

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 12 日現在

機関番号：12401
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2010～2012
 課題番号：22520491
 研究課題名（和文） 動詞意味の構成論的な認知過程構築のための基礎研究

研究課題名（英文） A PRELIMINARY RESEARCH IN THE COGNITIVE COMPOSITIONAL PROCESSING OF VERB MEANING

研究代表者
 仁科 弘之（NISHINA HIROYUKI）
 埼玉大学・教養学部・教授
 研究者番号：20125777

研究成果の概要（和文）：言語を生成する文法の起源には身体運動を司る運動プログラムが関与していることを立証するための予備研究を行った。二足歩行ロボットが実行可能な動作の運動プログラムが予めインストールされている。その動作の運動計画から木表示に変換するアルゴリズムを考察した。ある種の句構造文法で生成できる木構造をもちいて、この動作を記述する見込みができた。しかし、動作の一過程を記述するに変形規則が必要であるかはまだ確定的でない。

研究成果の概要（英文）：We made an attempt to demonstrate the involvement of the kinetic program controlling body actions in the origin of language. Using an action program chosen from a biped model robot approximating human actions, we explored the possibility of determining an adequate rewrite grammar for representing the causative relations between the joints involved in each action. As a result, we were able to attain a prospect of representing each bodily action in terms of joint causation by a grammar at least as powerful in complexity as a phrase structure grammar. This might render support to one of the prospecting explanations for origin of speech to the effect that the grammar of human language might arise from the motor program for actions or its like, in that the phrase structure grammar is asserted to be the type for necessarily generating human language.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：言語学・英語学

キーワード：木表示、動作、回転式、言語起源論、

1. 研究開始当初の背景

(1) 海外動向

自然言語意味論では、まず統語構造を決定

し、その各部分の意味表示を文全体の統語構造に基づいて合成的に計算する。伝統文法で「動詞型」により二十数種類のパタンに分類

されていた英語の動詞群は、生成統語論によって補文構造の差異による意味差の表示が可能になった (Thompson, Rosenbaum, Grimshaw, Levin & Rappaport)。その結果、意味が形式に依存する度合 (例えば補文化子 *that* の義務/随意性 (Kiparsky's)、不定詞の意味上の主語の生起可能性 (Bresnan)、等) が予想以上に大きいことが判明した。

生成意味論による使役分析に基づく意味分解の手法は、動詞の意味構造解明の手がかりを示した (Lakoff, MacCawley)。この分析は現在は語彙意味論に踏襲されている (Jackendoff)。意味を支えるメタ的な意味が、人の認識を支えているという認知言語学の主張も fMRI によって現実味を幾分帯びてきている。他方、意味を分析、記述する技術は形式意味論にその目覚ましい進歩がみられる。文全体の意味をそれを構成する語や句の表示する (部分的な) 論理式から合成的に計算を行う形式意味論 (Montague) には、伝統的な生成統語論の句構造を入力とするタイプ (Cooper & Parsons, Chierchia et al., Heim & Kratzer 等) と、独自の統語 (・意味的関数範疇を用いる) 階型論理文法を元に計算するタイプ (Montague, Carpenters 等) がある。形式意味論では、その意味表示には種々の論理が用いられ内包論理 (Gamut) や様相論理 (Hughs & Cresswell) も決して珍しくない。文の真理値計算にはモデル意味論が用いられている (Cann)。

(2) 研究経過

申請者は、意味の構成論的な認知処理過程の構築のために、行為動詞を例にとり、行為者の形態変化から、意味論が必要とするような情報を抽出す算法の構築を探ってきた。当初は、行為者の形状変化とその位置変化を記述するために、身体行為の時間的推移は行為者の各部分の位置移動の総和の中に常に含まれるという仮説に基づいた [拙稿 1996, 1998 等の H12-14 年度科学研究費研究]。

後にミクロな動作の使役関係に着目し、関

節が次の関節を「動かさ『しめる』」関係という観点から定義し、その使役の反復によって動作が構成され、複合的な動作が行為を構成するとした。関節を中心とした関節や端点の回転を表す式集合の連鎖として、動作を定義すると、行為を構成する各部分動作が、その関与する部位の回転式で表されるという見方を提案した [1]。

