

令和元年6月24日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K02756

研究課題名(和文) 動作文法と言語起源

研究課題名(英文) Kinematic Grammar and Origin of Language

研究代表者

仁科 弘之(Nishina, Hiroyuki)

埼玉大学・人文社会科学部研究科・名誉教授

研究者番号：20125777

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：人体骨格の木構造を構築しその上に骨格の区間単位の動作の意味論を構成的に構築した。頭部と四肢を表す等位構造を成す関節に「後退的部分順序集合」を導入してVP節点を新造することで、Calvin & Bickerton (2000) が指摘した近位の関節の回転が遠位の関節の回転を埋め込む構造を、木構造で表示できるようにした。埋め込み構造とそれを取る他動詞の関係を、move=CAUSE to GOとkeep=CAUSE to HAULTとして暫定的に使役分析で説明した。この木にラムダ演算を適用すると各区間での各関節の運動使役分布が得られ、これを開始から終止まで連続的に記述すれば動作全体の意味記述が得られる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

各動作動詞の外延的意味表示の普遍理論を構築するためには、各動作を構成的に記述する必要がある。関節が可能にする各動作の構成単位を普遍的に記述する際に、本文法は骨格モデル上の関節単位の動作を精密な木表示によって記述できるので、どのような動作も基本的動作単位の組み合わせによって記述できる。これによって動作の一般理論の構築が可能になるように思われる。更に、生物言語学における言語起源論の論争に対して、動作起源説を支持する論拠を与えるように思われる。

研究成果の概要(英文)：I attempted to construct a kinematic semantics of action on the sequence of syntactic trees based on a simplified human skeleton. Embedding of motions, pointed in Calvin & Bickerton (2000), has been well realized as the object embedded clauses of the VP nodes expressed in the partial recessive set of joints, which was proposed here. Embedding of motions is caused by a proximal rotating joint's causing its distal rotating joints to move accordingly. The syntax of the skeleton is described in terms of the causation of motion based on the rotations of joints. The VP's include move (= CAUSE to GO) and keep (= CAUSE to HAULT) as its object-clause-taking verbs. Applying lambda calculus to one tree of a tree sequence for an action, the semantics of at that interval is represented in terms of each joint's rotation's/nonrotation's causing other joints to be moved/kept respectively. Integrating these tree representations in order, the meaning of that action is achieved.

研究分野：英語学

キーワード：動作文法 行為動詞 骨格構造 関節回転 運動使役 埋め込み構造 ラムダ演算 使役分析

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

筆者は動作動詞の外延的意味論の研究をおこなってきた。

(1)当初は物体の位置に基づいて、動作動詞の意味を定義しようとした。行為動詞の意味を、行為者の占める場所と対象物の場所との関わり方として捉え、それを段階毎に関数で記述し文法構造(主語、動詞、目的語)から構成的に文意味を関数化した。ECAI(欧州人工知能学会)やIEEE(米国電気電子技術者協会)の計算知能分野の計算記号論関連学会で独創性を評価された。

(2)運動自体を離散的に意味表示する方法を模索し、様相論理にたどり着いた。運動体の骨格を仮定し、骨格上の各関節を世界と見なしこれらの運動をモデル化し運動命題をそのモデル上で評価することで動作を表示した。欧州の動的論理のコロキウムで形式意味論の泰斗である H. Kamp 教授、Van Benthem 教授等から評価された。

(3)近年安価な模型ロボット[6]が入手可能になり、人体モデル上で動作を実際に動かしながらそのデータを用いて文法を作る試みを 2008 年頃から開始した。同時に、言語起源を動作に求める説を検討し実証することを目指し、生物言語学領域で研究を開始した。

2. 研究の目的

(1) 言語起源を動作に求める説があるが、本研究で提案された動作文法の複雑度はヒトの音声言語の複雑度[5]に劣るように見える。しかし、ヒトの言語の起源としてのコミュニケーション体系を考察する場合には伝えられる意味の内訳(その多様性、複雑度)を考慮すべきであるとの主張が近年注目されている[2]。筆者は、ヒトの動作は、その統語論は単純にも関わらず、二本足直立の身体が遂行する動作の種類の多様性とそれらを区別するために用いられる身体部分名称の多様性に預かる意味論の豊かさのおかげで、音声言語の起源の条件を満たしているのではないかということを示したい。

