

日中翻訳における語順パラメータによる 中国文生成

翟 普義 謝 建明 高田 正之

小谷 善行 西村 恕彦

東京農工大学工学部電子情報工学科

中国語のもつ性質を反映した、「語順パラメータ」と名づけた独自の文法の形式を提起した。さらに、これを日中翻訳システムにおける文生成に応用した。この形式は、語の格支配関係を示す述語素を用いて語の文における位置を規定するものである。この方式は、生成文法的文法の構文解析・文生成に埋め込まれるものであるが、基本的に異なるパラダイムに基づく。

Generation of Chinese Sentences by Using "Word Order Parameter" in the Japanese-Chinese Translation System

Pu-Yi Zhai Jian-Ming Xie Masayuki Takata
Yoshiyuki Kotani Hirohiko Nisimura

Tokyo University of Agriculture and Technology
Department of Electronic and Computer Science

2-24-16 Nakamachi, Koganei-shi, Tokyo 184, Japan

We propose a new form of grammar called "Word Order Parameter" which reflect characteristics of Chinese language. And this is applied to our Japanese-Chinese translation system. The form indicates the absolute position of a word in the sentence according to the case dependency of the word. This mechanism is on the basis of paradigm different from ordinary generative grammar, though it is embedded in the language processing system of such grammar.

1 まえがき

中国語の文法書を読むと、「文とは状況語、主語、状況語、述語・・・という並びであり、さらに状況語には、前置詞、名詞句、方位詞からなる」というような表現が多い。逆に形式文法による説明をしたものは少ない。すなわち、特定の機能をもつ言葉が、一定の語順のなかで、どこに配置されるか、という観点から説明される。このことは、一見中国語の文法説明に、生成文法的な表現がまだ普及していないとしてみられるかもしれない。しかし、反対にこれは中国語の特質を反映した文法説明なのかも知れない。

英語では、疑問文、there is構文、感嘆文、・・・など様々な語順がある。こうしたものを表現するために生成文法が生まれたといえるだろう。ところが、中国語では、文の語順の形はほとんど決まっている。そして、特定の機能をもつ言葉は、その機能とその文の中の位置づけにしたがって、文中の決まった位置に配置される。そしてこの配置は、たいてい一意に決定される。こうした観点を進めることにより、「語順パラメータ」という考えに到達した。

2. システムの概要

日本語の入力文に対し、構文解析・意味解析・生成変換を行って、中国語の訳文を生成するのが、本研究の目的である。システムは次の三つの部分からなる。

1) 構文解析 2) 意味解析 3) 訳文生成

本研究は、実用的に使用するシステムを目的とするのではなく、いままで発展してきた技術を用い、よく使われる日本語の文を対象に、機械翻訳における意味解析、訳文生成のところに力を入れて、ある程度翻訳できるシステムを作り上げた。

原文の入力は、日本語の単語分ち書き文である。構文解析は、日本語文を対象とした構文解析である。意味解析部は、知識ベースを利用して、構文木から文の単語の概念間の関係を見定めて、意味構造を抽出する。意味構造に使うアクタント (Actant) としては、情報処理振興事業協会が昭和62年に編集した「[計算機用日本語基本動詞辞書 I P A L (Basic Verbs) — 辞書編 —]」で使用されたすべての述語素を本システムに取り入れて、さらに、文のテンス、アスペクト、ムードなどに対応するアクタントをいくつか加えた。

訳文の生成は、抽出した意味構造に基づいて、その述語素の組合せから対応する訳文側の文パターンを求め、それに従って中国語の文生成を行う。文パターンは、語順パラメータという概念を用いて記述する。

3. 知識ベース

3.1 知識ベースの構成

知識ベースはフレーム形式であり、つぎの3領域に区

別している。

表記領域

単語領域

概念領域

表記領域には、単語の漢字平仮名交じりの表記が格納され、単語領域にはその単語に関する文法の情報が格納される。実体領域には、その単語の概念そのものが格納される。表記領域と単語領域は、単語領域のフレームの名前によって相互に結合する。単語領域と概念領域は、変換規則によって結合する。

