



Title	研究会報告書「動的システムの情報論(7)」
Author(s)	Takagi, Hiroaki; Uno, Ryoko
Citation	Hokkaido University technical report series in mathematics, 134, 1
Issue Date	2008-06
DOI	10.14943/49024
Doc URL	http://eprints3.math.sci.hokudai.ac.jp/1908/ ; http://hdl.handle.net/2115/45507
Type	bulletin (article)
Note	2007.11.30-12.1, 統計数理研究所
File Information	tech134.pdf



[Instructions for use](#)

研究会報告書
「動的システムの情報論 (7)」

2007. 11.30 – 12.1 統計数理研究所

Series #134. June, 2008

HOKKAIDO UNIVERSITY
TECHNICAL REPORT SERIES IN MATHEMATICS

- #112 H. Okamoto, D. Sheen, Z. Shi, T. Ozawa, T. Sakajo and Y. Chen, Book of Abstracts of the First China-Japan-Korea Joint Conference on Numerical Mathematics & The Second East Asia SIAM Symposium, 78 pages. 2006.
- #113 N. Ishimura, T. Ishiwata, T. Sakajo, T. Sakurai, M. Nagayama, T. Nara, K. Hayami, D. Furihata and T. Matsuo, 応用数理サマーセミナー「確率微分方程式」, 116 pages. 2006.
- #114 T. Abe, 第 8 回 COE 研究員連続講演会『超平面配置と対数的ベクトル場の幾何』, 23 pages. 2006.
- #115 H. Kubo and T. Ozawa, Sapporo Guest House Symposium on Mathematics 22 “Nonlinear Wave Equations”, 67 pages. 2006.
- #116 S. Okabe, 第 9 回 COE 研究員連続講演会『ある束縛条件下における平面弾性閉曲線のダイナミクス』, 31 pages. 2006.
- #117 A. Suzuki, T. Ito, N. Sato, K. Shibuya, D. Hirose, Y. Maekawa and K. Matsumoto, 第 3 回数学総合若手研究集会—他分野との学際的交流を目指して, 264 pages. 2007.
- #118 T. Yamamoto, Y. Sato, N. Kataoka and H. Takagi, Proceedings of the conference on New Aspects of High-dimensional Nonlinear Dynamics, 73 pages. 2007.
- #119 T. Yamamoto and T. Nakazi, 第 15 回関数空間セミナー報告集, 82 pages. 2007.
- #120 K. Hirata, 第 10 回 COE 研究員連続講演会『正值調和関数に対する Martin 積分表現と非線形楕円型方程式の正值解の存在』, 25 pages. 2007.
- #121 K. Izuchi, 第 12 回 COE 研究員連続講演会『I) Segal-Bargmann 空間の巡回ベクトルについて II) 2 重単位開円板上の逆シフト不変部分空間上のクロス交換子について』, 18 pages. 2007.
- #122 T. Ozawa, Y. Giga, S. Jimbo, G. Nakamura, Y. Tonegawa, K. Tsutaya and T. Sakajo, The 32nd Sapporo Symposium on Partial Differential Equations, 73 pages. 2007.
- #123 H. Kubo, T. Ozawa, H. Takamura and K. Tsutaya, Nonlinear Wave Equations, 53 pages. 2007.
- #124 N. Ishimura, T. Sakajo, T. Sakurai, M. Nagayama, T. Nara, D. Furihata and T. Matsuo, 応用数理サマーセミナー 2007「計算ホモロジーとその応用」, 110 pages. 2007.
- #125 S. Hattori, 第 15 回 COE 研究員連続講演会『分岐理論と有限平坦 Galois 表現』, 28 pages. 2008.
- #126 T. Miyaguchi, M. Kon, R. Kamiyo, S. Kawano, Y. Sato and D. Hirose, 第 4 回数学総合若手研究集会—他分野との学際的交流を目指して, 298 pages. 2008.
- #127 K. Saji, 第 13 回 COE 研究員連続講演会『波面とその特異点』, 15 pages. 2008.
- #128 T. Nakazi and S. Miyajima, 第 16 回関数空間セミナー報告集, 105 pages. 2008.
- #129 M. Kon, 学位論文 Doctoral thesis “Minimal submanifolds immersed in a complex projective space”, 77 pages. 2008.
- #130 S. Minabe, 第 14 回 COE 研究員連続講演会『開ミラー対称性における最近の進展』, 8 pages. 2008
- #131 H. Kubo and T. Ozawa, Sapporo Guest House Symposium, Final “Nonlinear Partial Differential Equations”, 73 pages. 2008.
- #132 H. Kang, 第 16 回 COE 研究員連続講演会『CHAOS IN TRAVELING WAVES IN LATTICE SYSTEMS OF UNBOUNDED MEDIA』, 13 pages. 2008.
- #133 G.-J. Chung, editor:Y. Kimura, Introduction to Various Models in Image Processing, 61 pages. 2008.

研究会報告書

「動的システムの情報論(7)」

2007. 11. 30-12. 1 統計数理研究所

研究会プログラム

第1日目 (11/30 (金))

- 10:00 - 11:00 高木拓明 (奈良県立医科大学、助教)
宇野良子 (東京大学、研究員)
「イントロダクション」
- 11:00-12:00 橋本敬 (北陸先端大学、准教授)
「文法化の認知モデル構築を通じた言語進化の検討」
- 12:00-12:30 西村義樹 (東京大学、准教授)
コメント+議論
- 12:30-13:50 昼休み
- 13:50-14:50 笹原和俊 (理化学研究所、研究員)
「言語的相互作用の複雑化動態：歌文法発達と談話進化を例として」
- 14:50-15:50 佐藤譲 (北海道大学、准教授)
「ルールを生成する力学系：関数 map 概説」
- 15:50-16:10 休憩
- 16:10-17:10 池上高志 (東京大学、准教授)
「自然言語におけるずらしと相互作用の構造をめぐって」

第2日目 (12/1 (土))

- 10:00-10:50 杉田祐也 (理化学研究所、研究員)
「ロボットの行為と文の結び付け学習モデル：対象と操作の組み合わせ的理解の創発」
- 10:50-11:40 仁科明 (静岡県立大学、准教授)
「喚体的名詞一語文をめぐって：人と物と流れる時と」
- 11:40-12:40 昼休み
- 12:40-13:30 仲本康一郎 (大阪大学、非常勤講師)
「予期の構造と言語表現」
- 13:30-14:20 本多啓 (神戸市外国語大学、准教授)
「日本語の無標識可能表現について」
- 14:20-14:40 休憩
- 14:40-15:30 飯塚博幸 (はこだて未来大学、学術振興会特別研究員)
「身体的相互作用における主体性とターンテイキング：エージェントベーストモデルの観点から」
- 15:30-16:20 岡本雅史 (東京工科大学、客員准教授)
「語りにおいて生起し、その理解を支える潜在的人称構造について」

世話人

高木拓明 (奈良県立医大) takagi@naramed-u.ac.jp

宇野良子 (東京大) ryoko@sacral.c.u-tokyo.ac.jp

「動的システムの情報論(7) -自然言語のダイナミズム-」開催報告

高木拓明

奈良県立医科大学 物理学教室

takagi@naramed-u.ac.jp

現実世界の多様な現象に対して、我々が現在持つ情報過程の概念は未だ貧弱ではないか？ 本研究会は、その様な問題意識を共有する非線形・複雑系分野の若手有志が中心となり、統計数理研究所の共同研究集会として、21世紀と共に継続して開催して来た研究会である。そこでは様々な生物、認知、経済システムに見られる情報処理過程の特徴と差異を議論し合うことを通じて、動的な情報論の普遍性、階層性、複雑性を考える場として来た。

その第7回となる本年度は、「自然言語のダイナミズム」をテーマに据えた研究会を開催した。そこではまず、言語の抽象的なモデルを用い構成論的アプローチをとる数理科学者と、自然言語の文法を分析する言語学者を一堂に集め、議論する場を設定した。そして、どのような動的側面へのアプローチから自然言語を特徴づけることが可能か、或いは動的側面を踏まえた上での文法研究の新たな展開は可能かといった接点を模索しつつ議論を行った。特にその際、言語における規則と使用の切り離し難さに着目し、行為や相互作用を通じての規則の立ち現れや、規則の複雑化の在り方を考えることを目指した。

そもそも言語行為においては、規則は行為を決定しえない、あるいは意味を確定させることはできない、といった不定性、恣意性が本来的に存在している。にも関わらず、人間同士ではあたかも決まっているように振る舞えて、互いに滑らかにコミュニケーションを進めることができ、自身や他者の認知的構造化や理解が可能であり、物語生成など生産的な理解／誤解すら実現できる。その様相は真摯に向き合う必要があるはずだ。つまり、本来的に不定性を抱える人間同士の身体性を伴った相互作用によって、言語の認知的かつ文法的な構造が作られる可能性、そしてそれと人間の認知内的構造化との間の一貫性の生成／崩壊のダイナミズムを追求することが重要であろう。

そのような、他者との相互作用の中で成立するルールが、自身をも発展変化させていくかのごときダイナミズムを理解する為に、自然言語研究における構成論的アプローチとはどうあるべきであろうか。そこでは身体性の視点、認知意味論的な視点が必然的に重視されることになる（本研究会では、ほぼ全ての講演者が何らかの形でそれを踏まえた研究を行っている）。しかし、それは実在論や還元論的な視点を超えるものでなければならない。さらには数理としての側面の絶妙な抽象化とその数学的構造の理解の側から、全く非自明な理解が得られる可能性すら存在するかもしれない（本研究会では、関数マップの研究紹介を通してそれを議論している）。

では実際、自然言語の習得過程での身体性的展開のあり方、身体性的構造化と言語的構造化の関係の発展はどうなっているのでしょうか。また、自然言語の起源や進化過程への構成論的理解も同様の枠組みから提供できるのでしょうか。あるいは、人工生命に比するところの人工言語とはどうありうるのでしょうか。そもそも自然言語における普遍性とはなんなのであるのでしょうか。また、こうした知見を積み重ねることにより、自然言語研究における科学的整合性の構築や科学としての新展開は可能でしょうか。ありうべき言語構造や複雑性の理解や不可能性問題の明確化、そして言語進化の予言が可能になることはあるのでしょうか。研究会世話人としては、そういった一般的かつ困難な問いに思いを馳せつつ、個々の議論を行った。

とは言え、自然言語の実際のあり方を知らずして抽象飛躍しても何が本質かを取り落とすし、そもそも抽象飛躍の可能性自体も自明ではない。その為本研究会では、数理科学者と自然言語研究者双方を軸として設定し、数理の側6名の講演者、言語の側4名の講演者を迎えた訳である。その結果、講演者間に多くの学問的前提や背景知識、普遍性への認識の齟齬もあり、困難も抱えた研究会であった。しかし、その困難さ自体を肌で感じることに、**「自然言語のダイナミズム」**を捉える為には本質的な意味があると思われる。そして、その双方に跨がる研究を展開する宇野氏が交通整理と触媒の役割を果たしたことにより、結果的には趣旨と議論の方向性の理解は参加者の間で進んだのではないかと考えている。本報告書から、そういった研究会の様子がまた新たな情報という形で伝わっていけば幸いである。

最後に、本研究会の発起時からサポートを頂いている統計数理研究所の伊庭幸人氏に感謝する。

自然言語のダイナミズムへ

—相互作用から文が立ち現れるかを考える—¹

宇野良子

東京大学

ryoko@sacral.c.u-tokyo.ac.jp

ああでも月日は容赦なくたっけしまい、私はあれからもうとって返すことのかなわぬ現実の時間を生きてしまった。*And what have I learnt from all these years I've spent living in my own shadow?* とって返すことのかなわぬ現実の時間の中で知ってしまったのは、知らざるを得なかったのは—それは日本人の血が流れているということと日本人であるということの間には、蜘蛛の糸よりもたよりなくはかない、いつ切れてしまっても仕方のないようなつながりしかないということであった。(水村美苗『私小説 from left to right』)

0. はじめに

自然言語はどのようになっているのか、ということと言語学では通常研究している。一方、文法はどうしてこんな風なのか、を問うならば、自然言語のデータの分析に加えて、何らかの工夫が必要となる。認知言語学が文法の認知的基盤を求める場合も同様である。

工夫の一つとして、数理モデルを用いて言語や認知を考えるような研究との連携がある。数理モデルなどを作ることで、対象を理解しようとする立場は「構成論的アプローチ」と呼ばれる。構成論的アプローチの一つである、人工生命という研究分野では、ロボットを作ったり、コンピュータシミュレーションを行ったりすることで、生命かもしれないものが現れる様を観察する(池上, 2007などを参照)。そして、言語を分かりたいならば、言語かもしれないものを立ち現れさせ、観るのである。

この原稿では、私が認知言語学の立場から、人工生命の研究者達と共同で行ってきた研究(Uno, Marocco, Ikegami & Nolfi [2008, in preparation] など)に関して、なぜそのような研究をするに至ったかを書いてみる。この共同研究は、コンピュータシミュレーションによって「平叙文」という最も文らしい文を、相互作用のダイナミクスから生み出そうとする試みである。

第1節では、背景の説明と問題提起をし、第2節で、解決への道筋を探る。

より大きな観点から言うと、この共同研究を通じて、言語における規則と使用の切り離し難さに着目し、相互作用を通じての規則の立ち現れや、規則の複雑化の在り方を考えることを目指している。それは自然言語のダイナミズムを巡って、認知言語学的アプローチと構成論的アプローチが関わる、一つのあり方である。そこから更にどのような研究の広がりを思い描くことができるか、という期待が第3節で紹介する今回の研究会「動的システムの情報論(7) —自然言語のダイナミズム」のプログラムの構成に反映されている。

¹ 本研究を行うにあたっては池上高志氏に、「動的システムの情報論(7)」では多くの方々、特に高木拓明氏に大変お世話になりました。ありがとうございました。本研究は一部、文部科学省21世紀COE「心とことば—進化認知科学的展開」と博報「ことばと文化・教育」研究助成の支援を受けています。

1. 言語の規則と使用

1.1 認知言語学

言語は精神を映す鏡であると考え、言語を見ることで人間の心について理解しようとした点において、生成文法は革新的であった。このことに関しては、認知言語学もまた生成文法と同じ系譜に属している。

生成文法の主な研究対象は文の形を作り出す規則、つまり統語論である。統語論は意味論からは自律しているとされる。そして、統語論を中心とする言語能力は他の認知能力から自律しているとされる。このような言語は、（パラメータの設定のためにはじめの段階で個別言語の刺激を必要とするものの）生得的だと考えられているので、言語の使用に関わることは、言語能力の研究においてはノイズとみなされる。

一人一人が心の中に、少数の規則のセットと長大な単語の表を持っていると考えてみる。そうすれば、表の項目に規則を適応することであらゆる文を生成することができる。このうち、表は学習によって手に入れるものだが、規則は生まれつきの能力によるもので、学習だけでは身に付けることができない、とするのが生成文法の見方である。（チョムスキー [2003] では生成文法の考え方の全容が分かりやすく述べられている。）

一方で、認知言語学は、言語の意味と形の関わり合いに焦点を当てるアプローチである（Lakoff, 1987）。加えて、言語と様々な認知能力との関わり合いを、積極的に見ていこうとする。

例えば、Langacker (2000) は、「規則と表の誤謬」を論じる。文法も語と同様に、形と意味の結びつきであり、両者の差は抽象度にしかないとする。（具体的な例で考えてみると、SVつまり、主語があって述語があるという形は、何かが何かをするという意味と結びついていると考えれば、「ババロア」という語の音がある特定のお菓子を意味するのと根本的には変わらないということである。）このような考えから、Langacker は言語の要素が、規則と表という全く異なる二つのものどちらか一方にのみ属していると考えする必要はないとする。そして語を抽象化したものが規則なのであるから、一回一回の語の使用は、規則を変える可能性をはらんでいるとする。このような、言語の使用と「規則」の強いつながりへの着目は、言語の動的な側面の分析を準備するものである。

1.2 発話行為論

Langacker は使用が規則を変えると論じたが、もう一步踏み込んで、使用によって規則は形づくられた、という議論をすることはできないだろうか。当然、まだ存在していない規則を使用することはできないのだから、もう少し正確に言うと、やがて規則ができたときには、その使用に関わることになるような、主体や主体の行為そしてその主体を取り囲む環境などが、規則を形づくった、と議論できないだろうか。この環境には、主体と相互作用する別の主体も含まれるかもしれない。これら言語の使用に関わる側面をまとめて、「発話の場（のダイナミズム）」と呼ぶ。

生成文法ばかりでなく、一般的な言語学でも、言語の使用については語用論という分野が専門的に扱い、統語論や意味論は語用論から独立に研究を行う。しかし、語用論の研究を見てみると、使用、あるいは発話の場と規則が絡んでいる問題があるのが分かる。その一つが「文の種類」である。

Austin (1962) は、発話によって行為を遂行する仕方には二通りあるとした。一つ目は、行われている行為のタイプが明示的に発話に現れる場合である。例えば (1) を発話することで「命名する」という行為が行われるが、まさに「命名する」という表現が発話の中にある。

(1) 私はこの船を「笑うカモメ号」と命名する。

二つ目は (2) のように、発話行為の種類が明示的には表されていない場合である。

(2) 今すぐ電話をください。

ここでは「命令する」という発話行為が行われているにも関わらず、「命令する」という表現は無い。Austin は (1) のようなタイプを顕在的遂行発話、(2) のようなタイプを原初的遂行発話と名づけた。原初的遂行発話についてももう少し考えてみよう。

確かに (2) には、「命令する」という語は出てこないが、慣習的に、命令という発話行為とある文の形（述語の活用形など）は結びついている。このように慣習的に発話行為と文の形が結びついているものを「文の種類」と呼ぶ。発話の種類ならば、無限に考えられるが、その中で文の形と結びついているものは少ない。Sadock & Zwicky (1985) は文の種類の中でも多くの言語で同じように観察されるものが三つあると言う。それは、「述べる」という発話行為と結びついている平叙文 (3)、「命じる」という発話行為と結びついている命令文 (2)、そして「尋ねる」という発話行為と結びついている疑問文 (4) の三種類である。それ以外にも、文の種類としては、「感動を表す」感嘆文などがある。

(3) 電話ボックスがあります。

(4) あれはウサギでしょうか。

たとえば Lyons (1977) のように文と発話の違いを認識することが大切だと強調する研究者であっても、発話行為の分類を論じる際にはやはり発話と文の接点を示すこととなってしまふ。それくらい、この問題においては発話の場と文の規則は密接である。ただ、どのように二者が関わっているのかということについては、十分に説明がされていない。

そこで、以上のようなコンテクストを踏まえて次のような問題提起をしたい。発話行為を含む発話の場のダイナミクスから、平叙文における意味と形の結びつきを説明することはできないものだろうか。

2. 一語文、ジョイント・アテンションから、平叙文的なものへ

平叙文の規則を、発話の場のダイナミクスから説明する方法を探ろうとするならば、国語学における名詞一語文の分析と、発達心理学におけるジョイント・アテンションという概念が手掛かりとなる、と以下で論じる。そして、そのような概念をどのように私たちが拡張して、平叙文の問題を考えたかを説明する。まずは、名詞一語文の説明の準備として、国語学における文の種類議論を紹介することからはじめる。

2.1 国語学における文の種類

かつての陳述論を巡る論争の盛り上がりが見えるように、国語学では発話主体の行為と文の関係が注目されてきた。従って、文と発話の場の関係を探る手掛かりがあるかもしれない、と期待される。まず、山田文法 (1908) における文の種類議論のうち、二点に着目する。(山田文法の解釈については尾上 [2001] に基づく。)

第一点目は、文を、承認という心的行為と結びつけて考えるところである。山田文法では平叙文は「ものを表す語」と、「属性を表す語」と、「その二つを関係づける作用を表す語」の三つからなるとする。動詞述語文では、属性を表す語と関係づける語は共に動詞である。その二つが分離して現れるのは(5)のようなコピュラ文においてである。

(5) 日本は島国である。

この文では「日本」というものの属性を述べているのが「島国」である。コピュラ「である」はこの二者を結ぶ、つまり承認という判断作用(心的行為)をする。このように発話主体の心的行為という面から見ると(5)は関係の承認(日本には島国であるという属性があると話者が認めること)の文であると言える。しかし表現されている対象にだけ注目することもでき、そうすると、この文は関係の存在(日本は島国という属性を持って存在しているということ)を表しているとも言える。このように文には判断作用面と対象面が表裏の関係で表現されていると考えることができる。

注目すべき第二点目として、承認を担う語、つまりものと属性の関係づけをする語は、このように文の要であるのに、それを欠く文がある、ということがある。(5)と同じく(6)(7)のように、通常の文は体言と、承認を担う用言からなり、「述体」と呼ばれる。対して、(9)(10)のように体言を中心とした文があり、「喚体」と呼ばれる。

- (6) 月は出づ (説明体)
- (7) 月は出づるか(疑問体)
- (8) 行け (命令体)
- (9) あわれしりたる人もがな (希望喚体)
- (10) あはれ、うるはしき月かな (感動喚体)

