後で節の外の位置へ移動し、後に痕跡が残るという分析法を採用。これにたいして「一般化句構造文法」(GPSG) は、変形文法において痕跡が果たすのと類似した役割を果たす足索性 SLASH を用いて、木の節点に関する移動の情報を木の中で上下に伝達する。例えば文 (17) の動詞句 *buy* [ ] に目的語の名詞句が欠けていること、すなわち VP の中に NP の空所があることを足索性 SLASH を使って  $VP[SLASH NP]$ <sup>7</sup> と表した。

(17) What does John buy [ ]?

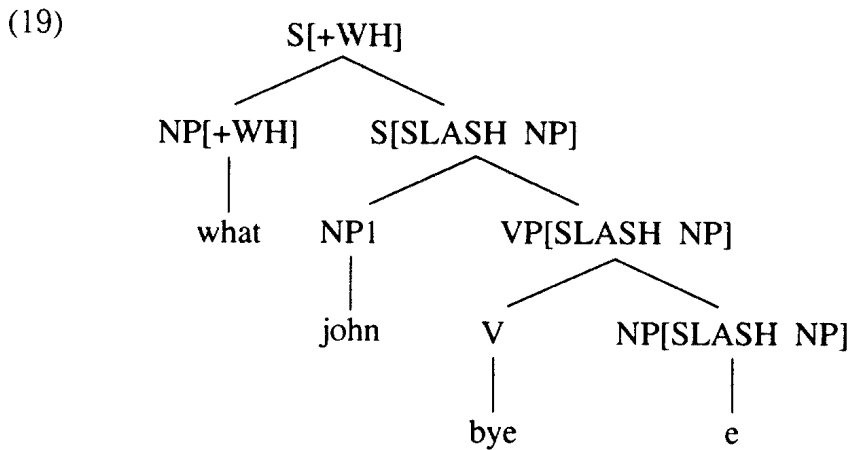
文 (17) を生成するために GPSG は、VP 節点上の素性 SLASH に値 NP を割り当て、「VP 木の中の親範疇上で具現化された足索性 [SLASH NP] は、そのすべての子節点で具現化された足索性記述の単一化である（足索性原理）」<sup>8</sup> という前提のもとで規則 (18a,b,c) を与える。

(18) a.  $VP[SLASH NP] \rightarrow V NP[SLASH NP]$

b.  $S[SLASH NP] \rightarrow NP_1 VP[SLASH NP]$

## c. S[+WH] → NP[+WH] S[SLASH NP]

規則 (18a) の左辺の VP[SLASH NP] は動詞句から名詞句が欠如していることを表し、右辺の NP[SLASH NP] は、動詞の補部の名詞句からその名詞句自身が欠如した空連糸eを表してる。GPSG では、範疇 XP の構成素が音韻的に空であるとき、そのような空連糸は範疇 XP[+NULL SLASH XP]<sup>注9</sup>をもつとする。規則 (18b) は、目的語名詞 NP が欠如した文 S[SLASH NP] が、主語 NP1 と、動詞句 VP[SLASH NP] に書き替えられることを示す。規則 (18c) は、疑問詞 NP[+WH] に対応する名詞句 NP が欠如した文 S[SLASH NP] が、その疑問詞と結びつくと疑問文 S[+WH] が完成することを示す。以上の規則から次の分析木 (19) が得られる。<sup>注10</sup>



GPSG では、(19) のように wh 疑問を表す素性 [+WH] が S に付加されると、疑問詞 NP[+WH] の次には、その wh 句に対応する NP を欠如させた文がくるという素性情報が足素性 SLASH により木の中を下方向へと引き渡されていき、最終的にその名詞の空連糸が存在することを浮かび上がらせる。足素性 SLASH により、文脈自由文法の枠組みの中で wh 移動によらず非境界依存が分析可能となる。本章では、先に本稿で提案した予測規則の中に SLASH 素性を組み込むことにより、予測に基づく範疇操作が非境界依存にたいしても増進的な処理を可能にすることを示す。

## 4.2. SLASH保管範疇による空所の予測処理

非境界依存を示す wh 句にたいして範疇文法の枠組みで予測処理を行うために、本稿は GPSG の足素性 SLASH に準拠した /SLASH という素性を導入する。範疇  $C/\text{SLASH}XP$  は、範疇  $C$  の表現から最大投射の範疇  $XP$  の表現が空所となっていることを表すものとする。例えば動詞句  $VP/\text{SLASH}NP$  は、素性 /SLASH の値が NP である VP を表し、これは VP が NP を空所としてもつと解釈される。このことを一般化すると次の定義 (20) のように表される。

- (20) 範疇  $C_i$  の表現  $\alpha$  があり、 $\alpha$  が記号列  $a,b,\dots,\beta,\dots,c,d$  から成るとき、ある制限のもとで  $\alpha$  が最大投射の範疇  $C_j$  の表現  $\beta$  を空所とするならば、そのときの表現  $a,b,\dots,c,d$  の範疇は  $C_i/\text{SLASH}C_j$  である。その際、
- a)  $/\text{SLASH}C_j$  は、値が  $C_j$  の SLASH 素性を納めた範疇であるので、これを SLASH 保管範疇と呼ぶことにする。
  - b)  $C_i/\text{SLASH}C_j$  は、 $C_i$  が SLASH 保管範疇  $/\text{SLASH}C_j$  を担っていることを示す範疇であり、これは  $C_i$  の表現から  $C_j$  の表現が空所になっていることを表す。

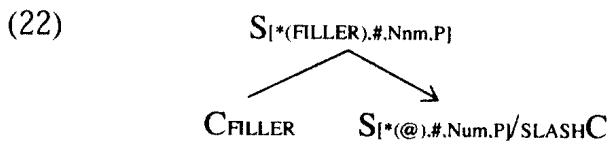
wh 句や話題化の対象となった名詞句等は、空所 (gap) にたいする filler となる。filler は wh 句の素性 WH、あるいは話題化の素性 TOP (topicalization) をもつ。以下、範疇  $C$  の表現が filler となるときには、それを  $C_{\text{FILLER}}$  と記し、FILLER は具体的に素性値 WH や TOP を表すものとする。これにたいして節の範疇  $S_{i*(@).\#.\text{Num}.\text{Pl}}$  における記号 @ は WH や TOP 等にたいする変数であるとする。filler は一方で、wh 節  $S_{i*(\text{WH}).\#.\text{Num}.\text{Pl}}$  あるいは話題化を含む節  $S_{i*(\text{TOP}).\#.\text{Num}.\text{Pl}}$  が作られることを予測させ、他方で filler は、その範疇が  $C_{\text{FILLER}}$  ならば、filler に後続する記号列が範疇  $C$  の空所をもつ節であることも予測させる。すなわち filler の範疇は、後続の記号列が導く予測範疇に SLASH 保管範疇を組み込むはたらきをする。SLASH