3.2 辞書の種類

辞書は次の3種類に分けられる。

1. 日本語辞書

2. 翻訳辞書

3. 中国語辞書

すべての辞書はフレームの形で登録してある。辞書作成上、漢字表記・意味属性・述語素のいずれかが違った場合は、違う単語としてそれぞれ別の単語フレームを作成する。

3.2.1 日本語辞書

本システムの辞書は、前に述べたようにフレームを基本とした階層構造で表現する。一つの単語の辞書情報はすべて同一のフレームに格納したものとされている。こうして、翻訳プログラムが実行される時、フレームのインヘリタンス (継承) の機能を利用して、必要とする単語だけの辞書情報をメモリに呼び込んで実行する。そうすると、辞書が膨大になっても処理ができないおそれがない。

次に動詞と名詞に関する辞書の構造について述べる。

(1) 動詞 動詞の辞書は、構文解析に必要な品詞とモード情報のほかに、深層構造を抽出するための、動詞に関する文型、述語素といった情報もフレームに格納する。本システムの動詞の辞書情報は、「品詞」スロット、「表記」スロット、「活用」スロット、「上位」スロット、「文型」スロット、「素」スロット、「格」スロット、「述語素」スロットからなる。

「表記」スロットの値は、同形異義語に対し、その間のつながりの役割を果たしている。

「活用」スロットの値は、五段、上一段、下一段、か変、サ変である。

「文型」スロット、「素」スロット、「格」スロットは I P A L 辞書が使う言葉である。「文型」スロットの値は動詞の格支配パターンである。「素」フレームには、動詞の格支配パターンの中に出てくる名詞の意味属性の情報を格納する。「格」フレームには、動詞の格支配パターン中の格助詞の情報を格納する。次に「買う」動詞の内部表現を例として示す。

／***表記領域***／

- 買わ(未然形_1, value, 買う_1).
- 買お(未然形_2, value, 買う_1).
- 買い(連用形, value, 買う_1).
- 買う(終止形, value, 買う_1).
- 買え(仮定形, value, 買う_1).
- 買っ(音便形, value, 買う_1).

／***単語領域***／

- 買う_1 (品詞, value, 動詞).
- 買う_1 (表記, value, 買う).
- 買う_1 (活用, value, 五段).
- 買う_1 (上位, value, 実_得る).
- 買う_1 (文型, value, [[N1, が], [N2, を]]).
- 買う_1 (素1, value, [hum, org]).
- 買う_1 (格1, value, が).
- 買う_1 (素2, value, [con, abs]).
- 買う_1 (格2, value, を).
- 買う_1 (述語素, value, [o2a, a]).

(2)名詞 名詞の辞書情報は、「品詞」スロット、「意味属性」スロットからなる。名詞辞書における意味属性の分類は、IPAL[2]の分類を採用した。

名詞の場合、品詞スロットと意味属性スロットは構文解析と意味解析のときに用いられる。表記領域には「正体」スロットを設けて単語領域と接続する。「家族」を例としてその内部構造を示す。

／***表記領域***／

家族(正体, value, 家族_1).

／***単語領域***／

- 家族_1 (品詞, value, 名詞).
- 家族_1 (意味属性, value, org).
- 家族_1 (意味属性, value, div).
- 家族_1 (意味属性, value, hum).

本システムの名詞辞書はIPAL辞書に挙げた例文から取ってフレームの形にしたもので、一つの名詞に対して意味属性の値はいくつもある場合がある。

3.2.2 中国語辞書

中国語の辞書情報は、動詞の場合、「品詞」スロットと「上位」スロットからなる。動詞以外の辞書は「品詞」スロットからなる。

「上位」スロットを設けた理由は、「語順パラメータ」規則において、一つの述語素から二つの訳文を形成しうることがあるからである。どれに適用するかということ、上位の概念により決める。このことについて後で述べる。