2.2 一語文：一人の場と投げ出された表象

承認をするのが文であるなら、承認をする語を持たない喚体の文は、どのように承認をするのか。更に、どうして感嘆と希求という二つの意味を持つのか、どうして二つしかないのか。

以上のような問題に関して、尾上(2001)は、喚体の現場性に着目し、以下のように答える。喚体では、「もの」の名前を呼ぶ。それは、その「もの」が発話主体の心を占めている、ということである。眼前に存在するもので心がいっぱいのはきは、「存在承認」、つまり「あるものをある」と認めている。そのようなときは、喚体の文は、話者がその眼前のものに心を動かされたのだ、という感動の意味を持つことになる。もし話者が眼前にはないものに心を覆われているならば、不存在を承認することになる。それは「ないものを(ないという状態で)ある」と認めることで、結果的には話者がその眼前には無いものを望んでいるという意味を持ち、「存在希求」となる。前者に対応する喚体が感動喚体であり、後者に対応するのが希求喚体である。命令文は希求系に属するとされる。通常の文では意味と形が対応しているが、喚体の文では、形はただのものの名前にすぎず、そのような言語表象が、発話の場に投げ出されることで、感動や希求の意味を持つのだ、とされる。

尾上は、他にも、名詞一語文や現代語の終止形終止の文そして古代語の未然形に助動詞「む」がついて終止する文などでも、表象を場に投げ出すことで解釈の可能性が二つしかない、という現象が見られるとする。(11)が名詞一語文の例である。

(11) スミレ。

(11) の文の解釈は、特別な前提がない限り、スミレの花を見ての感動を表す文（存在承認）かスミレを要求する文（存在希求）かどちらかしかないと分析される。

このような議論は、発話の場がどのような意味を発生させる可能性を持っているか、そしてそれが平叙文のような文法に支えられていて現場性の低い文の意味とどう関わるかを扱っていて興味深い。

2.3 ジョイント・アテンション：二人の場と指差し

発話行為論では平叙文は、「述べる」という発話行為に結びついた形式であるとし、それ以上さかのぼることはない。一方、国語学では、平叙文の構造と承認という知的行為の構造との関係を見出そうとしている。それを理解するために、逆に承認を行うと考えられるのにも関わらず、形の上では承認とは異なる構造を持つ喚体の文を分析する。更に、喚体を理解するために、意味分化の上では同じような振舞いを見せながらも形の上ではより単純な名詞一語文を分析する。

名詞一語文は、ものを指し示すという意味で、指差しやまなざしを用いた指し示しに極めて近い言語表現であると考えられる。そこで、ものを指やまなざしを用いて指示した場合、どのような意味が生まれるか、という研究から一語文や平叙文の意味の広がりについての更なる手掛かりをこの節では探る。

発達心理学での幼児のコミュニケーションに関する研究をみてみよう。8 から 12 ヶ月の幼児はコミュニケーション的行為やコミュニケーションの身ぶり「前言語的意図的身ぶり」を発達させる。身ぶりコミュニケーションには二つタイプあるとされる。第一のタイプが「原命令」と呼ばれるもので、人に何かをすることを要求する身ぶりである。第二のタイプが「原叙述」と呼ばれるもので特定の対象に注意を払うように求める身ぶりである (Bates, 1978) ²。

特に、健常児は原命令、原叙述の両方を行うのに対して、自閉症児と人間の手により育てられたゴリラには原命令しか見られないということから、この二種類のコミュニケーションは注目されてきた。原命令と原叙述のどのような関係にあるのかについては、様々な説明がなされている。

特に一時期広く受け入れられていた仮説としては Baron-Cohen (1995) に代表される立場がある。この立場では、原叙述はメタ表象能力を必要とするので、原命令（要求）と質的に大きな差があると考えられる。そして自閉症児が持つことが困難であるとされる「心の理論」もメタ表象によるもので、原叙述能力は心の理論の先行指標である、と考えるのである。心の理論とは他者の心があることを理解できる能力のことである。

それに対して、Gómez, Sarria, & Tamarit (1993) の研究がある。Baron-Cohen の立場では原叙述は精神的経験を相手に引き起こすことが目標（相手の知的側面への興味）とされているのに対し、Gómez らは情動的・注意的反応を引き起こすことが目標（相手の表現への興味）とする。そして、要求（原命令）と原叙述の質的な違いは Baron-Cohen が想定するほどには大きなものとは考えていない。しかし、やはり重要な違いが注意および注意と関連した情動がコミュニケーションで果たす

² 「原叙述」「原命令」という命名の意味するところと、ここでの議論の関係について論じるスペースはないので、とりあえず単なる名称として扱う。

役割にあると考える。要求では注意と情動が手段であり、原叙述では注意と情動がコミュニケーション行為の目標となっているとする。

原叙述の難しさは相手に反応を引き起こすことそのものを目的とするという点にある。原命令の方は「対象物」にのみ視線を配ることで達成することも可能であり、自閉症児は多くの場合、そのようにして原命令を行うとされる。

2.4 ジョイント・アテンションと一語文

これまで、宇野・池上（2003、2004）などで、私たちは、Gómezらの解釈を応用し³、前言語的コミュニケーションと言語との関係を考えてきた。

まなざしを用いて「相手」に「対象物」を示すことで相手のまなざしを対象物に向けさせることはジョイント・アテンションと呼ばれる。私たちは、原命令的なジョイント・アテンションは（要求などの為の）道具として用いられるので、ツールジョイント・アテンション（ツール JA）、原叙述的なジョイント・アテンションはジョイント・アテンションの成立自体が目的であるので、ゴールジョイント・アテンション（ゴール JA）と呼んでいる。間主観的な状態や共感をじかに扱おうとすると、主体の内面に直接に触れることとなり、大変難しい話にもなり得る。ここで注目すべきは、ゴール JA とは結果的には内面と関連するようなものではあるが、基本的には二人が同じものを見るという行為のことだ、という点である。このことで随分と相互作用の問題が扱いやすくなる。⁴同じものを見るということは、自分と相手の見えているものが同じであるということである。これは相互作用の場を共有していることの確認となる。この際重要なのは指し示す対象が自分でも相手でもない第三の「もの」となることである。次節でも述べるが、自分を含んでしまうと、自分にとっての自分と相手にとっての自分は大きく異なるので、見えているものが同じではなくなってしまう。

ここで二つのジョイント・アテンションと二つの名詞一語文の関係を考えてみよう。2.2 節で紹介した尾上の分析では、名詞一語文は表象を場に投げ出すという形で意味を獲得すると説明される。ここで想定されているのは話し手のみで聞き手はいない。一方、ジョイント・アテンションは二者間の関係である。その違いを踏まえた上で、要求を表す存在希求の名詞一語文を使うような場面で代わりに指差しをしたと考える。（無いものを指差すことは不可能なので、手のとどかないところにあるものを指差したとする。）それを誰かに見せるなら、ツール JA となるであろう。そして、一方で、感動を表す存在承認の名詞一語文を使う場面で代わりに指差しをしたならば、そしてそれを誰かに見せるならば、多くの場合ゴール JA になるだろう。

2.3 節でも書いたようにツール JA の表す要求は、ジョイント・アテンションを成立させなくとも主体と対象物の関係だけで可能である。一方で、ゴール JA は本質的にもう一人の主体を必要とする。

「ないものがある」と承認することが要求を表すとして、それを誰かに見せる動機は分かりやすい。一方で、「あるものがある」と承認することが感動を表すとして、それを誰かに見せる動機は自明ではない。特に、「あるものがある」とする承認の系列に属するとされる平叙文は、現場性が低く、感動というほど大きな心の揺れを伴っていないことが多いのに、なぜ聞き手に差し出されるのか。そのことにゴール JA という捉え方は一つの可能性を与える。「あるものがある」とする承認を話し

³ 写真課題と誤信念課題の結果の対比から心の理論とメタ表象の問題は別のもと考えられる、というのが、こちらの立場をとる一つの理由である。詳しくは（宇野・池上、2003）

⁴ たとえば、Ikegami & Iizuka（2003）のターンテークのシミュレーションもこのような行為からはじまる間主観性をつくらうとしたものである。

手が聞き手に見せるのは、発話の場を共有するために発話の場を共有する、ということではないだろうか。

2.5 広い意味でのジョイント・アテンション

さて、以後「ジョイント・アテンション」という語を拡張した意味で用いる。広義ジョイント・アテンションとは成人が言語などを用いて行う行為であり、視線の向ける先を揃えるように意識を向ける先（志向性）を揃える行為である。その際には話し手と聞き手以外に、第三のものが必要となるが、それは言語の表わす概念となる。自分・他者・ものの三者の関係によって意味を生み出すというメカニズムが本来の意味でのジョイント・アテンションと共通している。⁵

視線を向ける先が揃う場合と同様に、志向性が揃うということはすなわち、二人の「見えているもの」が同じになるということである（本多、2005）。

次の(12)の文を発したならば、話し手の心は雪に向けられているが、聞き手の心は話者と話者の心の状態に向けられる。そのため両者の志向性が揃うことはない。

(12) 私は雪に感動した。

対して、(13)のように名詞一語文を発話した場合を考える。

(13) 雪。

この時、聞き手の意識も雪に向けられ、両者の志向性は揃うことが期待される。このようにして、話し手自身や聞き手を含まず、見えているものだけを表すというのがJAを引き起こす文の要である。

(13)のような名詞一語文は、結果として得られる意味を表現するなら(12)と同じになるかもしれないが、それは情報伝達のレベルで見ているからである。ツールJAにおいては、情報伝達のレベルで見ることにはそれほど問題は無いが、ゴールJAにおいては志向性を揃えるという行為の達成こそが目指すところだけに、その二つの差は大きい。

同じことは平叙文でも見られる。(14)の文を発話した場合には、青空と悲しみの関係づけに聞き手の心は向けられるだろう。そうしたらならば、そのような関係づけをしている話し手と志向性を揃える可能性は高まる。それは、(15)のように発話するのとは異なる。

(14) 青空は悲しい。

(15) 私は、青空は悲しいと思っている。

平叙文が承認に対応しつつも同時に客観的事態の描写になっている(2.1を参照)ことや発話主体の行為を表現しない原初的遂行発話である(1.2を参照)ということは、ジョイント・アテンションのためには話者を含まず、話者の見ているものだけを表現することが必要である、ということからくるのだと考えることができる。

⁵ Tomasello (1999) のように、本来の意味での幼児のコミュニケーションとしてのジョイント・アテンションの獲得と、その後の言語の発達を論じている議論とはジョイント・アテンションという語の使い方が異なる。

さて、ツール JA やゴール JA にはヴァリエーションがある。前言語的なゴール JA ではまず、主体がものに心を動かされ、次にその状態をもう一人の主体と共有しようとする。そのような場合以外に、主体がもう一人の主体と何かを共有したいということから主体が第三のものを指し示す、という場合があるのではないかと私たちは考える。そのような、対象と主体の関係ではなくて、主体と主体の関係がきっかけとなるようなジョイント・アテンションは、平叙文のように、現場性が低く、文法に支えられた言語表現によってのみ可能である。(14) はそのような例にあたる可能性が高い。⁶

2.6 ジョイント・アテンションとコンピュータシミュレーション

平叙文を作り出すことができるだろうか。少なくとも、主体間の関係がきっかけとなるような、ゴール JA を再現することはできるだろうか。それは、外部の対象に話し手が心を動かされることによって生じるのではなくて、話し手が聞き手との関係を保持するため、つまり発話の場を共有することがきっかけとなるジョイント・アテンションなのである。このことを考える試みとして、Marocco & Nolfi (2006) のシミュレーションを発展させ、新しく Uno, Marocco, Ikegami & Nolfi (2008, in preparation) を行っているところである。

まず、元の Marocco & Nolfi の実験では、二つの餌場と四台のロボットをコンピュータ上につくる。他の床が白いのに対して、餌場は黒い。また、ロボットは、ニューラルネットを搭載し、赤外線センサー、床の色を認識するセンサー、そしてシグナルを聞くセンサーを持っている。そして動くこととシグナルを出すことができる。ロボットはそれぞれの餌場に二台ずつ入る、という課題をこなさなくてはならない。すべてのロボットが絶え間なく発し続けているシグナルは使っても使わなくてもよい。各ロボットの発するシグナルの音の大きさは、床の色が黒いほど、そして聞こえている音が大きいほどより大きくなる。この課題で高得点を得たものを残し、(不完全な)複製を作るということを繰り返す。その結果、どのように課題をロボットたちが解くのか、ということを観察する。結果としてあるロボットのシグナルが他のロボットの動きを変化させる場合や、ロボットがシグナルを同期させる場合などがあることが分かる。ジョイント・アテンションの観点からこの結果をみると、前者はツール JA 的である。そして、後者は、相互作用に関わる二人が同じ立場に立つという点では、ゴール JA 的である。よりゴール JA 的な振舞いをみることはできないだろうかと考え新しい実験を行った。

新しい実験では、シグナルが人間の言語に一步近づくように、ロボットの用いるシグナルの情報が不確かになるような状況を作り出し、情報が確かな場合と対比する実験をした。結果として、情報が不確かな場合にはロボットたちは、シグナルの同期を行う際に、本来障害物を回避するために用意されているセンサーを用いて、同期する相手の存在の確認をするようになり、時にはこの存在確認がシグナルの情報より優先される場合があった。この実験では、シグナルの交換とお互いの存在確認とが密接に絡み合う様子を観察することができた。平叙文的なものへの第一歩である。

3. 自然言語のダイナミズム

上記のようなことをあれこれ考えてきて、突き当る問題も多く、これからの展開を思い描きつつ、今回の研究会では様々な研究者の方々にご発表をお願いした。

⁶ 同じ観点から宇野 (2006) では「空が青いから悲しくなる。」のような複文を分析している。

言語学からは四つの研究発表があった。仁科明氏は一語文の意味分化のメカニズムを主体と対象との関係に時間を絡ませることで論じた。仲本康一郎氏は、様々な言語現象の分析から、人間の環境への予期の構造がどのようにあるか、ということを探った。本多啓氏は、可能のマーカが無いにも関わらず、可能の意味を表す日本語の表現の分析をすると共に、「可能」という意味が主体と対象とのどのような関わりの中で生まれるのかを考察した。更に可能をはじめとした様々な知覚が自分と他人で異なる場合の言語表現への着目から、生態心理学に基づくコミュニケーション論の展望を論じた。この後半の議論は本多（2008）で読むことができる。岡本雅史氏は Ross（1970）による発話行為論を統語論に応用しようとした試みを再解釈し、新しい文法の分析を提案した。

これらの発表は、文とは何かという問題意識、主体による対象の捉え方、発話の場のダイナミズムなどの概念などを扱うものであった。

構成論的アプローチからの発表は六つである。その中で、上記の議論と関係が深いのが、杉田祐也氏、飯塚博幸氏のご発表である。杉田氏は、文の全体性と、ロボットによる出来事のひとまとまりの認識が、どちらも要素に分解していく過程を、コンピュータシミュレーションによって分析している。飯塚氏は、エージェントが他のエージェントと相互作用する中で、相手が本物かそれとも本物と同期して動くコピーかを判別するというコンピュータシミュレーションを行った。相互作用をしていることそれ自体を確認するメカニズムの研究である。

構成論的なアプローチによる研究の中でも橋本敬氏や笹原和俊氏の、言語の進化に関わるご発表は、言語理論とモデルの融合度の高いものであった。橋本氏は、文法化のような、言語の一方向の変化を生じさせるようなコンピュータシミュレーションによって、言語に関わる認知能力を解明することを目指した。文法化とは、具体的な意味を持つ内容語が、歴史的な変化で、文法的な要素である機能語に変化する現象である。笹原氏は、系列学習に着目し、鳥の歌文法の分析と集団の談話のシミュレーションを行った。

以上紹介してきたモデルは、認知的な基盤をエージェントに与えて、相互作用や言語の規則が現れるのを観察するものであったが、言語を考える際には、より抽象的な文法のモデルをつくる研究もある。その例として関数マップ（Kataoka & Kaneko, 2000）が考えられる。関数マップは、自分自身の変換の仕方を変換していく、変数とともに関数それ自体を入力として受け取り関数を書き換えていくような仕組みである。このモデルを今回は佐藤譲氏にご紹介いただいた。そして、池上高志氏は、身体性から考える言語という観点から、関数マップの新しい解釈を提案した。これは、関数マップと本研究会で紹介されたほかのモデルとの関係を示すものである。

ここから先、自然言語のダイナミズムの研究が進んでいくことを期待したい。

参考文献

- Austin, John. L. 1962. *How to Do Things with Words*. Oxford: Clarendon Press.
- Baron-Cohen, Simon. 1995. *Mindblindness*. Boston, MA: MIT Press.
- Bates, Elizabeth. 1976. *Language and Context: the Acquisition of Pragmatics*. New York: Academic Press.
- ノーム・チョムスキー 2003 『生成文法の企て』 岩波書店
- Gómez, Juan Carlos, Encarnacion Sarria, and Javier Tamarit. 1993. "A comparative approach to early theories of mind", Simon Baron-Cohen, Helen Tager-Flusberg and Donald J. Cohen (eds.) *Understanding Others Minds*. Oxford: Oxford University Press. 195-207
- 本多啓 2005 『アフォーダンスの認知意味論』 東大出版。

- 本多啓 2008 「他者にとっての環境の意味の知覚についての覚書」『神戸外大論叢』58 (7)
- 池上高志 2007 『動きが生命をつくる』青土社
- Ikegami, Takashi and Hiroyuki Iizuka. 2003. "Joint attention and dynamics repertoire in coupled dynamical recognizers", *Artificial Intelligence and the Simulation of Behaviour '03 Convention*, at United Kingdom, 125-130.
- Kataoka, Naoto and Kunihiko Kaneko. 2000. "Functional dynamics for natural language", *BioSystems* 57. 1-11.
- Lakoff, George. 1987. *Women, Fire and Dangerous Things*. Chicago: University of Chicago Press.
- Langacker, Ronald W. 2000. "A dynamic usage-based model", Michael Barlow and Suzanne Kemmer (eds.) *Usage-Based Models of Language*. Stanford: CSLI. 1-63.
- Lyons, John. 1977. *Semantics Volume 2*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Marocco, Davide and Stefano Nolfi. 2006. "Self-organization of communication in evolving robots", *Artificial Life X*. MIT Press. 178-184.
- 尾上圭介 2001 『文法と意味 I』くろしお出版
- Ross, John R. 1970. "On declarative sentences", Roderick A. Jacobs and Peter S. Rosenbaum (eds.) *Readings in English Transformational Grammar*. Waltham: Ginn . 222-272.
- Sadock, Jerrold M., and Arnold M. Zwicky. 1985. "Speech act distinctions in syntax", Timothy Shopen (ed.) *Language Typology and Syntactic Description*, Vol. 1. Cambridge: Cambridge University Press. 155-196.
- Tomasello, Michael. 1999. *The Cultural Origins of Human Cognition*. Cambridge: Harvard University Press.
- 宇野良子・池上高志 2003 「ジョイント・アテンション／予測と言語」『認知言語学論考 2』ひつじ書房、231-274.
- 宇野良子・池上高志 2004 「言語を通して見る叙事的ジョイントアテンションのヴァリエーション」『日本認知言語学会論文集第4巻』、119-128.
- 宇野良子 2006 「理由節を含む複文が表す静的関係の認知的分析」『言語情報科学 4』、35-49.
- Uno, Ryoko, Davide Marocco, Stefano Nolfi & Takashi Ikegami. 2008. "Emergence of sentence types in simulated adaptive agents", *Proceedings of Evolution of Language Seventh International Conference*.
- Uno, Ryoko, Davide Marocco, Stefano Nolfi & Takashi Ikegami (in preparation) "Emergence of declaratives in artificial communicating systems"
- 山田孝雄 1908 『日本文法論』、宝文館

文法化の認知モデル構築を通じた言語進化の検討

橋本 敬

北陸先端科学技術大学院大学・知識科学研究科

概要 言語の起源と進化の研究において、文法の複雑化・構造化を担う可能性がある文法化(grammaticalization)という現象が注目されている。文法化とは、動詞や名詞といった内容を表す語が、助動詞や代名詞のような文法的機能を帯びるようになる意味変化である。この現象は多くの言語で同型のものが見つかっており、人間の認知構造が反映した言語(変化)現象と考えられる。本研究では、言語使用者の言語学習過程に着目した文法化が生じるプロセスのモデルを構築する。このモデルの構築と解析により、文法化を含む意味変化が起きるためには、新たに発見した言語的ルールを拡大適用する能力(言語的類推能力)が重要であることを示す。また、内容語から機能語への一方向性を持つ意味変化が起きるためには、メタファー的推論とメニミー的推論の組み合わせが重要であることを示唆する。最後に、文法化を実現する言語能力に関する考察を通じて、言語の起源と進化に関する仮説的シナリオを提示する。