(2) 動作動詞の普遍的な意味分析を行うための共通単位として、「骨格上における近位の関節回転による遠位の関節・端点の移動使役」を意味論に位置づける。そのための形式化をどのような論理を用いて行うかを、記述的妥当性と説明的妥当性の両面から考究する。

3. 研究の方法

(1) 言語起源を動作に求める説がある。筆者も「言語起源は二本足直立の身体が遂行する動作の多彩さに由来し、言語の文法はその動作を関節が制御する一種の記号論に由来する。」という仮説を提案し、ヒトの音声言語の起源に相応しい言語を動作に見いだすことができるかを、人体モデルとして模型ロボットを用いて検証してきた。

(2)同時に、(1)の方法は関節を持つ骨格構造体の動作に一般的に適用可能であるので、動作動詞の普遍的な意味分析を行うための共通単位として、「骨格上における近位の関節回転による遠位の関節・端点の移動使役」に着目した。

4. 研究成果

動作の統語論に構成的意味論を組み込む目処が漸く得られた。動作文法構築が可能となれば、言葉の文法との複雑度比較が可能となり、ヒト言語の発生への身体動作の貢献のメカニズムへの見地が広まって来よう。本研究では、言語起源をヒトの運動(動作)能力に求めて、動作文法の端緒になる規則系を構築しようとした。動作生成には模型ロボットを用い、その各種動作を生成する運動計画(motion planning)のデータを元に文法を試作した。これまでに得られていた一応の書き換え規則群を、本研究に入ってから見込みある書き換え規則に修正することができた。さらには、この統語構造に意味を割り当てた、当面の「動作文法(動作統語・意味論)」を試作することもできた。

(1)関節を非終端節点に、頭部・手先・足先の端点を終端節点に見立てた木構造上に文法を構築しようとした。動作を記述するために、語彙意味を分解するとき意味論で用いられる使役分析[7]に着目し、関節が回転によって、それより遠位の点(関節点・端点)を「動かせしめる」という動作使役を定義した。この動作使役を書き換え規則として定式化し文法を構築したが、その文法複雑度は句構造文法の複雑度に及ばず、帰納文法のレベルに留まっていた。翻って、ジュウシマツの(恋)歌の複雑性は句構造文法のそれを持つとの発見がなされている[9]。しかし、この歌は相手を惹きつけるための鳴き声であり、統語的には埋め込み構造をもつがその意味は多様性に欠ける。

(2)研究の3年目に入ってから、各関節による使役を、使役者の関節=主語、非使役者の関節或いは端点の運動使役=目的節と見なす、埋め込み構造を持つ統語論を構築することができた。各関節の運動使役をXバー式型[4]に納めることができた。さらに、ここで身体名称に起因する関節名称は極めて多彩であることから、この意味の多彩さが文法複雑度の貧弱さを補っている

ことに思い至った。

(3)そこで、骨格を統語表示とした構成的意味論によって意味表示を実現した。骨格に近似した根付き等位構造[10]に、『関節の後退的部分順序集合』というアイデアを導入してVP節点を組み込むことで、関節によるその遠位の各辺に対する運動使役が埋め込み構造として表示できるようになった。

(4)構造内の動詞として、「動かしめる：CAUSE to SHIFT」と「静止しめる：CAUSE to HAULT」として意味を使役的に分解にできる move と keep を配置し、それに埋め込み節をとらせた VP 構造を構築した。このようにして動作文法を試作した。

(5) 統語木の節点をなす move、keep の各動詞の意味述語に、使役の意味分解に用いる原始的意味素を割り当て、この木にボトムアップにラムダ演算[8]を適用すると、各区分での各関節による運動使役の分布が得られる。こうして得られた各区分における骨格木構造上の意味表示を開始から終了まで連続的に連鎖として記述すれば、当該動作を move と keep の意味素の組み合わせとして表示できる。ヒトやチンパンジーは他者の動作を自分の運動感覚をなぞることで理解するとの言語脳科学の実証研究がある[Rizzolatti の Mirror Neuron 説：1]。これはモデル理論的意味論がリアルな運動的意味の理解モデルとして採用できることを示す証左である。本研究は、骨格上の各関節で起こる回転による運動使役の有無をこのように move、keep を構成する使役分析による原始的意味素を用いて意味表示可能である点において、さらには各区分における姿勢（骨格上の関節すべての運動の有無の総体）の連鎖の意味表示を可能にする点において、実証的である。成果の一部をイタリア認知科学会で公表した。