保管範疇は、filler と同じ範疇と素性を持ち、記号列の読み込みの際に予測範疇の中に組み込まれて伝播し、処理の適当な段階で空連糸の範疇の存在を浮かび上がらせる。以上から次の予測規則 (21) (24) (25) が導かれる。

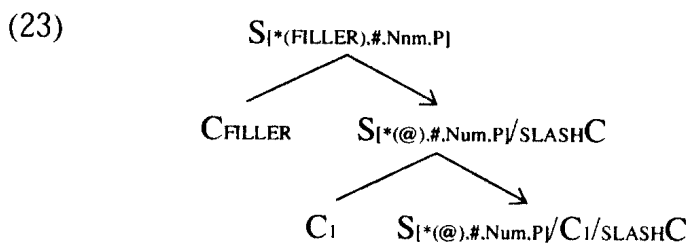
(21) filler による予測規則

filler の範疇  $C_{\text{FILLER}}$  は (ただし  $\text{FILLER} \in \{\text{WH}, \text{TOP}\}$ )、その親範疇に節  $S_{[* (\text{FILLER}), \# \text{Num.P}]}$  を予測し、その姉妹に SLASH 保管範疇  $/\text{SLASH}C$  を担った節の範疇  $S_{[* (@), \# \text{Num.P}]/\text{SLASH}C}$  を予測する。

次の木 (22) は規則 (21) に基づき、空所となる範疇の予測を示している。



次に範疇  $C_1$  の記号が読み込まれると、(23) が示すように、(22) で予測された  $S_{[* (@), \# \text{Num.P}]/\text{SLASH}C}$  と範疇  $C_1$  から範疇  $S_{[* (@), \# \text{Num.P}]/C_1/\text{SLASH}C}$  が予測されることになる。こうした予測は、次の予測規則 (24a,b) により可能となる。



(24) 空所の予測規則

a. 関数適用規則  $C_1 \ C_0/C_1 \Rightarrow C_0$  に対応し、SLASH 保管範疇  $/\text{SLASH}C$  を担った範疇  $C_0/C_1/\text{SLASH}C$  にたいして、 $C_1 \ C_0/C_1/\text{SLASH}C \Rightarrow C_0/\text{SLASH}C$  が得られる。これより  $C_1 \ X \Rightarrow C_0/\text{SLASH}C$  ならば  $X = C_0/C_1/\text{SLASH}C$  である。すなわち親範疇が  $C_0/\text{SLASH}C$  であり、娘範疇が  $C_1$  であるならば、 $C_1$  の姉妹に  $C_0/C_1/\text{SLASH}C$  が予測できる。





b. 関数適用規則  $C_0/C_1 \ C_1 \Rightarrow C_0$  に対応し、SLASH 保管範疇  $/SLASHC$  を担った範疇  $C_0/SLASHC$  にたいして  $C_0/C_1 \ C_1/SLASHC \Rightarrow C_0/SLASHC$  が得られる。これより  $C_0/C_1 \ X \Rightarrow C_0/SLASHC$  ならば  $X = C_1/SLASHC$  である。すなわち親範疇が  $C_0/SLASHC$  であり、娘範疇が  $C_0/C_1$  であるならば、 $C_0/C_1$  の姉妹に  $C_1/SLASHC$  が予測できる。



GPSG では空連系の範疇は  $XP[SLASH \ XP]$  のタイプであり、これを本稿で定義した SLASH 保管範疇を使って表すと  $C_{F1}/SLASHC_{F2}$  となる。ただしこの範疇が空連系の範疇として妥当であるためには、 $C_{F1}$  の素性組  $F1$  と  $/SLASHC_{F2}$  の素性組  $F2$  は単一化が可能でなければならない。以上から、この型の範疇を予測する規則を得るためには、空所の予測規則 (24b) における親範疇  $C_0/SLASHC$  の SLASH 保管範疇  $/SLASHC$  と、左枝の娘である関数範疇  $C_0/C_1$  の引数  $C_1$  が単一化する形にすればよい。そのことを明示するために両者に同じ指標1を添加すれば、空連系の予測規則 (25) を得ることができる。

(25) 空連系の予測規則

関数適用規則  $C_0/C_1 \ C_1 \Rightarrow C_0$  に対応し、SLASH 保管範  $/SLASHC_1$  を担った範疇  $C_0/SLASHC_1$  にたいして  $C_0/C_1 \ C_1/SLASHC_1 \Rightarrow C_0/SLASHC_1$  が得られる。これより  $C_0/C_1 \ X \Rightarrow C_0/SLASHC_1$  ならば  $X = C_1/SLASHC_1$  である。すなわち親範疇が  $C_0/SLASHC_1$  であり、娘範疇が  $C_0/C_1$  であるならば、 $C_0/C_1$  の姉妹に空連系の範疇  $C_1/SLASHC_1$  が予測できる。



### 4.3. wh 疑問の予測処理

次に、前節で定義した SLASH 保管範疇とそれに関する予測規則を wh 節にたいして適用しながら、具体的な解析を通して wh 依存の構文にも予測処理がうまく実行できることを例示する。まず wh 句と主要部の間に節境界が入り込んでなくて単純ではあるが、形態的に格が曖昧である疑問詞と代名詞を含んだ wh 疑問にたいして、予測処理に基づく右方向の接続方式の解析を試みる。例としてドイツ語の文 (26) を検討する。

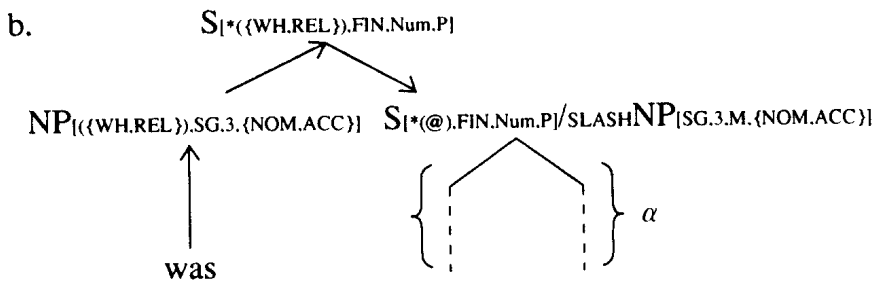
- (26) Was soll das bedeuten?  
 what-ACC supposed to that-NOM mean  
 'What's that supposed to mean?'