1. 序論：文法化・言語進化・言語起源

言語に含まれる語彙は大きく2種類に分けられる。ひとつは名詞、動詞、形容詞など、単語がなんらかの内容を表すもので「内容語」と言われる。もう一方は、前置詞、助詞、助動詞など、文法的な役割をになうもので「機能語」と言われる。言語は様々な形で変化するが、特に単語の意味変化の中で内容語が機能的性質を帯びるようになる、あるいは、機能的な語がさらに機能的に変化していく現象がよく観察される。これが「文法化(grammaticalization)」と呼ばれるものである[1]。

例として英語の *back* という単語の意味変化を見てみよう。この語はもともと「人間の背中」を意味していた。これが、「いすの背もたれ」という背中と接触するもののある部分、そして、本などの「背側・裏側」という人以外のものに拡張された。つづいて、「ことの真相」というようにものからも離れ、さらに、「～のうしろに」という空間的關係、「以前」という時間的關係を表すように副詞的用法が現れた。また、*feedback*, *kickback* という単語の一部に使われる接尾辞へと変化して来ている。

この例のように、文法化の過程においては、身体の部位や体に関する経験といった具体的な意味から、空間、時間といった抽象的な概念へと変化し、さらに抽象化して文法的機能を表すようになる。この変化はほとんどの場合、具体から抽象、そして、内容から機能という単一の方向へ進む。この一方向性が文法化の特徴のひとつである。文法化のもうひとつの特徴として、普遍性が指摘されている。様々な言語における文法化現象を収集してみると、同じような変化が見つかるのである[2]。同じような一方向的变化が多くの言語で普遍的に観察されるということは、人間の認知構造の普遍性を示唆するものである。

また、文法化は言語進化の観点からも興味を持たれている[3,4,5]。言語進化とは、歴史言語学で扱うような短期的な言語の変化ではなく、人類が初期に用いていたと想像されている単純な言語から、どのような複雑化・構造化の過程を経て現在のような言語に至ったかという問題を考える。文法化が一方向的であるということ、そして、変化が普遍的であるということから、初期言語(proto-language) は名詞や動詞といった内容語のみを持っており、文法化の過程を経て複雑化してきたのではないかという仮説を考えることができる[4]。

さらに、具体から抽象へという一方向的な言語変化をもたらす普遍的な認知構造がどのようなものかを考えることは、言語の起源についても知見をもたらすことになる。なぜなら、言語起源の問題とは、ヒトの言語使用能力に関する生物進化の過程を解明することであり、進化によって形づくられるべき構造がどのようなもので、それがいかにして言語と言語変化に普遍的に見られる現象を実現するかを問うことになるからである。どのような構造や条件によって言語の一般的性質が実現できるかという点については、モデルを構成して様々な条件下で動かすことにより、ある種の変化が生じる条件や、現実には観察されている以外の状態を見出すという構成的アプローチが効果を発揮するだろう[6]。

言語の起源と進化のダイナミクスは図 1のダブルループ・ダイナミクスで表される[7]。言語を習得し使用する学習能力が生物進化で形成され、その学習能力を持つ個体が集団を形成することで文化的形質が生じる。ここで文化的形質とは、生物的には遺伝しないが世代を経て伝達される集団の思考や行動の様式である。そのような文化的形質のひとつとして言語的ルールがあると考えると、個体はこの言語ルールを学習しそのルールに制約されながら言語を使用することになる。一方で、個体らが言語を用いることで言語ルールが生成・変化する。このように、あるルールがそのルールの使用・実行によって変化していくというルールダイナミクスが言語の変化の特徴と考えられるだろう。さらに、集団で形成された言語ルールのような文化的形質は生物進化に影響を与える。ある集団における言語ルールはその集団中の個体にとっては適応すべき環境である。しかしこの環境は集団によって形成されたものである。このように、生物が環境を形成しそれが生物の適応度に影響を与えるという、一般にニッチ構築と呼ばれるプロセス[8]により、文化進化から生物進化への影響が生じ、大きなループが形成される。このダブルループ・ダイナミクスでは、生物進化、個体学習、文化進化という、時空間スケールが異なる適応的变化が相互作用している。

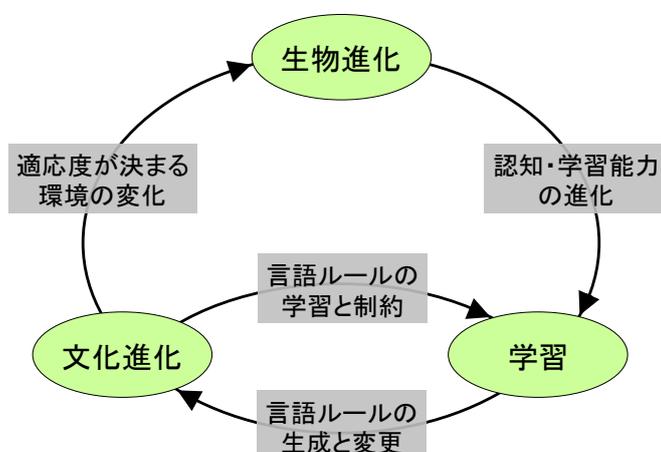


図 1 言語の起源と進化のダブルループ・ダイナミクス

本稿では、このダブルループのうち小さい方のループである学習と文化進化の相互作用の結果として一方向的意味変化を実現する言語主体のモデルを構成し、それが実現できる条件とそのメカニズムを解析することを通じて、言語の起源と進化について考察する。

2. 文法化の構成的モデル化¹

Hopper and Traugott[11] は文法化が起きるには再分析と類推という過程を経るとしてい

¹ ここではモデルと結果の概略のみ記す。詳細は[9,10]を参照してほしい。

る。再分析とは形式の表面上には表れない文の構造的な変化であり、類推とは文法的ルールをそのルールが適用されていなかった形式に拡大適用することである。我々はこれらを言語使用者の認知能力と捉え、エージェントは次の3つの能力を持つとした。

- 再分析能力 文の区切りを文脈や既存知識に基づいて推論する能力
- 認知的類推能力 形式間、および、状況間に類似性を見いだす能力
- 言語的類推能力 言語ルールを自分の知識内で拡大適用する能力

Hopper and Traugott[11] のいう類推と再分析を実現するには、その前提として類似性の認識が必要であると考え、認知的類推を加えた三つの能力を導入する。

エージェント間の相互作用はKirby[12] による繰り返し学習 (ILM) の枠組みを採用する。ILMでは通常、話者と学習者の2種類のエージェントを想定する。話者は言語知識を持ち、学習者はコミュニケーションを通じて話者の言語知識を習得しようとする。話者と学習者がある状況を見ているとする。話者はこの状況を記述する文を自分の言語知識に基づいて発話する。学習者はその状況と発話に対応させて言語知識として記憶する。そして、すでに記憶している言語知識を汎化してより記述力を高めるような学習を行う。ある程度の学習を行った子供エージェントは次世代の話者となり、新たに導入される学習者に対して、自分が構築した言語知識を用いて入力を与える。この学習を繰り返すことで言語知識が世代を経て伝達・変化、すなわち、文化進化していくことが、ILMの特徴である。

話者・学習者が持つ言語知識を、意味(状況)と形式(発話)を対応させる

「カテゴリ/意味→形式」

のかたちをした、一種の文脈自由文法のルールの集合で表す。状況全体の意味は、〈動詞(主体, 対象)〉、あるいは、時制を考慮するときは[時制]動詞(主体, 対象)という一階述語のかたちで表示する。たとえば、

$N/\text{john} \rightarrow \text{ot}$ (1)

というルールは、「〈john〉というカテゴリNに属する意味は「ot」という形式で表される」という言語知識を表す²。また、

$S/\text{read}(x, \text{book}) \rightarrow \text{sw } N/x \text{ e}$ (2)

のように、ルール中に変数 x を含むことができる。この例では、カテゴリNに含まれる意味を x に代入することができる。したがって、上記の(1)(2)のルールにより〈read(john, book)〉という意味(状況)に対し、「swote」という文を発話することになる。なおSは状況全体を表すカテゴリ記号とする。

学習者の汎化学習のプロセスでは、**chunk**, **merge**, **replace** という3つの操作を用いる。これはKirby[12] で用いているものと同じである。これらの各操作と上記のエージェントの能力との関係として以下の対応があることが分かっている[6]。

- 再分析能力 主に**chunk** により担われている
- 認知的類推能力 **chunk**, **merge**, **replace** の3操作すべてで前提とされている
- 言語的類推能力 主に**replace** により担われている、

さらに、認知主体の意味理解の傾向を反映させる意味空間の設計を導入する。ここではつぎの2つの設計を行った³。

- 語用論的拡張 意味M1を表すのに、M2, M3の意味を持つ形式F2, F3を用いること

² 本稿では、意味を〈・〉で、形式を「・」で表すことにする。

³ この意味空間の設計を導入せず **chunk**, **merge**, **replace** だけでも後に述べる意味変化は生じるが、一方向性が見られないことがわかっている。

ができる

- **共起** 意味M1は意味M2とともに現れやすい

3. シミュレーション結果

ここでは、次の設定のシミュレーション結果について述べる。

- 意味：5つの動詞的意味, 5つの名詞的意味, <past>, <present>, <future>の3つの時制を表す機能的意味
- 語用論的拡張：<run>と<walk>を表す形式を<go>を表すために用いることができる
- 共起：<go>と<future>が高い確率でひとつの状況に現れる
- 発話数：1世代での発話数は50
- 初期状態：初期には発話者・学習者ともに言語知識をもたない

chunk, merge, replace の三つの学習操作の一部を外して意味変化の頻度をカウントした。ここで意味変化とは、ある世代 T1 である意味 M を表していた形式 F が、後の世代 T2(>T1) で、別の意味 M' (≠ M) を表すようになる、あるいは、M' を表す形式の一部として使われる場合としている。図 2 に示すように、replace を外した場合にほとんど意味変化が起きなくなることがわかった。

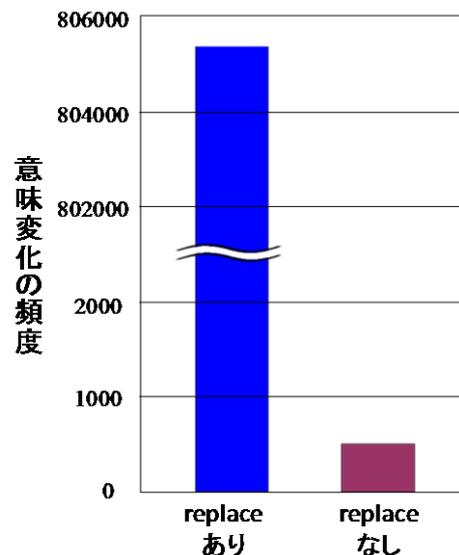


図 2 replace 操作がある場合とない場合での意味変化の頻度の違い

意味空間の設計である「語用論的拡張」「共起」をそれぞれ導入する／しない場合という四つの条件で、意味変化がどの程度起きるかを見たものが図 3 である。グラフの下に示した○×が、それぞれの導入条件を表す。この図から分かるように、語用論的拡張を設定した場合は、どちらも設定しない場合に比べて有意に意味変化が増えている。一方、共起のみでは意味変化が増大するものの、その差は有意ではない。同じ4つの条件で、共起に設定している一方の意味である<go>から、機能的意味である時制(<past>, <present>, <future>)にどの程度意味変化しているかを図 4 に示す。どちらも設定しない場合は意味変化はほぼランダムなプロセスで、どこからどこへの変化もほぼ同じ頻度で生じる。ここでも、<go>から3つの自制的意味への変化は同じくらいの頻度である。しかし、図 4 から明らかのように、共起を設定している場合には、<go>から<future>への変化が他の変化に比べて2倍ほどの頻度となる。まとめると、

語用論的拡張は意味変化を増やし、共起はある意味の間での意味変化を増やす、すなわち、一方向性をもたらすと言うことができる。

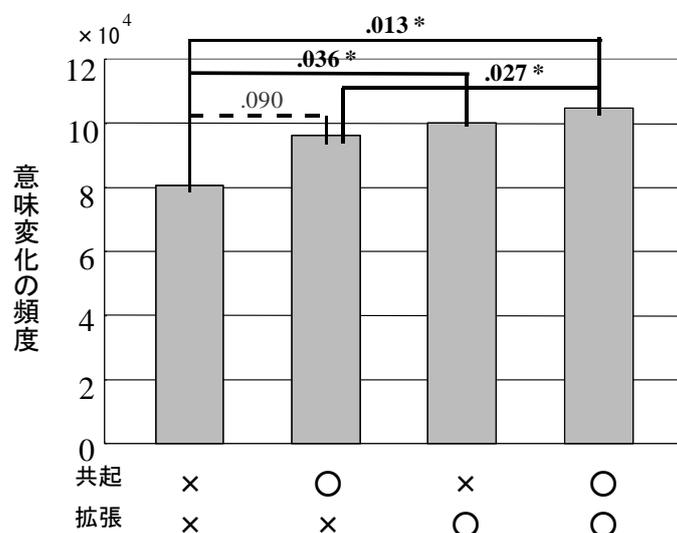


図 3 共起, 拡張を設定する場合・しない場合の意味変化の頻度. 棒グラフの上の数値は線で結んだ各組の間の差の有意性検定の結果である. 点線で結んだところは優位ではない.

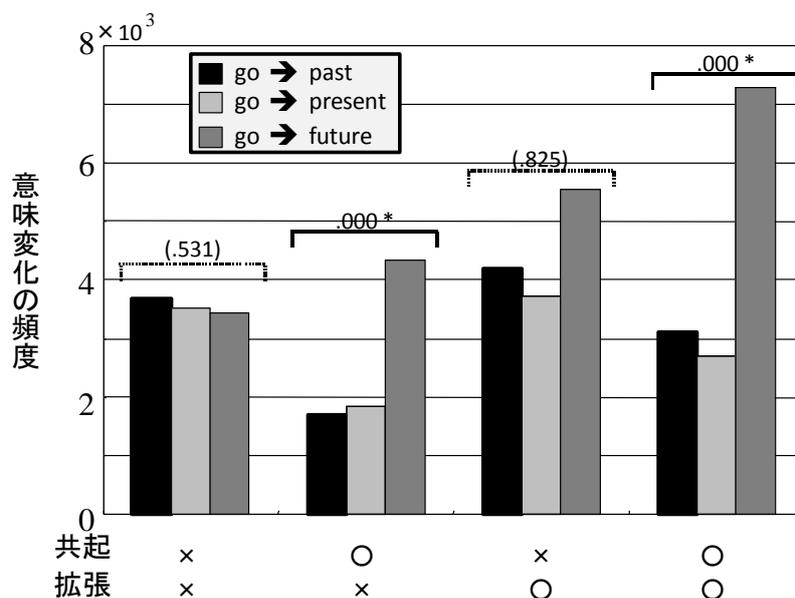


図 4 共起, 拡張を設定する場合・しない場合の〈go〉から3つの時制的意味への意味変化の頻度. 棒グラフの上の数値は線で結んだ各3つ組の間の差の有意性検定の結果である. 点線で示した組は優位ではない.

4. 考察：超越性，メタファー的推論，メトニミー的推論

replace操作がないと意味変化がほとんど起きないということの意味を考えるために、ここでreplaceという操作について説明する。この操作は次のように定義される。

replace あるルールに含まれる意味と形式が、それぞれ別ルールに含まれるなら、後者のルールを、変数を持ち前者のルールを代入できる新しいルールに置き換える

たとえば、あるエージェントが

$N/\text{john} \rightarrow \text{ot}$ (3)

$S/\text{read}(\text{john}, \text{book}) \rightarrow \text{swote}$ (4)

という二つのルールを持つ場合、両ルールの左辺(意味)に「john」が、右辺(形式)に「ot」が含まれているので、replace 操作ができる条件がなりたつ。replaceを行うと、(4)のルールが

$S/\text{read}(x, \text{book}) \rightarrow \text{sw } N/x \text{ e}$ (5)

という変数 x を持つルールに置き換えられる。

もしこのエージェントが、カテゴリNの中に他にルールを持っているならば(たとえば $N/\text{elephant} \rightarrow \text{ir}$ など)、replace 操作後のルールセットにより、 $\langle \text{read}(\text{elephant}, \text{book}) \rangle$ に対応する発話を生成するようルール(5)を適用できる。ここで注意して欲しいのは、ルール(4)は、そのような状況(「john」が本を読む)を見て「swote」という発話を聞くという経験を通じて得た知識であるが、replace 操作を施すことによって得た新たなルールを拡大して適用することで、それまで経験してはいない状況(「象」が本を読む)などに対する文を発話できるようになるという点である。

この、直接の経験を越えた文を生成できるという性質は、「いま、ここ、わたし」から離れたことに言及できるという言語の「超越性」と対応すると考えられる。replace操作は言語的類推能力を担っているということを述べた。獲得した言語ルールを他に拡大して適用するという言語的類推能力は、言語変化を生じさせるために重要であることがシミュレーション結果から分かる。そしてここでの考察から示唆されるように、その重要性は超越性をもたらす学習操作を担っているためであると解釈することができる。超越性は人間の言語に特徴的な性質である。言語が常に変化し、多様化し、まさに多様であるのは、この超越性、そしてそれを実現する言語的類推能力を人間が持っているからかもしれない。

語用論的拡張は、ある意味 M1 を表すのに、他の意味 M2, M3 にそれぞれ対応する形式 F2, F3 を用いることができるという設定である。たとえば、本稿で述べたシミュレーションでは、 $\langle \text{go} \rangle$ を表すのに $\langle \text{walk} \rangle$ $\langle \text{run} \rangle$ に対応する形式を用いることができるという設定にしている。M1 を表すために F2 を用いるということは、話者にとって F2 は M1, M2 を表す多義性を持つことになる。F3 も同様に、M1, M3 を表す多義的な語である。ここでは、多義語がなんら関係のない複数の意味を表すというより、話者が M1 と M2、および、M1 と M3 の間になんらかの関連性を見出すから、それぞれに同じ形式 F2, F3 を拡張して用いると解釈する。すなわち、F2 の表す意味領域は M1 と M2 を含み、F3 の意味領域は M1 と M3 を含み、M1 はこの意味領域の重なる部分であると、言語使用者が認識する。意味カテゴリで考えるならば、M2 と M3 は M1 を通じてある関連した意味を持っており、M1 は両者の意味の中心領域を表すことになる。語用論的拡張の関係を設定するということは、エージェントがこのような意味のカテゴリ的(範列的)関連性を認識するようにしたことと相当する。

ルールの観点で説明すると、 $M2 \rightarrow F2$ という単語型のルールを持つエージェントが、M1 と M2 の類似性を認識し、M1 を表現するために $M2 \rightarrow F2$ というルールを拡大適用していると思えることもできる。つまり、エージェントは認知的類推と言語的類推の能力を発揮している。このような意味の類似性に基づいて記号関係を拡張する過程はメタファー的推論である。語用論的拡張によって意味変化が増えるということは、類似性に基づいた多義性を利用したメタファー的推論を行うことが意味変化を促すという現象だと理解できる。

共起は、エージェントが記述する状況のなかで特定の2つの意味 M1, M2 がいっしょに現れる頻度が高いという設定である。たとえば、〈ある女の子〉に関する状況は〈赤ずきん〉とともに現れやすい、あるいは、〈日本の政治〉はいつも〈永田町〉で行われるというようなものである。このようなことがあると、〈この女の子〉を「赤ずきんちゃん」と呼んだり、〈日本の政界〉を「永田町」で表す表現が使われることになる。すなわち、ある対象を常に一緒に現れるモノ・コトの名前で言い表すメトニミー的表現が可能になる。これは、〈ある女の子〉と〈赤ずきん〉の間の隣接性(共起)や、〈日本の政界〉と〈永田町〉の間の隣接性(空間的近接)に基づいたメトニミー的推論により、記号関係の拡張を行っていることになる。本稿では、〈go〉に関する状況は〈future〉の場合が多いという共起設定を行った。具体的には、〈[未来]行く(主体, 対象)〉の頻度が、〈[現在]行く(主体, 対象)〉や〈[過去]行く(主体, 対象)〉などの他の状況が現れる頻度よりも高いということである。

ここで共起関係を設定した〈go〉と〈future〉は連辞的關係(syntagmatic relation)と言われ、一つの文中で使われる直列的・隣接的關係である。一方、〈現在〉〈過去〉〈未来〉のように、複数の文中やある決まった形で意味表示を行ったときに同じ位置に来る意味は範列的關係(paradigmatic relation)と呼ばれる。メトニミーは、連辞關係に基づいた推論である⁴。共起の設定は、エージェントが連辞的關係にある意味のなかで、ある特定の2つの意味に強い関連を認識するように設定したことに相当する。

以上の考察から、一方向的变化が起きるメカニズムを次のようにまとめることができる。語用論的拡張がもたらすメタファー的推論により、〈go〉〈walk〉〈run〉という範列的關係にある意味の中心(ここでは〈go〉)を表していた形式が意味変化を起こす。そして、共起がもたらすメトニミー的推論を通じて、その意味(〈go〉)と連辞的關係にある意味(〈future〉)へと変化していくという一方向的变化が生じる。