(6)「近位の関節回転による遠位の関節・端点の移動」と「近位の関節の回転/停止による遠位の関節の回転/停止の埋め込み」が動作文法の動機付けである。この形式化のための精密な枠組みが未だに決定的でない。本研究では運動使役を「使役分析」で表示し、それらの意味を合成した語彙（move と keep）を用いて統語論を構築したが、この使役を「事象論理」で記述する方法も残されている。どちらが適切であるかは次の研究で精査し決定したい。

< 引用文献 >

- [1] Aziz-Zadeh, L., Wilson, S. M., Rizzolatti, G. and Iacoboni, M. (2006), Congruent Embodied Representations for Visually Presented Actions and Linguistic Phrases Describing Actions, *Current Biology*, 16: 1818-1823.
- [2] Berwick, R. C, Okanoya K., Beckers G. J. L., Bolhuis J. J. (2011) Songs to Syntax: the Linguistics of Birdsong. *Trends in Cognitive Sciences* 15(3): pp. 113-121.
- [3] Calvin, W., and Bickerton, D. (2000) *Lingua ex Machina: Recociling Darwin and Chomsky with the Human Brain*. MIT Press Cambridge, Mass.
- [4] Chomsky, N. (1970) Remarks on Nominalization. In R. Jacobs & P. Rosenbaum (eds.): *Readings in English Transformational Grammar*. Waltham. pp. 184-221. MA, Ginn & Co.
- [5] Hauser, M. D., Chomsky, N., and Fitch, W. T. (2007) The Faculty of Language: What Is It, Who Has It, and How Did It Evolve? *Science* 298(22): pp. 1569-1579.
- [6] Kondo (2007) *Assembly manual for KHR-1*, Kondo Science Co. Ltd., Tokyo.
- [7] Lakoff, G. (1970) *Irregularity in Syntax*. Holt Rinehart and Winston, New York.
- [8] Montague, R. (1979) The Proper Treatment of Quantification in Ordinary English, In Richmond, T. (ed): *Formal Philosophy: Selected Papers of Richard Montague*. Yale University Press, New Haven, pp. 17-34.
- [9] Okanoya K (2004) Song Syntax in Bengalese Finches. Proximate and Ultimate Analyses, *Advances in Study of Behavior*: pp. 297-346.
- [10] Ross, J. R. (1967) *Constraints on the Variables in Syntax*. Ph. D. Dissertation, MIT.

〔雑誌論文〕(計 2件)

Nishina, H. (2018) "Constructing a Grammar Based on the Causations of Movements by Joints' Rotations from a Humanoid's Motion Planning". In: C. Chesi & G. Piredda (eds.) Proceedings of the 15th Conference of the Italian Association for Cognitive Sciences (AISC 2018), pp. 53-54. IUSS Pavia, 17-19 December 2018. ISBN: 9788890794384. (査読有り)

田村 隆夫・仁科 弘之 (2017) : 『主要部内在型関係節の連鎖』、『第 35 回日本英語学会大会カンファレンスブック』, 日本英語学会, 6pp. (査読有り)

〔学会発表〕(計 3件)

仁科弘之 (2017) 解説と司会、第 35 回大会日本英語学会シンポジウム : 『言語の変化、言語の成長—複眼的視点から』、東北大学、11 月 19 日

田村 隆夫・仁科 弘之 (2017) 『主要部内在型関係節の連鎖』、第 35 回大会日本英語学会シンポジウム : 『言語の変化、言語の成長—複眼的視点から』、第 4 発表、東北大学、11 月 19 日

仁科弘之 (2017) 「招待基調講演」"Toward a Kinematic Grammar" (動作文応に向けて) 国際共同研究フォーラム : つくばグローバルサイエンスウィーク(TGSW)2017 (言語データに基づく純粹、応用、商用研究間の産業大学間の協同)、筑波大学主催、つくば国際会議、9 月 27 日

〔図書〕(計 1件)

島田雅晴・金井勇人・河正一・仁科弘之編 (2017) 『ことばについてのX章』、埼玉大学教養学部リベラルアーツ叢書別冊 2

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。