4. 意味構造

4.1 述語素

本システムに取り入れた述語素とは、IPALが定義した言葉で、深層格に似ているが、深層格よりもっと細分化されたものである。

動詞の格形式によってそれと関わりの名詞句をある程度制限することができる。格形式と述語素との関係の例を表4.1、表4.2に示す。

表4.1 格形式と述語素との関係

記号	訳語	関連する格形式[Ni, Nj]	Nj
A	動作主	[が]	が
AS	起因	[が, に]	に
LG2	空間的着点	[を, に]	に
LL1	空間的場所	[が, に]	に
O2a	対象[受影]	[が, を]	を
PTk	相手	[が, を, から]	か
PTn	相手	[が, を, に]	に
TM	時間	[が, を]	を

述語素 文 例 格形式

述語素	文	例	格形式
1. A	馬が	走る	[ガ]
2. TM	彼女が	夏休みを 過ごす	[ガ, ヲ]
3. O2a	彼女が	足を 洗う	
4. LG2	子供を	学校に やる	[ガ, ニ]
	荷物を	二階に 上げる	[ヲ, ニ]
5. LL1	庭に	木が ある	
6. AS	彼は	寒さに 震える	
7. PTn	彼が	親に 小遣いを もらう	[ガ, ヲ, ニ]
	彼が	彼女に 贈り物を 渡す	[ガ, ヲ, カラ]
8. PTK	学生が	教授から 本を 借りる	
	彼は	友人から その話を 聞いた	

表4.2 述語素の例

4.2 述語素の補足

述語素は、動詞句と名詞句及び名詞句と名詞句との間の関係を表示できるが、入力文に関する肯定・否定・時制・相・様態、また、動詞とかかわりのない時間副詞・場所副詞などの情報を表現できない。これらを表わすために、意味構造の中にこれらのスロットを用意した。

4.3 文の意味構造

意味構造は原文と訳文の間の中間言語であるので、機械翻訳システムにおいて重要な役割を果たしている。4.1と4.2で述べた述語素と述語素の補足を用いて、本システムの意味構造を構築した。

意味構造は、主文の動詞句フレーム、埋込み動詞句フレーム、連体修飾フレームからなる。主文の動詞句フレームと埋込み動詞句フレームは、動詞の実体をポイントするakoスロットと時制スロット、肯否スロット、アスペクトスロット、ムードスロットを持ち、各述語素スロットも持つ。さらに、動詞とかかわりのないタイムスロット、場所スロットも持っている。動詞句フレームと埋込み動詞句フレームの内容の違ったところは、埋込み動詞句フレームが名詞句をポイントするポイントスロットを持つ。連体修飾フレームは名詞フレーム・形容詞フレーム・形容動詞フレームを含む。それは構文解析木から抽出した特別なフレームで、ポイントスロットだけを持ち、述語素をポイントする。

文の意味構造を中間結果としてファイルに書き込む。述語素スロットは意味構造にあらかじめ用意したものでなく、構文解析木から抽出しうるスロットだけを意味構造に入れる。

実際の例文に対して、その意味構造を図4.4に示す。

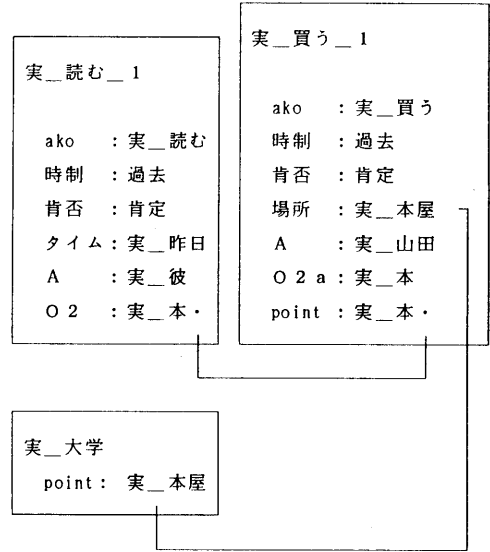


図4.4 「彼は昨日山田が大学の本屋で買った本を読んだ」の意味構造

5. 意味解析

構文木からI P A L辞書が用いた述語素を使って、文の意味構造を形成するために、辞書の中に同じ表記である動詞概念のところにたどっていく。それから、文中の動詞がどの概念にあたるかを決定する。このために入力文の格形式と辞書の中に記載された格形式との照合が行われる。

