

述語の意味を用いた日本語順接複文の理解システム

木村 啓一 西澤 信一郎 中川 裕志

横浜国立大学 工学部 電子情報工学科

E-mail: {kimkim,shin,nakagawa}@naklab.dnj.ynu.ac.jp

複文の理解、特に従属節-主節間のゼロ代名詞の共参照関係を分析するには、意味役割と談話役割を用いることが有効である。この意味・談話役割を用いて、統語論的あるいは語用論的な制約を導き、複文の理解を行なうということが従来行なわれてきた。これらは日本語複文に関する強い制約であるが、接尾辞や助動詞といった必ずしも文中に現れない品詞から導かれている。そこで、文の命題を記述している動詞や形容詞といった述語の意味内容から制約を導くことで、より適用範囲の広いシステムの構築を行なう。ここでは「ので」順接複文の性質と述語の意味的性質から制約を導き、意味論的制約と従来の語用論的制約を合わせた解析システムの実現について述べる。

Japanese complex sentences understanding system based on semantics of verbs and adjectives

Keiichi KIMURA, Shin'ichiro NISHIZAWA and Hiroshi NAKAGAWA

Division of Electrical and Computer Engineering,
Faculty of Engineering, Yokohama National University
Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama 240, Japan
E-mail: {kimkim,shin,nakagawa}@naklab.dnj.ynu.ac.jp

We discuss here how to resolve coreferential relations among zero pronouns of a subordinate and a main clause in Japanese complex sentences with conjunctive particle "node". To deal with this problem, it is effective to use pragmatic constraints which are described by pragmatic roles. These constraints are effective, but there remain cases that these constraints are not applied in Japanese complex sentences. Then, we pay attention to both property of conjunctive particle "node" and semantics of verbs/adjectives which are used in proposition parts of subordinate and main clause respectively. And we show new semantic constraints to resolve coreferential relations among semantic/pragmatic roles of subordinate and main clause in Japanese complex sentences.

1 はじめに

順接複文において表現される因果性の本質とは何か、という問題について考えてみる。因果性を表現するということは、原因とそれが引き起こす結果を述べることであり、複文においては、従属節で述べられている事態によって主節で述べられている事態が引き起こされるという形になっている。では主節の事態は何によって引き起こされているかを考えてみると、これは従属節の事態により何らかの影響を受けたものによって引き起こされているものであると言うことができる。このことから、順接複文の理解を行なう際には、従属節の事態により影響を受けるものが何であるかを認識することが重要であると考えられる。また、多くの場合影響を受けているものは人物であることから、ここではどのような人物が従属節の事態で影響を受け、主節の事態を引き起こしているかということについての検討を行なっていくことにする。

日本語順接複文の研究としては、既に[中川 95]や[西澤]などで、統語論ないし語用論的な観点からの分析があるが、これらの分析は従属節に主観述語が用いられる場合、受動態や使役態である場合、文中に「やる」や「くれる」などの視点表現が用いられる場合などといった、かなり限られた分析になってしまっている。実際の談話文中にどの程度の有効性があるかを調べるため、小説に現れる複文(一部週刊誌を含む)のうちどの程度の割合が上の分析の対象となっているかを調べたところ、約2割程度のものであった。

そこでこれら従来の語用論的な観点からの分析に加え、新たに意味論的な観点からのアプローチを行なうことによって、より多くの順接複文を分析できる枠組を提案し、次に計算機上の意味解析システムを構築することが本稿の趣旨である。意味論的なアプローチとして、具体的には従属節・主節の両節の述語に注目し、形容詞に関しては[IPALa]の、動詞に関しては[IPALv]の意味的分類や意志性の有無などの情報をもとに、経験者・動作主・観察者といった意味及び談話役割を用いて分析を行ない検討していく。順接の接続助詞には、代表的なものとして「ので」と「から」が存在するが、以下では「ので」で接続された順節複文を中心として話を進めていく。

2 順接複文の性質

日本語の複文は、従属節と主節を接続助詞で接続するという形をしている。各々の節はそれぞれ独自に述語を持っており、順接の複文では、従属節が主節で述べられている事態の原因・理由を示すという形で因果関係の表記を行なっている。「ので」順接複文の性質としては、従属節・主節の両節とも話し手の主観的評価を離れて事実とみなしている点があげられ、因果性が記述された世界の中に内在するというのが特徴である[中川 96]。つまり「ので」複文では因果性が話し手の評価を含んでいないので、話し手と文中に登場する人物とは独立して考えることができる。以上のことから、今後は文の話し手については特に考えないことにする。