これによって、様相論理で動作を扱う端緒を掴んだ。回転式をモデルとみたと、存在運動命題を様相論理的に評価するアルゴリズムを提案した [最近では 2]。このアイデアは概略、次の様である。運動点を直接支える関節をそれぞれ世界と見なし各点の動きを動作の存在式で表す。関連する連結した回転式をその存在式のモデルと見なし、そのモデル上でこの動作存在式を評価 (valuate) する。

2. 研究の目的

申請者は言語の意味を表示する記号体系の算法の開発と意味解釈の機構解明をテーマとしてきた。行為動詞の理解は視覚に大きく依存しており、関節間の運動使役を単位とする回転式の組み合わせで行為を記述し、関節と関節 (或いは端点) 間の運動使役関係に着目して、動作動詞の意味を量化様相式で表示する算法を開発している。

本研究では、

- (I) 実験に基づく人体動作表現
のオートマトンによる複雑
性の計測

模型ロボットによる身体動作をこの様相論理表現で記述し、得られた表現の多様性を新にオートマトンによってその表現力を評価する。その結果を、相当する形式文法を用いて木表示できる可能性があるかを探求する。

- (II) 脳科学データに矛盾
しない構成的形式意味論
の構築可能性の探求

この外延的動詞意味論の存在基盤を、脳科学においてリツォラッティらが発見したミラー・ニューロンの機能に求め、よりリアルな意味の生成・解釈モデル構築の基礎条件を探る。

3. 研究の方法

(1) 実験に基づく人体動作表現のオート

マトンによる複雑性の計測(2-I)

動詞による名称をもつ単純な身体行為が模型ロボットのサンプルプログラムにある。

① その行動計画データから回転関数の計算した。拙稿(過去論文)で提案している関節の単純化に基づいて回転関数を計算した。これらの回転式をモデルと見立て、このモデル上で量化様相運動式を評価する(valuate)ことで、様相式群をえた。

② 上でえられた、それぞれの行為を構成する動作の回転関数を、(様相論理的による評価は行わずに、)オートマトンによって記述してみた。回転関数の出力の m (移動有)/ $\cdot\cdot$ 移動無 \cdot を $1/0$ のアルファベットとすると、有限オートマトンは、各動作を記述するアルファベットの連鎖(語)を受理できる様に見えた。この語からなる言語は、表現としては様相論理表現より簡潔であった。

③ しかし、関節間の運動伝播には埋込性があり、過去研究で提案した回転式による計算は自己埋込性を前提にしていた。そこで、複雑性が一段上のプッシュダウンオートマトンによる運動の表示可能性の探求に移行した。

④ 文脈自由書き換え規則によってサンプル運動計画の木表示を試みた。これによって、当初調べた有限オートマトンに相当するせいき文法(Regular Grammar)よりも1段階複雑度の高い句構造文法(Phrase Structure Grammar)によってロボットのサンプルプロ

グラムにある腕立て伏せ(push-up)を表現できる可能性にたどり着いた。

(2) 脳科学データに矛盾しない構成的

形式意味論の構築可能性の探求(2-II)

自らは運動を行わずに、運動する他者を見る観察者は、その本人の脳の運動前野において、口、手、足等を司る脳部位に発火活動があることが G. Rizzolatti らにより指摘されており、これをミラー・ニューロン系(MN)とよぶ。このような脳科学データを理論言語学に利用する研究は早くも1980年代に散見され、90年末期、今世紀には理論形成に大きな影響を与え始めている(G. Rizzolatti & M.A. Arbib, "Language within our grasp", *Language and Mirror neurons*, 1998)。統語論の意味論からの自律性、文法構造から意味役割が分離可能であることを実験で検証とする動きがみられる。

① 論理式の評価は形式的モデルに基づいて行われるので、動作動詞の意味解釈モデルを解釈者自体の身体であると仮定し(G.Binkofski & G. Buccio: "The role of ventral premotor cortex in action execution and action understanding", *Journal of Physiology Paris*, 2006)、さらに動詞句内主語説を採用すると、脳データに矛盾しない運動動詞部分の意味解釈が可能になる[4]。文の解釈者は、いったん主語は不定のままにしたままで抽象的に動作を掴み、それとは別個に、運動動詞部分は自らの身体の運動感覚のシミュレーションをもちいて、動詞意味の理解のために運動皮質も援用する。