文 (26) では、was の後の記号列 soll das [ ] bedeuten に名詞句の空所があるが、この場合でも、予測規則の適用により、読み込みの各段階で次に読み込まれるべき語 (句) の範疇と、空所の範疇がうまく予測できる。この予測処理の過程を以下に示す。

**4.3.1** 最初に読み込まれた was は疑問文または関係詞節ができあがることを予想させる。しかし was だけでは、それが疑問詞 (WH) であるのか関係代名詞 (REL) であるのか判然としない。しかもドイツ語の was は主格と対格が同形なので、was だけではその格も判然としない。木 (27b) は、was の読み込みにより、その範疇が選ばれ、was の予測範囲が特定されていく流れを示したものであるが、木の中にはこれらの不確定な素性値がそ

のまま組み込まれる。すなわち、この段階の *was* は素性値が不確定であるので、*was* の範疇には、疑問詞と関係代名詞の素性値の集合 {WH,REL} と、主格と対格の素性値の集合 {NOM,ACC} を組み込む。*was* の範疇は (27a) となる。

(27) a. *was*: NP[{WH,REL},SG,3,{NOM,ACC}]



filler である *was* から、予測規則 (21) により二つの範疇が予測される。記号列の読み込の或る段階で、この *wh* 節が疑問文 (WH) であるのか、関係詞節 (REL) であるのかが確定されるが、しかし現段階では未確定であるので、木 (27b) の頂点の予測範疇 *S* に両方の素性 {WH, REL} を組み込む。木 (27b) の右枝にもう一つの予測範疇が現れるが、その中の SLASH 保管範疇は、filler である *was* の格に応じて主格あるいは対格の名詞句が空所となるということを /SLASHNP[*(NOM,ACC)*] という形で示している。(27b) の波括弧で括った部分  $\alpha$  は、*was* の後の記号列が構造化される部分である。*was* により呼び出された SLASH 保管範疇が  $\alpha$  の中を伝播していく。

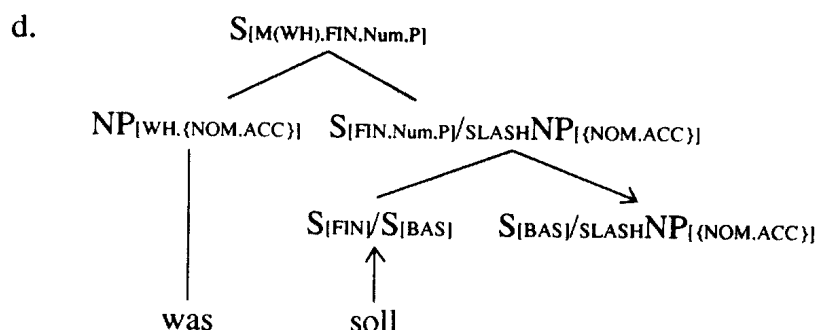
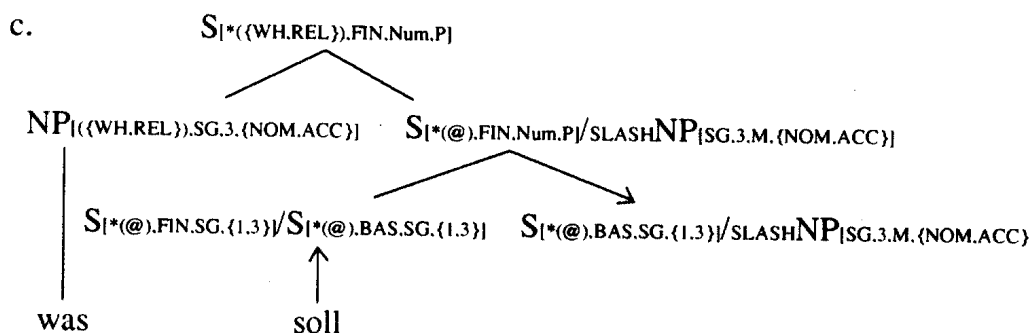
**4.3.2** 次に話法の助動詞 *soll* が読み込まれると、予測処理は木 (28c) のように進行する。この処理は次のような範疇操作に基づく。*soll* は、例えば *ich immer Kaffee trinken* のような裸不定詞文  $S_{[BASI]}$  と結合して、*Soll ich immer Kaffee trinken?* のような定動詞文  $S_{[FIN]}$  をつくるので、*soll* の範疇は  $S_{[FIN]}/S_{[BASI]}$  と定義できる。詳しく見れば、*soll* は単数の1人称か3人称主語の裸不定詞文と結合し、同じ主語の定動詞文を作るので、この情報を範疇に組み入れることにより、*soll* の範疇は  $S[*(@).FIN.SG.\{1,3\}]/S[*(@).BAS.SG.\{1,3\}]$  と

定義される。soll のこの範疇と、(27b) で was により予測された範疇 [(28a)に再記] とから、予測規則 (24b) に基づき、記号列 was soll の次に来るべき表現の範疇が式 (28b) により導かれる (ただし素性は簡略表記)。こうして導かれた予測範疇は木(28c)の矢印の先にくる。

(28) a. was の予測範疇:  $S_{[*(@).FIN.Num.P]/SLASHNP_{[SG.3.N.(NOM.ACC)]}}$

b.  $S_{[FIN]/S_{[BAS]}} X \Rightarrow S_{[FIN]/SLASHNP_{\{(NOM.ACC)\}}}$  のときには

$X = S_{[BAS]/SLASHNP_{\{(NOM.ACC)\}}}$  である。

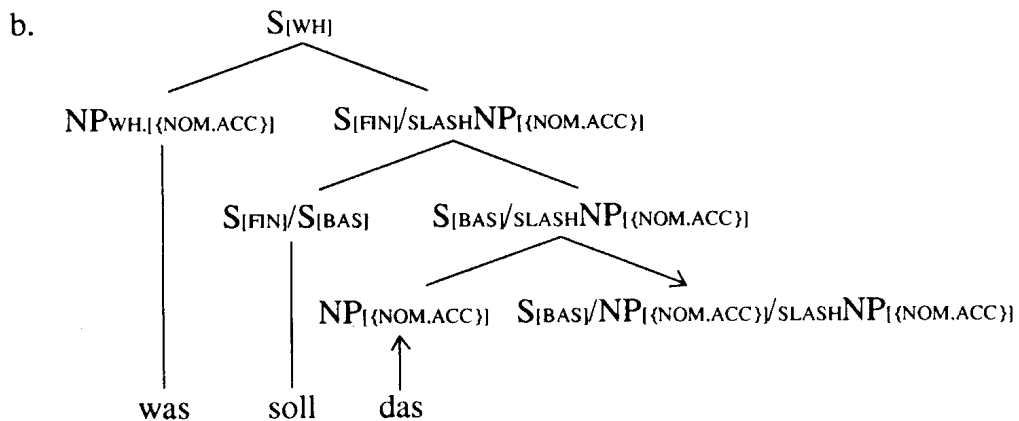


木 (28c) は素性構造の記述が極めて煩雑であるので、以下では、素性の記述は議論にとって必要な部分にとどめたい。(28c) に関しては更に、ドイツ語では was の直後に定動詞 (soll) がくると疑問文が作られるので、was の素性値は WH に特定され、同時に木の頂上の S の素性も主節の WH に特定されねばならない。以上をふまえて (28c) を書き直したものが木 (28d) である。