言語は、音(空気の振動の時間変調)や文字(光の反射・透過パターン)の空間変調といった物理的に感知可能な信号を単語という単位にまとめ、それを文という1次元に並べて伝達するという手段で、意味という物理的に感知不可能なものを伝え合うシステムと考えることができる。本稿で述べたモデルでは、信号を文字列というエージェントが感知できるもので表し、意味を外界の状況を表す文字列という、これも物理的に感知可能なもので表している。本来は、その外界の状況をエージェントが「いかに」理解したか、という主体的で外からは物理的には感知できないものであるべきである。意味を文字列で表すにせよ、その文字列はあるエージェントの内部にあるだけで、別のエージェントからは見えない(研究者からは見えても)という設定であれば、まだ意味の主観性を少しは取り入れることができるが、ここではその意味を表す文字列は外界の状況の記述として共有可能なものになっている。このような設定では、話者と学習者(聴取者)の間で意味理解の不一致がおきにくい。同じ信号(形式)に対して話者と聴取者が異なる意味を見出すからこそ意味変化が起きるが、現モデルでは意味変化が起きにくいということになる。外的状況の記述としての「意味」が共有されている設定で話者と聴取者の意味理解の不一致が起きるとしたら、多義語や同義語が使われて各語が状況のなかのどの部分を表すかが分からない時でしかない。本稿で導入した語用論的拡張は、上で説明したように多義性と同義性を作り出す効果があり、この意味理解の不一致を作り出すしかけを担っていると考えられる。

文法化に見られる一方向性は、内容的意味から機能的意味へというものであるが、これは具体から抽象へという方向性と対応していることを述べた。一方、本稿のモデルでは、意味も形式も実際は文字列で表されており、その書き換えと対応の組み替えで意味変化を起こすという実装になっている。すなわち、「意味」といっても単なる対応関係にすぎない。したがって、

⁴ メタファーは範列的關係に基づいた推論である。

その「意味」に具体性・抽象性の違いがあるわけではない。つまり、〈future〉や〈past〉の意味といっても、〈future〉や〈past〉というラベルが付けられているだけで、実際にエージェントが未来に起きるであろう事象、過去に起きた事象と認識して推論しているわけではない。したがって、内容語が機能語に変化するという文法化を、ましてや、具体から抽象への方向性を持った意味変化を本当に表現できているわけではなく、書き換え規則の左辺と右辺の対応関係において、ある一方向的变化が起きる条件の一端を明らかにしたにすぎない。しかし、「物理的に感知可能な信号要素を1次元に並べて伝達することで、感知不可能ななにかを伝え合うシステム」において、この「なにか」を文字列で近似したモデルにおいて、信号と「なにか」の対応関係に一方向的变化が起きる十分条件を見出しその条件の意味を考察するという、構成的研究にはなっている。「機能的意味」や「抽象的意味」を構成的な研究でとらえて行くには、現在のモデルのような単なる記号列間の対応関係としての「意味」ではなく、メッセージに対する相手の反応という語用論的な意味、外界をいかに内部化するかという主観的意味理解の様相を取り入れる必要がある。

5. 結語：文法化から言語の起源・進化へ

本稿では、内容語が機能的意味を帯びるようになる文法化という意味変化のモデル化をおこなった。ここでは、

- **再分析能力** 文の区切りを文脈や既存知識に基づいて推論する能力
- **認知的類推能力** 形式間、および、状況間に類似性を見いだす能力
- **言語的類推能力** 言語ルールを自分の知識内で拡大適用する能力

という認知能力が意味変化をもたらすが、その中でも言語的類推能力が重要であり、この能力が超越性をなう可能性があることを述べた。一方、文法化の特徴である内容から機能への一方向的意味変化にはこれら3つの能力だけではなく、

- **語用論的拡張** ある意味を表すのに、他の意味を表す形式を流用できる
- **共起** あるふたつの意味がひとつの状況の中でともに現れやすい

という設定が必要であることを見出した。この設定を認知的な能力という観点から考察すると、

- 範列的關係の認識とルール of 拡大適用という**メタファー的推論能力**によって記号關係の拡張を起こし、
- 連辭的關係の認識という**メトニミー的推論能力**により拡張した關係をある特定の意味に収束させる

という解釈ができる。

本研究では、このような人間の言語に普遍的に見られる言語変化の重要な現象を実現するモデルの構築を通じて、言語の進化、および、言語の起源に関して議論することを目的としていた。本稿での一方向的意味変化をもたらす認知能力に関する考察から、言語の起源と進化に関してなんらかの仮説を提示するなら、次のようなシナリオを考えることができる。「ある程度記号關係(外界と内部の対応關係)を扱える生物が言語的類推能力を獲得することで超越性の実現し、初期言語と言語を扱う能力が成立する(言語の起源)。そして、文法的には単純であった初期言語が再分析・言語的類推・メタファー的・メトニミー的推論能力による文法化を通じて複雑化・多様化していった(言語の進化)。」しかし、この仮説的シナリオは証明も反証も可能な形にはなっていない。実際にこのプロセスが起きたことを構成的研究で証明することは原理的に不可能であるが、このプロセスが起きえるということを証明する糸口を見出すよう、より精緻化する研究を進めなくてはならない。

謝辞

本研究は北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科の博士前期課程学生であった中塚雅也氏との共同研究をベースにしている。また、本研究は科学研究費補助金(No.17680021)の補助を受けている。ここに謝意を表す。

参考文献

- [1] Heine, B.: Grammaticalization. P. Strazny (ed.) *Encyclopedia of Linguistics*. volume 1. pp.402-404, Taylor & Francis Books, Inc., 2005
- [2] Heine, B. & Kuteva, T.: *World Lexicon of Grammaticalization*. Cambridge University Press, 2002
- [3] Heine, B. & Kuteva, T.: On the evolution of grammatical forms. A. Wray (ed.) *The transition to language*. pp.376-397, Oxford University Press, 2002
- [4] Hurford, J. R.: The language mosaic and its evolution. M. H. Christiansen & S. Kirby (eds.) *Language evolution*. pp.38-57, Oxford University Press, 2003
- [5] Newmeyer, F. J.: What can grammaticalization tell us about the origin of language? A. Cangelosi, A. Smith & K. Smith (eds.) *The evolution of language*. pp.434-435, World Scientific, 2006
- [6] Hashimoto, T. & Nakatsuka, M.: Reconsidering Kirby's compositionality model - towards modelling grammaticalization. A. Cangelosi, A. Smith & K. Smith (eds.) *The evolution of language*. pp.415-416, World Scientific, 2006
- [7] 橋本敬: 言語進化とはどういう問題か, 第 18 回日本人工知能学会論文集 (CD-ROM), 2003
- [8] Odling-Smee, F. J., Laland, K. N. & Feldman, M. W.: *Niche Construction: The Neglected Process in Evolution*, Princeton University Press, 2003
- [9] 中塚雅也: 再分析と類推に着目した文法化のモデル構築, 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科平成 17 年度修士論文, 2006
- [10] 橋本敬, 中塚雅也: 文法化の構成的モデル化- 進化言語学からの考察, 日本認知言語学会論文集第7巻, 33-43, 2007
- [11] Hopper, P. J. & Traugott, E. C.: *Grammaticalization*. Cambridge University Press, 2003
- [12] Kirby, S.: Learning bottlenecks and the evolution of recursive syntax. T. Briscoe (ed.) *Linguistic evolution through language acquisition*. pp.173-203, Cambridge University Press, 2002

言語的相互作用の複雑化動態： 歌文法発達と談話進化を例として

笹原 和俊[†]

岡ノ谷 一夫[‡]

1 はじめに

言語はいつ生まれ、どのようにして今日のような複雑なシステムになったのか。言語の起源と進化の問題は、これまで多くの研究者を惹きつけ議論されてきたが未だ謎のままである。それどころか、科学的根拠のない仮説が流布された結果、パリ言語学会でこの話題が禁止されるなど、言語進化の話題は長い間タブーとされてきた。しかし近年、ヒト以外の動物に見出される萌芽的な前言語能力を明らかにすることで言語起源に迫ろうという**生物言語学**のアプローチが注目されるようになってきた [1]。さらに、繰り返し学習モデルなどのシミュレーションによって、言語進化における**構成論的モデル**の有効性が示された [3]。現在、生物言語学と構成論的モデルは、言語の起源と進化を科学的に探求するための有効な方略となっている。

本稿では、言語の重要な下位能力である**系列学習**に着目した生物言語学研究と構成論的モデルを紹介し、動物やモデルに見られる言語的相互作用が複雑化する機構について考察する。

2 ジュウシマツの歌文法発達

音をコミュニケーションに用いる動物種は数多くいるが、新しい音を学習して、それを自発的に使用する種は少ない。これまで知られているところでは、ヒト以外では鳥類とクジラ類とコウモリの一部だけである。そのため、鳥類は音声学習のモデル動物としてこれまで多くの研究が行われ、臨界期の存在や音系列を制御するな神経機構など、言語と相同

[†] 理化学研究所 BSI 生物言語研究チーム, Email: kazutoshi.sasahara@gmail.com

[‡] 理化学研究所 BSI 生物言語研究チーム, Email: okanoya@brain.riken.jp

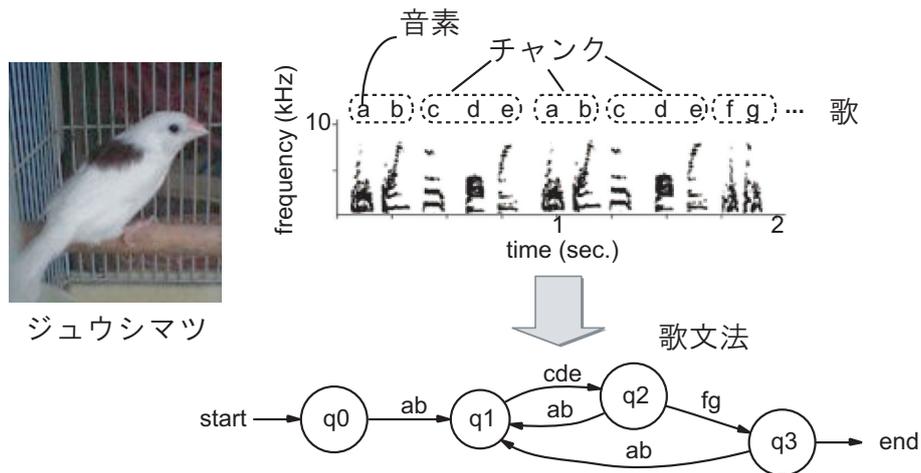


図1 ジュウシマツの歌文法：ジュウシマツの歌は、複数の音素から成るチャンクで構成され、有限オートマトンで記述できる規則性がある。

な生物学的特徴が発見されてきた。特にジュウシマツという鳥の歌には、図1に示したような系列構造があることが知られている [5]。ジュウシマツの歌は、チャンクと呼ばれるパターン化された音素のまとまりによって構成されている。つまり、音素-チャンク-歌という階層性をもつ。そして、ジュウシマツの歌は、有限オートマトンで記述可能な規則性をもつ（以下、歌文法と呼ぶ）。このような系列構造は、二重調音性と文法という言葉のもつ特徴と形式的に相同である。

音系列の階層性と歌文法がどのように学習されるのかを調べるために、ジュウシマツの幼鳥7個体に対して発達にわたる歌録音を行った。録音期間は30日齢から150日齢で、3, 4日おきに2個体ずつ行った。記録した発声行動のデータについて音響解析^{*1}と文法解析^{*2}をそれぞれ行った。これまで行った解析のうちのいくつかを以下に示す。

ジュウシマツの歌の音素の音響特性をもとにクラスタリングを行い、音素のタイプが発達に応じてどのように分化するのかを音響平面（音素の持続時間 vs. スペクトルフラットネス）上に示したのが図2である。クラスタリングには各音素の持続時間と、ピッチ、スペクトルフラットネス^{*3}、FM、ピッチのグットネス、平均周波数、それぞれの音響特

^{*1} Ofer Tchernichovski 氏らが開発している音声録音と解析のためのオープンソースソフト、Sound Analysis Pro II を用いた。URL: <http://ofer.sci.ccnycunycun.edu>

^{*2} 理化学研究所 BSI 生物言語研究チームと電気通信大学西野研究室で共同開発している系列データ解析のためのオープンソースソフト、EUREKA を用いた。URL: <http://okanoyalab.brain.riken.jp/pub/wiki/index.php?EUREKA>

^{*3} Sound Analysis Pro II では Wiener Entropy と呼ばれている。

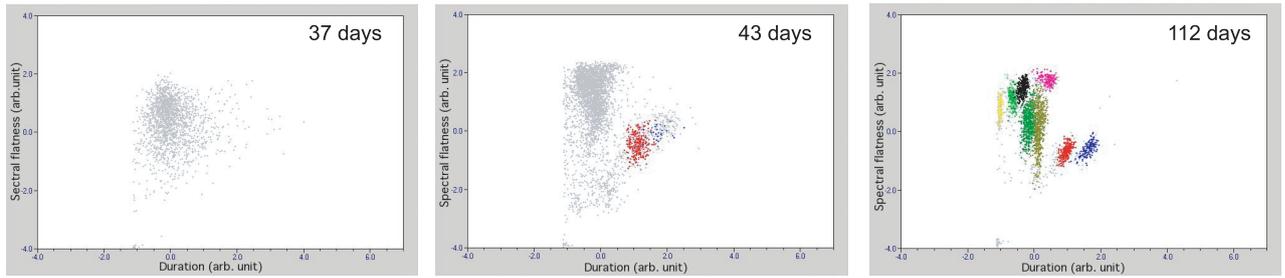


図2 ジュウシマツの音素の分化過程：(i) 全ての音素が似た音響特性をしている（37日齢）(ii) ハーモニクスがある持続時間の長い音素の集合が分化（43日齢）(iii) 8つの音素タイプに分化して安定（112日齢）。図の横軸は音素の持続時間，縦軸はスペクトルフラットネス（上に行くほどホワイトノイズに近づく）

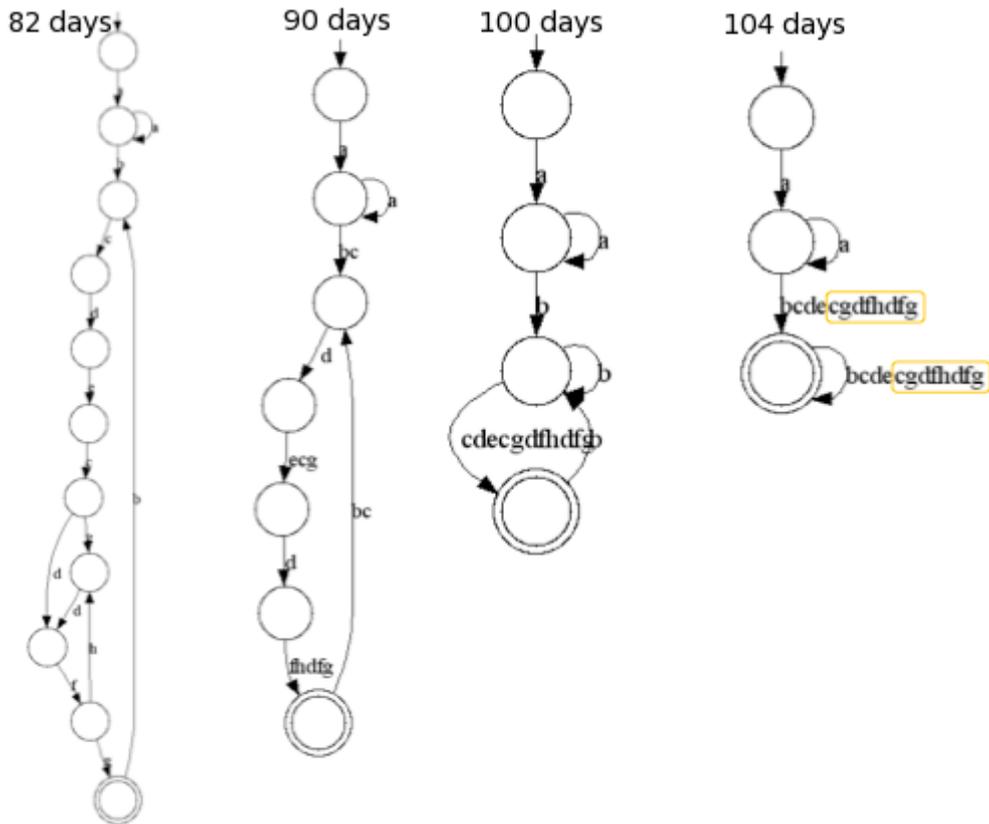


図3 ジュウシマツの歌文法の結晶化過程：発達するにしたがい稀な遷移が減少し，典型的な遷移のみが残って歌文法が結晶化する。丸は内部状態，二重丸は終状態，有向辺はチャンクの遷移，アルファベットは音素を表す。

性量の平均を使用した。発達の初期（約 30～40 日齢）は、どの音素も同じような音響特性を持ち、発声頻度そのものも少ない。40 日齢を過ぎると、音素集合からハーモニクスがあり持続時間の長い音素集合 2 つが分化した（図 2）。発達の間段階（約 70～80 日齢）では、スペクトルフラットネスに急激な変化がみられた。そして、発達の後期（90 日齢以降）になると、音素集合の分化がさらに進み、最終的には 8 個の音素タイプに分化した。以上の音響発達の傾向は、これまで解析した個体に共通して見られた。

次に、各音素をテキストに変換して、ジュウシマツの歌文法の発達を調べた。テキストデータからチャンクを推定するために **N-gram モデル** を用い、歌文法を推定するために **可逆言語の学習アルゴリズム** を用いた（詳しくは文献 [2] を参照）。

70 日齢を過ぎる頃からジュウシマツの歌は、有限オートマトンで記述できる程度の規則性を持つようになる。図 3 は、ある個体の 82 日以降の歌文法の構造変化を示している。発達にともなって稀な遷移が単調に減少し、簡潔な遷移規則に結晶化している。全ての個体の歌文法学習が単調減少型になるわけではないが、学習の前後では、学習後の方が一般的に簡潔な遷移規則になっている。しかし学習後、分岐構造を含む構造的に複雑な歌文法を持つ個体もあり、この点は他の鳥類の歌にはない興味深い特徴である。

3 エージェントの談話進化

分節化能力に基づく言語進化仮説、**音列と文脈の相互分節化仮説**（文献 [4]）を構成論的モデルの立場から理解・検証するために、エージェントの談話のシミュレーション^{*4}を行っている。この仮説では、言語がない状態でのコミュニケーションを想定し、エージェントは行動文脈に応じた多様な音列を出せることを仮定する。エージェント A と B が協調して行動しているとき、A と B の行動文脈に共通部分があり、そのとき A と B が発していた音列にもまた共通部分があるとき、文脈と音列の共通部分が相互に切り出されて、限定された文脈と部分音列が関連付けられるという仮説である。これは、分節化能力をもつエージェントの相互作用によって、音列と文脈から**単語と意味が使用依拠的に創発**する可能性を指摘している。

この仮説をモデル化する第一歩として、同じ文脈に複数のエージェントがいて互いの発話系列を相互に予測して学習する、という単純化された談話モデルを構成した。図 4 のように、各エージェントは単純再帰ネットワークを用いてモデル化した。ただし、通常のエ

^{*4} 動的システムの情報論 7-自然言語のダイナミズム（2007 年 11 月 30 日）における発表では、時間の都合で割愛した。詳細は文献 [6] を参照。

ルマン型の単純再帰ネットワークと違い、話者と聴者の役割を1つのネットワークで演じるために、入力層にバイアスノードが付加されている。エージェントが話者の場合は1、聴者の場合は0が、常に発話情報と共に入力される。エージェント間の談話は、単純再帰ネットワークの結合系における文字列のやり取りとしてモデル化した。1回の談話において、複数いるエージェントからランダムに2個体を選び、一方を話者、もう一方を聴者とする。話者エージェントは自分のネットワークを使って発話列を生成し、聴者エージェントは、話者エージェントの発話の次の発話を予測するように学習する。聴者エージェントの学習には誤差逆伝搬法を用いた。談話のスコアは、互いの発話列と予測列の中に共通