先に、順節複文の因果性の本質とは従属節の事態で影響を受けた人物が主節の事態を引き起こすということであると述べたが、この影響を受ける人物の候補として次の二つが考えられる[中川 95a]。

1. 当事者としてその事態を経験するもの。
2. 観察者としてその事態を経験するもの。

この二つの違いは、述語の外部観察性により生じているものである。人間の知覚・思考や感情などを表すもの、例えば「思う」「見える」といった動詞や「痛い」「欲しい」といった形容詞で示される事態は、当事者以外の人物が判断しにくいものである。一方、動作や状態、属性などを表すもの、例えば「走る」「ある」や「赤い」「速い」などで示される事態は、当事者以外の人物が容易に判断し得るものである。この判断のしやすさ、つまり外部からの観察可能性があるかないかということが従属節の事態の影響を受ける人物に違いを与え、外部観察性がない場合影響を受ける人物は当事者となり、外部観察性がある場合は影響を受ける人物は観察者となる。

本稿では、このような述語の意味的性質である外部観察性に着目し、次節で導入する意味・談話役割を用いて解析を行っていくことにする。

3 述語の分類と制約

3.1 IPALによる述語の分類

述語を意味的に分類するために、ここではIPALの動詞辞書[IPALv]および形容詞辞書[IPALa]に記載されている素性を利用したので、以下にまとめておく。

- 動詞の素性

(a) ヴォイスによる分類

能動、中動、相互、受動の4分類。能動は主語が発する行為が他に及ぶものであり、外部観察性が高い。一方中動では他に影響が及ばないため外部観察性が低くなる。受動では主語自身が行為を行なうわけではないので、外部観察性はさらに低い。なおここで言う受動は「捕まる」「教わる」等という動詞のことで、受け身ということではない。

(b) 意味的分類

大きく状態と動作に別れ、さらに階層的に20以上に細分化される。ここでは性格の近い物をまとめて扱い、状態として存在所有・関係認定・単純状態、動作として抽象的關係・動き・生理・知覚思考心理・言語活動・その他の9つに分類する。

(c) 意志性の有無

1: 命令形なし, 2: 命令形は願望のみを表す, 3a: 命令形があり基本的に意志性があるが、無意志用法もある, 3b: 意志性がある用法のみ、の4分類になる。1, 2は意志性がなく3bは意志性があると表層的に判断できるが、3aに関しては意志性の判断を手で行っている。

(d) 必須格とその意味素性

IPAL 動詞辞書では、一つの動詞に対して複数の統語情報が存在している(マルチエントリ)。そこで、どの意味で用いられているかを判断するためにガ格・ニ格・ヲ格等の必須格とその意味素性をもとに判断したが、これも手で行っている。

以上のうち、主に意味的分類と意志性の有無を中心に制約を抽出する。

● 形容詞の素性

(a) 意味的分類

100以上に分類されるが、ここでは形容詞が属性を表す物なのか、それとも感情・感覚を表す物なのかという点にのみ注目する。

(b) 意味素性

形容詞も動詞同様に統語情報がマルチエントリになっているが、意味的分類で属性か感情・

感覚かという点のみにしか言及しないため、意味素性は考慮しないことにする。

なお、述語が形容動詞となっているものは形容詞に準じて扱い、名詞+「だ」となっている物は状態と表してあつかうことにする。

3.2 意味役割と談話役割及び語用論的制約

次に、述語の意味的制約で用いる意味及び談話役割の定義を行っておく[西澤]。意味役割には以下の3種がある。

- 動作主: 述部で記述される動作を行なう者。
- 経験者: 自身で、述部で記述される精神的もしくは肉体的な状態を経験する者。
- 受動者: 述部で記述される動作の相手となるもの。

談話役割には以下がある。

- 観察者: 命題部で記述される状況を、直接もしくは間接的に観察する者。

意味役割は元々統語論的な出自を持つ役割であり、文の主語や目的語となり得る役割である。一方、談話役割は語用論的に導入した役割であり、文中に陽に現れることはないという違いがある。表層的には多くの場合、従属節の経験者・動作主は従属節の主語であり、主節の経験者・動作主は主節の主語である。ただし主語という概念を用いると、対象主語であったり、受身文の主語は受動者になるといった現象が起こるので、以下では主語という観点からではなく、意味・談話役割を用いた分析を行なう。

