

# 日本語解析システム「ささゆり」 の基礎を与える言語学

高 橋 亘\*

Fundamental Linguistics for the Japanese Analysis System “SASAYURI”

Wataru Takahasi

**要旨：**日本語解析システム「ささゆり」の背後にある理論は知覚連語の言語学である。日本語解析システム「ささゆり」は知覚連語の言語学に基づいて日本語文を解析し、漢字の読み決定、パラグラフの概念解析、日本語・日本手話変換、日本語・点字変換等を行う。知覚連語の言語学は言語習得能力が生得的なものではなく、その動機が意味を純粹化する語の結合のパターン認識のあり方にあるとして、知覚連語の形成規則により成立している。知覚連語が純粹な意味と対応することを基礎としているので意味解析・概念解析と直接的に結びつくのである。

この論文ではこうした知覚連語の言語学の基本的なフレームワークについて議論する。意味主導の言語習得の動機を問題にすると、幼児の二語期における言語習得の論理形式のあり方が、構文における語順などのその後の文法形式を決定づける。我々は言語の論理形式が二語期の言語習得の論理形式によって決定づけられるという言語学の基本的課題に言及する。

**Abstract :** The Japanese Analysis System “SASAYURI” is constructed on a linguistics of the perceptive collocations. The Japanese Analysis System “SASAYURI” analyzes the Japanese sentences, determines the readings of Chinese characters and analyzes the concepts of paragraphs on the basis of the linguistics of the perceptive collocations. The system is also able to translate from Japanese to Japanese sign or to Braille on the same basis. We do not consider the language learning ability is inherent. We consider that the ability is motivated by a mechanics of pattern recognition of the perceptive collocations. A perceptive collocation possesses a genuine meaning and it induces a clear perception. Formative grammar of perceptive collocation, which is resembles to the generative grammar of Chomsky, is a list of pattern characterized by a train of lexical categories. As is clear from the fact that a perceptive collocation correspond to a pure meaning, we can easily construct a theory of semantics with in our linguistics.

In this article, we discuss the basic frame work of the linguistics of the perceptive collocations. We also examine to construct a fundamental theory which determines the logical form of a language on the observations of two-word stage of the language learning. During the stage babes master the basic word order.

**Key words :** 日本語解析システム Japanese analysis system 知覚連語 perceptive collocation 「ささゆり」 “SASAYURI” 意味解析 semantic analysis 言語習得 language learning

---

\*関西福祉科学大学社会福祉学部 教授

## 1 はじめに

この論文は先に“日本語解析システム「ささゆり」の言語学”と題する論文<sup>1)</sup>として、『Proceedings 2007 M Technology Association of Japan』に公表したものに、紙面の制限で表現しきれなかった内容を補足し、その後の理論の進展と基礎付けを加筆し、理論の妥当性と整合性を強調するものである。特に第3節はこの論文において初めて書き下ろされたものである。

我々は 1999 年の夏<sup>2)</sup>以来開発を続けてきた日本語解析システムに「ささゆり」という名前をつけた。日本語解析システム「ささゆり」は知覚連語の考え方に基づいて日本語解析を行うシステムである。ここで言う日本語解析とは、日本語文を知覚連語に切断し、知覚連語を基礎に意味解析を行うことである。知覚連語の考え方の基礎的な理論の枠組みについては、「コミュニケーション支援の情報科学」と題する学術書として出版された (2007) ものに詳説されている。<sup>3)</sup>この書の中で知覚連語の考え方は「知覚連語の言語学」としてまとめ上げられている。この論文ではあらためて、知覚連語の言語学の枠組みを再確認することによって、コミュニケーション支援の基礎理論としての確立を期してみたい。

