

結合価文法による動詞と名詞の訳語選択能力の評価

金出地 真人[†] 徳久 雅人[†]
村上 仁一[†] 池原 悟[†]

あらまし：結合価文法による日英機械翻訳において、結合価パターンの表す用言と格要素の意味的關係が、名詞と動詞の訳語選択に非常に有効であると考えられている。本研究では、動詞と名詞の訳語選択における、結合価文法の効果を定量的に検証する。評価対象は、IPAL 辞書に登録されている基本動詞と基本名詞に関する対訳を（単文）とする。結合価文法を用いた翻訳システムに ALT-J/E を用いて翻訳し、その結果と対訳英文を比較したところ、基本動詞および基本名詞の正解率は、それぞれ 89% および 91% であった。また失敗例の解析から、パターンの拡充などにより動詞について約 9-10%、名詞について約 3% の精度向上が見込まれると推測される。よって動詞 98-99%、名詞 94% が結合価文法を用いた訳語選択の限界と推定される。

キーワード：機械翻訳、訳語選択、結合価文法

Evaluation of Word Selection using Valency Grammar for Japanese Verbs and Nouns

MASATO KANADECHI,[†] MASATO TOKUHISA,[†] JIN'ICHI MURAKAMI[†]
and SATORU IKEHARA[†]

The word selection is very difficult problem in Japanese to English machine translation. One of the way deciding the equivalent is using Valency Grammar. However the effectiveness is not inspected. This study evaluate the effectiveness of Valency Grammar with IPAL-dictionary's verbs and nouns. As the result, the accuracy of correct equivalent is 89% for verbs translation and 91% for nouns translation. Because of analysing failure examples, upper limit will be expected about 10% for verbs and about 5% for nouns. Therefore the limitation of the word selection using Valency Grammar is estimated 99% for verbs and 94% for nouns.

keywords: machine translation, word selection, Valency Grammar

1. はじめに

機械翻訳において訳語選択は、重要であると同時に大変困難な問題の一つである¹⁾。訳語選択の精度を向上させるためには、文中で使用された単語の意味（語義）を解析する必要がある。

これまでに動詞の意味解析の方法としては共起レベルと頻度をパラメータとした「尤度」、および辞書的記述に基づいた「制約」を用いる方法²⁾や単語の共起関係を用いた方法³⁾などが提案されているが、訳語選択において高い精度を出すに至っていない。また、名詞の意味解析の方法としては、談話解析で得られた場面情報により、英語名詞の多義を解消する方法⁴⁾や連体修飾句の係る名詞を対象に格の情報と意味属性を用

いる方法⁵⁾が提案されている。最近では名詞辞書における多義構造の記述に関する研究⁶⁾⁷⁾もあるが対象は限定的である。

このような状況の下、多段翻訳方式が提案され、日英機械翻訳システム「ALT-J/E」が開発された。この翻訳方式では結合価文法⁸⁾に基づいた単文レベルの日英文型パターン対を用いて日本語から英語へ表現の変換を行なっている。ここで結合価文法はその構造から、動詞と名詞の訳し分けに有効と考えられるが、その効果は定量的には明らかにされていない。

そこで本研究では、結合価文法による動詞と名詞の訳語選択の有効性を定量的に検証するために、ALT-J/E の訳文評価実験を行ない、その効果と限界を明らかにする。ここで基本的な動詞および名詞の訳し分けを評価するために、「計算機用日本語基本〈動詞〉〈名詞〉辞書 IPAL⁹⁾」(以下「IPAL 辞書」とする)に登録されている基本動詞と基本名詞を含む単文の対訳を対象とする。

[†] 鳥取大学工学部

Faculty of Engineering Tottori University, 4-101 koyamat
youminami, Tottori, 680-0945 Japan mailto: {kanadeti, tok
uhisa, murakami, ikehara}@ike.tottori-u.ac.jp

2. 結合価文法による訳語選択

2.1 結合価文法

結合価文法による翻訳では、結合価パターン(以下「パターン」とする)を用いて訳語を決定する。パターンは、用言を中心に意味的に必須の格要素(名詞+助詞)を記述したものである。この意味的關係の記述により用言と名詞の間に意味的な制約が生まれ、日本語解析で発生する意味上の多義が解消されると考えられる。