4.3.3 次に読み込まれる代名詞 das は主格または対格であるので、その

範疇は  $NP_{\{NOM.ACC\}}$  である。これと (28d) で予測された範疇  $S_{[BAS]}/SLASHNP_{\{NOM.ACC\}}$  から、予測規則 (24a) により式 (29a) が得られる。この式 (29a) から、記号列 *was soll das* が予測する範疇として  $X = S_{[BAS]}/NP_{\{NOM.ACC\}}/SLASHNP_{\{NOM.ACC\}}$  が導かれて、木 (29b) において矢印先に予測範疇として示される。しかしこの段階でも未だ *was* の格は特定できないので、現段階で予測された範疇の中の *SLASH* 保管範疇  $/SLASHNP_{\{NOM.ACC\}}$  の格素性値も特定されないままになっている。

- (29) a.  $NP_{\{NOM.ACC\}} X \Rightarrow S_{[BAS]}/SLASHNP_{\{NOM.ACC\}}$  のときには  
 $X = S_{[BAS]}/NP_{\{NOM.ACC\}}/SLASHNP_{\{NOM.ACC\}}$  である。

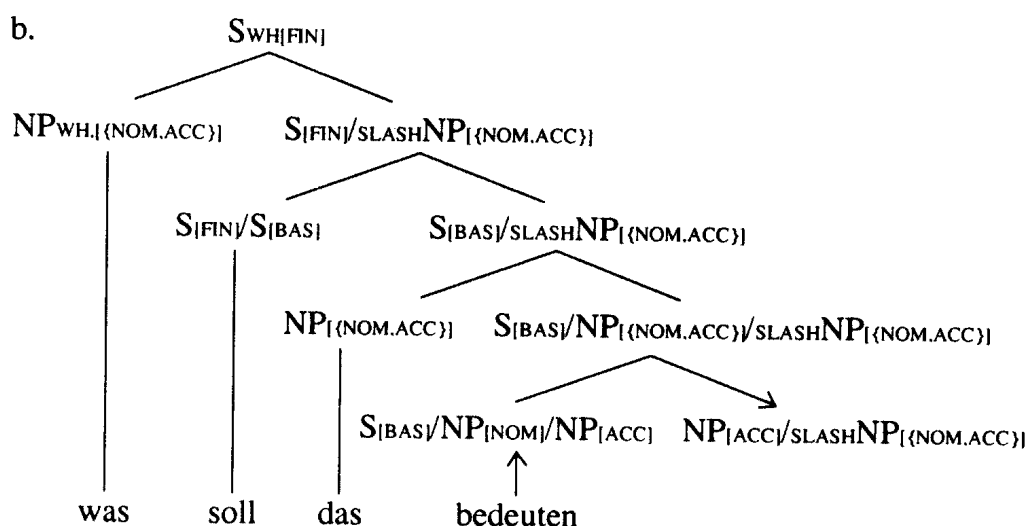


問題は、この段階でも *was* の格が特定できないのに加えて、*das* も（主格か対格か）格が特定できないことである。もし *er* (*he*) のように主格であることが形態的に明らかな代名詞であれば、その読み込み段階で既に動詞句の存在が予測可能であるが、*was soll das* という記号列ではそうした予測は不確定のままである。この曖昧さの解消は次の *bedeuten* が読み込まれるまで待つ必要がある。

**4.3.4** 最後に読み込まれる *bedeuten* は他動詞の裸不定詞の形であるので範疇  $S_{[BAS]}/NP_{[NOM]}/NP_{[ACC]}$  をもつ。この範疇を娘とし、先の (29a) で予測された範疇  $S_{[BAS]}/NP_{\{NOM.ACC\}}/SLASHNP_{\{NOM.ACC\}}$  を親とすると、予測規則 (24b)

から (30a) のようにして予測値Xが得られる。一般に  $C_i/C_j/C_k$  は  $(C_i/C_j)/C_k$  であり、また、言語の構造としては動詞句の範疇  $S/NP_{[NOM]}$  が黙約により  $S/NP_{[ACC]}$  よりも優先度が高いので、(30a) の下線部が単一化の対象となることが優先される。(30a) の下線部の範疇は互いに単一化でき、その結果、同じ範疇構造であると見なされるので、予測規則 (24b) の適用が可能となる。その結果、記号列 *was soll das bedeuten* が予測する範疇 X は  $NP_{[ACC]}/SLASHNP_{\{NOM,ACC\}}$  となり、木 (30b) の右端の矢印先に指定される。

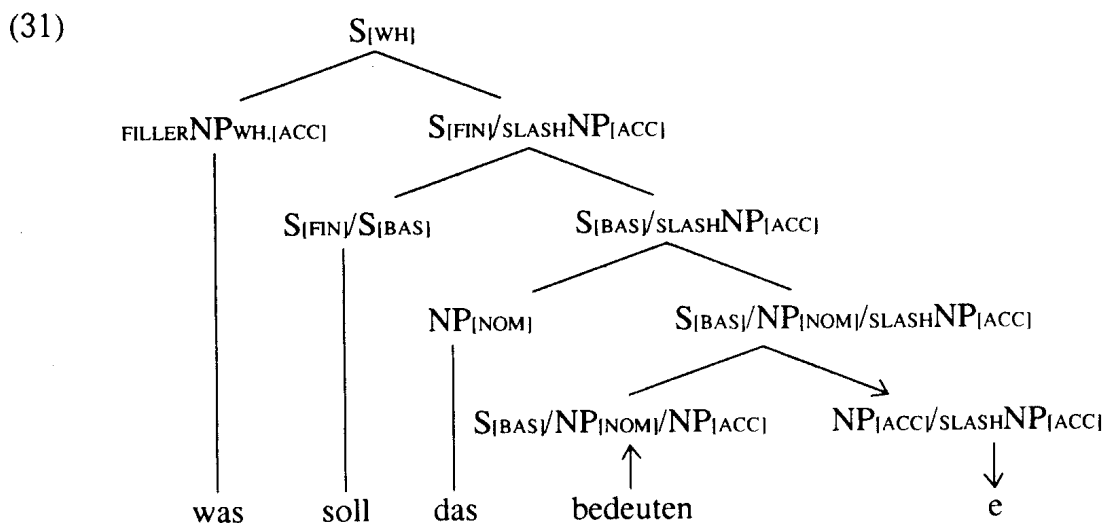
- (30) a.  $S_{[BAS]}/NP_{[NOM]}/NP_{[ACC]}$  X  $\Rightarrow$   $S_{[BAS]}/NP_{\{NOM,ACC\}}/SLASHNP_{\{NOM,ACC\}}$   
 のときには、X =  $NP_{[ACC]}/SLASHNP_{\{NOM,ACC\}}$  である。