知覚連語は、単語の表現している概念はそれほど純粋なものではなく、単語自体は多義であるという認識から出発して、語が結合すると、語どうしがお互いに意味を限定し合って意味的に純粋化するという原理に基礎を置いている。語が結合して意味が純粋化されたものがすどく知覚を誘発するということから、よく知覚を誘発する連語を知覚連語と呼んだ。<sup>4,5)</sup>

知覚連語の言語学の骨格を与えるものは、知覚連語の形成規則と知覚連語を基礎にとった意味空間の定義法である。知覚連語の形成規則はチョムスキーの生成文法に似た形式を持つが、普遍文法を前提としない点でチョムスキーのそれとは袂を分かつことになる。普遍文法を前提

としないという意味は、言語能力は後天的に形成されるものであるという前提に立つと言うことである。我々は言語習得の原動力を知覚連語が誘発する意味知覚に求めるのである。

## 2 近代言語学の基本的課題と知覚連語の言語学

記号の線条性はソシュールによって指摘された言語学の基礎原理の一つであるが、ソシュールは記号の線条性の上に連合関係と連辞関係の二種の「語の結合関係」を読み取っていた。(図 1)

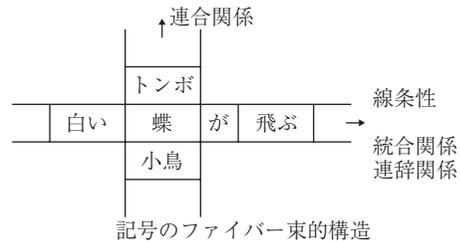


図 1

連辞関係は記号が展開していく線条性をもった多様体に沿った結合関係であり、連合関係は線条的多様体と垂直な方向の結合関係である。連合関係は文法要素として等質のカテゴリーに属する語の群的关系であるから、連辞関係と連合関係の直積が構成する多様体は微分幾何学というファイバー束である。

連辞関係と連合関係は言語学の定式化について最も重要かつ基本的なフレームワークを示しているが、あまり顧みられることはなかった。連辞関係は後にチョムスキーによって定式化が試みられ、生成文法として結実していく。

知覚連語の言語学は連合関係と連辞関係の二種の「語の結合関係」の中に定式化されるものである。知覚連語を如何に定義すべきかと考えれば、知覚連語を構成する語の列は連辞関係を保ちつつ結合していくものであるから知覚連語と呼ばれる連語範疇は語彙範疇 (名詞、動詞、形容詞、形容動詞、連体詞、副詞、助動詞、助

詞)の文法的結合パターンによって構成されなければならない。この論文の以下の記述で形容詞は「形容」、形容動詞は「形動」などのように略記する。如何なる文法的結合パターンが如何なる連語範疇を生み出すのかを定義しようとすれば、形式的にはチョムスキーの生成文法に似たものになる。一般的に連語範疇は、連語範疇の構成要素のうち末尾に来る語彙範疇と同じ語尾活用をし、文中でもこれと同質の役割を果たすことから、末尾の語彙範疇に因んだ命名をすることにする。例えば、動詞範疇が連語の末尾に来るものを連語動詞(連動詞)と呼ぶことにすれば、

$$\text{連動詞} = \left\{ \begin{array}{l} \text{名詞} \\ \text{動詞} \\ \text{形容} \\ \text{形動} \\ \text{副詞} \end{array} \right\} + \text{動詞},$$

$$\text{連動詞} = \left\{ \begin{array}{l} \text{名詞} \\ \text{動詞} \\ \text{形容} \\ \text{形動} \\ \text{副詞} \end{array} \right\} + \text{助詞} + \text{動詞},$$

$$\text{連動詞} = \left\{ \begin{array}{l} \text{名詞} \\ \text{動詞} \end{array} \right\} + \text{助詞} + \text{助詞} + \text{動詞}.$$

のような連語形成規則がリストされる。ここで、括弧{ }はチョムスキーによって用いられた括弧と同様の意味を持ち、コラム状に並んだ範疇の中のいずれかを選択したものが一つの形成規則を与えることを意味している。ここでは連動詞の形成規則のみを例示したが、その他の連語範疇の形成規則については前掲の著書を参照していただきたい。