これらの意味・談話役割を用いて「ので」順接複文の解析を行なうが、たとえば次の例文、

- (1) お腹が痛かったので薬を飲んだ。

では、お腹が痛い人物(経験者)と薬を飲んだ人物(動作主)とは同一人物である(一致)と解釈できる。これは、お腹が痛いことを経験した人がそのことに対して判断をし、その判断により薬を飲むという動作を行ったことなので、意味・談話役割を用いて次のように表すことができる¹。

経験者[従属節] = 動作主[主節]

¹ 役割[設定される節]と表記している。

(2) 寒がったのでストーブをつけた。

という例文では、寒いということを経験した人物(経験者)とストーブをつけた人物(動作主)は異なる人物である(不一致)と解釈でき、このストーブをつけた人物は従属節で他人の寒がった様子を観察し、その判断からストーブをつけたということが出来る。これを意味・談話役割を用いて表すと、次のようになる。

経験者_[従属節] ≠ 観察者_[従属節]

観察者_[従属節] = 動作主_[主節]

このように従属節で観察者が導入されない場合、

経験者_[従属節] or 動作主_[従属節] = 経験者_[主節] or 動作主_[主節]
の関係が成り立ち、一方、従属節に観察者が導入される場合は、

観察者_[従属節] ≠ 経験者_[従属節] or 動作主_[従属節]

観察者_[従属節] = 経験者_[主節] or 動作主_[主節]

の関係が成り立つということである。以下では簡単のために、観察者が導入されない場合を直接的因果性の解釈、導入される場合を間接的因果性の解釈と呼ぶことにする²。

なお、上の例文は「がる」という語により語用論的に観察者が導入される例である[西澤]。語用論的な制約は、おおまかに言うと

- (a) 「がる」や受身・使役の接尾辞、推量・伝聞などの助動詞が用いられた場合に観察者が導入される
- (b) 「やる」「くれる」などの(補助)動詞が用いられた場合に視点が導入される

の二つからなる。

(a)の例としては他に、

- (3) 試験に落ちたようなので電話しづらい。

のような文があり、この文では従属節で「~ようだ」と推量を行なった人物が観察者となり、制約条件は次のようになる。

動作主_[従属節] ≠ 観察者_[従属節]

観察者_[従属節] = 経験者_[主節]

このように、接尾辞や助動詞により観察者が導入されると言うのが語用論的制約になる。(b)の例には、

- (4) お金を貸してやったので車を貸してくれた。

のようなものがある。文の話し手が自己と同一化している者を視点、節で述べられている事態により影響を

²多くの場合、直接的因果性とは主節と従属節の主語が一致する解釈であり、間接的因果性とは主語が一致しない解釈に対応する。

ける者を受益者とする、

視点_[従属節] ≠ 受益者_[従属節]

視点_[従属節] = 視点_[主節] = 受益者_[主節]

のような制約が成り立ち、これが視点表現による語用論的な制約である。

これらの要素は統語的に動詞や形容詞の外側に来る要素であり、その制約は動詞・形容詞の意味から生じる制約よりも強いものである³。しかし語用論的制約は、接尾辞や助動詞や視点表現が文中に存在する場合にしか成り立たない。

そこで以下ではこれらの語用論的な制約がなく、動詞・形容詞自体の意味から観察者を導入するかどうかで、直接的・間接的因果性がきまるものについての検討をしていくことにする。

3.3 述語の意味を用いた制約

ここから、述語の意味を用いた制約条件について考えていくことにする。そして、以下の制約が成り立つかどうかの検討を、小説などから集めたコーパスで行なうことにする。

制約 1 従属節が知覚思考、心理の動詞の場合

動作主_[従属節] = 経験者_[主節] or 動作主_[主節]

知覚思考あるいは心理の動詞は、主語の内的状態を示す物なので、外部観察性がない。このため次の例のように直接的因果性の解釈となる。

- (5) 既に知っていたので、別段驚きもしなかった。

制約 2 従属節が言語活動の動詞の場合

観察者_[従属節] ≠ 動作主_[従属節]

観察者_[従属節] = 経験者_[主節] or 動作主_[主節]