しかし、この解析木 (30b) は素性値に関してまだ不完全である。すでに定義したように  $C_F/SLASHC_{F'}$  の型の範疇は、範疇  $C_F$  の表現から同じ範疇  $C_{F'}$  の表現が欠落した空連糸の範疇を表す。ただし (30a) の場合、空連糸を予測している範疇は  $NP_{[ACC]}/SLASHNP_{\{NOM,ACC\}}$  であり、その SLASH 保管範疇の格は未だ特定されておらず、 $\{NOM,ACC\}$  のままである。空連糸の範疇は、その素性 F と F' の単一化を前提とするので、SLASH 保管範疇  $/SLASHNP_{\{NOM,ACC\}}$  と範疇  $NP_{[ACC]}$  は単一化すべきである。その結果  $NP_{[ACC]}/SLASHNP_{[ACC]}$  となり、SLASH 保管範疇の格素性値が ACC に特定される。それに対応して *was* の格も ACC に特定される。

最初に was により呼び出された SLASH 保管範疇 /SLASHNP<sub>[NOM.ACC]</sub> は、記号列が読み込まれていく過程で、各々の予測範疇の中を伝播されていき、該当する空連系の地点へと引き渡される。この wh 節の場合も、全体として各々の記号の読み込みが、次に来るべき記号の範疇をうまく予測していくが、しかし他方で、最初に読み込まれた was の格は、最後に読み込まれる bedeuten を待つようやく特定される。このことから判明することは、予測に基づく接続においては、記号の素性値のすべてが、必ずしもその記号の読み込み時に確定するのではないこと、すなわち、後続の記号列の読み込みを待ち、それらの素性情報を参照して始めて確定される素性値もあるということである。

空連系を e で表し、bedeuten の読み込みにより始めて確定された素性値を、それが各々の箇所へと逆方向に伝播されていった結果も含め明記するならば、記号列 was soll das bedeuten e の完成した解析木 (31) が導かれる。



#### 4.4. wh 依存の予測処理

本節は、wh 句の非境界依存を予測操作に基づく接続方式で処理することが可能であることを示したい。英語の複合節の場合、文 (32a) のように wh 句と語彙主要部や述語の間に節境界が入り込むことが出来る。文 (32a)

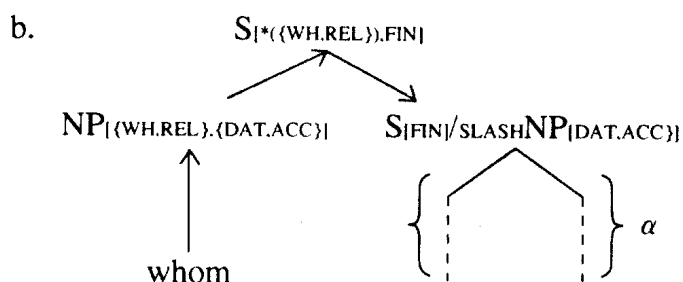
では、文頭の who が、後半の従属節の主語として、その節の定動詞と形態的に呼応していて、両者の依存関係が保証されているので適格である。これにたいして、(32a) と同じ節境界を示す文 (32b) では、whom が格の一致の原理に反しているので不適格である。

- (32) a. Who do you think is clever?  
 b. \* whom do you think is clever?

本節は、wh 依存を損なった文 (32b) の解析が、予測操作に基づく連接方式により、不適格であるとして受理されない形で正しく遂行されることを示したい。分析はこれまでのように、逐語的に読み込みが実行される度に、その次にくるべき記号列の範疇が予測されていく過程を追っていきながら、文(32b)の場合には、最後に予測される範疇が実際の記号列の読み込みとは異なってしまい、解析が失敗する様を示す。

4.4.1 まず whom が読み込まれると、予測範囲は先の was が予測した範囲 (27) と類似したものとなる。whom の読み込みが予測させる節は、WH 疑問  $S_{[M(WH),FIN]}$  あるいは関係詞節  $S_{[SB(REL),FIN]}$  であるし、whom は与格 DAT(dative) または対格の filler であるので、その範疇  $NP_{\{WH.REL\},\{DAT.ACC\}}$  に対応した空所の範疇 (SLASH 保管範疇  $/SLASHNP_{\{DAT.ACC\}}$ ) を担った節の範疇が存在することも予測させる。以上から、whom の範疇と、それが予測する範囲  $\alpha$  の範疇を、それぞれ次の (33a,b) のように与えることができる。

- (33) a. whom:  $NP_{\{WH.REL\},\{DAT.ACC\}}$





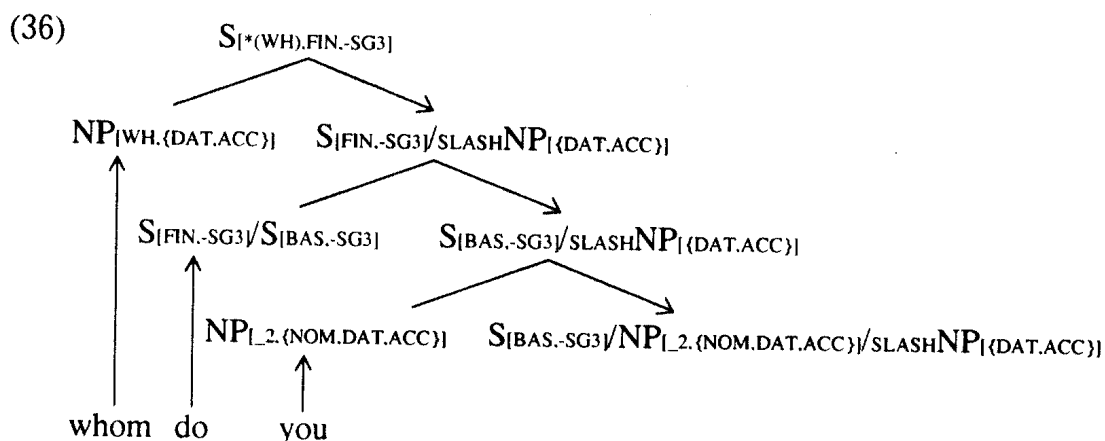
**4.4.2** 次に読み込まれる助動詞 *do* は、三人称単数以外の主語をもつ裸不定詞文  $S_{[BAS.-SG3]}$  と結合することにより定動詞文  $S_{[FIN.-SG3]}$  を作り出すので、その範疇は  $S_{[FIN.-SG3]}/S_{[BAS.-SG3]}$  <sup>注11</sup>である。*do* の範疇と、先の (33b) で予測された範疇  $S_{[FIN]}/SLASHNP_{\{[DAT.ACC]}\}$  により、空所の予測規則 (24b) に基づいて、次の式 (34) のような手順で記号列 *whom do* の予測範疇として  $S_{[BAS.SG3]}/SLASHNP_{\{[DAT.ACC]}\}$  が得られる。同時に *do* の読み込みは、*whom* が疑問詞であることを指定する。

(34)  $S_{[FIN.-SG3]}/S_{[BAS.-SG3]} X \Rightarrow S_{[FIN]}/SLASHNP_{\{[DAT.ACC]}\}$  により  
 $X = S_{[BAS.-SG3]}/SLASHNP_{\{[DAT.ACC]}\}$  となる。