このような規則はチョムスキーの生成文法に似ている。しかし、知覚連語の言語学では言語能力は生得的な普遍文法によって保証されるものではなく、経験的なパターン学習によって修得されるものであるという立場をとるのであるから、チョムスキーの命名とは区別して、知覚

連語の形成規則と読んでいる。

知覚連語の形成規則に関して注意すべきことは、これらの規則が知覚連語の形成に関して知覚連語が重文構造や複文構造をまたいで形成されることを禁止していることである。<sup>3)</sup>したがって、知覚連語はその内部に連体修飾関係を保持せず、知覚連語の重文度(重文の数)は1以下に制限されている。このような制限が後に述べる日本語文のクラスター分解の一意性を保証しているのであり、ひいては知覚連語の一意性を保証しているのである。

知覚連語の形成規則は、日本語解析システムに組み入れられれば機械学習のアルゴリズムを与える。また、それが言語間のある種の意味レベルの互換性を比較する手立てを与えるものであることを考えれば、例えば日本語と日本手話の意味的互換性の議論などに用いることが出来ることが容易に理解できる。

ここで、日本語についての知覚連語の言語学の文法的特質をいくつか明確にしておきたい。

(1) チョムスキーは構成要素判断基準に等位接続を用いたが、同様の方法を日本語に適用すると、日本語の格は助詞という独立した品詞が担うことが理解できる。日本語の格は英語の格のように語順や語尾変化によって決まるものではないのである。時制もまた、助動詞という独立した品詞が担うものであり、英語の時制のように動詞の語尾変化が担うものではない。(日本語では屈折辞という言い方は当たらない)

(2) 動詞文による連体修飾は長くなることがある。したがって知覚連語の形成規則にこのような修飾関係の修飾部と被修飾部をまたぐようなものを入れてはならない。この規則を遵守すれば日本語文はファインマングラフのツリーダイヤグラム(百合科の植物の葉と茎)に似た構文を持つ。

このような構文解析機能をもつ我々の日本語解析システムには「ささゆり」という命名がなされた。このような解析方法は形式名詞の意味を特定するにも有効である。



図 2 ファインマングラフのツリーダイヤグラム

(3) 知覚連語の形成規則は、知覚連語に含まれる機能語、知覚連語に含まれない機能語、という二分律を生じさせる。知覚連語に含まれる機能語は内容語の構成に貢献し、知覚連語に含まれない機能語は本質的な機能語として孤立する。したがって、孤立した機能語については構文構成や接続関係の観点から解析するという基本的な立場が確立する。接続関係の総合は高次の総合として、先の論文で述べたのでここでは議論を割愛する。<sup>6)</sup>

この節の最後として、知覚連語を基礎とった意味空間について概観しておきたい。意味空間の基本原理はソシュールが設定した連合関係と連辞関係の二種の「語の結合関係」の中に展開する。つまり恣意的な記号が如何にして意味を表現できるのかという問題に対してソシュール自身が「基礎原理としての記号の恣意性は、おのおのの言語において、徹底的に恣意的で無契のものと、相対的にしかそうでないものとを、区別することを妨げない。記号には、絶対的に恣意的なものがある；しかし記号にはそうでないものもあって、恣意性を全く排除するわけではないが、恣意性に程度があるようなものがあることが認められる：記号は相対的に有契化されうるのである。」(ソシュール「一般言語学講義」)と述べているように、語の結合、我々の立場から言えば、知覚連語が被結合語間の類推規則を与えるのである。つまり、線条性を保持しながら進展していく各文法的カテゴリーの段階で連合関係にある語を選択しながら結合させていくファイバー束の切断が意味要素を規定するのである。このことは「人がどのような知覚連語を構成したかが意味空間を決める」と言い換えることが出来る。

