

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 10 日現在

機関番号：15101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23720206

研究課題名(和文) 動的統語論とタイプ理論的意味論を用いた量化詞の統語的・意味的研究

研究課題名(英文) Research on quantifiers in Japanese on the basis of Dynamic Syntax and Type-theoretical Semantics

研究代表者

小林 昌博 (Kobayashi, Masahiro)

鳥取大学・大学教育支援機構・准教授

研究者番号：50361150

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,500,000円、(間接経費) 450,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、タイプ理論に基づくマルチモーダル範疇文法や動的統語論の枠組みを用いて、数量詞やN'削除現象などの統語的・意味的現象を説明する基盤的モデルを提案している。具体的には、部分構造論理に交換規則、縮約規則、割増規則などの構造規則と削除規則を追加し、特定のモードで語順の変更や削除を実現している。意味表示も統語的操作と平行に構築されて派生される。また、本研究のモデルは入力文に対して解析木と意味表示を出力するシステムとしてPrologを用いて実装された。コンピュータ上に実装されたシステムでは、適用された規則や数量詞のスコープなども出力結果として得ることができる。

研究成果の概要(英文)：This research provides a basis for a formal framework to account for issues regarding quantifiers and N'-deletion phenomena in Japanese, based on type-theoretical multi-modal Categorical Grammar and Dynamic Syntax. In the framework proposed, structural rules such as commutativity, thinning, weakening and elimination rules attuned to the phenomena above are added to the substructural logic to interpret sentences with quantifiers or N'-deletion in Japanese. Semantic representations are composed and represented parallel to syntactic operations defined in this research. They are considered to be logical formulae that represent the meanings of input sentences. The model proposed in this research is implemented in Prolog, and the system also outputs a history of rule applications and scope taking.

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：言語学・言語学

キーワード：形式文法 統語論 意味論

1. 研究開始当初の背景

理論言語学、特に論理学の理論を理論的背景として用いる形式統語論・意味論の分野において、数量詞に関する研究はモンタギューの一連の研究(Montague 1973 & 1974)以来、様々な議論がなされてきている。また、モンタギュー以来の形式意味論の流れとは別途に、チョムスキーらによる生成文法の枠組みを用いた統語的研究は様々な言語のデータをもとに原理とパラメータの理論からミニマリスト・プログラムへと研究が進んでいる。日本語の現象に関する研究も類型論的な観点から研究が進んできているといえるだろう。本研究で対象としている数量詞に関する現象、N' 削除や不定名詞句のスコープの問題も名詞句の意味や統語的性質に関する現象として形式意味論の分野で研究されてきた。しかし、数理的に検証可能な妥当性を持ち、日本語の数量詞や名詞句の表現の統語的・意味的性質を説明する包括的な研究はそう多くないと言ってよい。さらに、構築した言語理論をコンピュータに実装する研究というのは言語学の分野ではとても少ない。コンピュータ上への実装は、理論の応用面を模索するだけでなく、多量のデータを入力として解析することにより理論の発展自体へのフィードバックとなるという意味もある。

本研究ではこれらの背景を踏まえ、数量詞や名詞句の諸問題を説明するような理論としてどのような数理的モデルが妥当であるのかを研究し、そのモデルをコンピュータ上にシミュレーションすることによって将来的にさまざまな応用面へと研究を拡張する準備をすることを目的として研究をすすることとした。

2. 研究の目的

本研究は、日本語の数量表現や不定名詞句、N' レベルの表現に関する統語的、意味的な諸問題を概観し、現象を説明する形式文法理論を構築すること、そしてその理論をコンピュータ上に実装することを目的として設定した。

まず言語理論の構築であるが、理論自体を論理学のモデルを用いて数理的に検証可能な理論にすることを目指した。これは、理論自体の妥当性、データのカバレッジ、説明力を検証可能にするだけでなく、実装の可能性を広げるためにも必要なことと考える。次に実装の必要性である。同じく自然言語を研究対象とする工学的な自然言語処理の研究分野では、統計的なモデルを用いた研究が盛んである。言語学の分野では、理論の妥当性を検証するためにコンピュータ上にモデルを実装する研究というのは稀有なため、価値のある研究になりうると判断し、本研究の目的の一つとして設定をした。