**4.4.3** 次に読み込まれる人称代名詞 *you* は、単数または複数の二人称で、主格か与格か対格のいずれかであるので、その範疇は  $NP_{\{[SG.PL],2,\{[NOM,DAT.ACC]}\}}$  である。ただし素性値の組  $\{[SG,PL], 2,\{[NOM,DAT,ACC]}\}$  は、単数・複数に関係なく二人称の主格・与格・対格を表しているので、以下ではこれを略記して  $[_2,\{[NOM,DAT,ACC]}\}$  と表す。この範疇と先に(34)で予測された範疇  $S_{[BAS.-SG3]}/SLASHNP_{\{[DAT.ACC]}\}$  から、予測規則 (24a) に基づき範疇  $S_{[BAS.-SG3]}/NP_{[_2,\{[NOM,DAT,ACC]}\}]/SLASHNP_{\{[DAT.ACC]}\}$  が予測される。(35)を参照のこと。

(35)  $NP_{[_2,\{[NOM,DAT,ACC]}\]} X \Rightarrow S_{[BAS.-SG3]}/SLASHNP_{\{[DAT.ACC]}\}$  により  
 $X = S_{[BAS.-SG3]}/NP_{[_2,\{[NOM,DAT,ACC]}\}]/SLASHNP_{\{[DAT.ACC]}\}$  となる。

以上の記号列 *whom do you* の読み込み過程 4.4.1 - 4.4.3 において、各々の予測処理が実行されていった過程を木 (36) により示す。左から右へと記号の読み込みにより各レベルで構成されいく予測範疇を矢印先に表している。



4.4.4 裸不定詞 think の範疇は  $S_{[M.BAS.Num1.P1]}/NP_{[Num1.P1.NOM]}/S_{[SB.FIN.Num2.P2]}$  である。think が読み込まれると、この範疇を基に処理が進む。この範疇の数と人称を表す変数に異なる指標が付いているのは、主節の主語名詞の数・人称と、従属節のそれを区別するためである。

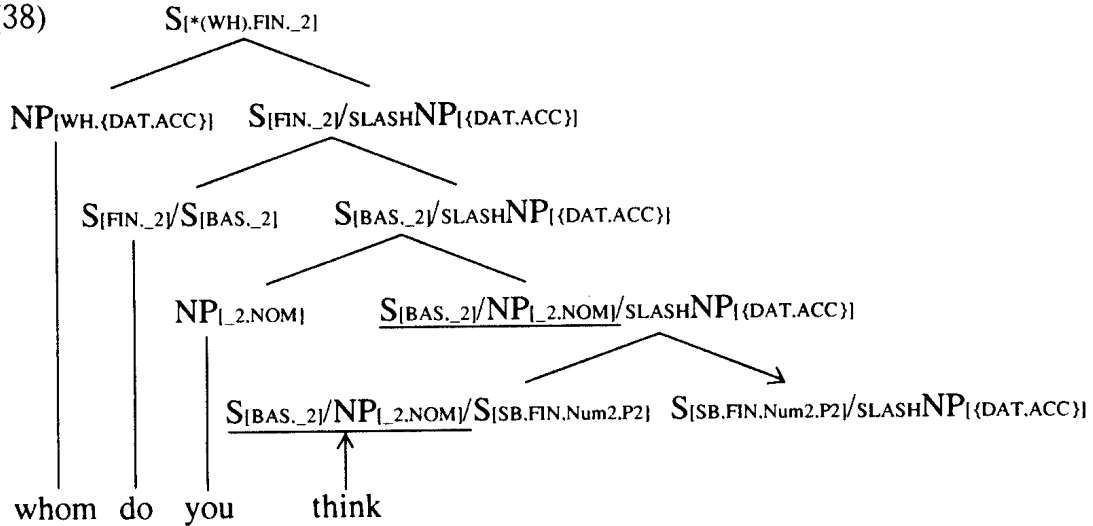
(36) で予測された範疇  $S_{[BAS.-SG3]}/NP_{[2]{(NOM.DAT.ACC)}}/SLASHNP_{1}{(DAT.ACC)}$  と、think の範疇  $S_{[M.BAS.Num1.P1]}/NP_{[Num1.P1.NOM]}/S_{[SB.FIN.Num2.P2]}$  とは、下線部が単一化できる。単一化により素性値が確定されて、前者は  $S_{[M.BAS._2]}/NP_{[2.NOM]}/SLASHNP_{1}{(DAT.ACC)}$  となり、後者は  $S_{[M.BAS._2]}/NP_{[2.NOM]}/S_{[SB.FIN.Num2.P2]}$  となる。前者の下線部の名詞句の範疇  $NP_{[.....]}$  は元々 you の範疇であるので、その素性値が  $[_2,NOM]$  に確定された結果、you が主格であることが明らかとなる。また、式(35)で得た whom do you の予測範疇は、think の読み込み後に  $S_{[M.BAS._2]}/NP_{[2.NOM]}/SLASHNP_{1}{(DAT.ACC)}$  として値を確定されたことにより、下線部が示すように、2人称主語と結合して文になる表現(動詞句)の範疇を予測していることが明らかとなる。以上の2点が明らかとなったので、素性値を確定された先の二つの範疇、すなわち whom do you の予測範疇と think の範疇から、予測規則(24b)により、式(37)を通して範疇  $S_{[SB.FIN.Num2.P2]}/SLASHNP_{1}{(DAT.ACC)}$  が予測される。この予測範疇を、先に得られた木(36)に組み込むと木(38)が得られる。whom do you think から予測される範疇は(38)の右の矢印先に示されている。

(37)  $S_{[M.BAS._2]/NP_{[2.NOM]}/S_{[SB.FIN.Num2.P2]}} X \Rightarrow$

$S_{[M.BAS._2]/NP_{[2.NOM]}/SLASHNP_{\{DAT.ACC\}}}$

により  $X = S_{[SB.FIN.Num2.P2]/SLASHNP_{\{DAT.ACC\}}}$  が予測される。

(38)



4.4.5 最後に動詞句 is clever が読み込まれると、これは単数3人称主語と結合して文を作るので範疇  $S_{[FIN.+SG3]/NP_{[+SG3.NOM]}}$  をもつが、<sup>注12</sup> この範疇と先に (37) で予測された範疇 [(39a) に再記] とから、予測規則 (24b) により、(39b) のようにして記号列 whom do you think is clever の予測範疇が得られる。