② その運動をどの特定者(個人)が行ったかは、(主語が繰り上げられて、時制を命題が獲得し、その主語にも特定性が、それが必要な時には、要求されるようになると、)文の主語を理解する際には、通常のように脳内の言語中枢をもちいるという可能性である。

③ しかし、表面構造主語が指し示す個体の文意理解への参入方法はまだ不明に見えるので、主語解釈に特化した複数モデルにより得失を比較する必要がある。

[1] Hiroyuki Nishina, "The Meaning Decomposition of Action Sentences Based on Rotation Formulae", Schmitz, W. (ed): *Sign Processes in Complex Systems: Proceedings of the 7th International Congress of the IASS-AIS*, (CD), 1999, Universitätsverlag, Dresden, pp.c.20, forthcoming .

[2] Hiroyuki Nishina, "Quantified Modal-Logical Representation of Actions: From Signs to the denotations of Action Verbs", in B. Kovalerchuk (Ed.): *Computational Intelligence: Proceedings of the IASTED International Conference on Computational Intelligence (CI 2009)*, 657-071, 10pp, 2009

[3] Hiroyuki Nishina, "Capturing Bodily Action by Modal Predicate Logic", in M. Rossi, et al. (eds.): *Proc. from the 9th World of the International Association for Semitic Studies, Acta Semiotica Fennica*, Helsinki: ISI, pp.10, 2009

[4] Hiroyuki Nishina, "The Embodiment of Verb: the Causation of Bodily Action as the Source of Its Meaning", in B. Arsejvic, (ed.): *Abstract Book of of Biosemantics, Workshop on the Semantics in the Biolinguistic Approach to Language*, University of Amsterdam, 2009

4. 研究成果

言語を生成する文法の起源には身体運動を司る運動プログラムが関与していることを立証するための予備研究を行った。人間の動作を単純化した『動作』から木構造表示を構成できる可能性を調べた。二足歩行ロボット模型には、いくつかの基本的な動作のための運動プログラムが予めインストールされている。

これらの動作から腕立て伏せを例にとり、その運動計画から木表示に変換するアルゴリズムを考察した。ある種の句構造文法で生成できる木構造をもちいて、この動作を記述することができたが、動作の一過程を記述するに变形規則が必要であるかはまだ確定的でない。

9月中旬にリスボン大学科学哲学センター主催：From Grooming to Speaking「毛繕いから言葉へ」と銘打った霊長類のコミュニケーションの国際学会でこの成果を発表した。チンパンジーの手話から、ヒトの言語の背後にあるとチョムスキーの主張する普遍文法への言及まで多彩な研究発表が行われた。筆者は運動制御のための motion planning を記号連鎖に変換した「言語」とヒトの言語の複雑性をオートマトンによって比較した。身体の運動制御の記号論的体系が文法を生み出した可能性のあることを論じて相当の評価をえた。

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)

1,Hiroyuki NISHINA, "The Complexity of Actions as Compared to That of Language", In: *Proceedings for From Grooming to Speaking: Recent trends in social primatology and human ethnology*, Center for Philosophy of Science of the University of Lisbon, pp42-43, 査読有り, 2012年9月

[学会発表] (計1件)

1,Hiroyuki NISHINA, "The Complexity of Actions as Compared to That of Language", "The Complexity of Actions as Compared to That of Language", 国際会議「毛繕いから話しかけへ：社会霊長類学と人類行動学の最新潮流」, リスボン大学科学哲学センター主催, リスボン, ポルトガル共和国,

2012年9月12日発表

[図書] (計0件)

[その他]

ホームページ等

[http://arts.kyy.saitama-u.ac.jp/ph/2012/11/post-2.](http://arts.kyy.saitama-u.ac.jp/ph/2012/11/post-2.html)

html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

仁科 弘之 (NISHINA HIROYUKI)

埼玉大学・教養学部・教授

研究者番号：20125777

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：