6. 訳文生成

6.1 中国語の文法

中国語は、語順が変わると意味が違ってくる。中国語文の構造の一つの例を図6.1に示す（[9]などによる）。

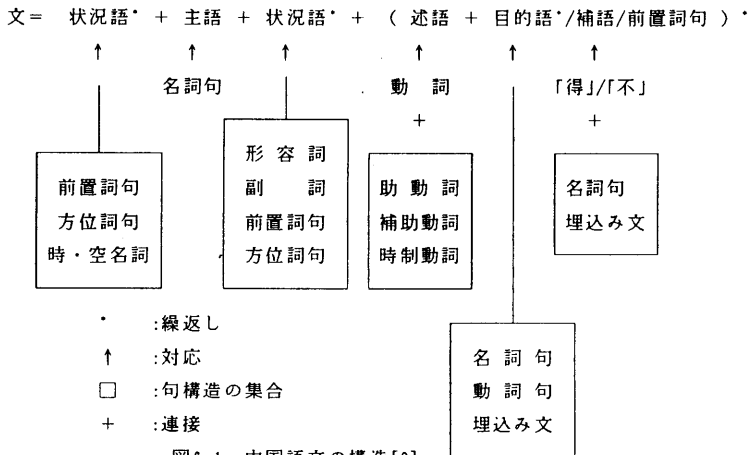


図6.1 中国語文の構造[9]

中国語文では、文になる各要素の性質によって、その並び順がほとんど決まることが分かる。こういう特徴から、「語順パラメータ」規則による翻訳の方式を設計した。

6.2 語順パラメータ規則

5. で述語素と日本語の格形式との関係を表4.1に示した。述語素によって、中国語の訳文の形式を定めること

述語素	日本語	中国語
O2a 対象	彼女が 足を 洗う 彼が ご飯を 食べる 彼が 車を 買った 彼女が荷物を 持つ	她 洗 脚 他 吃 飯 他 買 了 汽車 她 拿 東西
LG2 空間的 着点	子供を 学校に やる 荷物を 窓際に 上げる 彼が 本を 棚に 返す 学生が 本を 図書館に 戻した 彼は ハンドルを 右に 回した	把子供 送 学校 把東西 搬到 窗邊 他 把書 放回 書架 学生 把書 返回 圖書館 他 把方向盤 向 右轉

この表中で、網かけの中国語は、網かけの日本語あって、しかもその述語素にあたるものである。

O2a (対象) の例において、この述語素にあたる単語の訳語が中国語動詞の後ろに来ることになっている。また、時制が過去であるとき、その訳語が過去を表わす「了」の後ろに来ることになっている。

LG2 (空間的着点) の例において、この述語素にあたる単語の訳語が中国語動詞の後ろに来る。また、直線の下線で示した部分(例えば、「書」)は、日本語例文における「を」の前の対象の訳語である。「把」はこれらの日本語文を中国語文に翻訳するとき必要な前置詞である。だから、LG2 のとき、日本語の文は次の形を取る(表4.1、22ページ)。

「O2x ヲ LG2 ニ」

(「O2x」は、O2a・O2・O2d・O2e・O2cのどれかを表わす)

中国語の訳文は、例文によって次の形をとることが分かる。

「把 O2x 動詞 LG2」

O2a だけの場合、その訳語はほかの訳語に影響を与えない。しかし、O2a と一緒に、LG2 があれば、対象に影響を与える、つまり、対象を制約する。これで、次のことが分かった。

- (1) 同じ述語素から翻訳した中国語の語順のパターンはほとんど同じである。
- (2) 述語素がほかの訳語パターンの位置を制限す

ができないだろうか。まず、いろいろな日本語の例文を自分で翻訳してみた。日本語の例文中の述語素別に、それぞれの訳語の語順を検討した。この実験は次のように行った。例えば、O2a (対象) とLG2 (空間的着点) の場合、その述語素を含む日本語の文をいくつか翻訳して、それから、中国語の訳文と述語素の関係を探る。