本研究では、日本語語彙体系¹⁰⁾に記載されている「構文意味辞書」のパターンを用いる。パターンは表1のように、各見出し語の用法ごとに日本語文型パターンがパターンが登録されており、それぞれに英語の文型が1対1対応で登録されている。各動詞(用言)は用法ごとに、各見出し語につき1つ以上のパターンが登録されており、全体では14,000件のパターンが登録されている。表1に4つのパターンを例示する。表1の例では「送る」と「起こす」が見出し語で、変数『N』は体言が対応する。かっこ内は一般名詞意味属性(以下「意味属性」とする)であり、対応する体言を制約する。

表1 結合価パターンの例

見出し語	日本語文型	英語文型
送る	N1(人)が N2(休暇)を送る	N1 spend N2
送る	N1(人)が N2(生活)を送る	N1 live N2
起こす	N1(人)が N2(人)を起こす	N1 wake N2
起こす	N1(人)が N2(訴訟)を起こす	N1 file N2

2.2 一般名詞意味属性体系

一般名詞意味属性は、名詞の意味的用法に着目してソーラスとして体系化されている。本研究で使用する一般名詞意味属性体系は、最大12段の木構造であり、2,710の意味属性の分類があり、そして約40万語の名詞が登録されている。また、この木構造において上位の意味属性は下位の意味属性を内包する。この特徴により、パターンにおける変数『N』への制約を簡潔に記述することができる。

2.3 結合価文法による訳語選択

結合価文法を実際に日本語文に適用して訳語を選択する方法を説明する。まず対象とする文の用言により構文意味辞書を検索し、対応するパターンを大きく選び、格要素の意味属性などが最も多く一致するパターンを一つ選択する。パターンは表1に示す通り、日英のパターン対で登録されているため、パターンが決定することにより動詞の訳語が決定する。次に日本語パターンの格要素に対応する名詞の意味属性から名

詞の訳語を決定する。

3. 評価実験

3.1 実験のねらい

2章で述べた結合価文法の性能を調査するために評価実験を行なう。評価実験では、結合価文法によって導き出された英訳語と正解例の英訳語を比較する。

3.2 実験システム

結合価文法を実際に人手で適用することは困難なため、翻訳ソフト「ALT-J/E」(以下ALTとする)を用いる。ALTは結合価文法を用いて訳語選択を行なう。よって本研究ではALTの結果から結合価文法の効果を検証する。しかしALTでは結合価文法による構文解析の他に、形態素解析、係り受け解析等が行なわれる。そのため実際の結果には、結合価文法以外の原因で誤りが生じると考えられる。よって人手で結合価文法を用いて訳語選択を行なった場合に比べ、若干精度が落ちることが予想される。

3.3 評価対象

評価実験の対象は、IPAL辞書に登録されている基本動詞および基本名詞を含む単文の日英対訳文とする。IPAL辞書は日本語で頻繁に用いられる基本動詞(861語)、および基本名詞(1,081語)をそれぞれの用法ごとにまとめたものである。日常的に頻繁に用いられる基本的な単語ほど多義を持つ、という観点からIPAL辞書は訳語選択実験の評価対象として適切である。

IPAL辞書の書式は、まず見出し語があり、その見出し語ごとに用法が検討され、各用法ごとに用例が記載されている。しかしこの用例は日本語のみであったので、基本動詞の用例については、NTTが翻訳家に依頼して対訳を追加した。本研究ではこの対訳を正解例とする。動詞の訳語選択の評価実験においては、この対訳を用いる。名詞の評価実験においては、上記の対訳および機能試験文集¹¹⁾から基本名詞を含む単文の用例をランダムで抽出したものをを用いる。評価実験は動詞に関する5242文の例文と、名詞に関する例文1062文の例文について行なう。なおIPAL辞書の日本語の用例は、ほとんどが単文であり、ALTの係り受け解析の誤りなどが起きにくく、訳語選択の精度調査に適している。

3.4 評価方法

評価はALTで機械翻訳した英訳文のうちの注目単語の英訳語と対訳の英訳語とを比較して行なう。ALTによる機械翻訳において、ALTの構文解析などが原因で例文が部分的に正しく翻訳されない場合がある。その場合、本研究の趣旨から対象とする語が正しく英訳

されている場合は正解とする．評価は『 』『 』『 × 』の三段階とする．

3.5 評価基準

『 』『 』『 × 』の三段階の評価基準を以下に示す．評価基準は動詞，名詞のいずれに関する例文の場合も同じ基準で評価を行なう．

評価 〇：対象とする単語の ALT の英訳語が，対訳例が用いている訳語と一致する場合．

例 1：二つの川がこの地点で 合う。

対訳 1：The two rivers **join** at this point.