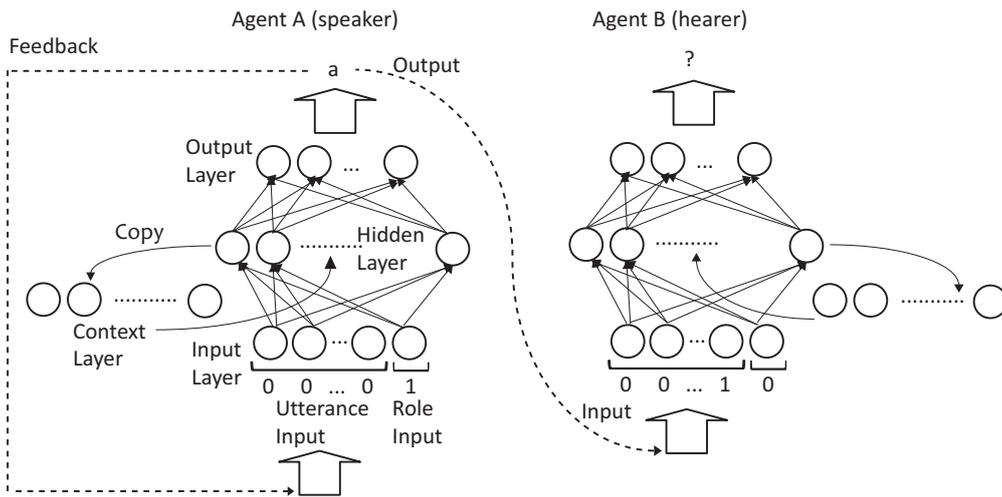


図4 単純再帰ネットワークでモデル化されたエージェントの談話の模式図。話者／聴者を1つのネットワークで表現するために、バイアスノードが入力層に付加されている。

する部分列が多くあり、かつ複雑なパターンほど良いとした。したがって、共有する部分列が複雑なほどスコアが良いが、複雑すぎると予測ができないというトレードオフがある。談話の進化動態を見るために、簡単な遺伝的アルゴリズム (GA) を用いてエージェント集団を進化させた。単純再帰ネットワークの結合強度を GA の遺伝子とし、談話のスコアの高いものほど子孫を多く残すとした。子孫は、先代のエージェントが先天的に持っていた遺伝子に多点変異させたものを受け継ぐ。

初期状態においてランダムな結合強度をもつエージェント数を 20 個体用意して、この集団の談話の進化をシミュレーションした。図5は、進化過程において見られたエージェントの談話の例である。

進化の初期 (0 世代, 100 世代) では、話者エージェントの発話列は、1 文字または 2 文

<p>Generation 0 agent[17] aaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaa agent[16] _jjjjjaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaa</p> <p>agent[16] bbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbb agent[13] _aaaaaaaaabbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbb</p> <p>agent[00] acacaaccaacaccaccacaccaacaaaa agent[16] _iiiiiiiiiiiiiiiiiacccccccaaaa</p> <p>Generation 500 agent[14] iaiaaaaaciciaaaaaccaicaciaiaiaa agent[03] _iiiiiiiiiiiiiiiiiaiaiaiaiaia</p> <p>agent[13] aaaacaaccccaaaccaaacaccaacac agent[02] _iaaicaicaiaacaiaccaaciiciai</p> <p>agent[02] cicaiiccaiaiiiacaiciaiccciiacc agent[10] _chchcfcfchchhchhccchahaac</p> <p>Generation 3000 agent[04] chchhhaahcchchachhachahchach agent[08] _cacccacahccaacaahhaahhaach</p> <p>agent[01] ahacachahacacaaccacchcccchhhha agent[04] _haachcchccaachcaccaccahahhahh</p> <p>agent[15] cccccccccccccccccccccccccccccc agent[04] _aahacchcahchhhachhchahchhhaac</p> <p>agent[01] acaaccacaaahchcahhachhchchchhc agent[11] _acaaacacaaaaacaaaaahchchchh</p>	<p>Generation 100 agent[14] aaaaccacaacaaccacacccccaccccc agent[00] _acccccacaaccacaacaacccaaaaacc</p> <p>agent[00] cacacccaacacccaaccaaaccaccccccc agent[01] _cccccccccccccccccccaaaccccccc</p> <p>agent[06] acaacaacccaccaaccaaccccaaaaaaca agent[07] _cccaccccaaaaacaacaacaacaacaaca</p> <p>Generation 600 agent[12] hhchiihiaccahacchhchciiiahhih agent[18] _chiaiaahhaiaiciaacichcaihhah</p> <p>agent[10] iaaacchchciaiahcaicahahhaicc agent[19] _accccahcaaccahchhchhchhccaac</p> <p>agent[07] cacacahcaacaahaachaiahahcaca agent[14] _cccccccccccccaacaacaaaaaaa</p>
--	---

図5 エージェントの談話の例：世代が進むにつれて発話列 (上段), 予測列 (下段) ともに複雑になり, 共有する部分列が出現する. 共有された発話パターン ac は全ての世代で見られる.

字の繰り返しの単純な構造をしている. 一方, 聴者エージェントの予測列では, 談話の前半は予測がうまくできないが, 後半では学習がうまく働いて予測が成功している様子が確認できる. 進化の中期 (500 世代, 600 世代) になると, 発話列と予測列ともに使用される文字の多様性が増し, ac や ch のようにエージェント間で共有されるパターンが生じてくる. さらに進化の後期では, chhc のようなさらに長い共有パターンが生じている.

エージェント間で共有された発話パターンの統計性の進化的変化を示したのが図6である. 図6において, 大事な特徴は2つある. 1つは, エージェント間で共有された文字列パターンとそのランクの間にベキ的な関係があることである. ただし, この関係は学習開

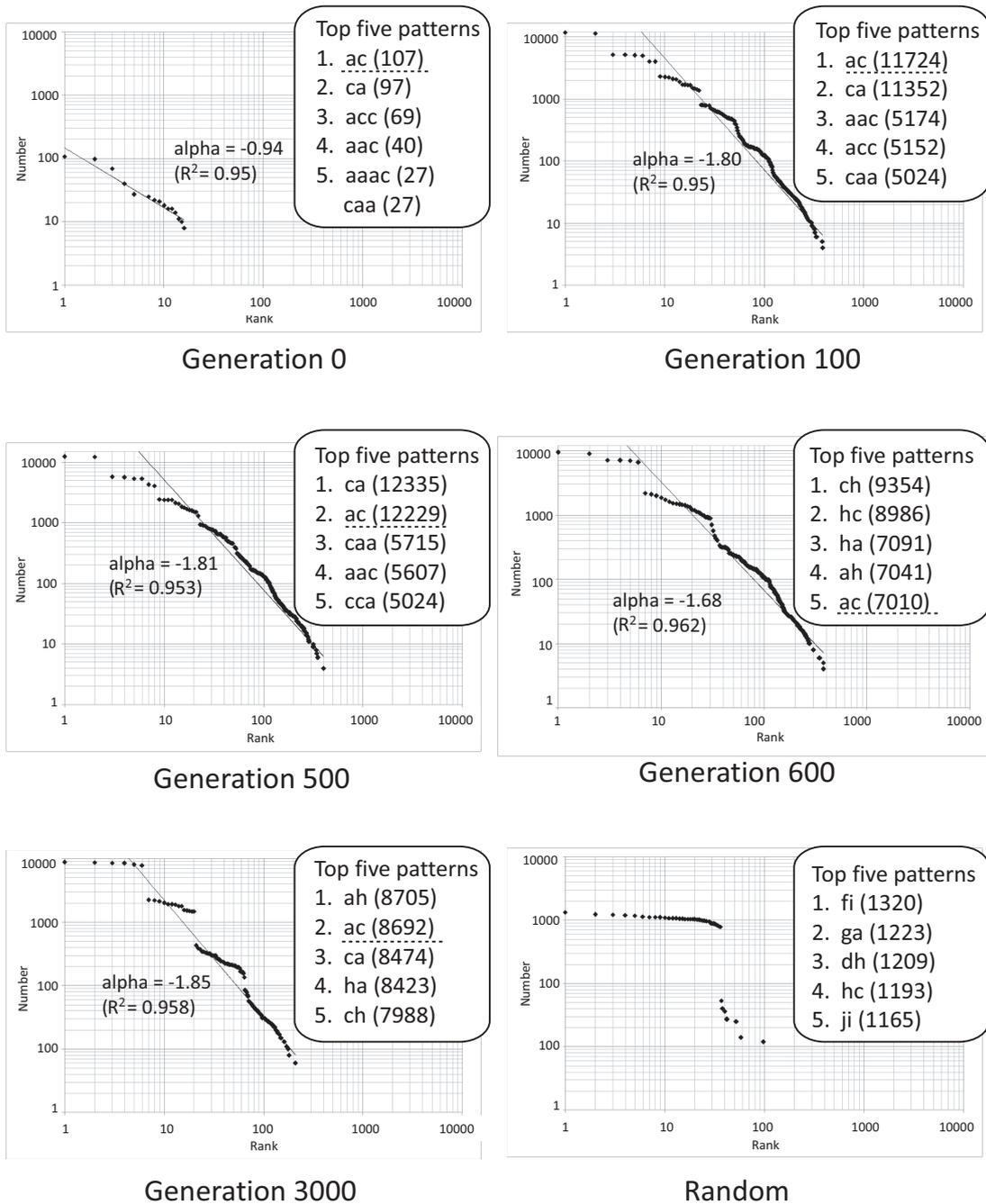


図6 エージェント間で共有された発話パターンの統計性：エージェント間で共有された文字列パターンとそのランクの間にべき的な関係がある。パターン ac は常にトップ5 圏内にあり、世代を超えて伝達されていることがわかる。

始から終了までの過渡的な状態を含めた発話データの解析においてのみ成り立つ^{*5}。確認のためにランダムな発話集合に対して同様の解析を行うと、あらゆるパターンが等頻度で見つかるような異なる頻度分布になる。

2つ目の特徴は、パターン ac は常にトップ5圏内にあり、進化初期から後期に渡って文化伝達されていることがわかる。また、パターン ch や hc は進化の中後期において出現し、これらのビルディングブロックの合体からさらに長いパターン chhc が生成されたと推測される。以上が、単純再帰ネットワークの予測学習の連鎖が牽引する談話の進化動態の特徴である。

4 まとめ

本稿では、言語の起源や進化を探求する切り口として、系列学習に注目した生物言語学研究と構成論的モデルを紹介した。ジュウシマツの歌文法発達では、ハーモニクスがあり持続時間の長い音がきっかけとなって音声学習が進む様子や、音素の分化が急進的に起こる様子を観測した。一方、エージェントの談話進化のモデルでは、予測学習の連鎖によってエージェント間や世代を超えて使用される発話パターンが創発することを確認した。エージェントに共有された発話パターンは、ベキ的な頻度分布を持つことがわかった。

これらの系列学習の発達・進化動態は、言語習得や言語進化を考える上で重要な手がかりを与えてくれる。今後、両研究をさらに発展させ、系列学習が言語の複雑化に果たす役割を明らかにしたい。また、今回紹介した枠組みではまだ扱っていない意味の創発の問題について、文脈を考慮したモデルに拡張して、使用依拠的に語と意味が創発する機構を探求したい。

謝辞

ジュウシマツの歌文法発達の内容は、高橋美樹氏、鈴木研太氏、Olga Feher 氏、Ofer Tchernichovski 氏との共同研究に基づくものです。エージェントの談話進化の内容は、Bjorn Merker 氏との共同研究に基づくものです。共同研究者の方々と生物言語研究チームの方々に感謝します。これらの研究は、科学研究費補助金 (No.18800083) の補助を受けて行われました。

^{*5} 英語においてジップ則が成り立つのとは事情が違ふことに注意されたい。エージェントの”言語”では学習の過渡的な状態においてのみなのに対して、英語では既に言語として安定している状態においてベキ的振る舞いが見られる。しかし、後者も進化のタイムスケールからみれば過渡的な状態なのかもしれないが。

参考文献

- [1] M. D. Hauser, N. Chomsky, and W. T. Fitch. The Faculty of Language: What Is It, Who Has It, and How Did It Evolve? *Science*, Vol. 298, pp. 1569–1589, 2002.
- [2] Y. Kakishita, K. Sasahara, T. Nishino, M. Takahasi, and K. Okanoya. Pattern Extraction Improves Automata-Based Syntax Analysis in Songbirds. In *Progress in Artificial Life*, Vol. 4828 of *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, pp. 320–332. Springer, 2007.
- [3] S. Kirby. Natural Language from Artificial Life. *Artificial Life*, Vol. 8, No. 2, pp. 185–215, 2002.
- [4] B. Merker and K. Okanoya. The Natural History of Human Language: Bridging the Gaps without Magic. In C. Lyon, C. L. Nehaniv, and A. Cangelosi, editors, *Emergence of Communication and Language*, pp. 403–420. Springer, 2006.
- [5] K. Okanoya. Song Syntax in Bengalese Finches: Proximate and Ultimate Analyses. *Advances in the Study of Behavior*, Vol. 34, pp. 297–346, 2004.
- [6] K. Sasahara, B. Merker, and K. Okanoya. Simulated Evolution of Discourse with Coupled Recurrent Networks. In *Progress in Artificial Life*, Vol. 4828 of *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, pp. 107–118. Springer, 2007.

ル - ルを生成する力学系: 関数マップ概説

佐藤讓 (北大), 立川正志 (東大), 行木孝夫 (北大)

1 はじめに

この論文は, 言語研究や認知研究で本質的となる「ル - ル生成」の問題に関する片岡直人氏の一連のモデル研究 [1, 2, 3, 4, 5, 6] の解説論文である. この研究で扱われている問題は抽象的だが明解であり, 再分析する価値のある複雑系研究の一つである.

研究の動機は自身でル - ルを生成, 消滅させるシステムの力学系モデルとその運動の様相の探求である. システムのある部分の運動が, 他の部分の運動のパラメ - ターとして動いているとみなせる系, あるいは運動を支配するものとされるものへの自発的な分離と融合が生じる系のミニマルモデルを考える. 言語現象にこの様相が見られるとすると, それは図 1 のような自己参照性が本質的だろう.

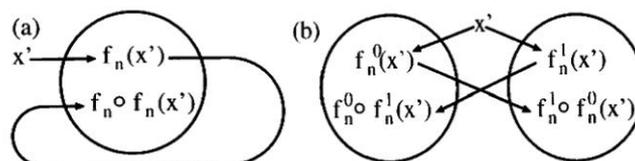


図 1: 自己参照系のモデル: (a) は孤立した系, (b) は対話系のモデルである. 文献 [5] より許可を得て再掲.

変数 x はシステムへのある時点 n での入力, $f_n(x)$ は x の解釈, $f_n \circ f_n(x)$ は出力される解釈 $f_n(x)$ の再解釈である. システム内部で $f_n(x)$ と $f_n \circ f_n(x)$ が相互作用し, 次の時点での解釈系 $f_{n+1}(x)$ が定まるとしよう. このとき「自己参照性」 $f_n \circ f_n$ を持つシステムのミニマルな力学系モデルは, 例えば以下で与えられる.

$$f_{n+1}(x) = (1 - \epsilon)f_n(x) + \epsilon f_n \circ f_n. \quad (1)$$

モデル (1) では新しいルール f_{n+1} がもとのルール f_n と $f_n \circ f_n$ の線形和として生成される. とくに合成項, あるいは「自己参照項」 $f_n \circ f_n$ を陽に含む差分関数方程式系を関数マップと呼ぶ. 言語的対話のモデルは結合系で表されるが, 数値実験で生じる現象にはあまり差がないことを踏まえて [1], モデル (1) に論点を絞ろう. モデル (1) でも十分に多様な振る舞いを示す (図 2 参照.).

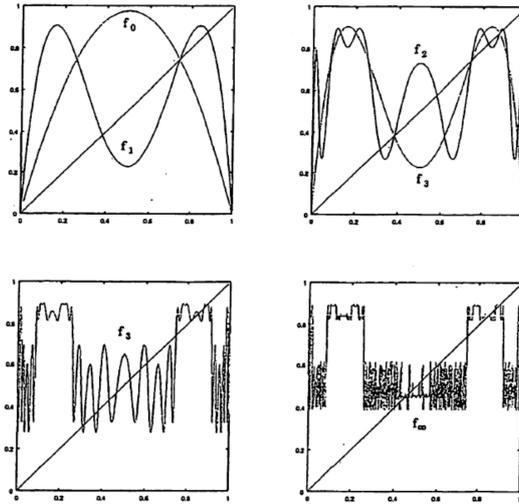


図 2: モデル (1) の時間発展の数値実験: 初期関数 $f_0 = 3.9x(1-x)$, $\epsilon = 0.85$. 文献 [5] より許可を得て再掲.

この研究により力学系研究の数学的発展が見込まれる, という期待も持たれた. 無限次元の力学系を PDE や SDE の形でなく, 扱いやすい一次元写像系に近い枠組で記述でき, 金子らの結合写像系 [7] とは異なる形の大自由度カオス研究へのアプローチとなっていたためである. 最終節でこの方向性を踏まえた数学的拡張について述べる.

本論文の構成は以下である. 数学的背景として 2 節で不動点意味論, 3 節で縮小写像系を解説し, 4 節で関数マップの現象論と数理へと接続, 5 節でまとめとモデル (1) の数学的拡張を示す.

2 不動点意味論

不動点意味論とは, 複雑に入り組んで書かれた再帰的プログラムの持つ機能を不定な入力に対してどう保証するか, という問題を考察するための数学的理論である [8]. この理論では, 入力 x に対する任意のプログラム f の機能は

$$f_{n+1}(x) = F(f_n(x)) \quad (2)$$

という形の一本の再帰的な関数方程式の不動点 f_∞ として表現される.

以下の関数方程式は階乗を計算する関数を不動点に持つ.

$$\text{例 1: } f(x) = \text{if } x=0 \text{ then } 1 \text{ else } x * f(x-1) \implies f_\infty(x) = x!$$

次の例は McCarthy の 91 関数と呼ばれる関数を不動点に持つより複雑なプログラムである.

$$\begin{aligned} \text{例 2: } f(x) &= \text{if } x > 100 \text{ then } x-10 \text{ else } f \circ f(x+11) \\ \implies f_\infty(x) &= \text{if } x > 100 \text{ then } x-10 \text{ else } 91 \end{aligned}$$

例にあげた関数方程式とモデル (1) の類似に注意. ただし不動点意味論では, 不動点が存在しない関数方程式 (無限ループに陥るプログラムなど) は陽に扱われず, あくまで不動点として表現される機能のみを扱う.

まず半順序構造, 完備半順序集合と連続性について説明する. 半順序集合とは次の三つの条件を満たす二項関係 \sqsubseteq が定義されている集合のことである.

- 1) 反射律: $a \sqsubseteq a$
- 2) 反対称律: $a \sqsubseteq b, b \sqsubseteq a \implies a = b$
- 3) 推移律: $a \sqsubseteq b, b \sqsubseteq c \implies a \sqsubseteq c$ (3)

M を半順序集合 D の部分集合とし, 任意の有限集合 $u \subseteq M$ に対して上界 $x \in M$ が存在するとき, M は有向であるという. 全ての有向部分集合 $M \subseteq D$ が上限 $\sqcup M$ を持ち, かつ D のなかに最小元 $\perp (\forall a \in D, \perp \sqsubseteq a)$ があるとき, D は完備半順序集合¹ であるという. 完備半順序集合 D, E とその元 x, y について, $x \sqsubseteq y$ ならば $f(x) \sqsubseteq f(y)$ であるとき, 関数 $f: D \rightarrow E$ は単調であるという. f が単調でかつ D の任意の有向部分集合 M について $f(\sqcup M) = \sqcup f(M)$ ならば, $f: D \rightarrow E$ は連続² であるという.

中心となるのは Tarski の不動点定理である.

Tarski の不動点定理: D を完備半順序集合とし, $f: D \rightarrow D$ を連続とする. このとき $\text{Fix}(f)$ が存在して, $\text{Fix}(f) = f(\text{Fix}(f))$ を満たし, かつ $x = f(x)$ となる任意の $x \in D$ に対して, $\text{Fix}(f) \sqsubseteq x$ を満たす. つまり $\text{Fix}(f)$ は f の最小不動点である.

この定理は, 距離は定義できないが半順序構造が定義できる集合上の連続関数の不動点定理である. プログラムとデータ構造の例に則して直観的に解釈すると以下ようになる.

プログラムが連続関数で, データ構造が完備半順序集合のとき, プログラムの再帰によって関数の未定義領域が単調に減っていき, ついに不動点に到達する. プログラムの記述である関数方程式の最小不動点がプログラムの意味を与える.

¹こみ入った概念のように思えるが, 以下の例がわかりやすい.

例: 円周率 π の n 桁精度の近似系列を考える. π の近似系列 $P = \{3, 3.1, 3.14, 3.1415, \dots\}$ は大小関係 \leq について半順序集合である. 明らかに全ての有限集合は有向であり, 全ての有向部分集合は上限を持つ. 最小限は 3. したがって P は完備半順序集合.

この例では半順序 \sqsubseteq は近似の精度に対応している. つまり粗い近似区間がより精度の高い近似区間を含むという性質がどの部分集合をとっても全域で成り立っている.

²連続の定義を距離が定義できず, 半順序が定義できる集合上の関数に適用できるように緩めたもの. 直観的には, 単調性は $a < b \implies f(a) < f(b)$, 連続性は $f(a) = \lim_{x \rightarrow a} f(x)$ に対応すると考えてよい.

以下にプログラム $f_{n+1}(x)=\text{if } x=0 \text{ then } 1 \text{ else } x^*f_n(x-1)$, $f_0=\text{undef}$ (未定義), での再帰呼出しプロセスを例としてあげておく.

```

f1(x)=if x=0 then 1 else undef
f2(x)=if x=0 then 1 else x*(if x=1 then 1 else undef)
f3(x)=if x=0 then 1 else x*(if x=1 then 1 else (x-1)*(if x=2 then
1 else undef))
⋮
fn(x)=if 0≤x≤n-1 then x! else undef
⋮
f∞(x)=x!