ることがある。

(1) は、つまり述語素に対応して、中国語の訳文の形式(語順)が決まっていることを意味する。日本語の場合、述語素に対応して、格形式が決まることと同じである。

(2) は、ある述語素が訳文中のほかの要素を制約していることを意味する。例えば、「O2a」と「LG2」が一つの文中に同時に現われるとき、「O2a」の語順は、LG2によって影響を受ける。

以上のことから、述語素の訳語が中国語の文構造の中のどれにあたるかによって、述語素を分類する。それに語順というパラメータを与える。さらに、同じところにくる要素の重要さ(制限する範囲が広い)によって優先度をつけ加える。こうして、述語素から中国語への変換ができそうである。この考えから、次のような「語順パラメータ」規則を設計した。

述語素 (パターン1, 語順, 優先度, パターン2)

・「パターン1」と「パターン2」は、一方は、述語素と関連する中国語の訳語のパターンである。もう一方は、述語素によって制限される訳語のパターンである。「パターン1」と「パターン2」の中に空リストがある場合は、述語素の訳語のパターンだけがあって、この述語素がほかのものを制限しないということである。

O2a による変換規則は

O2a ([], 23, 0, [O2a])

であり、「パターン1」は空リストだから、O2a がほ

かのを制限しない。もし、述語素組の中に O 2 a の位置を制限する述語素がなければ、変換するとき、O 2 a がこの規則に従って 2 3 のところにくる。もし、O 2 a が制限された場合、例えば、L G 2 と一組になった場合、L G 2 の規則は

L G 2 ([把, O 2 x] , 9, 1, [prep, L G 2])
 であるから、このとき、制限されたところ (語順 9) にくる。

・「語順」は、21以下ならば「パターン1」の位置を決める。22以上ならば「パターン2」の位置を決める。
 ・「優先度」は、「語順」が同じ場合の位置を決める。優先度が高ければ、その「語順」が優先する。くる場所は語順で示した数字のところである。

「語順」は1から23までの整数値である。この数値の昇順に、その述語素の訳語が左から右へ並ぶ。図6.2にそれを示す。

状況語句	主語句	状況語句	述語句	目的語句・その他
1 ~ 4	5	9	20	23

図6.2 中国語の並び順

例えば、a (動作主)、o 2 a (対象)、a c t (動詞を表わす) からなる述語素の組を考える。これらの規則は次に示す。

a ([a] , 5, 0, [])
 o 2 a ([] , 2 3, 0, [o 2 a])
 a c t ([a c t] , 2 0, _ , [])