我々の意味解析のフレームワークは、例えて言えば、知覚連語が単色波・平面波に対応して

おり、これをラベルする意味要素は色・モードに対応している。単語・文・パラグラフの意味は単色波・平面波の重ね合わせに対応していると言えよう。こうした意味空間の線形演算子を用いた定式化は既に十分議論している。<sup>3~6)</sup>

### 3 知覚連語の分類と文のクラスター分解

この節では、日本語解析上の少し技術的な方法について触れておきたい。この節で問題にするのは知覚連語の機械学習に関連する日本語文の切断方法に関するものである。通常の日本語解析では右方最大連語切断が最も高速かつ適切な切断を与えるという認識を我々は持っている。<sup>3)</sup>しかしながら、機械学習ということを射程に置くと試行的連語切断をともなう最小数連語切断が避けられない。最小数連語切断がなぜ問題なのかといえば、試行回数が多さからくる所要時間が文の長さにもなって急速に大きくなるという問題を持っているからである。したがって、効率の良い機械学習のためには長い文のある判断基準で切断して、これを機械学習させるという考え方が必要である。文を切断する方法として読点“、”によって文を切断するという方法が最も考えやすい。しかし読点切りにはいくつかの問題がある。知覚連語の中には読点を挟んだ範疇列をもつものがあるし、宮沢賢治のように読点なしに長い文章を書く作家もいる。このような問題のある文に対して読点切りは不可能である。そこで、構文解析にも相性が良く、かつ知覚連語の学習の上からも合理的な切断方法がないものかと悩まれるわけである。この節で述べる文の切断方法はこのような目的にそったものである。

前節の知覚連語の言語学の文法的特質について述べたが、(3)では知覚連語の形成規則が「知覚連語に含まれる機能語」、「知覚連語に含まれない機能語」、という二分律を生じさせるということを述べた。いまから述べる少し技術的な方法というのはこのような二分律が成立することから始まる構文解析上のアルゴリズムで

ある。

我々はこのアルゴリズムを述べるにあたって、まず知覚連語を分類することから始めなければならない。知覚連語の中にはその構成要素の品詞列の冒頭に名詞（形式名詞を含む）もしくは名詞句が有るものと無いものがある。このような冒頭の名詞もしくは名詞句を知覚連語の名詞頭と呼ぶことにすれば、知覚連語には名詞頭をもつものとそうでないものが存在する。

(i) 名詞頭を持つ知覚連語

- (1) 名詞頭連名詞（連名詞、名詞、形名を含む）
- (2) 名詞頭連動詞
- (3) 名詞頭連形容
- (4) 名詞頭連形動
- (5) 名詞頭連連体
- (6) 名詞頭連副詞

(ii) 名詞頭を持たない知覚連語

- (1) 連動詞
- (2) 連助動
- (3) 連形容
- (4) 連形動
- (5) 連連体
- (6) 連副詞
- (7) 感動詞

文から、二種の知覚連語を取り除くと残されたものは本質的な機能語である。

(iii) 本質的な機能語

- (1) 助詞
- (2) 助動詞
- (3) 補助形容
- (4) 接続詞
- (5) 記号（“、”、“。”、“！”、“？”など）

分類の手順から明らかなように、文は名詞頭を持つ知覚連語、名詞頭を持たない知覚連語、本質的な機能語によって構成され、それ以外の構成要素を持たない。このようにして、知覚連語の明確な定義は構文解析の下地を整えることになる。