次に、取り扱うデータの説明であるが、本研究では主に数量詞や関係名詞などを含む不定名詞句、そして N' 削除に関する統語

的・意味的現象を対象とする現象とデータとした。数量詞の表現としては主に数量詞の遊離現象を扱うこととした。例1として以下に例文を挙げる。

例1:「太郎は論文を20ページ読んだ」

例1の文では遊離する前の表現が「20ページの論文」であるという前提で議論する。統語的に遊離できるかできないかという問題の他に遊離することによって意味が変化する場合がある。例1では論文のページ数が20ページなのか、50ページのうちの20ページの論文を読んだのか、遊離の有無で該当する意味が変わっている。同じく名詞句内部の現象として本研究ではN' 削除現象を取り上げた。具体的な例を例2として挙げる。

例2:「花子のお昼は僕の よりも豪華だった」

例2において、 の場所には名詞「お昼」が省略されていると考えることができる。しかし、すべての名詞が省略可能というわけではない。例3は省略ができない例となる。

例3:「(ここでは)東の空は西の よりもきれいだ。」

省略された状態から意味を復元するのは人間の知的な言語活動の一つといえよう。本研究ではこのような容認性の違いはどこからくるのかを説明することも目的の一つとした。将来的には、理論がシステムとしてコンピュータ上に実現されれば、言語学の知見を備えた e-learning システムの構築など教育面での実践的な応用可能性が開かれるであろうと考えている。

3. 研究の方法

まず、構築するモデルをデータに基づき検証可能な理論とするために、証明論の手法を利用したマルチモーダル範疇文法(Moortgat 1999)やLogic of Finite Treeなどを用いる動的統語論(Kempson et al. 2001, Cann et al. 2005)などを枠組みとして検討することとした。範疇文法の観点において、組み合わせ範疇文法(Steedman 2000)に用いられるとヒルベルト流の証明理論とゲンツェン流の証明理論を検討した。ゲンツェン流の証明理論で言語学に応用されているのは、シークエント計算の体系と自然演繹の体系である。特に直観主義論理の証明理論はカーリー・ハワードの同型対応によって意味が統語操作とパラレルに構築されるため統語操作と意味表示の透明性が保障される。その他、言語の意味理論の拡張を目指して各種の抽象的な代数系の言語学への応用可能性も検討することとした。

次に、理論のコンピュータ上への実装方法を検討した。システム自体はPrologにより実装することとした。具体的には、解析対象としての文の入力に対して、証明理論のフォーマットを利用した解析木とラムダ計算を利用した論理式として意味のペアを出力するようなシステムを想定した。実装の研究は

本研究の事業が終了した後でも、言語教育用などの e-learning システムへの応用を検討する予定である。

4. 研究成果

上記の研究方法に基づき、実際にモデルの構築の作業を行った。数量詞の遊離現象はもちろんのこと、N' 削除の現象も語順にセンシティブな問題である。範疇文法において日本語のような比較的語順に関する制約が緩やかな言語を扱うには、シークエント計算のフォーマットを用いた部分構造論理をベースとしてそこに交換規則、縮約規則、および割増規則を許容する際の制限に関する検討を行った。まず、N' 削除現象に関しては、Saito and Murasugi (1990)の主張を採用して、「名詞+の」が主語や目的語などの文法的要素となっている場合(N' 削除を許すパターン)と、修飾表現として機能する場合(N' 削除を許さないパターン)とで助詞「の」に複数の異なる語彙情報を設定した。それぞれの語彙定義を以下に挙げる。

N' 削除を許すパターン :

「の」 $np \neq (np/d(n/ \text{'n})) : x. P. (y.gen(x)(y) P(Q)(y))$

N' 削除を許さないパターン :

「の」 $n \neq (np/n) : P. Q.(y.P(y) Q(y))$

ここで「¥」はバックスラッシュの代わりの表記である。N' 削除を許すパターンに見られる語彙項目の述語「gen」は所有関係を表現している。

さらに、モーダル演算子のついた構造規則を以下のように定義すると N' 削除現象を説明できることが明らかとなった。

割増規則 ($_n//!$) :

$$\frac{}{\cdot < n >^n \mid - n}$$

縮約規則 (n -Contraction) :

$$\frac{\cdot_d < >^n \mid - A}{\mid - A}$$

交換規則 ($/$ -Commutativity) :

$$\frac{\cdot_d < >^n \mid - A}{< >^n \cdot_d \mid - A}$$

「 $\mid -$ 」はシークエント計算表記におけるターンスタイル記号である。さらに結合規則は左結合規則と結合モードが適用後も残る結合規則の2種類を設定した。

左結合規則 ($/$ -Associativity) :