ALT 訳 1：Two rivers **join** in this point.

例 2：彼は皆の 注目 を集めた。

対訳 2：He attracted the **attention** of everyone.

ALT 訳 2：He attracted the **attention** of everybody.

評価 △：対象とする単語の ALT の英訳語が，対訳例が用いている訳語と異なるが，意味的に正しい場合．

例 3：彼は準備を 急いだ。

対訳 3：He **prepares quickly**.

ALT 訳 3：He **hurried** preparation.

例 4：私たちは今日その 問題 を話し合った。

対訳 4：We discussed the **matter** today.

ALT 訳 4：We talked about that **problem** today.

評価 ×：対象とする単語の ALT の英訳語が間違っている場合．

例 5：彼らは海底に沈んでいた船を陸に 揚げた。

対訳 5：They **salvaged** the sunken vessel on the bottom of the sea.

ALT 訳 5：They **deep-fried** in land the ships that had sunk in the bottom of the sea.

4. 実験結果

実験の結果をデフォルトの訳語による評価結果と共に表 2，表 3 に示す．デフォルト訳語とは，各見出し語の訳語の中で最も良く使われる語のことで，PROCEED 和英辞書で先頭に表記されている語をデフォルト訳語とした．表 2 に動詞の訳語選択の正解率を，表 3 に名詞の訳語選択の正解率をそれぞれ示す．

表 2 動詞の訳し分け精度

評価	ALT-J/E	デフォルト訳語
	49% 2572 文	22% 1141 文
	40% 2081 文	33% 1740 文
×	11% 589 文	45% 2361 文
合計	5242 文	5242 文

表 3 名詞訳し分けの精度

評価	ALT-J/E	デフォルト
	62% 658 文	58% 615 文
	29% 312 文	27% 289 文
×	9% 92 文	15% 158 文
合計	1062 文	1062 文

5. 考察

5.1 動詞の訳語選択に関する考察

5.1.1 動詞の訳語選択への有効性

表 2 より ALT の正解率 (評価 〇 と △ の合計) がデフォルトの訳語に比べ 34% 高かった．このことから結合価文法によって，動詞の訳語選択の精度を上げることができたとと言える．

また，各動詞に登録されているパターン数が多いほど，動詞の訳語選択肢が増えるため，パターン選択誤りによる精度低下の恐れがある．そこで，各動詞について登録されているパターンの数ごとに動詞を分類し，パターンの数による訳し分けの精度を調査した．結果を表 4 に示す．その結果から，パターン数が 0 個の動詞，つまりパターンが未登録の動詞の誤り率 (評価 ×) が 22% であるのに対して，パターンに登録されている場合には半分となっていることが分かる．このことから，結合価文法を用いることで動詞の訳語選択の精度を上げることができると言える．しかしパターンに登録されているものについても，パターンが多くなると文に対応したパターンの選択に失敗し，訳語選択に失敗するという傾向が見られる．

表 4 パターンの数別の正解率

パターン数	0 個	1~5 個	5~10 個	11 個以上
	50%	48%	56%	50%
	28%	43%	37%	37%
×	22%	9%	7%	13%

5.1.2 訳語誤選択の原因と解決方法

ALT が正しい訳語を選択できなかった原因を明らかにするために，評価が × となった例文 589 文中 122 文について調査した．結果を表 5 に示す．

ALT では，動詞の訳語選択において表 5 に示す問題を含んでいる．将来，これらの問題が解決されれば，さらに結合価文法により正しい訳語を選択できるようになると考えられる．以下にそれぞれの問題の解決方法を考察する．

表 5 正しい動詞訳語が出せなかった原因

	翻訳失敗の原因	割合
1	パターンが登録されていない場合	21% 26 文
2	パターンの照合に失敗した場合	37% 45 文
3	慣用表現が用いられている場合	11% 13 文
4	形態素解析に失敗した場合	9% 11 文
5	係り受け解析に失敗した場合	17% 21 文
6	例文が二通りの意味にとれる場合	5% 6 文
	合計	122 文

(1) パターンが登録されていない場合

対象の文に対するパターンが登録されていない場合、パターンを用いた訳語選択ができない。具体例を例 6 に示す。

例 6：学生が教授に教授の都合を電話で伺った。

対訳 6：The student phoned the professor and asked him when he would be free.

ALT 訳 6：A student listened the professor's circumstances with a telephone to a professor.