(39) a. 記号列 whom do you think の予測範疇は

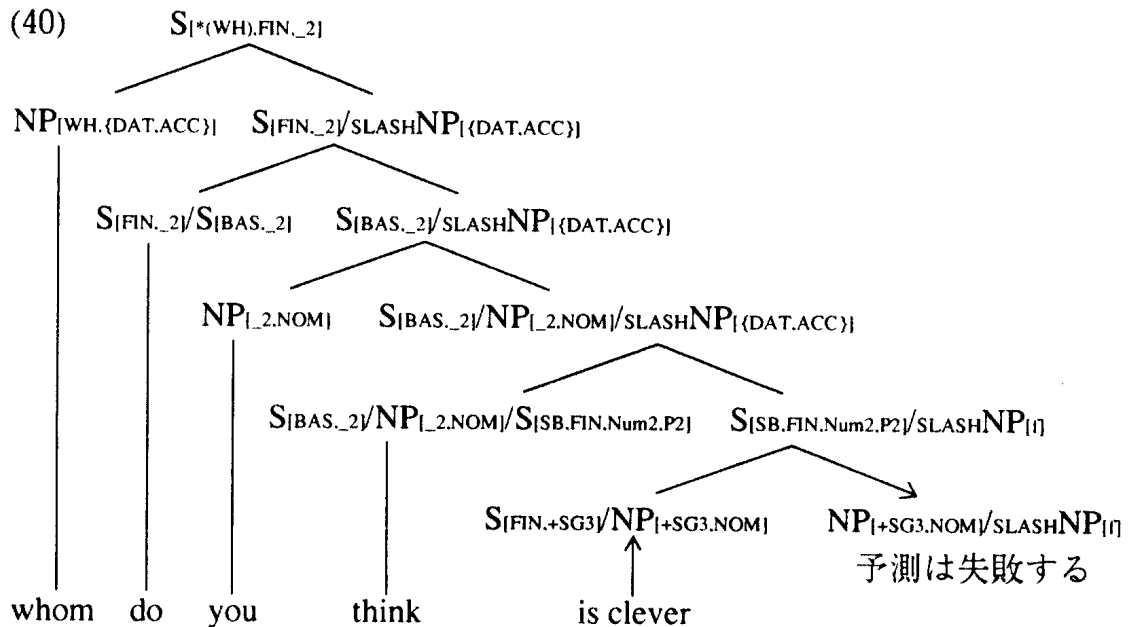
$S_{[SB.FIN.Num2.P2]/SLASHNP_{\{DAT.ACC\}}}$  である。

b. 記号列 whom do you think is clever の予測範疇 X は、

$S_{[FIN.+SG3]/NP_{[+SG3.NOM]}} X \Rightarrow S_{[SB.FIN.Num2.P2]/SLASHNP_{\{DAT.ACC\}}}$  における左辺の  $S_{[FIN.+SG3]}$  と右辺の  $S_{[SB.FIN.Num2.P2]}$  は単一化できるので予測規則 (24b) が適用できて  $X = NP_{[+SG3.NOM]}/SLASHNP_{\{DAT.ACC\}}$  となる。

しかし (39b) の手続きで得た予測範疇 X の /SLASH の左の範疇  $NP_{[+SG3.NOM]}$  と

右の範疇  $NP_{\{DAT.ACC\}}$  は、互いに格素性値が異なるので、単一化できず、whom に対応した空連系の範疇とはなりえない。結局、この場合の範疇 X は、その /SLASH の左の範疇  $NP_{\{+SG3.NOM\}}$  が ... is clever の次に読み込まれるべき記号列の範疇であること予測するにすぎない。しかし実際には、読み込まれるべき記号列はこれ以上存在しないので解析は失敗に終わり、(32b) は不適格な文として排除される。以上の状況を示しているのが木 (40) である。(ただし、(40) では紙面の都合で一部の /SLASH  $NP_{\{DAT.ACC\}}$  を /SLASH  $NP_{\{I\}}$  と略記した。)

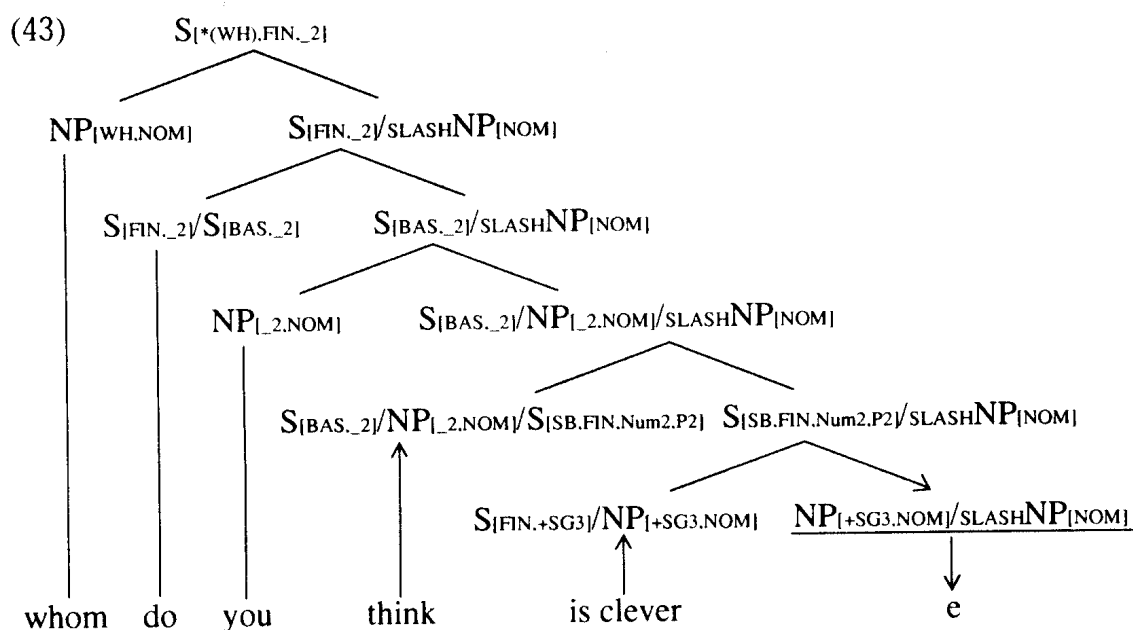


4.4.6 予測解析が失敗した文 (32b) にたいして、文 (32a) [(41) に再記] の場合には、文頭の who の読み込みを契機に呼び出される SLASH 保管範疇が主格名詞 /SLASH  $NP_{\{NOM\}}$  であるので、前例の予測解析木 (40) におけるすべての SLASH 保管範疇を、対格名詞から主格名詞に置き換えればよい。すると最終的に who に対応した空連系として適格な範疇 (42) が得られる。

(41) Who do you think is clever?