このような下地の整った状態で文の構造を解

析することはさほど難しいことではない。この段階で述べることは構文解析の前提となる文のクラスター分解についてである。ここで言う文のクラスター分解とは次のようなことである。知覚連語の認識完了時において文は上述の3種類の構成要素で構成される。このとき文は知覚連語とそれに引き続く機能語の列という形を持つことになる。知覚連語とそれに引き続く機能語の列をクラスターと呼ぶことにすれば文はクラスターの列となる。したがって文をクラスターに分解する分解原理はクラスターの定義によって明らかである。つまりクラスターの切れ目は名詞頭を持つか持たざるかによらず知覚連語の直前にあるのであるから、知覚連語の前に行く機能語を前のクラスターに含めることによってクラスター分解は完了する。このようなクラスター分解の大半は次のような構成要素列のパターンで分類される。つまり各クラスターの冒頭は必ず知覚連語になるので、クラスターの切れ目の大半は次のような三項問題、二項問題となる。

(i) 三項問題；X+機能語+知覚連語

(ii) 二項問題；知覚連語+知覚連語

つまりクラスター分解の切れ目はこの三項問題と二項問題の形式で明確に分類される。

クラスター分解の重要性はこのような半ば自明な切断の分類をすることにあるのではない。クラスター分解が自明な形で分類されるようになったのは先に知覚連語の認識完了時という設定を行ったからである。通常初めて与えられた文について知覚連語の認識は自明ではない。知覚連語の認識は、人間が経験的判断力によって行うか、あるいは知覚連語の形成規則を組み込んだ人工知能によって機械学習させることによって行うかによって完了するものである。人間の判断はしばしば未分析的で論理性に欠けているから、機械学習について述べると、機械が初見の文には知覚連語として認識されていない語彙範疇がいくつも含まれていることになる。したがって、このような認識段階では、前提を欠

いているわけであるから、クラスター分解の自明性はない。しかし先に挙げたクラスター分解の判断基準はこのような文に対しても十分に有効である。特に (i)、(ii) の判断基準で後部にある知覚連語が名詞頭を持つ場合は知覚連語認識完了時の判断基準を名詞頭が代表して充たすことが出来るので、これが学習によって知覚連語内に取り込まれているか、もしくは未学習のために独立して存在するかには依存しない。したがって上述の判断基準を未学習の文に適用した場合、クラスター分解は将来一つの知覚連語に組み込まれるべき範疇群を分離することなく文を小規模の部分に切断する。このようなクラスター分解はクラスター分解としては不完全であるが、その設定の仕方から、文中の知覚連語の学習を疎外しない方式で、より短い区間に切断する有効な手立てを与える。

この節の最初に述べた知覚連語の機械学習のために必要な文の切断はこのような方法によって実現される。この切断によって分割された部分を対象に機械学習が進行すれば、同じ判断基準によって遂行される切断は次第に正確なクラスター分解に収束する。

前節では知覚連語の定義そのものに複文構造や重文構造の構文解析を明瞭にする仕組みがあることを述べたが、文のクラスター分解はこれらの構文解析にも有効である。まず、クラスター分解は重文の切れ目で切断されるし、これに加えて、クラスター分解は後続する知覚連語の名詞頭を目安にしているわけであるから、前の部分がこの名詞頭に対して連体修飾的に働くかどうかを判断すれば、複文構造を構文解析することは容易である。したがって第 2 節において知覚連語の言語学の文法的特質の (2) で述べた構文解析についても、クラスター分解は有効な道筋を与えるものである。

#### 4 知覚連語の言語学と幼児の言語習得

知覚連語が意味を純粋化するために構成されたものであるとすれば幼児の言語習得の動機は

知覚連語構成のダイナミックスに求められなければならない。ソシユールによって指摘されたように大人が使用する言葉が記号の恣意性を保持するからと言って幼児が初めて使用する一語文が記号の恣意性を保持していると考えerことは誤りである。言葉を話し始めた幼児が使用する言葉は記号の恣意性を持っている訳ではない。初めて使用される幼児の“ママ”という言葉はたった一人のしかか意味していない。少し大きくなって“ケンちゃんママ”、“アヤちゃんママ”と言う必要性が生じたときに“ママ”は次第に多くの意味を含み恣意性を確保していくのである。