言語活動は他人に意志を伝える行為であるので、元来、外部観察性が非常に高い。このため、次の例のように間接的因果性の解釈となる。

- (6) 面倒くさそうに言うので腹が立った。

ただし、外部観察性の高い言語活動の中にも次の例のような受動の動詞も存在し、この場合は直接的因果性の解釈である。

- (7) すぐ非難を浴びるので何もしないことにしている。

³これらの制約については、[中川95a, 西澤]に詳しく述べられている。

受動の動詞は外部観察性が低く、他にも次のような例がある。

- (8) 嫌いな先生に教わったので、一向に上達しなかった。

これらの例から、受動の動詞は直接的因果性の解釈になるといえるので、次も制約としておく。

制約 3 従属節が受動の動詞である場合

動作主_[従属節] = 経験者_[主節] or 動作主_[主節]

ただし受動の動詞は数が少なく、検討した例文中にも 1 例しか存在しなかった。

制約 4 主節が心理の動詞または感情感覚の形容詞で

- 従属節が意志性のある動詞の場合
動作主_[従属節] = 経験者_[主節] or 動作主_[主節]
- 従属節が意志性のない動詞の場合
観察者_[従属節] ≠ 動作主_[従属節]
観察者_[従属節] = 経験者_[主節] or 動作主_[主節]

従属節の述語が意志的な動作では、直接的因果性の解釈となることは不自然である。なぜなら意志的な動作ではある程度結果が予想できるため、従属節の事態の影響を受けた者が主節の動作主や経験者になるという「ので」複文の本質に反するためである。このことから、次の例のように間接的因果性の解釈となる。

- (9) 突然殴ったりするので恐かった。

ただし、時間の経過とともに心理が変化するような状況を表す場合には直接的因果性の解釈が得られることもある。

- (10) 人を殺したので、後から恐くなってきた。

従属節が意志性のない動詞の場合は予想ができないため、直接的・間接的因果性どちらにも解釈できる。

- (11) 傘を持っていなかったので困った。

上の例は直接的因果性の解釈をする方が自然であるが、これは意志性のない動詞は外部観察性が低いものが多いせいである。

制約 5 従属節が感情感覚の形容詞の場合

経験者_[従属節] = 経験者_[主節] or 動作主_[主節]

- (12) 暑いので窓を開けた。

感情感覚の形容詞は外部観察性が低いので、直接的因果性の解釈となる。

制約 6 従属節が動きの動詞の場合

観察者_[従属節] ≠ 動作主_[従属節]

観察者_[従属節] = 経験者_[主節] or 動作主_[主節]

動きの動詞は外部観察性が非常に高く、その影響を受けて動作を行なう者は次の例のように他の者であると考えられる。

- (13) 後についてきたので、連れて帰った。

ただし時間の経過をともなう複文では、従属節側が自身自身の意志的な動作であっても客観的な観察がなされる。

- (14) 5 時に出たので 7 時に着いた。

このため主節が動作動詞や知覚思考の動詞の場合は、上の例のように直接的因果性の解釈となることもある。また、

- (15) 5km も走ったので疲れた。

のように主節が意志性のない動詞などの場合も、直接的因果性の解釈となることがある。これらのことから、この制約は他の制約に比べ弱いものであるといえる。

制約 7 従属節が存在所有の動詞「ある」「いる」の場合

観察者_[従属節] = 経験者_[主節] or 動作主_[主節]

制約 8 従属節が属性の形容詞の場合

観察者_[従属節] = 経験者_[主節] or 動作主_[主節]

制約 9 従属節が状態(名詞+「だ」)の場合

観察者_[従属節] = 経験者_[主節] or 動作主_[主節]

これらは多くの場合無生物の状態を表しており、経験者が存在しない。そして、その状態を観察した人物が主節でなんらかの動作あるいは経験をするという形になる。経験者が存在する場合でも、外部観察性が高いので間接的因果性の解釈になることが多い。例文は以下のようものである。

- (16) テーブルの上に饅頭があったので食べてしまった。

- (17) 部屋が暗いので明かりをつけた。

- (18) 窓は東なので夕日は見えない。

制約 10 従属節が単純状態の動詞の場合

経験者_[従属節] = 経験者_[主節]の動作主_[主節]

(19) 手前がよく見えるので使いやすい。

単純状態の動詞は知覚思考に近い意味なので、制約 1 に準じたものとなる。

以上が、本稿で提案する述語の意味を用いた制約である。

3.4 コーパスによる検討

述語の意味を用いた制約を検討するために、小説(一部週刊誌を含む)⁴から集めた例文 216 文に対してどの程度制約が成立しているかを調べる。ただし先に述べたように、述語の意味的な制約は他の語用論的な制約により成り立たない場合がある。そこで、語用論的な制約が働く 40 文を除いた 176 文から次頁の表 1 を作成した。表 1 は、従属節・主節の述語がどのような意味のときに、どのような制約が働くか、そしてコーパス中に何文存在したかをまとめたものである。表の左が従属節の述語の意味、上が主節の述語の意味を示す。記号は制約が働くものを示し、それぞれ