動詞『伺う』のパターンが「N1(人)がN2(人)のN3(陳述)を伺う N1 listen to N2」としか登録されていないため、『伺う』を用言として持つ文に対してはこのパターンしか適用されず、他の訳語を選択できない。この対策としては、不足しているパターンを補うことがあげられる。具体的に例 6 の場合、「N1(人)がN2(人)にN3(状態)を伺う N1 ask N2's N3」をパターン辞書に追加することにより目的の訳語『ask』が選択できると推測される。

(2) パターンの照合に失敗した場合

一つの動詞に対して複数のパターンが登録されていると、日本語文に対するパターンの選択が問題になる。具体例を例 7 に示す。

例 7：彼は海外で夏休みを送った。

対訳 7：He spend his summer vacation abroad.

ALT 訳 7：He saw a summer vacation off at a foreign country.

動詞『送る』の場合 12 種類のパターンが日本語語彙体系に登録されている。この例文に対しては「N1(人)がN2(時間, 休暇)を送る N1 spend N2」のパターンを適用すれば、正しい訳語が導き出される。しかし実際には、「N1(人)がN2(主体)をN3(場所, 場, 建造物)で送る N1 see N2 off at/in N3」が適用され、誤った訳語が選択されている。この問題は対象の文とパターンを照合させるアルゴリズムの問題であり、現在改善方法が研究されている¹²⁾。

(3) 例文に慣用表現が用いられている場合

慣用表現が用いられている場合の例を例 8 に示す。

例 8：彼は 話の腰を折った。

対訳 8：He interrupted a person's speech .

ALT 訳 8：He broke the waist of talk .

例 8 は慣用表現の文である。慣用表現は言い回しが決まっているので、パターンの記述に意味属性を用いずに、表現に含まれる名詞の字面を記述することができる。具体的には例 8 に対しては、「N1(人)が話の腰を折る N1 interrupt a speech」のパターンを登録することで正しい訳語が選択できる。

(4) 形態素解析に失敗した場合

(5) 係り受け解析に失敗した場合

(4) および (5) の場合は結合価文法を用いる以前の処理の問題である。これらの処理が正しく行われないと、結合価文法を使うことができない。

(6) 例文が二通りの意味にとれる場合

例文が二通りの意味にとれる場合の例を例 9 に示す。

例 9：職場の不満から彼は家族の者に 当たった。

対訳 9：He was hard on his family because of complaints he had about his job .

ALT 訳 9：He corresponded to the person of his family from the discontent of a place of work .

例 9 は、対訳の通り『彼が家族に当たり散らした』という意味である。しかしパターンの該当部分『彼は家族の者に当たった』だけに注目すると、対訳の意味とは別に『彼は家族の関係にある』という意味にも解釈できる。よって『N1 が N2 に当たる』は、文によって『be hard on ~』と『corresponded to ~』の二つの訳語を使い分ける必要がある。ところがその使い分けには、この文の因果関係に注目する必要がある。一般に因果を表す文は、原因と結果をそれぞれ節で表すため複文となる。そのため単文レベルのパターンでは対処できない。これは現在の結合価文法による訳し分けの限界だと言える。

5.1.3 動詞のまとめ

以上より、動詞の訳語選択において結合価文法は有効であり、今後パターンの拡充などにより、結合価文法を最大限に活用できる環境が整えば、現状の 89% の正解率から 98 ~ 99% の正解率を得ることができるようになるかと推測できる。しかし『(8) 二通りの意味にとれる文』については結合価文法だけでは訳し分けは不可能である。

5.2 名詞の訳語選択に付いての考察

5.2.1 名詞の訳語選択への有効性

表 4 の結果より ALT の結果の方が、デフォルトの訳語の結果よりも 6% 良い値となっている。したがって結合価文法により、名詞の訳語選択に多少効果があ

ると言えるが、動詞の場合のように、デフォルトの場合と比べて顕著な差は見られなかった。これは、IPAL 辞書の名詞の約 5 割が多義を持たないため、デフォルトの正解率が最初から高いことと、結合価文法は動詞の訳語選択を目的として開発されたものであることが原因と考えられる。

5.2.2 先行研究との比較

名詞の訳語選択については、名詞の「意味的用法」に関する知識分類を使用した訳語選択の可能性について検討した研究がある¹³⁾。この研究では、意味属性が決定することにより、IPAL 辞書の多義を持つ名詞をどこまで訳し分けできるかを調査している。その調査によると、名詞は表 6 のように分類される。各分類の名詞の出現割合は「訳語多義なし」56.4%、「一意に絞り込み可能」24.0%、「場合により可能」3.5%、「絞り込み可能」10.5%、「不可能」5.7%となっている。本研究の結果をこの分類に当てはめ、それぞれの正解率を調査した。その結果を表 6 に「訳し分け精度」として示す。結果を見ると、先行研究において意味属性により訳し分けが「不可能」、「絞り込み可能」までと考察された見出し語については、他に比べ誤り率が高くなっており、先行研究の考察とほぼ一致する。