模倣であるにせよ語を結合させることを初めて覚えるのが二語期であるとすれば二語期の言語使用が後の言語の論理構造を決定づけると考えるのが自然である。その意味で二語期という言葉習得の時期に注目すると多くのことが観察される。R. ブラウン (Roger Brown) は「二語期の幼児の文法は、少ない意味の集合の乗せる乗り物であり、叙述される特定の意味的關係がこの時期の幼児の認知的発達程度を表している」と述べ、二語期に使用される発話の意味的關係を表 1 のような 8 種のカテゴリーに分類した。<sup>7)</sup>

表 1 二語期の発話の 8 種類のカテゴリー

Meaning	Example
agent + action	Daddy sit
action + object	drive car
agent + object	Mommy sock
action + location	sit chair
entity + location	toy floor
possessor + possession	my teddy
entity + attribute	crayon big
demonstrative + entity	this telephone

表 1 において agent + action、action + object の語順は既に確立している。

8 種類のカテゴリーは肯定文について分類されたものであるが、否定文が言えるということが幼児の社会参加の証 (生存競争) であり、二

語期と想定される 1.5 歳児の時期に Don't touch. 等の否定文が言えなければ兄弟などの間で不利が生じることが考えられるし、日本語の研究からも“ふうちえん（風船）ない”、“かえろない（帰らない）”、“おいちいない（美味しくない）”などの否定文が話せることが知られている。<sup>8)</sup>この時期の構文では英語の否定文は否定指標（No, not, don't）が否定すべきもの前からつく形で構成され、日本語では否定指標（“ない”）が後ろからつく形で構成される。ここに否定指標が前からつく言語、後ろからつく言語という二分律が成立する。この二分律は三語文への発展に対して次のような制限を加えることになる。否定指標が前にくれば目的語が動詞の後ろに来なければ動詞を否定する構文の発展が難しくなる。また、否定指標が後ろにくれば目的語が動詞の前に来なければ、動詞を無理なく否定することは困難である。つまり、二語期からさらに多くの言葉をつなぐ段階がスムーズに行われるためには否定指標が前からつく言語は動詞の後ろに目的語がくる語順が自然であり、否定指標が後ろからつく言語では目的語は動詞の前に来るのが自然なのである。日本語と英語の語順を分けていたものはこの否定の論理である。

疑問文の語順や形式に対しても、幼児の言語習得の過程を詳細に追うことによって、なぜそのようなならなければならないのかという自然な理解が得られると考えられる。<sup>3)</sup>

## 5 まとめと展望

日本語解析システム「ささゆり」の背後にある言語学をまとめてみた。「知覚連語の言語学」とも呼ぶべき言語学であるが、あらためて言語学として認識することによって、様々なコミュニケーション支援の基礎理論のバックボーンとして一つの立場を提供していることが理解される。

第 2 節では、近代言語学の基本的課題に対する知覚連語の言語学の位置づけを考察した。知

覚連語の言語学は、ソシユールが記号の線条性の上にみた二種の「語の結合関係」、つまり連合関係と連辞関係を言語が展開する場のファイバー束として把握する。知覚連語は言語が展開する線条的多様体の方向の連辞関係をもって定義される。連合関係は線条的多様体と直積的に展開する群的关系であるから、一つの知覚連語はファイバー束の一つの切断である。この切断が意味空間の基礎を与えるというのが知覚連語の言語学の基本的立場である。

第 3 節では文のクラスター分解について述べた。クラスター分解は知覚連語とその直前の数個の語彙範疇の列との関係で決まり、多くの知覚連語は名詞頭を持つことから、名詞頭になる名詞さえ存在すれば、知覚連語の判断がそれほど正確でない段階でも敏感に決定される。クラスター分解は機械学習などによって知覚連語の判断が正確になればなるほど明確になっていき、知覚連語の学習の完了にむかって次第に収束していく。クラスター分解は学習すべき知覚連語を切断しないから文を部分的に分割して学習させることに適している。さらに、クラスター分解は構文認識とも相性がよく、重文構造や複文構造の構文判断を容易にする。