○: 直接的因果性のもの - 制約 1,(3),5,10

□: 間接的因果性のもの - 制約 2,8,9

■: 条件により間接的因果性になるもの - 制約 6,7

★: 条件により、直接的・間接的因果性に別れるもの - 制約 4

を表している。また、数字はコーパス中の存在数を示しており、/ の左が直接的因果性する数、右が間接的因果性となる数である。ただし、0/0 となるものは省略している。制約に条件が付くものを細かく見ておくと、

- 従属節が存在所有のもので直接的因果性となる 3 例は「持つ」という動詞であり、残りの間接的因果性となるものは「ある」「いる」である。

⁴検討に用いた小説・週刊誌は次である。

- ・週刊朝日 1994 年 6 月 17 日号、6 月 24 日号、7 月 1 日号
- ・三島由起夫、鹿鳴館、新潮文庫、1984
- ・星新一、ようこそ地球さん、新潮文庫、1992
- ・夏目漱石、三四郎、角川文庫、1951
- ・吉本ばなな、うたかた、福武書店、1991
- ・カフカ / 高橋義孝訳、変身、新潮文庫、1952
- ・宗田理、殺人コンテスト、角川文庫、1985
- ・宮本輝、優駿(上)、新潮文庫、1988

- 従属節が動きのもので直接的因果性となる 7 例では、3 例が時間の経過をとともうのものであり、2 例が主節が無意志の動詞のものである。

- 主節が心理の動詞または感情感覚の形容詞で、従属節が動詞であるものは 22 例である。このうち、

(a) 従属節が意志性なしで直接的因果性のものが 7 例

(b) 従属節が意志性なしで間接的因果性のものが 5 例

(c) 従属節が意志性ありで直接的因果性のものが 3 例

(d) 従属節が意志性ありで間接的因果性のものが 7 例

である。制約に反する (b) は、従属節が「ある」などの経験者がいないものが 4 例であった。(c) は従属節が全て知覚思考で、こちらの制約が働いている。

以上全ての制約がどの程度有効であるかを調べると、制約が適用可能な例が 139 文でこのうち 124 文で制約が成り立っている (89.2%)。

また、語用論的制約は 40 文にたいして 38 文正しく働いている。制約に反するものはカフカの日本語訳文中の受身文 2 例であった。

この語用論的な制約を加えて、全 216 文のうち 162 文 (75.0%) が正しく解析されることになる。

4 計算機上での実現

本稿で扱っているような日本語文を計算機により処理するには、構文解析を行なう必要がある。このためのシステムとして、形態素解析システム JUMAN[JUMAN]

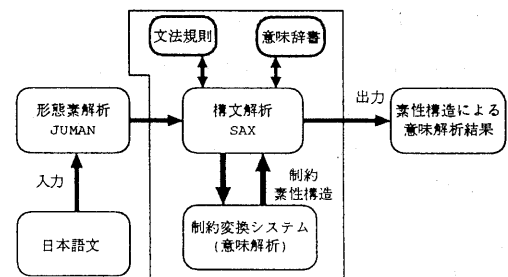


図 1: システム構成

表 1: 意味的制約と例文中の述語の意味の分布

——	存所	関認	単状	抽関	動き	生理	知心	言語	他	感情	属性	状態
存在所有	■	■	■ 0/1	■	■ 1/5	■	■★ 2/5	■ 0/1	■ 0/1	■★	■ 0/1	■
関係認定					0/1		★ 0/1			★	0/1	
単純状態	○	○	○ 0/1	○ 1/0	○ 1/0	○	○★ 1/1	○	○	○★ 1/0	○	○
抽象的關係					0/1		★ 1/3	0/2		★		2/0
動き	■ 0/1	■ 0/1	■	■ 0/3	■ 4/8	■	■★ 3/8	■ 0/1	■ 0/3	■★ 0/1	■ 0/1	■
生理			1/0		1/0		★ 0/1			★		
知覚心理	○	○	○	○	○ 6/0	○ 2/0	○★ 8/0	○ 1/0	○ 0/1	○★ 1/0	○	○ 1/0
言語活動	□	□	□	□ 0/1	□ 1/5	□ 0/2	□★ 1/5	□ 0/1	□ 0/1	□★ 0/1	□ 0/1	□
その他	0/2				2/5		★ 0/2	1/0	2/0	★	0/1	
感情感覚	○	○	○	○ 0/1	○ 3/0	○ 1/0	○ 2/0	○	○ 1/0	○	○	○
属性	□ 1/4	□	□	□	□ 0/3	□ 0/1	□ 0/5	□ 2/1	□	□ 0/2	□ 1/0	□
状態	□ 0/1	□	□ 1/3	□ 0/2	□ 0/5	□	□ 0/3	□ 0/1	□ 1/1	□	□ 0/4	□