$$\frac{(< >^n \cdot_d) \cdot \mid - A}{< >^n \cdot (\cdot) \mid - A}$$

結合規則 (d -Associativity) :

$$\frac{\cdot_d (< >^n \cdot) \mid - A}{(\cdot_d < >^n) \cdot \mid - A}$$

さらに、削除規則においても結合モードを規則適用後も残す必要があるため、結合モードつきの結合規則を定義した。

結合モードつきの結合規則 :

$$\frac{\cdot_d \mid - A}{(\cdot) \cdot_d \mid - B} \quad \mid - A \neq B$$

これらの語彙情報と構造規則を用いると N' 削除の現象を説明できることがわかった。この研究成果は Kobayashi (2012) に掲載されている。今後は、ほかの名詞句の現象等に本枠組みを適用し、必要とあれば拡張するなど研究を進める予定である。

次に、理論をコンピュータ上に実装した研究について報告する。範疇文法は、語彙主義にそくした文法なので、システムとしては、単語の語彙の情報にカテゴリーとラムダ式の形式をとった意味を表記することとし、あとは結合規則のみをコーディングするだけとした。プログラミング言語は SWI-Prolog を用いた。語彙情報は例えば以下のように書かれている。

語彙「likes」の定義 :

lex(likes, forward(np, back(np, s)), lam(w, lam(z, like(w, z)))).

ここでフォワードスラッシュやバックスラッシュは述語 forward や back で表現されている。各述語の第一引数が入力で第二引数は出力となる。上記の定義によると、他動詞「likes」は名詞句を入力としてとり、動詞句を出力する関数として定義されることがわかる。例として「Every man likes some woman」を解析した結果を以下に掲載する。

「Every man likes some woman」の解析木の例 :

?- parse([every, man, likes, some, woman], Sem).

Successfully parsed:

TARGET SENTENCE: every man likes some woman

every man likes some woman

----->elimination

[[every,man], likes, some, woman]

----->elimination

[[every,man], likes, [some, woman]]

-----<elimination

[[every,man], [[some, woman], likes]]

----->elimination

[[[every,man], [[some, woman], likes]]]

Sem = for_all(x, imp(man(x), exist(y, and(woman(y), like(y, x))))) .

上記の解析木にみられるように、それぞれの結合の過程において、どの規則が適用されたかといった内容も出力されるようなシステムを構築した。上記の解析木をみると、入力された単語の結合が量詞のスコープそのものを表示していることがわかる。さらに「Sem」として「x[man(x)-> y[woman(y) like(y, x)]]」という意味が出力されている。なお、このシステムは研究代表者のホームページにおいて公開予定である。

今後はこれらの成果を踏まえ、扱える言語データの拡張や理論の発展と応用を視野に

入れていく予定である。

参照文献：

- Cann, R., R. Kempson and L. Marten. 2005. *The Dynamics of Language: An Introduction*. Elsevier.
- Kempson, R., W. Meyer-Viol. and D. Gabbay. 2001. *Dynamic Syntax: The Flow of Language Understanding*. Blackwell.
- Montague, R. 1973. "The proper treatment of quantification in ordinary English", in Hintikka, J., Moravcsik, J. M. E and Suppes, P. (eds.), *Approaches to Natural Language*. pp.221-242. Springer.
- Montague, R. 1974. *Formal Philosophy. Selected Papers of Richard Montague*. (ed.) Thomason, R. Yale University Press.
- Moortgat, M. 1999. Constants of grammatical reasoning. (eds.), Bouma, Hinrichs, Kruij and Oehrle. *Constants and Resources in Natural Language Syntax and Semantics*. pp. 195-219. CSLI.
- Saito, M and K. Murasugi. 1990. N' -Deletion in Japanese: A Preliminary Study. (ed.) Hoji, M. *Japanese / Korean Linguistics 1*. pp.285-301. CSLI.
- Steedman, M. 2000. *The Syntactic Process*. MIT Press.

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- Kobayashi Masahiro. 2012. "Resource Management and N' -deletion in Japanese". *Bulletin of Tottori University Education Center*. No.9. pp.19-27. 査読無.

[その他]

ホームページ等

<http://www.uec.tottori-u.ac.jp/~kobayashi/>

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

小林 昌博 (KOBAYASHI, Masahiro)
鳥取大学・大学教育支援機構・准教授
研究者番号 : 5 0 3 6 1 1 5 0