```

3 縮小写像系

縮小写像系の理論は自己相似集合やフラクタルを定義, あるいは生成するという動機から研究された [9]. 写像 $\psi : \mathbf{R}^n \rightarrow \mathbf{R}^n$ はある定数 $c \in (0, 1)$ が存在して $\|\psi(x) - \psi(y)\| \leq c\|x - y\|$ が任意の $x, y \in \mathbf{R}^n$ について成り立つとき, 縮小写像であるという. 縮小写像は $x_\infty = f(x_\infty)$ を満たすただ一つの不動点 x_∞ を持つ. これを複数の縮小写像に拡張したのが, 以下の自己相似集合の定義である.

自己相似集合: \mathbf{R}^n 上の $m (\geq 2)$ 個の縮小写像の組 $\{\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_m\}$ が与えられたとき, \mathbf{R}^n 内の空でないコンパクト集合 X が自己相似集合であるとは

$$X = \cup_{i=1}^m \psi_i(X) \quad (4)$$

が成り立つときにいう.

$K(\mathbf{R}^n)$ を \mathbf{R}^n 内の空でないコンパクト集合全体とする. 任意の元 $A \in K(\mathbf{R}^n)$ に対して, $N_\epsilon(A) = \{x \in \mathbf{R}^n; \text{dist}(x, A) \equiv \min_{y \in A} |x - y| \leq \epsilon\}$ を A の近傍という. $K(\mathbf{R}^n)$ は Hausdorff 距離³ $d_H(A, B) = \min_{\epsilon \geq 0} \{A \subset N_\epsilon(B), B \subset N_\epsilon(A)\}$ によって完備距離空間になる. このとき写像 $\Phi : K(\mathbf{R}^n) \rightarrow K(\mathbf{R}^n)$ を $\Phi(X) = \cup_{i=1}^m \psi_i(X)$ で定め, 定義式 (4) を

$$X_{n+1} = \Phi(X_n) \quad (= \cup_{i=1}^m \psi_i(X_n)) \quad (5)$$

という時刻 n にそった集合 X の方程式に書き換えると, 力学系 (5) の安定不動点, あるいはアトラクタ X_∞ が自己相似集合である. 縮小写像系の不動点定理は以下.

³直観的には, 集合 A, B の「すき間」の最小値と考えてよい. A, B に重なりがある場合は $d_H = 0$.

縮小写像系の不動点定理: 与えられた $m(\geq 2)$ 個の縮小写像の組 $\{\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_m\}$ に対する自己相似集合 X_∞ が一意に存在する.

これは Hausdorff 距離が定義できる集合についての不動点定理である. 直観的には以下のように解釈できる. 図 3 も参照.

要素写像が縮小的であるとき, 縮小写像系の方程式の反復によって集合の存在可能領域が単調に減っていき, ついに唯一の不動点に到達する. つまり集合についての方程式の大域漸近安定な固定点が自己相似集合を与える.

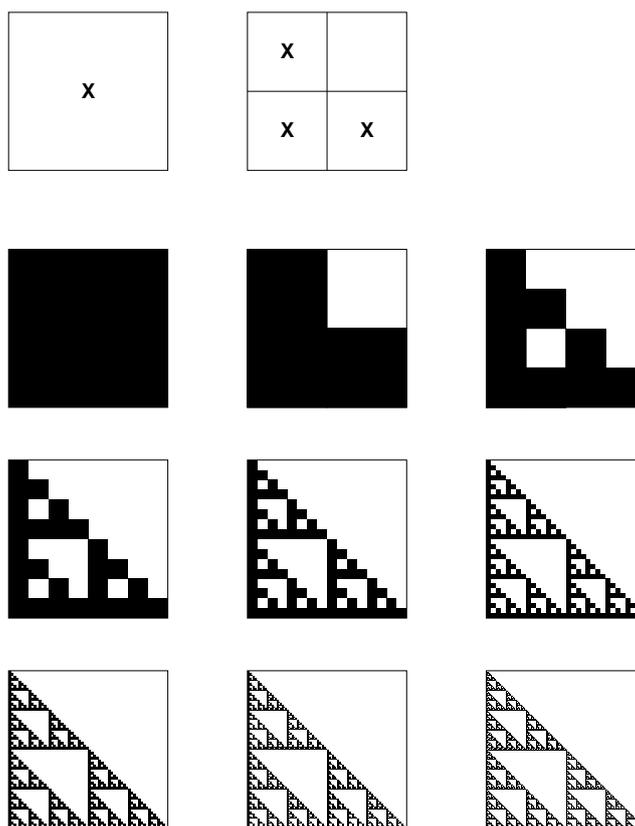


図 3: 縮小写像系: $f_0(x, y) = (\frac{1}{2}x, \frac{1}{2}y), (\frac{1}{2}x + \frac{1}{2}), (\frac{1}{2}x, \frac{1}{2}y + \frac{1}{2})$

2 節の Tarski 不動点 f_∞ と本節の縮小写像系のアトラクタ X_∞ には数学的な類似性があり, いくつか直接的な数学的研究がなされている [10], [11], [12].

4 関数マップ

4.1 ねらい

2節の不動点意味論と3節の縮小写像系でみた不動点が「不安定化」する場合、あるいは関数方程式系 $f_{n+1} = F(f_n)$ が「動的な安定解」を持つ場合、を想定すれば、モデル(1)のような関数マップの力学系研究としてのねらいが明確になるだろう。実際、言語研究を動機に持つこの力学系研究では、不動点意味論を含意した理論構築も同時に試みられた。不動点の不安定化にともない、再帰構造はどう変化するのか？無限次元系から低次元系が「ルール」として表れ、また無限次元系へ回歸した後に、新たな低次元の「ルール」が現れる、といった運動が現象として観察できるか？このとき支配的な運動と支配される運動との相互作用により「自発的なルール生成」が起きるだろうか？(図4参照。) 以上の問題意識に基づいて、モデル(1)のような無限次元力学系で生じる現象が数値的に研究された。

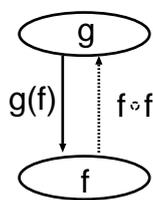


図4: 「上位のルール」 g に「下位のルール」 f が支配されて変動し、同時に f が g の変動に例えば合成項 $f \circ f$ を介して影響する。

4.2 不変関数の安定性

モデル(1)の不変関数は

$$f_\infty = (1 - \epsilon)f_\infty + \epsilon f_\infty \circ f_\infty \quad (6)$$

より $f_\infty(f_\infty) = f_\infty$ を満たすので、不変関数は恒等関数 $f_\infty(x) = x$ または区分定数関数 $f_\infty(x) = c$ であることがわかる。このうち $f_\infty(x) = x$ は不安定な不変関数、 $f_\infty(x) = c$ は安定な不変関数であることが示されている [4] (図5参照.)。

ここで不変関数 f_∞ の不動点を $\Omega_I = \{x; f_\infty(x) = x\}$ とおく。 Ω_I の前像 Ω_{II} を $\Omega_{II} = f_\infty^{-1}(\Omega_I)$ とする。 Ω_I と Ω_{II} の位置関係に応じて後述する現象を生じる。 Ω_{II} は連結集合である必要がないことに注意。不変関数の性質に大きく影響するのは f_n の不動点の安定性である。 c が f_{n-1} の不安定不動点であって

も f_n の安定不動点になる条件を次のように述べる事ができる. まず (1) の両辺を微分して次を得る.

$$f'_{n+1}(c) = (1 - \varepsilon)f'_n + f'_n(c)^2 \quad (7)$$

これによって $f'_n(c)$ の $n \rightarrow \infty$ に関する挙動が決まり, $f'_n(c)$ が負の場合には不安定な不動点 c が安定化する条件を得る.

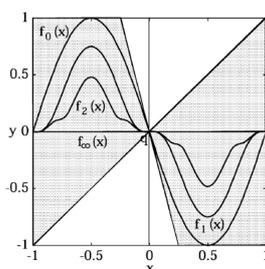


図 5: 不変関数の安定性: 網部分の関数は全て $f_\infty(c) = c$ を満たすような c が存在し, かつ c が安定である場合, c を含むある区間において区分的定数関数 $f_\infty(c) = c$ に収束する. 文献 [5] より許可を得て再掲.

数値実験の結果として, たいていの (滑らかな) 初期関数から出発した軌道は, 区分定数関数があるいは, いくつかの区分定数関数の組からなる振動解に収束することがわかっている [5].

4.3 現象

現象として観察されたのは分節化 (articulation process), ネットワークの出現 (emergence of networks), メタカオス (meta-chaos) の三つである.

4.3.1 分節化

区分定数関数への収束過程は多様であり, 初期関数に応じてすぐに収束して定値関数になる区間と, いつまでも収束しない区間に自発的にわかれていく運動が観察される. この現象は未定義だったルール (定数関数でない部分) が固定されたルール (定数関数) へと安定化していく「分節化」のプロセスと解釈することも可能であり, 文法化のメタファーが議論された (図 6 参照).

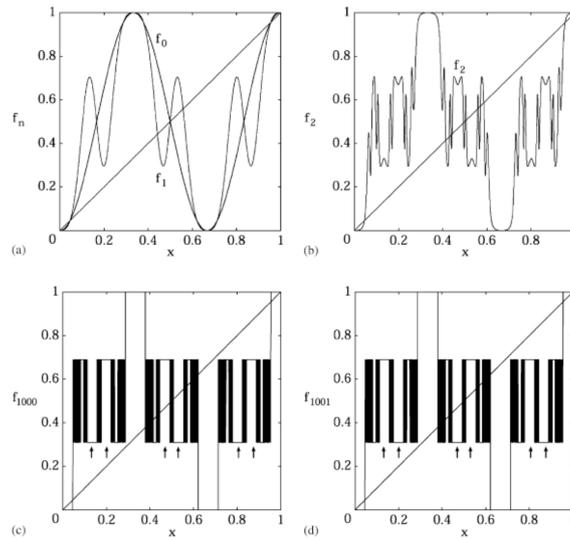


図 6: 分節化の過程: 初期関数に応じて分節化の様相は変化する. 文献 [5] より許可を得て再掲.

4.3.2 ネットワークの出現

定常状態は区分定数関数あるいはその組合せの振動解になる. この定常状態は無数に存在し⁴, 外部から摂動を加えたときの影響の伝播などから区間ごとの定数関数の依存関係 (あるいは因果関係) が分析できる. この依存関係をネットワークで表すと, 非常に多様なネットワークが初期関数に応じて出現する, という描像を得る. この意味で関数空間の「ベイスイン構造」は非常に複雑であることが予想される. この依存関係は単純な階層構造ではなく, ループを含むような場合もありうる (図 7 参照.).

4.3.3 メタカオス

初期値 x_0 から出発しモデル (1) で生成される f_n の運動にしたがって, $x_{n+1} = f_n(x_n)$ という方程式で時間発展する軌道 $\{x_i\}$ を考える. とくに不安定な固定点 $f_\infty = x$ を部分的に含む初期関数を与えると興味深い現象が生じる. この場合, 変数 x_n の軌道の不安定性は, モデル (1) による写像の複雑化の効果と, 変数への反復適用の効果があわさり, $|x_{n+1} - x_n| \sim e^{e^n}$ となる. このような変数 x_n の運動を「メタカオス」と呼ぶ. 図 8 に例をあげた. この運動は階層的になりうる. この場合軌道の不安定性は指数の指数の形でいくらかでも大きくなる.

⁴定常状態は非可算無限個存在すると予想されている.

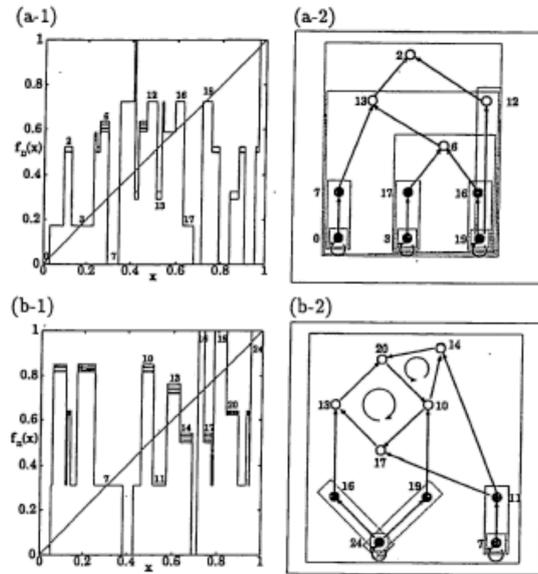


図 7: ネットワークの出現: 左図 (a-1), (b-1) は関数空間での定常状態. 右図 (a-2), (b-2) は選択された定数関数群の依存関係. 矢印の根元の区間の定数関数が矢印の先の区間の定数関数を安定化させる. 詳細は文献 [6] を参照. 図は文献 [5] より許可を得て再掲.

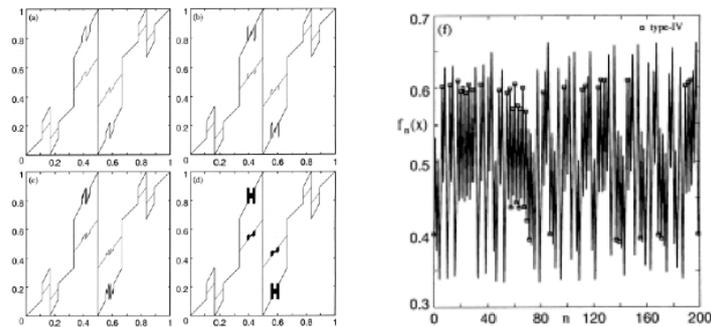


図 8: メタカオス: $f_\infty = x$ を部分的に含む初期関数から出発した関数系列 $\{f_i\}$ (左図) と $x_{n+1} = f_n(x_n)$ という方程式で時間発展する軌道 $\{x_i\}$ (右図). 文献 [5] より許可を得て再掲.

4.4 定常状態における関数方程式

モデル(1)のたいていの軌道は区分定数関数 $f_\infty = c$, あるいは区分定数関数の組合せの振動解へと収束する。(恒等関数 $f_\infty(x) = x$ は不安定な不変関数である。) この典型的な定常状態に着目してみる。まず $g_n(x) = (1-\epsilon)x + \epsilon f_n(x)$ とおくと $f_{n+1} = g_n \circ f_n$ が成り立つ。 $f_\infty = c$ という定常状態では $g_\infty = (1-\epsilon)x + \epsilon c$ となるので, g_∞ は f_n を含まない形に分離できて,

$$f_{n+1} = g_\infty(f_n) = g_\infty^2(f_{n-1}) = \cdots = g_\infty^{n+1}(f_0). \quad (8)$$

つまり, この運動は f_0 を初期値とし, g_∞ を作用素とする関数方程式で記述できる。また $f_\infty = c^{even}, c^{odd}$ という二周期の定常状態では同様に $g_\infty^{even} = (1-\epsilon)x + \epsilon c^{even}$, $g_\infty^{odd} = (1-\epsilon)x + \epsilon c^{odd}$ となるので, $g_\infty^{even}, g_\infty^{odd}$ はやはり f_n を含まない形に分離できて,

$$f_{2n} = (g_\infty^{even} \circ g_\infty^{odd})^n(f_0), \quad f_{2n+1} = g_\infty^{odd} \circ (g_\infty^{even} \circ g_\infty^{odd})^n(f_0). \quad (9)$$

つまり, この運動は f_0 を初期値とし, g_∞^{even} と g_∞^{odd} を交互に作用素とする関数方程式で記述できる。以下同様に全ての周期解について, 初期関数 f_0 とそれを駆動する作用素 g_∞ の組に分離できる。作用素 g_∞ の構造は初期関数 f_0 を与えた時点で定まる。

以上により定常状態では $f_n \circ f_n$ の形の自己参照項の効果は消失することがわかる。モデル(1)の典型的な定常状態では, 初期関数 f_0 を独立な作用素 g_∞ が駆動して区分的に一定な関数へと収束させるダイナミクス, という記述が成立し, 図4のような意味での「自発的ル - ル生成」は生じない。

5 まとめと発展

モデル(1)の関数マップについての結果をまとめると以下である。

1. たいていの(滑らかな)初期関数から出発した軌道は区分定数関数か, その組合せの振動解に収束する。
2. 定常状態では自己参照性 $f_n \circ f_n$ は消失する。
3. 定常状態の運動は $f_{n+1} = g_\infty(f_n)$ という関数方程式で記述される。 g_∞ は初期関数 f_0 に応じて定まる。
4. 定常状態は無数に存在し, 関数空間の「ベイスイン構造」は複雑である。
5. 不安定解を含む特異的な初期関数から出発した関数の運動に従う変数の軌道 $\{x_i\}$ にはメタカオスのような振る舞いが見られる。

モデル (1) では特異的な初期関数⁵以外から出発したほとんどの軌道は区分定数関数, あるいはその組からなる振動解の定常状態⁶ に収束する. この定常状態では自己参照項 $f_n \circ f_n$ の効果は消失し, その運動は作用素が関数と分離した形の関数方程式で表現される. モデル (1) の数値実験で図 4 のような「自発的ル - ル生成」がロバストに観察されることはない. 運動の自由度は一方向的に減少し, 最終的に低次元の単純な運動が選択される. 定常状態は無数に存在するが, その運動は区分定数関数についての関数方程式, すなわち縮小写像系に近い形で記述される. 対象をモデル (1) に限った場合, トランジェントや初期関数の特異性に当初の目的が委ねられている, といえる.

この研究により, ル - ルの生成と消滅の問題に対して, 洗練された問題設定と数理的枠組が与えられた⁷. 上記の幾分否定的な結果は主にモデル (1) の安定な不変関数が $f_\infty = c$ となっていることによる. そこで区分的に一定な関数でない不変関数を持つモデルを構成してみよう [15].

$$f_{n+1} - \alpha f_n \circ f_n = F(f_n - \alpha f_n \circ f_n), \quad 0 < \alpha \leq 1 \quad (10)$$

このモデルで $\alpha = 1$, $F(x) = (1 - \epsilon)x$ とするとモデル (1) が得られる. F の条件として $F(c) = c$ を仮定すると拡張モデルの不変関数は

$$f_\infty = \frac{x - c}{\alpha} \quad (11)$$

で与えられ, $\alpha < 1$ の場合, カント - ル集合状の初期関数から出発した軌道はカオス的になることがわかる. この拡張は関数空間における, 観測可能なカオス解の構成を目指したものであり, この解を土台として絡み合った依存関係を持つ無限の階層構造の出現が期待されるのだが, こういった現象が数値的に観察できるかどうかは現時点では不明である. 拡張系に関する解析の詳細は準備中の論文を待たれたい.

統計数理研究所研究会での講演と, そのまとめである本論文は多くの研究者との議論に基づいて作成された. とくに以下の方々に謝辞を表したい: 粟津暁紀 (広大), 藤本仰一 (東大), 後藤謙太郎 (Syngam), 橋本敬 (北陸先端大), 石原秀至 (東大), 池上高志 (東大), 金子邦彦 (東大), 片岡直人 (Syngam), 黒田茂 (北大), 並川淳 (理研), 津田一郎 (北大), 畠山元彦 (北大). 説明の偏りや内容の誤りがあった場合, それらは著者に負う.

⁵ここでいう初期関数の特異性に関しては疑問が残る. 関数空間全体に対して滑らかな関数の割合は 0 である, といった数学的な事実に加えて, 「滑らかな関数」が言語現象や認知現象, あるいは一般にル - ルのダイナミクスを考える上で自然なものかどうか分からないためである.

⁶トランジェントで $f_n \circ f_n$ の構造が有効であることに注意. 安定な定常状態とそこに至る非常に長く複雑なトランジェントを持つ力学系は多数存在するが, 一般に非定常な状態あるいは散逸アトラクタ外の構造について, 既存の力学系理論で分析できることは少ない.

⁷この研究に近い問題意識を持つ小説もある [13, 14].

参考文献

- [1] N. Kataoka, K. Kaneko, Natural Language from Functional dynamics, *Biosystems*, **57**, p1-11, (2000).
- [2] N. Kataoka, K. Kaneko, “Functional dynamics. I. Articulation process,” *Physica*, **D138**, p225-250, (2000).
- [3] N. Kataoka, K. Kaneko, “Functional dynamics. II. Syntactic structure,” *Physica*, **D149**, p174-196, (2001).
- [4] Y. Takahashi, N. Kataoka, K. Kaneko, T. Namiki, “Function dynamics,” *Jpn. J. Appl. Math.*, **18**, p405-423, (2001).
- [5] 片岡直人, 「関数マップ」, 統計数理研究所共同研究リポ - ト 144, p77, (2001).
- [6] N. Kataoka and K. Kaneko, “Dynamical Networks in Function Dynamics,” *Physica*, **D181**, p235-251, (2003).
- [7] K. Kaneko (eds.), “Theory and Applications of Coupled Map Lattices,” John Wiley & Sons, (1993).
- [8] 横内寛文, 「プログラム意味論」, 共立出版, (1994).
- [9] 山口昌也, 畑政義, 木上淳, 「フラクタルの数理」, 岩波講座応用数学, 岩波書店, (1993).
- [10] J. Soto-Andrade and F. Varela, “Self-reference and fixed points,” *Acta Applicandae Mathematica*, **2**, p1-19, (1984).
- [11] S. Hayashi, “Self-similar sets as Tarski ’s fixed points,” *Publ. RIMS, Kyoto Univ.*, **21**, p1059-1066, (1985).
- [12] A. Edalat, “Dynamical systems, measures and fractals via domain theory,” *Information and computation*, **120:1**, p32-48, (1995).
- [13] 円城塔, 「Self-reference Engine」, 早川書房, (2007).
- [14] 円城塔, 「Boy’s surface」, 早川書房, (2008).
- [15] T. Namiki, Y. Sato, in preparation (2008).