と構文解析システム SAX[SAX] を使用する。このシステム上で、[郡司] の DCG 文法による構文解析を行ない、この時に前節で導いた制約を用いて、ゼロ代名詞照応を行なうという形での解析を行なう。制約条件の処理には制約解消システム [森] を使用している。システム構成は図 1 のようになる。実際の小説の例文では、修飾語などが多く計算機上での意味解析が困難である。そこで解析の際には、各節を述部と主語・目的語などの格要素のものとしている。

また述語の辞書として IPAL の辞書を利用しているが、意志性の有無やマルチエントリの問題など人手で判断している箇所があるので、意志性の有無が両方あるものは default 規則として意志性のあるものとし、マルチエントリは用いられる頻度の高そうな統語情報のものをいくつか選択するという方法を取っている。

以上のシステムにより意味解析を行なうが、意味的制約が複数個存在する場合にはそれぞれの制約に対して結果が得られるようにし、意味的制約と語用論的制約、あるいは複数の語用論的制約が働いている場合、統語的に外側にある要素の制約が優先するが、この処理は構文解析を行なうと同時に制約を適用するという手法を取ることにより実現している。

5 おわりに

本稿では、「ので」順節複文の意味解析において意味論的な観点からの制約を用いることを提案した。これにより、従来の語用論的制約に加えてより多くの文に対する意味解析が行なえるものとなる。

ただし意味解析の際、形態素解析、構文解析、述語の辞書を利用するために生じる問題がある。

修飾語が多く長い文では、形態素、構文解析が正しく行なわれなかったり、解が複数個存在したりする。動詞の辞書も統語情報がマルチエントリになっていることから、意味解析の結果が膨大な数になり、その大半が誤った解析結果であるということが起こる。

今後の課題として、これら形態素・構文解析システムを強化すること、名詞辞書などを活用して意味的に誤った解析結果を排除することなどが挙げられる。

参考文献

- [ガルニエ] カトリヌ・ガルニエ、日本語の複文構造、ひつじ書房、1982
- [上林] 上林洋二、条件表現各論-カラ / ノデ、日本語学 13 (8)、1994

- [郡司] 郡司隆男、自然言語、情報数学セミナー、日本評論社、1993
- [IPALv] 情報処理振興事業協会、計算機日本語基本動詞辞書 IPAL(Basic Verbs) 解説編 (初版)、情報処理振興事業センター、1987
- [IPALa] 情報処理振興事業協会、計算機日本語基本形容詞辞書 IPAL(Basic Adjectives) 解説編 (初版)、情報処理振興事業センター、1987
- [中川 95] 中川裕志、「ので」「のに」接続の複文の語用論的分析、認知科学 2 (3)、1995
- [中川 95a] 中川裕志、複文の意味論－因果関係を表す接続助詞を手掛かりに、言語 Vol.24 No.11、1995
- [中川 96] 中川裕志、順接複文における主語の共参照関係の分析、(「自然言語処理」に掲載予定)
- [西澤] 西澤信一郎、接続助詞「ので」による順接複文の共参照関係の解析、人工知能学会誌 Vol.11 No.4 予定
- [JUMAN] 松本裕治ほか、日本語形態素解析システム JUMAN 使用説明書 ver.1.0、京都大学、奈良先端科学技術大学院大学大学院、1993
- [SAX] 松本裕治ほか、構文解析システム SAX 使用説明書 ver.2.0、京都大学、奈良先端科学技術大学院大学大学院、1993
- [森] 森辰則、中川裕志、Prolog プログラム変換に基づくあるクラスの否定情報の扱える制約システム、人工知能学会誌 Vol.10 No.6、1995