時制・相・様態・動詞などを一緒に扱うために、述語素と同じような規則を作った。ここでの a c t は動詞を表わす。

a、o 2 a、a c t の組の中にお互いに位置の制限がないので、各自の「語順」のところにくる。

[a]	[a c t]	[o 2 a]
5	20	23

これは中国語の構文構造にあう並び順である。

本システムが使っているすべての述語素に対応する規則を表6.1に示す。

表6.1 語順バクメータ規則

time([time], 1, 0, []).	112([把, o2x], 9, 1, [在, 112]).	gn([], 22, 0, [prep, gn]).
loc([在, loc], 2, 0, []).	111([把, o2x], 9, 1, [在, 111]).	ng1([], 22, 0, [prep, ng1]).
111([在, 111, 里], 3, 0, []).	n12([把, o2x], 9, 1, [在, n12]).	n11([], 22, 0, [prep, n11]).
/* has, there is */	cc2([o2x, 和, cc2], 9, 1, []).	cc1([], 22, 0, [prep, cc1]).
cp2([和, cp2, 相比], 4, 0, [o2x]).	es2([讓, o2x, 作為, es2], 9, 1, []).	a([a], 5, 0, []).
sub([sub], 5, 0, []).	ct2([把, o2x], 9, 1, [ct2]).	o1c([o1c], 5, 0, []).
pagg([的, pagg], 6, 0, []).	dr2([把, o2x], 9, 1, [prep, dr2]).	o1e([o1e], 5, 0, []).
fc([的, fc], 6, 0, []).	qu2([把, o2x], 9, 1, [qu2]).	o1d([o1d], 5, 0, []).
sy1([和, sy1], 6, 0, []).	pagn([把, o2x], 9, 1, [在, pagn]).	o1([o1], 5, 0, []).
ra([对, ra], 7, 0, []).	o2c([把, o2c], 9, 1, []).	o2a([], 23, 0, [o2a]).
at([对, at], 7, 0, []).	ptk([从, ptk], 9, 0, [o2x]).	o2([], 23, 0, [o2]).
in([用, in], 8, 0, []).	1s2([从, 1s2], 9, 2, [o2x]).	o2d([], 23, 0, [o2d]).
as([因為, as], 8, 0, []).	ns2([把, o2x, 从, ns2], 9, 2, []).	o2e([], 23, 0, [o2e]).
pagd([用, pagd], 8, 0, [o2x]).	1s1([从, 1s1], 9, 2, []).	tm([], 23, 0, [tm]).
es1([以, es1], 8, 0, []).	mt3([mt3], 9, 2, []).	sp([], 23, 0, [sp]).
ptn([給, ptn], 9, 0, [o2x]).	mt4([讓, o2x, 从, mt4], 9, 2, []).	mt1([], 23, 0, [mt1]).
/* con */	pagk([从, pagk], 9, 2, [o2x]).	lg1([], 23, 0, [lg1]).
ptn([把, o2x], 9, 0, [給, ptn]).	ns1([是, 因為, ns1], 9, 2, []).	gn([], 23, 0, [gn]).
/* abs */	no([no], 10, 0, []).	ct1([], 23, 0, [ct1]).
sy2([把, o2x, 和, sy2], 9, 1, []).	act([act], 20, _ , []).	cts([], 23, 0, [cts]).
mt2([讓, prep, o2x], 9, 1, [mt2]).	jisei([jisei], 21, 0, []).	qui([], 23, 0, [qui]).
lg2([把, o2x], 9, 1, [prep, lg2]).	dr1([], 22, 0, [於, dr1]).	pago([], 23, 0, [pago]).
ng2([把, o2x], 9, 1, [prep, ng2]).	cp1([], 22, 0, [prep, cp1]).	gg([], 23, 0, [gg]).

6.3 訳文生成

ここでは、語順パラメータ規則を用いた中国語文の生成について述べる。まず、一つの例を使って説明する。

例文：「彼が本を買った」の意味構造を図6.3に示す。

実__買う__1
a k o : 実__買う
jisei : 過去
a : 彼
o 2 a : 本

図6.3 「彼が本を買った」の意味構造

この意味構造から a k o 以外のスロット（時制、様態、相などを含む）を取り出してリストに入れる（[jisei, a, o 2 a]）。それと同時に「a c t」という動詞を表わすものをもそのリストに入れる（[a c t, jisei, a, o 2 a]）。そして、次のリスト①が形成される。

[jisei, a, o 2 a, a c t] ----- ①

このリスト中の述語素の並び順は任意である。

リスト①中のそれぞれの述語素に対応する語順パラメータ規則は、次のとおりである。

jisei ([jisei], 21, 0, [])
a ([a], 5, 0, [])
o 2 a ([], 23, 0, [o 2 a])
a c t ([a c t], 20, __, [])

これから、リスト①に対して規則を適用する。リストの左から述語素の一つずつ取り出して、それぞれの規則を参照する。「語順」が21以下ならば、「パターン1」が「語順」で示したところにくる。「語順」が22以上ならば、「パターン2」が「語順」で示したところにくる。だから、[a]が5の位置にくる。[jisei]が21の位置にくる。[o 2 a]が23の位置にくる。[a c t]が20の位置にくる。処理した結果は次のようになる。