自然言語におけるズレの構造

池上高志（東大・総合文化）

1 関数マップによるカテゴリー化

関数マップ (Kataoka and Kaneko, 2000,2001) は、いろいろな面で言語を理論的に扱う上で、どういう点を主張しているのか。それと同時にどのような欠点があるか。それを最初に論じてから、別な形のモデル化の可能性を論じてみたい。

いま、ここで頭の中のもやもやした意味のもとを x で、その表現パターンを $f(x)$ としよう。 $f(x)$ は、意味 x の分節化のされかた、を表している。たとえばリンゴを例として考えよう。どのリンゴも色や形、大きさ、味、匂い、同じものはひとつもない。しかし、それらに「リンゴ」というラベルをはる。このカテゴリーの仕方が、最初の言語の特徴である。いろいろなリンゴを見て行くことで、リンゴというカテゴリーが生まれ、そして世界中のすべてのリンゴをみなくても、リンゴというものが汎化されてくる。つまり $f(\text{あるリンゴ}) = \text{一般のリンゴ}$ という形が生まれる。

しかし、言語のカテゴリーというのはそのように機械的に決まるものではない。例えば、ほっぺたの赤い女の子を「リンゴちゃん」と呼んだり、「赤い傘が歩いている。」ともいえる。このような言語学でいうところのメタファーやメトニミーの用法こそが、言語を言語足らしめる拡張能力である。それが可能なのは、人間の認知能力の特徴を表している。ここでは、そうした拡張性を「ズレ」とみなしてみよう。そうした拡張性までを考えようとしたとき、例えばリンゴだけを入力するのではなくて、どういうカテゴリーを作っているのか、という関数 f そのものも、入力とする必要がある。そのことより、次のように関数の変換（マップ）を考える。添字の n は、関数がマップされていく回数を表している。つまり、 n 回目の関数が $n+1$ 回目の関数の形を指定する。

$$f_{n+1} = (1 - \epsilon)f_n + \epsilon f_n(f_n) \quad (1)$$

ここで ϵ が、ズレの量を表す。もし ϵ が 0 ならば、すなわちズレがなければ、1 回のマップの仕方ですべてが規定されてしまう。しかし、 ϵ がゼロではない場合には、すなわち関数そのものをある割合で入力に含みうるならば、生成される関数はいくらでも複雑で面白いものがあるかもしれない。このことが、たとえばメタファーやメトニミーといった、認知的なカテゴリーの基礎方程式となれば、という期待がある。ズレのおかげで、意味解釈の写像はある場合にはとても複雑になるかもしれないし、いつまでもカテゴリーは不安定でありつづけるかもしれない。それを表現してくれるのがこの関数マップということになる。

このようなズレのある変換の変換を繰り返してゆくと（すなわち、 $n \rightarrow \infty$ ）、どのような関数の形が収束するだろうか。ひとつの自明な解は、変換の初期の形に依存して現れる「階段関数」である。この階段関数になるとそれ以後いくら変換を繰り返しても形は変わらない。ひとつの収束の形である。しかし、別の特殊な変換の形を初期に選んでやれば、微細な構造をもった複雑な変換が現れる。特に、変換の形が「安定した部分」と「ごちゃごちゃした複雑な部分」に分かれることは注目できる。この安定な部分が実は複雑な部分を作り出すジェネレーターの役割を担っている。

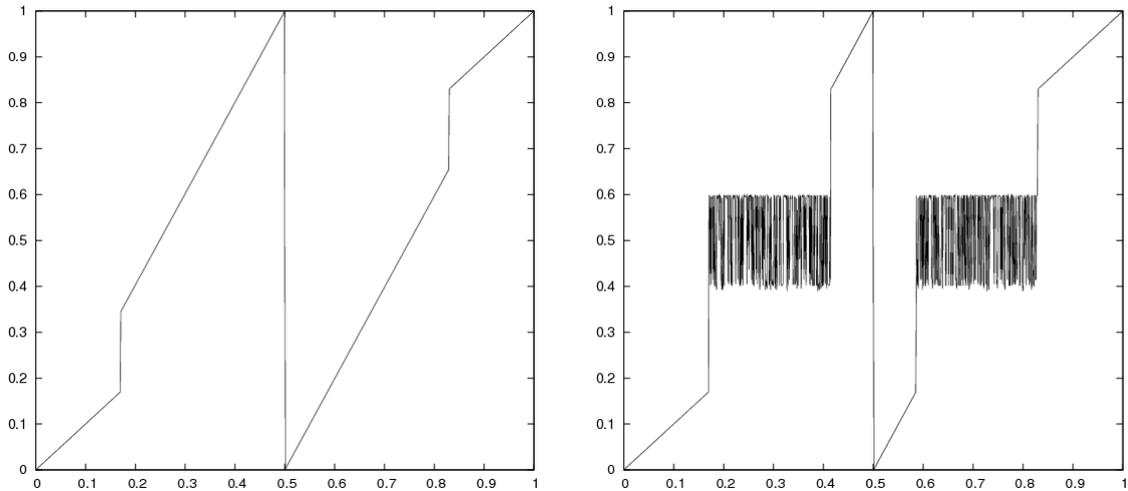


図 1: 左が関数マップの初期マップで、真ん中の区分線形な部分の傾きを 1.9、 ϵ を 0.3 としている。右が変換を繰り返した後の関数マップ。不規則な関数形が傾きが 1 より大きな部分で駆動されて生成される。

認知的カテゴリーの安定な部分がこのジェネレーターの部分に、ごちゃごちゃした部分はそのカテゴリーの拡張性に相当していれば面白い。ごちゃごちゃした部分を拡張性と考えるのは、その部分が長く変換を繰り返してもなかなか収斂しない、不安定な部分だからである。ただしそれがいつまでも動き続けるのかは証明されていない。

2 関数マップの別解釈

ここで、関数マップが次々と変換されていくプロセスの方に注目する。関数の表すものは、文法の規則のようなものと解釈する。チョムスキーによる自然言語の形式化を再帰的な規則の存在、無限に自分を埋め込み可能なこと、にあるとするならば、関数マップはその再帰性からのズレを扱うものである。これは先に書いた通りである。このとき、その変換の過程で、完全な再帰性のある部分と、そこから「ズレていく複雑な部分」が存在することを示した。これを安定な規則と不安定な規則と読み替える。なぜ、ズレて行く規則、が大事かと言えば、それは実際の使用にみられる非文法的な規則と考えることができるからである。例えば、次のようなコーパスからの例を考える(北九州市立大 日本語コーパス 1996)。

- 1) あと、あのー/キャンプ、テ、テントの、はるキャンプに行こうという、予定はありますけれども。
- 2) はるにはテントでも持って、キャンプに行こうという、予定があります。

日常の会話というのは 1) のように断片的なものがくっついてたち現れるものであり、2) のように秩序だってしゃべるわけではない。

なぜ、会話における規則は崩れるのか。それは、出力としての文章パターンが、しゃべりたい内容を入力して、それを「意味素」に分解して主語はこっち、動詞はこっち、という形で、文章に写像

(マップ)され、出力される、というわけではなく、自分がどうしゃべったかを、内容だけでなく表現のパターンそのものを、入力として受け取って文章へと写像(マップ)されるからにほかならない。

言語の規則というのは壊れざるを得ない、ということを開数マップはうまく表現できているのかもしれない。前節との違いは、前節がズレを一人の頭の中のプロセスに置いたのに対し、ここでは規則の変遷とみる以上、ヒトの談話に求めた点であろうか。しかしいずれの解釈にせよ、このズレ ϵ の起源は関数マップから問うことはできない。ズレの起源を問うには、もっと自然な形で「ズレ」を導入する必要が生まれる。前者のズレは、身体性によるズレの解釈であり、そこから生まれる認知的カテゴリーがダイナミカルカテゴリーであるとする。後者の解釈は、言語の規則が会話から生まれるということに基づいて生まれる、学習過程の停止から生まれてくる、というものである。この2つを簡単に次節で見てみよう。

3 ビークルモデル

内部にながしかの自由度をもち、空間内を動き回って環境と相互作用しながら、知覚や運動を自己組織化していく、そのようなモデルをビークルモデルと呼ぶ。このモデルを使って、運動することで作られる「動的なカテゴリー」について調べることができる。たとえば、ある運動の仕方を進化させることで、遠近感が生まれたり自他の区別ができる、というだけでなく、色の区別や形の識別というように、一見運動とは関係のない知覚も運動によって作り出せることを示し、さらにすべての知覚は自己運動とともに出現すると考えることもできる。実際 O'Regan と Noe (2001) はその考えをさまざまな豊富な心理実験をもとに議論している。

シミュレーションによって、運動が知覚を作り出すことを示すことができる。たとえば、Pfeifer, R と Scheiera, C. は、そうした観点からまとまった新しい人工知能の教科書を書いている。また Ikegami と Zlatev は、それを言語にまで拡張して、行為から言語への可能な発展を論じている。

ビークルは次のように構成する。小さい円形のボディーを用意し、それが空間の中を移動する。外からの刺激パターンを「センサー」が入力信号として受け取り、内部のダイナミクスを使って出力信号を計算する。出力信号は、ビークルの移動方向を決定する。(例えば、光の来る方向に運動する、あるいは化学勾配のある方向に移動する、など。) この内部ダイナミクスは、S字型の入出力関係を持たせた「ニューロン」を結びつけた「神経回路網」で実装される。この結びつけの強さを、遺伝的アルゴリズムと場合によってはヘップ学習によって変化させる。こうしたビークルにより、i) 平面に点在する多角形の上を行き来し、三角形ならば抜け出し、四角形ならば長く停滞する、という形の知覚が生まれる。三角形と四角形では運動のスタイルが変化する。(この研究に関しては、Morimoto and Ikegami を参照。) ii) 光源が周期的に点滅を繰り返す。この光源に近づいたり遠のいたりしながら、この周期のパターンを2つのグループに弁別する、という時間周期の区別が生まれる。(この仕事に関しては、Iizuka and Ikegami を参照)

運動がつくるカテゴリーは、いわゆる静的カテゴリーとは異なっている。ここで静的なカテゴリーは客観的な指標をもとに作り出すカテゴリーである。たとえば多角形の内角の和とか、ものの重さとか、光の波長といったものである。一方運動の作り出すカテゴリーは、例えば、センサーに入ってくる信号の時間変化(例えば点滅しない光もビークルが回転運動すると点滅して見える)や、その時間的なパターンの並び(廊下を曲がると右手にあるとか)あるいはビークルが特別な動きをすると見えの変化で作る遠近感など、主観的な指標が多い。この主観的な指標は、静的なカテゴリーとし

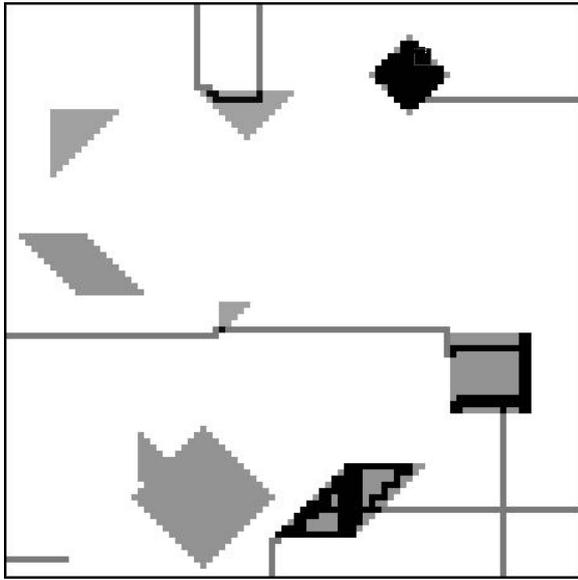


図 2: 形の間を動き回って、長く停留するものと、そうしないものに運動のパターンを切り替えるようになる。第三者的には、長く停留する形が四角形、そうでないものが三角形と判定できる。しかしそのどちらでもないものも出現する。

ては「誤った」カテゴリーを作り出す (例えばわれわれの研究の例では、台形と正方形を同じ四角形と見れない、など)。

レイコフ (1990) によれば、言語活動の背景にあるカテゴリーは、客観的な指標でつくられるカテゴリーではなくて、主観的な指標でつくられた (典型的な例を持ってもすべての集合の要素に共通の性質を見いだすのが難しい) 放射状に広がるカテゴリーだという。かといって集合の要素はランダムにつくられたものではなくて、ある種の開かれた規則 (規則それ自体が規則で変化させられるような) でつくられた集合である。わざわざ新しいカテゴリーを持ち出す理由は、言語の持っている拡張性 (例えば Langacker 2000 を参照) を説明することにある。例えば、

- The tap is running. : 水道が出ている。
- Estimates of the total cost run well over \$10000 : 総経費は 10000 ドルを優に超えると見積もられている。
- She's run for office four times but only won once.: 彼女は公職選挙に 4 度出馬したことがあるが、1 度しか当選していない。
- The streets run like the grid of a go board. : 道路は碁盤の目のように走っている。

(英辞郎の”run”の文例より)

こうした幅広い用法を”run”という単語が持ちうる理由は、”run”の静的なカテゴリーでは分らない。もっと社会的文化的身体的な文脈をもってきて初めて分かるものであろう。ピークルモデルの主張は、運動と身体性によってつくられるカテゴリーは、自然と放射状カテゴリーになるということ、この開かれた規則というのが、身体性の持っている決まらなさ、運動の持っている不安定性と関係つけられる、ということである。つまり関数マップの ϵ は、身体運動に対応して考える。

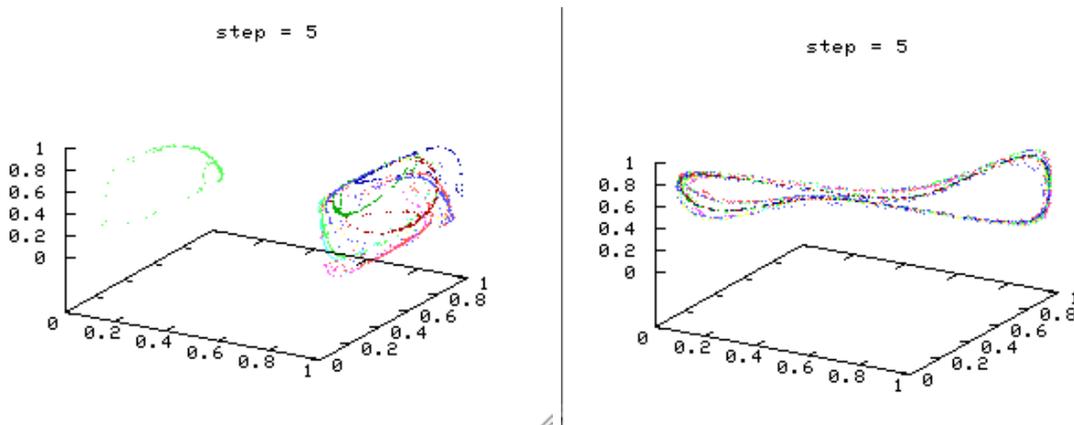


図 3: それぞれのエージェントが、内部的に表象している、ある時間での「談話のモデル」。これを、エージェントのもつコンテキストニューロンの状態を用いて 3 次元空間に表現したもの。このパターンは会話の進行とともに複雑に変遷して行く。このパターンは関数マップのニューラルネット版である。

4 相互学習モデル

次に 2 番目の解釈、有限ステップ学習による ϵ の置き換えをみってみる。今度は 2 人のエージェントが、お互いに記号をやり取りして会話している。そして、この記号は再びエージェントの中でニューラルネットにより処理されて、次に何を話すのかを決定させられるモデルを考えよう (Igari and Ikegami)。このとき発話の基準は、自分の参加する会話のモデルを入出力関係としてモデル化し、そのモデルにとってもっとも「なめらかな」単語を選んで発話するという、エージェント同士の発展パターンである。会話の順番は決まっているので、ターンテークの必要はなく、交互に発話していく。単語はさだめられた三文字から四つ選んでひとつの単語とし、発話する。一回会話が行なわれるたびに、バックプロップ (最急降下法) を使ってモデルを改変する。

このモデルの重要なパラメーターが二つあってそれは、1) どのくらいの精度で学習完了、会話のモデルが出来たとするか。2) 自分の発話内の斉一性を重んじるか、相手と自分の発話の斉一性を重んじるか、がある。このパラメーターを動かしてやると、会話の変遷のダイナミクスが非常に変化することが分かった。

会話のダイナミクスの不安定性とは、会話のモデルが一意に収斂せず、時間とともに変わっていくことをいう。学習の閾値がある程度以上低くて、かつ両者の発話の斉一性を重んじると、一般に不安定性は増すように思われる。これは学習のしにくさが、不安定性を決定しているということだろう。しかし学習の閾値は低すぎても学習が成立しないので、ある範囲になくってはならない。そういう意味ではある程度の決まらなさが、会話の発展として大事であるといえる。実際完全な予測可能な状況では会話のダイナミクスが収斂してしまって、会話は終わってしまう。ある程度の決まらなさを許した時、会話のトピックスの変化や、相手は分かっている自分には分からない様子が、カオス的な遍歴状態として示される。カオス的な遍歴とは、あるアトラクターにとどまらずに、ノイズを使わなくてもいくつかのアトラクターを変遷していくダイナミクスをいう。

このようにここでは ϵ は、学習の不定性と途中でやめることに帰着できる。また関数の再帰的な適応は、会話の進行と考えることができる。もっとも、この相互学習状況を正しく表すには、関数マップの結合系を使う必要がある。

5 発展

以上のように、言語のモデル、文法のモデルと言われるものを考えて行くと、関数マップがその本質的な部分、変化し続ける規則、開かれたルールというのを表現できる、という期待がある。その反面、関数マップにどのくらい非自明な振る舞いがみえているか、それが分からないのも現状である。

例えば最近の脳科学においては、自他のエージェンシーや所有性の認識、ミラーニューロンにみる行為の知覚と生成、感覚質や意識、そうしたことが知覚や行為を説明する基本的な概念装置になりつつある。そこで問題となるのが「私性(プライベート)」の起源である。言語というのは、公共性(パブリック)を持つものであると同時に私的なものでもある。一見パブリックに見える文法も、その規則が揺らぎうるのはそれがプライベートなものにつながっているから、と考えることもできる。

そのむすびつきの契機として「自分の体がみえる、あるいは自分の体に触れる。」ということがあげられる。鳥瞰図的な視点からは、文法が揺らぐ根拠はみえてこない。揺らぐのはその記述の中に自分が含まれる場合である。通常、自分の体の一部が見えたとそれを参照点にして、知覚の安定性が獲得できると考える。しかし、「自分が見える/触れる」ことは安定化ばかりではない。自分が見えるということに関数マップに考慮すると、それは自分に自分を適応する $f \circ f$ という形に対応する。このときには ϵ はズラしではなくて、プライベートとパブリックの混ざる割合といったものになる。

関数マップの場合には解釈の違いでしかない問題が、ピークルモデルの方では大きな違いがある。たとえば、ピークルにおいて能動的に知覚する場合と受動的に知覚する場合の違いはなにか、ボディーイメージの生成は実際の入力といかにバランスするか (Iizuka and Ikegami, in preparation)、と言った問題があらたに生じてくる。能動性やボディーイメージは知覚のプライベートなものに、受動性や外からの入力はパブリックなものに対応する。だから能動性と受動性の違いを論じることは、単に解釈問題ではなくて、言語を行為にむすびつけて考えてモデルを構成する上で鍵となる。

さらに「自分の体に触る/見える(相互作用する)」という問題は、自分が存在させられているフレームの一部と相互作用することであり、その問題を扱うには、関数マップをより一般的な形で作り直す必要がある。(例えばそのひとつの方向として Nakajima and Ikegami 2007 を参照。)

Acknowledgments

ここに紹介したピークルモデルの研究に関しては、飯塚博幸さん、森本元太郎さん、途中でやめる相互学習の会話モデルに関しては、猪狩一郎さん、認知言語の全般的な議論に関し、宇野良子さん、に感謝します。以上の研究はおもに 21 世紀 COE プロジェクト「融合科学創成ステーション」(代表: 浅島誠、H14-18) から援助を受けて行ったものです。

参考文献

- [1] Igari, I and Ikegami, T., Simulating Discourse Dynamics with Coupled Dynamical Recognizers, BioSystems (submitted).
- [2] Ikegami, T and Zlatev, J. From pre-representational cognition to language, In Body, Language and Mind, vol. 2. Zlatev, Jordan; Ziemke, Tom; Frank, Roz; Dirven, Ren (eds.). Berlin: Mouton de Gruyter, 2007. pp.241-283.