表 6 意味属性による訳し分けの可能性と実測値

分類 (参考文献 13 より)	各分類の訳し分け精度		
			x
訳語多義なし	71%	25%	4%
一意に絞り込み可能	56%	32%	12%
場合により可能	49%	42%	9%
絞り込み可能	44%	40%	15%
不可能	52%	32%	16%

5.2.3 訳語誤選択の原因と解決方法

動詞の訳語誤選択と同様に、ALT が正しい訳語を選択できなかった原因を、評価が x となった例文 92 文について調査した。結果を表 7 に示す。

表 7 正しい名詞訳語が出せなかった原因

	訳語選択失敗の原因	割合
1	パターンが登録されていない場合	39% 36 文
2	パターンの照合に失敗した場合	4% 4 文
3	パターンの格要素の制約が弱い場合	17% 16 文
4	対象の名詞がパターンの要素外の場合	8% 7 文
5	形態素解析に失敗した場合	5% 5 文
6	慣用表現	24% 22 文
7	見出し語の名詞が辞書未登録の場合	2% 2 文
	合計	92 文

ALT では名詞の訳語選択において表 7 の問題を含む。動詞の場合と同様に、将来これらの問題が解決されれば、結合価文法により正しい訳語を選択できるよ

うになると考えられる。以下にそれぞれの問題の解決方法を考察していく。

(3) パターンの格要素の意味が浅い場合

日本語文に対応するパターンにおける格要素を制約する意味属性が『* (指定なし)』や『主体』などの上位の階層にある場合、訳語が一意に決まらない場合がある。具体例を例 10 に示す。

例 10: 彼は相手に 意向 を質した。

対訳 10: He asked the other party of their intention.

ALT 訳 10: He asked his partner about a mind.

例 10 では「N1(主体) が N2(主体) に N3(抽象) を質す」というパターンが対応している。例 10 の訳し分け対象の名詞「意向」には『意図』と『思想』の二つの意味属性が定義されている。しかしこの二つの意味属性は共に『抽象』配下である。よってこのパターンにおいて「意向」の意味属性は一意に決定できない。したがって、大きく訳語を絞り込むことはできても一意に決定できない。

この問題はパターンを「N1(主体) が N2(主体) に N3(意図) を質す」と単純に書き換えるだけでは解決できない。仮に書き換えたとしても、格要素 N3 の名詞の意味属性が『抽象』より下位でありかつ『意図』より上位である場合、このパターンが対応しなくなる。元のパターン「N1(主体) が N2(主体) に N3(抽象) を質す」と両方を登録した場合「意向」は訳し分けできるようになるが、「意向」以外の場合についての訳し分けが保障できない。ゆえに格要素の名詞の意味属性の数だけのパターンが必要となる。そのパターン全てを登録するのは現実的ではない。

この原因はパターンが用言の訳し分けを目的に作られたのが原因と考えられる。つまり用言の訳語が同じパターンの場合、格要素の名詞の意味属性の定義は、他のパターンと住み分けができる程度で充分なのである。よってその意味属性の範囲内での格要素の名詞の訳し分けは保障されていない。

(4) 対象の名詞がパターンの要素外の場合

対象の名詞がパターンの要素外の場合の例を例 11 に示す。

例 11: 逃亡した男は 地方 で生き延びている。

対訳 11: The man who escaped is surviving in the countryside.

ALT 訳 11: The man who escaped has survived in a district.

文中で対象の名詞が、パターンの格要素以外で用いられている場合には、結合価文法による訳し分けはで

きない。パターンは用言と格要素の意味的關係が記述されているので、パターンに含まれない格要素の名詞については、意味的關係によって訳語の絞り込みができない。

例 11 では、パターン「N1(主体, 動物) が生き延びる」が適用されている。しかし対象の名詞「地方」を含む格要素「地方で」は、パターンに含まれていない。したがってこの場合、パターンに記述されている意味属性によって訳語を絞り込むことができない。

原因 (1)(2)(5)(7)