第 4 節では、知覚連語の言語学と幼児の言語習得の関係について考察した。知覚連語が純粋な意味内容と強く結びつくということが幼児の言語習得の原動力である。言語習得の初期に幼児が使用する言葉は、意味内容の伝達という言語の本来的意義にしたがって、恣意性を保持せず、含意性も少ない。言語習得の段階にしたがって、次第に語を結合させることによって、多くの意味内容を区別する必要性が生じたとき、幼児の使用する言葉は次第に含意性を確保すると同時に記号として恣意性を獲得していくのである。

知覚連語の言語学の立場に立つとき、否定指標や疑問指標の付加の仕方が言語構造のあり方を大きく規定することが理解される。これらの二語期の論理形式は発生期の言語の論理形式と

類似すると考えられるので、言語に取って代わるシンボル、例えば PIC シンボルなどの絵記号、を用いたメッセージの作成の論理形式のモデルを与えると考えられる。<sup>9)</sup>この意味で二語期の論理形式は、発生期の言語の分類法を与えるとともに、コミュニケーション支援の言語学の基本的なスキームを与えられると思われる。

#### 参考文献

- 1) 高橋 亘, “日本語解析システム「ささゆり」の言語学”, 『Proceedings '07 M Technology Association of Japan』, 14~18 (2007).
- 2) 高橋 亘, “大域変数の階層構造と日本語文切断のアルゴリズム”, 『Proceedings '99 M Technology Association of Japan』, 7-1~7-4 (1999); 『MUMPS』22, 29~36 (2002).  
高橋 亘, “音声的ユニバーサル・インターフェイスと日本語解析”, 『電子情報通信学会技術研究報告』WIT 99-1~22 [福祉情報工学], 第二種研究会資料 Vol. 99 No. 1, 59-64 (1999).  
高橋 亘, “日本語文切断のアルゴリズムと M 言語の大域変数の階層構造”, 『情報科学研究』(関西学院大学情報メディア教育センター), No. 14 (1999).
- 3) 高橋 亘, 『コミュニケーション支援の情報科学』, 現代図書 (相模原, 2007).
- 4) 高橋 亘, 渡邊大樹, “M 言語による概念カテゴリー解析機能”, 『Proceedings 2003 M Technology Association of Japan』, 29~32 (2003).
- 高橋 亘, 渡邊大樹, “コンピュータによる概念解析の方法”, 『関西福祉科学大学研究紀要』, Vol. 7, 59~81 (2004).
- 5) 高橋 亘, “日本語解析システム「ささゆり」の品詞解析機能と概念解析”, 『Proceedings 2005 M Technology Association of Japan』, 9~14 (2005).  
高橋 亘, “日本語解析システム「ささゆり」の諸機能—構文解析, 品詞解析と概念解析”, 『関西福祉科学大学研究紀要』, Vol. 9, 37~47 (2006).
- 6) 高橋 亘, “高次の総合関係のある日本語文の M 言語による知識処理”, 『Proceedings 2006 M Technology Association of Japan』, 41~44 (2006).
- 7) R. Brown, 『A first language: The early stages』, Harvard University Press (1973) Cambridge, MA.
- 8) 大久保愛, 『子育ての言語学』(三省堂選書 84), 三省堂, 東京 (1981).
- 9) 高橋 亘, 柳内英二, “PIC シンボルによる知的障害者のコミュニケーション支援システムの M 言語による実現”, 『Proceedings '07 M Technology Association of Japan』, 19~23 (2007).  
高橋 亘, 柳内英二, “PIC シンボルによる知的障害者のコミュニケーション支援システム”, 『関西福祉科学大学紀要』, Vol. 11, 49~54 (2008).