[a, a c t, jisei, o 2 a] ----- ②
5 20 21 23

リスト②から図6.3の意味構造中の対応する日本語の概念を経由して、翻訳辞書からそれらの中国語の訳語を求める。図6.4に示す。

述語素	日本語概念	中国語訳語
a c t	買う	買
a	⇨ 彼	⇨ 他
jisei	過去	了
o 2 a	本	書

図6.4 述語素から訳語を見つけ出す

得られた訳語でリスト②の述語素を置き換えて、次のようになる。

[他, 買, 了, 書] ----- ③

このリスト③は中国語の訳文である。以上の処理過程を示したように、規則は述語素の集まり（リスト①）から、語順が昇順でならんだリスト（リスト②）を生成するのに使われたわけである。

埋込み文の場合は、埋込み文の述語素からなるリストに対し、同じ規則を用いて中国語の文法に添った述語素リストに変換する。それから、ポイントスロットを調べて、すでに変換された主文述語素リスト中の修飾される単語の場所に差入れる。

語順規則を適用するところは、ただの入れ替えを行っただけではなくて、述語素の組合せに対して、その中の述語素を消したりすることもある。例えば、「彼は妹にプレゼントを買った」という日本語の場合に、文中の名詞句と述語素の対応関係を図6.5に示す。

名詞句	対応する述語素	その意味
彼	a	動作主
妹	l g 2	空間的着点
妹	p t n	相手
本	o 2 a	対象

図6.5 「彼は妹に本を買った」の述語素

文中の「妹」は「空間的着点」と「相手」の二つのものにあたるが、「相手」の訳語パターンが「空間的着点」の訳語パターンを含んでいるので、このとき、優先度を使用して l g 2 を述語素リストから削除する。

7 まとめおよび今後の問題

深層格から中国語の表層構造への変換において、「語順パラメータ」規則を作った。それをを用いて日本語文から中国語文への生成を実現した。この規則は、6.3の実行例からも理解されるように、つぎのような三つの特徴がある。

- (1) 中国語の特性に適合している
- (2) 規則の追加と削除が容易である
- (3) 述語素集合からの文生成は、既存文法によるものより簡単である

今後の問題として考慮すべき点は、一つの述語素に対応する訳語のパターンが2種類以上ある場合、どちらを選ぶかという問題の解決である。例えば、「空間的場所」(111)の場合、二つの規則がある。

111 ([在, 111, 里], 3, 0, []) ①

111 ([把, o2x], 9, 1, [在, 111]) ②

①と②は動詞によるもので、いまのところは「いる」と「ある」という存在動詞のとき①が使用され、それ以外は②が使用されるようになっている。中国語の動詞を完全に整理していないので、①を選ぶ動詞はまた出ることがある。この問題を今後の課題として続けて研究していくつもりである。

参考文献

[1] 水谷静夫、石綿敏雄、萩野孝野、賀来直子、草薙裕：朝倉日本語新講座3 文法と意味I、朝倉書店、(1983)

[2] 情報処理振興事業協会技術センター：計算機用日本語基本動詞辞書IPAL (Basic Verbs) 一解説編—情報処理振興事業協会(1987)

[3] 情報処理振興事業協会技術センター：計算機用日本語基本動詞辞書IPAL (Basic Verbs) 一辞書編—情報処理振興事業協会(1987)

[4] 松田晃一：言葉の属性を修得する自然言語理解システム、東京農工大学工学研究科数理情報工学専攻修士論文(1986)

[5] 青島正明：自然言語文から意味構造を生成する方式、東京農工大学工学研究科数理情報工学専攻修士論文(1987)

[6] P. H. Winston (長尾真、白井良明訳)：人工知能、培風館(1980)

[7] 劉月華、潘文娉、故鞏：实用現代漢語語法、外語教学与研究出版社(1986)

[8] 野村浩郷、田中穂積：機械翻訳(bit9月号別冊)、共立出版(1989)

[9] 楊頤明、堂下修司：中国語の意味文法の構成とその処理系の作成、情報処理学会論文誌、Vol. 27、No. 2(1986)