原因「(1) パターンが登録されていない」「(2) パターンの照合に失敗」「(5) 形態素解析に失敗」「(7) 見出し語の名詞が辞書未登録」については、5.1 節の動詞の考察と同様にパターンの辞書への追加、パターン照合方式の改善などにより、解決ができるとは限らない。その原因は上記の原因 (3) と (4) の考察の通り、パターンが狙い通りに目標の名詞に当たるとは限らないので、結合価文法による効果は保障できない。

(6) 慣用表現

慣用表現については、パターンを登録することにより、確実に対象の名詞を含むパターンができるので、訳し分けに効果が有ると考えられる。

5.2.4 名詞のまとめ

名詞の訳語選択において、結合価文法は顕著な成果をあげることではできなかった。その原因としては、パターンが用言を中心としたものであることが挙げられる。つまりパターンは用言を訳し分けるために、用言に係る格要素と最低限の意味属性しか定義していない。したがって、その定義外の名詞の訳語選択についてはパターンが適用されないため効果がない。

以上の理由から 5.2.3 節で考察した原因が改善されたとしても、全ての名詞が結合価文法によって訳し分けができると考えられない。しかし「(6) 慣用表現」は、パターンの登録によって確実に解決できる。したがって、現状の 91%の正解率から 94%の正解率を得られるようになると推測される。

6. まとめ

本稿では、単文において結合価文法の動詞と名詞の訳し分けの精度を調査した。具体的には、IPAL 辞書の見出し語に登録されている動詞と名詞についての例文を ALT-J/E で翻訳し、その結果を評価する方法で調査を行なった。

その結果、特に動詞についてはデフォルトの訳語と比べ 34%の精度の向上が見られた。しかし名詞はパターンの性質などから顕著な効果は見られず、6%の

向上にとどまった。また失敗例の分析から、パターンの拡充などによって、結合価文法の特徴を限界まで用いることができれば、さらに精度向上が期待できることがわかった。その限界は動詞で 98~99%、名詞で 94%と推測される。

謝 辞

本研究で用いた「ALT-J/E」および言語関係の資源は NTT との共同研究の關係から使用させて頂きました。ここにお礼申し上げます。また本研究で参考にした論文、本の著者の方々にお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) Allen James, "Natural Language Understanding", The Benjamin Cummings, 1995.
- 2) 野美山浩, "目的言語の知識を用いた訳語選択とその学習性", 情報処理学会自然言語処理研究会, 91-NL-86, pp.1-8, 1991.
- 3) 鈴木克志, 太細孝, "日英機械翻訳における共起表現の扱い", 情報処理学会自然言語処理研究会, 91-NL-82, pp.1-8, 1991.
- 4) 角田達彦, 田中英彦, "英語名詞の多義性解消における文脈としての場面情報の評価", 自然言語処理, Vol.3, No.1, pp.3-27, 1996.
- 5) 北村博, 荻野紫穂, "日英翻訳における連体修飾句の訳し分け", 情報処理学会自然言語処理研究会, 90-NL-75, pp.1-8, 1990.
- 6) 柏野 (桑畑) 和佳子, 本多啓, "IPAL 名詞辞書における多義構造の記述", 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.9, pp.2603-2612, 1998.
- 7) 桑畑和佳子, 橋本三奈子, 青山文啓, "IPAL 名詞辞書による多義性解消のためのコロケーションの分析", 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.6, pp.1925-1934, 1998.
- 8) 水谷静夫, 石棉敏雄, 荻野孝野, 賀来直子, 草薙裕, "文法と意味 I", 朝倉書店, 1983.
- 9) "計算機用日本語名詞辞書 IPAL 解説編", 情報処理振興事業協会技術センター, 1996. [http://www.ipa.go.jp/STC/NIHONGO/IPAL/ipal.html]
- 10) 池原悟, 宮崎正弘, 白井諭, 横尾昭男, 中岩浩巳, 小倉健太郎, 大山芳史, 林良彦, "日本語語彙体系 5 構文体系", 岩波書店, 1997.
- 11) 池原悟, 白井諭, 小倉健太郎, "言語表現体系の違いに着目した日英機械翻訳試験項目の構成", 人工知能学会論文誌, Vol.9, No.5, pp.569-579, 1994.
- 12) 吉田真司, 池原悟, 村上仁一, "入力文に対する結合価パターン対の選択方法について", 言語処理学会全国大会報告, B2-6, pp.299-302, 2002.
- 13) 桐澤洋, 池原悟, 村上仁一, "日英機械翻訳における名詞の訳語選択", 言語処理学会, B1-6, pp.55-58, 2000.