(42)  $NP_{\{+SG3.NOM\}}/SLASH NP_{\{Num.P.NOM\}}$

範疇 (42) は /SLASH の左右の範疇とその素性値が単一化するので、空連系の範疇として妥当である。こうして空連系の範疇が予測されたことは、文 (41) の補文  $S_{[SB.FIN.+SG3]}$  中の is clever が主格名詞を空所とし、その空所が文頭の who に対応し、しかもその空所と who の間には節境界が介在しているという wh 依存の構文が、予測操作に基づき正しく解析されたことになる。このようにして、次の成功例の木 (43) が示すように、予測操作による接続により、非境界依存のような構文も妥当な手続きで処理することができる。



## 5. 結論

本稿は、範疇文法における範疇操作に加えて予測操作を導入することにより、記号列が文頭から文末の方向へ読み込みまれていく順序に沿って、予測範疇が順次確定されていくという（人のそれに近いといえる）言語処理方式が、語句の範疇と素性にたいする関数適用と単一化という形式的操作により可能となることを示した。

その際に明確になったことは、我々の言語直感にも合うことであるが、

記号列の統語構造の確定のためは先読みが必要となることである。予測に基づく増進的処理の際には、記号の素性値のすべてが、その記号の読み込み時に確定するわけではなく、中には、後の記号列の読み込みを待ち、後者の素性情報を参照して始めて確定される素性値もある。確定できない素性値にたいしては、一方で、記号列を先読みしながら当該の記号の素性値を確定していく手続きが必要であり、他方で、確定した素性値を、予測範疇を確定してきた手続きを遡り当該の記号に辿り着き、その素性に割り当てて手順が要る。すなわち予測操作は、一方で増進的処理の効率を上げるが、他方で、若干の素性値を確定するために先読みや手続きの後戻りを必要とするという非効率を解消できない。こうした若干の非効率にもかかわらず、予測操作に基づく言語記号列の増進的処理の方式が、言語による意志疎通行為の速度の向上と効率化をはかるために有効であると思われる。

#### 注釈

- 1 特に明記する必要がある限り M や @ は付けず単に S と記す。
- 2 filler については 4 章の第 2 節を参照のこと。
- 3 動詞の形態に関しては過去分詞や現在分詞も考慮すべきであるが、しかしこれらは本稿の議論に関係ないので言及していない。
- 4 関数範疇と接続をそれぞれ次のように定義する。引数が複数あるかに見える範疇  $C1/C2/C3$  は 1 引数の関数範疇が組み合わさった  $(C1/C2)/C3$  の略記であるとする。同様に、接続演算子  $\wedge$  は 2 引数の中置演算子であるとし、 $a \wedge b \wedge c$  は  $(a \wedge b) \wedge c$  の略記であるとする。
- 5 例えば、範疇文法における範疇操作には、基本的な操作としての関数適用以外にも、関数合成や範疇型の上昇等の操作が様々に提案されてきている。それは記号間の接続にたいしてかなり柔軟な操作を可能にすると同時に、適格でない接続を許容してしまうこともある。
- 6  $C_i/C_j$  を  $f$  で表し、 $C_j$  を  $x$  とし、 $C_i$  を  $y$  とするならば、 $f(x)=y$  であるが、これを句構造文法の書き換え規則に近い形式で表したものが  $C_i/C_j \ C_i \Rightarrow C_i$  である。ただしこの式は上昇型であり、 $C_i/C_j$  の表現と  $C_j$  の表現が結合して  $C_i$  の表現を作り出すことを表している。

- 7 VP[SLASH NP] の略記法として GPSG では VP/NP と表記されているが、この表記は本稿の範疇文法の表記と紛らわしいので、本稿では使用しない。
- 8 Gazdar, Gerald, E.Klein, G.Pullum, and I.Sag (1985), 79 f.
- 9 これは GPSG の略記法では XP/XP と表記されている。
10. 要点だけの例示のため、ここでは助動詞 does は無視した形で木を構成している。
11. [-SG3]は、単数3人称以外の数と人称をあらわす素性である。これは [SG,1],[SG,2],[PL,1],[PL,2],[PL,3] と網羅的に書くこと煩雑さを回避するための略記である。
- 12 ここでは、is clever をはじめてから動詞句としてまとめて扱っている。もちろん is と clever を別個に範疇化して、予測操作を通して組み上げていくこともできる。

## 文献

- Abraham, Werner (1988). Terminologie zur neueren Linguistik, Max Niemeyer, Tübingen.
- Ajdkiewicz, Kazimierz (1935). Die syntaktische Konnexität, *Studia Philosophica* 1 (1935) 1-27.
- Drosdowski, G. (Hrsg.) 1984: Duden Grammatik der deutschen Gegenwartssprache. Mannheim (Dudenverlag).
- Engel, Ulrich (1988) Deutsche Grammatik, Heidelberg, Julius Gross.
- Etzensperger, Jürg 1979. Die Wortstellung der deutschen Gegenwartssprache als Forschungsobjekt, Berlin, New York, de Gruyter.
- Flynn, M.J.: Structure Building Operations and Word Order. Garland Publishing, New York. 1985.
- Gazdar, Gerald (1982). Phrase structure grammar, in P.Jacobson & G.K. Pullum (eds.) *The Nature of Syntactic Representation*, Reidel, Dordrecht, 131-186.
- Gazdar, Gerald, E.Klein, G.Pullum, and I.Sag (1985). *Generalized Phrase Structure Grammar*, Basil Blackwell, Oxford.
- Geach, Peter T. (1972). A Program for Syntax, in Harman and Davidson (eds.) *Semantics of Natural Language*, Dordrecht, Reidel, 483-497.
- 泉尾洋行 (1992). 範疇文法による言語記号列の右方向接続処理 — ドイツ語の文の語順に関して —, 同志社外国文学研究 第63号, 124(21)-144(1).
- 泉尾洋行 (1993). 範疇文法による右方向接続処理と名詞句抜き出し, 同志社外国文学

研究 第65号, 56(27)-82(1).

- Janeway, Roger (1991). Unacceptable Ambiguity in Categorical Grammar, in Halpern, A.L. (ed.), *The Proceedings of the Ninth West Coast Conference on Formal Linguistics*, Stanford, 305-316.
- Lambek, Joachim (1958). The mathematics of sentence structure, *American Mathematical Monthly* 65, 154-170.
- Lewis, David (1970). *General Semantics*, *Synthese* 22, 18-67.
- Montague, Richard (1973). The Proper Treatment of Quantification in Ordinary English, in J.Hinntikka, J.Moravcik, and P.Suppes (eds.), *Approaches to Natural Language*, Reidel, Dordrecht.
- Oehrle, Richard T. (1991). Categorical Frameworks, Coordination, and Extraction, in Halpern, A.L. (ed.), *The Proceedings of the Ninth West Coast Conference on Formal Linguistics*, Stanford, 411-426.
- Siewierska, Anna (1988). *Word Order Rules*, Groom Helm, London.
- Thomason, Richmond H. (1974). *Formal Philosophy: Selected Papers of Richard Montague*, New Haven, Yale University Press.
- Uszkoreit, Hans. (1984). *Word Order and Constituent Structure in German*, Doctoral dissertation, University of Texas, Austin.
- Uszkoreit, Hans. (1986) *Categorical Unification Grammars*. CSLI Report No. CSLI-86-66.