- [3] Ikegami, T., Morimoto, G. Chaotic Itinerancy in Coupled Dynamical Recognizers, CHAOS 13 (2003) 1133-1147.
- [4] Iizuka, H. and Ikegami, T., Simulated autonomous coupling in discrimination of light frequencies, Connection Science, 17 (2004) pp.283-299.
- [5] Iizuka, H. and Ikegami, T., Afferent/Efferent Network (in preparation).
- [6] Kataoka, N and Kaneko, K., "Functional Dynamics for Natural Languages", BioSystems 57 (2000) pp.1-11.
- [7] Kataoka, N and Kaneko, K., "Functional dynamics. II" , Physica D 149 (2001) p. 225-250.
- [8] 北九州市立大学国際環境工学部情報メディア工学科上村研究室 日本語コーパスデータベースより、国際基督教大学のインタビュー実験データ（1996年7月収録）C.I.(F)のコーパス
- [9] Lakoff, G. "Fire, Woman and Dangerous Things Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind ", University of Chicago Press, 1990.
- [10] Langacker, Ronald W. 2000. " A Dynamic Usage-Based Model. " Usage-based models of language. Michael Barlow and Suzanne Kemmer (ed.) Stanford, Calif. : CSLI Publications, Center for the Study of Language and Information.
- [11] Morimoto, G. and Ikegami, T., " Evolution of Plastic Sensory-motor Coupling and Dynamic Categorization "in Artificial Life IX (eds. J.Pollack et al., MIT press, 2004) pp.188-193.
- [12] Nakajima, K., Shinkai, S. and Ikegami, T. : Formal Model of Embodiment on Abstract Systems: From Hierarchy to Heterarchy. In Advances in Artificial Life (Springer, 2007) pp.1110-1119.
- [13] O'Regan, K and Noe A 2001. A sensorimotor account of vision and visual consciousness. Behavioral and Brain Sciences 24 24(5): 883-917.
- [14] Pfeifer, R and Scheiera, C., *Understanding Intelligence*, 2001, Bradford Books; New Ed.

ロボットの行為の概念化学習の使用基盤モデル 対象と操作の組み合わせ的理解の創発

杉田 祐也* 谷 淳

1 はじめに

融通の利かない丸暗記的な理解が、学習を通じて組み合わせ的に利用可能な体系的な理解へと至る時、その背後ではどのような心的メカニズムがはたらいているのであろうか？ Skinner (1957) は言語行動 (verbal behavior) の理論のなかで、再利用可能な小さなユニットは直接に獲得されるのではなく、それを一部に含んだ大きなユニットの獲得の副産物であると論じた。その根拠として、我々が日常生活で遭遇する刺激とそれに対する反応は共に複合的であり、再利用可能な最小ユニットが単独で現れることがほとんどないことを指摘している。また、Tomasello (2003) は乳児が語や節などの再利用可能なユニットを利用できるようになる前に、文をコミュニケーションの文脈において正しく運用できるという現象を報告している。たとえば、再利用可能な語である”let” や”me” や”see” を獲得する前に、乳児は”lemme-see” という不可分な一語文 (holophrase) を適切に使用できる事例が知られている。

ところが、この部分の獲得に先立つ全体の使用というアイデアを、学習の計算モデル上で実装することは難しい。最大の問題は汎化パフォーマンスの遷移の実現方法である。先述の Tomasello の使用基盤理論では、全体として不可分であると理解していた概念を、要素の組み合わせとして表現し直すこととしてこの遷移を捉えている。つまり、各発達段階を特徴づけるパフォーマンス上の性質を、新たな内的表象の抽象化レパートリーの獲得に還元する。たとえば、幼児が過去に聞いた文”where’s-the-car?” をそのまま用いている場合、構造を持たないアトミックな内部表象を持つと解釈する。その後、”car” 以外の複数の対象について”where’s-the X?” の形を持つ未経験の文の使用が観察されると、*where’s-the(X)* という引数構造をもった構文 (construction) が内部表現のレパートリーに追加されたと説明する。このような説明手法は各段階の汎化能力の性質を詳細に記述するという点では有効であるが、遷移に伴う心的プロセスを捉えることができない。つまり、パフォーマンスの非連続的变化を内的メカニズムの非連続的变化に置き換えただけで、依然として説明されない過程が残る。したがって、遷移の背後の心的プロセスの計算モデルによる実現には、この理論の単純な実装以上のことが求められる。

本研究はこの困難の原因が要素ユニットを明示的に表象したことにあると分析し、使用基盤シナリオの記号的表象に頼らない新しい解釈とそれに基づいた計算モデルを提案する。このモデルを用いた学習実験で記号と規則の同時的な生成のダイナミクスを示し、一語文期から単純な構文 (construction) の獲得に至る遷移を実装するひとつの可能な連続的過程について議論したい。そのためにはアプリアリな表象の合成性 (compositionality) を放棄しなければならない。

* 理化学研究所 脳科学総合研究センター 動的認知行動研究チーム 連絡先: sugita@bdc.brain.riken.go.jp

各要素と合成規則の相互依存性

ある文や概念の意味が合成的であるとは、その意味を部品として含まれる要素の意味とそれらを組み合わせる合成規則に還元できることを意味する。この仮定は広く受け入れられており、古典的な形式的意味表現だけでなく、使用基盤理論の意味表現においても、人間が示す言語や概念の組み合わせ的汎化能力の説明に用いられている。つまり、既知の要素と規則を用いて合成可能であれば、未経験の概念でも理解・使用できると考える。これは疑いようがなく正しいように思われる。しかし、全体概念を要素へ明示的に分解することが、使用基盤的シナリオに沿った概念獲得の計算モデルの実現を妨げている。

要素同士、あるいは、要素と合成規則は相互依存的である。要素はそれがどのように合成されるか、あるいは、合成された結果の複合的概念中において果たす役割 (Markman & Stilwell, 2001 を参照) によって特徴づけられるからである。具体的に説明するために、ターゲット (例えば「青い物体」) とそれに対する操作 (例えば「へ向かう」) によって規定される行為群を表象するための系を考えよう。この場合、各行為はターゲットと操作のペアとして表象できる。注意すべきは、ターゲットと操作は互いの役割を規定しあっており、どちらか一方だけを単独で定義することはできないことである。ターゲットは操作のターゲットであり、操作はターゲットへの操作である。したがって、要素の決定には合成されるべき全体を考慮する必要がある。言い換えると、要素と合成規則は役割というインターフェースによって分離されているように見えるだけで実際には不可分である。

要素が明示的に表象される場合、計算モデルは要素と合成規則を例から明示的に学習する必要があるため、それらの実世界中での対応物を明らかにする必要がある。しかし、各要素と合成規則は実世界中の物体やイベントにおいても相互に強く依存しているので抽出は難しい。特に合成規則は抽象的なもので、教示例を得ることが困難である。行為を学習する場合には、合成規則は要素概念の共生起確率についての制約だけでなく、各要素概念を組み合わせることで実際に行為を生成する手順を含んでいなければならない。行為そのものの例を具体的に与えることが容易にできるにも関わらず、それに含まれているはずの合成規則を例から取り出すことができないのは、明示的な表象を用いるアプローチに本質的な問題があることを示唆する。実際、明示的な要素の表象の利用する組み合わせ的概念の学習モデル (Roy, 2002; Iwahashi, 2006; Cangelosi & Riga, 2006) では、設計者が合成規則を予め定義することでこの困難を避けている。そのようなアプローチでは、用法基盤理論が描く汎化性能の遷移の背後のプロセスを捉えることはできない。

規則的關係への転換

この困難を回避するために、我々は明示的な要素への分解を伴わずに組み合わせ的汎化を説明する表現体系を考案した。要素が明示的に存在しなければ、それを組み合わせるための合成規則も必要ない。その代わりに、このアプローチでは全体概念間の規則的關係に注目する。全体概念を n 次元ベクトル空間として実現された概念空間中に点として埋め込み、それらの關係を幾何学的配置として表現する。たとえば、2つの操作と3つのターゲットから成る6つの行為を表象する系は、図1のような3次元空間における三角柱状の規則的配置として表す。まず、三角柱の底面である2つの合同な三角形は、対象に関して合同な配置をとっている。同様に、軸と平行な3つの同じ長さの辺も、操作に関して合同である。このような配置の規則性を利用した未知の行為に対応する点の

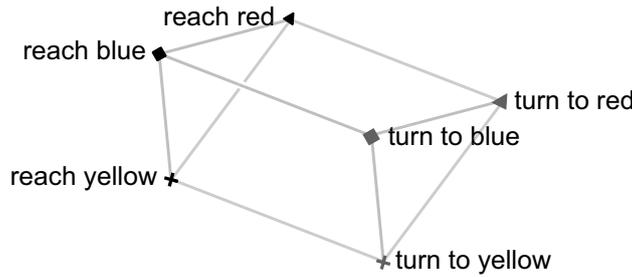


図1 規則的な幾何学的構造を用いた functionally compositional な概念系の説明

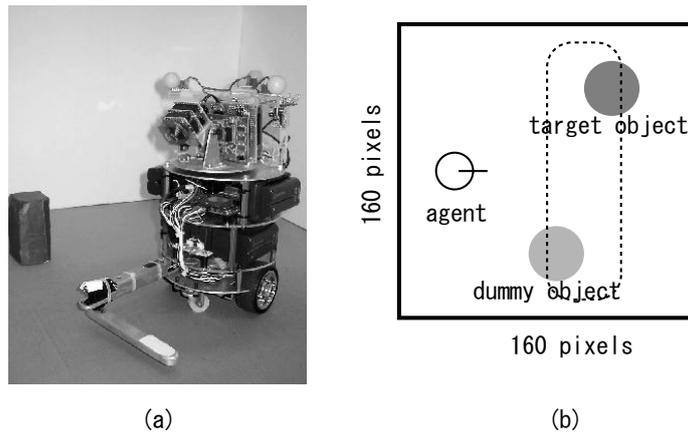


図2 (a)車輪で走行する移動ロボットを模したエージェントを用い、(b) ターゲットとなる物体とダミーの物体が置かれた縦横 160 ピクセルの環境で行動実験を行った。ダミーは配置されない場合もある。エージェントは半径 12 ピクセルの円柱形で腕はない。(20,80) の位置から右 (0° の方向) を向いた状態から動作を始める。各物体は半径 13 ピクセルの円柱、中心が破線の領域 ((80,12) から (120,148) を対角線とする長方形内) に入るように配置した。

位置の推定として、汎化を説明することができる。たとえば、「黄へ向かう」が未学習で対応する点の位置が不明だとしても、「黄へ振向く」と同じ辺上の「青へ向かう」と同じ底面側の点として推定できる。さらに重要なことは、この汎化を支える幾何学的規則的配置の獲得は、学習に伴う各点の連続的な移動によって説明できることである。要素の代わりに関係の規則性の抽出をするこの立場では、汎化の前後で全体的概念の表象を非連続に変化させる必要がない。また、ターゲットと操作が構造の規則性として同時に獲得されることが系の性質として保証されているので、要素間の依存性も適切に捉えられている。

では、このような幾何学的構造をどのように構成したらよいのだろうか? 例の学習を通じて規則的構造を自己組織化できなければ、これまでの議論は単なる比喩的説明にすぎない。以降では、これを実現する計算モデルとそれを用いた実験結果について述べる。2章では実験設定と計算モデルについて述べる。実験タスクは基本的に先ほどのシナリオの拡大版である。3章では実験結果について述べ、教示する行為の分布に依存して汎化のパターンが変化することを示す。4章で実験結果を解析し、5章で議論を行いまとめる。

2 実験設定

移動ロボット (図 2(a)) を模した仮想エージェントを用い、組み合わせ的な構造をもつ行為セットの学習のシミュレーション実験を行った。このエージェントは、センサとして視野 120 度のカラーカメラを、アクチュエータとして 2 つの車輪を駆動するモータを持ち、図 2(b) のような複数の色つき物体が存在する環境で行動する。エージェントに与えられるタスクは、指令に応じて毎回ランダムな位置にあるターゲットに対し正しい操作を実行することである。ターゲットは 6 種類の色付き物体 (blue, cyan, green, yellow, orange, magenta) から選ばれる。ターゲット以外の物体からダミーをひとつ選び、環境中に置く場合もある。エージェントは各物体に対し同じ 6 種類の操作をするように求められるので、計 36 種類のゴールを達成する行為を学習しなければならない。操作は、ターゲットの物体に向かって進み停止する (reach)、初期位置にとどまったままターゲットの物体の方向へ振り向く (turnto) と、4 種類のオフセット付き振り向きである。オフセット付き振り向きは、物体の中心から一定の視野角 (右へ 18 度 (+18)、左へ 18 度 (-18)、右へ 30 度 (+30)、左へ 30 度 (-30)) ずれた方向へ振り向く動作である。以降、行為を「操作-対象 (-オフセット)」の並びで表記する。

エージェントは、まず、カメラから受け取った画像を 9 つの縦割りの領域に分割し、それぞれ領域の色つき領域の面積比と色相の情報を抜き出す。色表現は、赤、黄、緑、青をそれぞれ $\theta = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ とした場合の色環上の座標 $(\cos \theta, \sin \theta)$ である。この $27 (= 9 \times 3)$ 次元のセンサ情報をニューラルネットワークの入力に与え、得られた出力で車輪の速度を決定する。この出力表現は、平均がモータ値、分散が 0.25^2 のガウス分布 $f(x)$ の $[f(0), f(0.25), f(0.5), f(0.75), f(1.0)]$ の 5 次元ベクトルである。

ニューラルネットワークの構造は、図 3 に示すように基本的にはフィードフォワードネットワークであるが、2 つ変則的な特徴を持つ。まず、入力層にある 12 個のパラメタバイアスノード (pb) はそれぞれ自己ループを持ち、外部から与えられた値を保持し続ける (Tani, Ito, & Sugita, 2004)。本実験では、エージェントの行動開始時に値を設定し、その行為が終了するまで値を変更しない。この仕組みを用い、ネットワークの結合重みを変更せずにその振舞いを変調することができるので、1 つのネットワークに複数の行為を埋め込むことができる。言い換えると、ネットワークは pb 値と行為のマッピングを実現する。さらに、視覚内部表現ノードからモータ出力ノードへの結合が 2 次ネットワーク (second-order network) である (Pollack, 1991)。つまり、図 3 の net ノードの出力値をこの結合の重みとして用いる。全体として見ると、各行為をエンコードしている pb 値を 2 次ネットワークの結合重みに変換し、この結合重みを実現する関数が視覚情報をモータ値に変換する。

実験は教示用データの生成、エージェントの学習、汎化性能の評価の 3 つのフェーズから成る。教示用データは教示に先立ってオフラインに生成した。教示者がエージェントを操作し、目的の行為を実行した際のセンサモータ情報の時系列を記録しておき、次の学習フェーズで利用する。学習エラーが十分に下がったことを確認した後に、エージェントが示す汎化性能の評価を行う。エージェントは未経験の環境において、未教示の行為の実行を求められる。以降では、それぞれのフェーズの詳細を説明する。

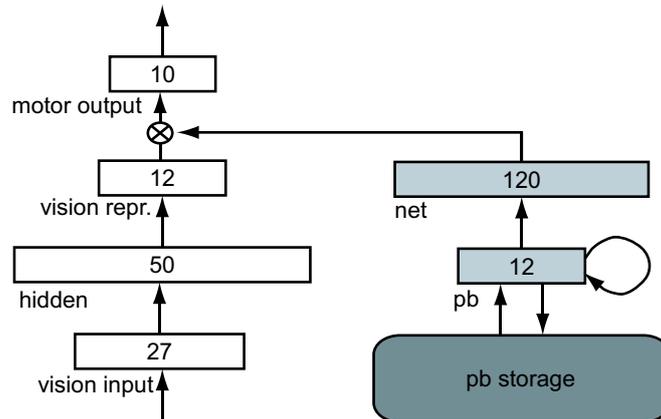


図3 各層を長方形で表した。数字はノードの数。灰色の層は白い層と時定数が異なり、1つの行為を生成している間、値が変化しない。pb storage には各行為をコードする pb 値が永続的に保存されている。

2.1 タスク設定・教示用データの生成

36種類の各行為ごとに、120通りの異なる環境で教示用データを生成した。内訳はターゲットだけが存在する環境で20通り、ターゲットとそれ以外の5種類の物体の1つが存在する環境でそれぞれ20通りである。物体を図2(b)に示した範囲でランダムに配置した。ただし、2つの物体を配置した場合には、ロボットの初期位置において一方の物体が他方によって完全に遮蔽されてしまう場合を除外した。

教示用データを作成するためのエージェントの行動生成は、手書きのプログラムで行った。これらのプログラムは指定のターゲットの位置をセンサ情報から抽出し、車輪の回転速度の指令値を計算する。ここで、アルゴリズム的に容易に記述できることをネットワークにわざわざ学習させることにどのような意味があるのだろうか、という疑問が浮かぶかもしれない。実は、本研究の目的は行為間の関係の性質の学習であり、個々の行為の学習は必要条件でしかない。エージェントの行為は「操作(ターゲット, オフセット)」という項構造を用いて表現できる。実際、振り向き行為の教示プログラムはターゲットとオフセットを引数として取る1つの関数として実装した。この行動の組み合わせの性質を例から再構成することによって未学習の行動を汎化的に生成できるか、また、それはどのような非記号的なメカニズムによって実現できるのか、次節以降で明らかにしていく。

2.2 エージェントによる学習

このフェーズでは、先ほど述べた教示用データの一部を用いバッチ学習を行う。学習によって最適化するパラメタは2種類ある。1つは従来と同様に結合重みであり、もう1つは各行為ごとの pb 値 $pb_{\text{reach-blue}}$, $pb_{\text{reach-cyan}}$, \dots , $pb_{\text{turnto-magenta-30}}$ である。これらの pb 値はネットワークとは別に保持しておく。

学習の開始時に、結合重みをランダムに、すべての pb 値を零ベクトルに初期化した。これらのパラメタを繰り返し計算によって最適化した。今回の実験では、学習終了までに30000回の繰り返し計算を行った。各回で、すべての学習すべきデータに対し次の手順を適用した。

1. 行為 X の教示データを学習する際に、対応する pb 値 pb_X を pb ノードに渡す。

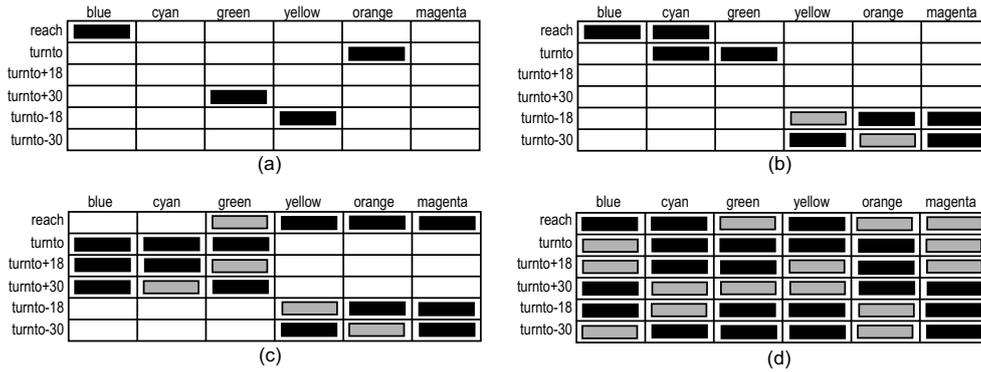


図4 教示した行為を黒で、汎化的に獲得できた未教示の行為を灰色で示す。(a),(b),(c),(d)はそれぞれ実験1,2,3,4についての学習条件と結果である。

2. この教示データについて通時的逆伝搬法 (Back-Propagation through Time, BPTT) を1回適用し、結合重みと pb ノードの値を更新する。
3. pb ノードの値を新たな pb_x として保存する。結合重みは引き続き使用する。

この学習法によって、全ての教示された行為に共通の特徴が結合重みに、各行為に固有の特徴が各 pb 値に埋め込まれる。実験結果の解析では、pb 値が張る空間である pb 空間に自己組織化された構造に注目して、獲得された行動の内部表現の性質について議論する。

2.3 汎化性能の評価

汎化性能は2つの尺度で評価した。1つは未知の環境への適応、もう1つは未学習の行為の生成能力である。

教示された行為の未知の環境での生成能力の評価によって、学習で得た pb 値が何をコードしているのかを明らかにする。単に教示データを丸暗記的にコードしているのであれば、未経験の環境でのゴール達成ができないであろう。このテストのために、各行為について、280の異なるテスト用の環境を使用した。各環境にはターゲットの物体とそれ以外の物体1つが配置されている。これらの環境のもとで、学習によって得られた pb 値をネットワークに与えたエージェントを動作させ、行為の成功率を得た。成功率8割以上を学習成功とみなした。

一方、未教示の行為の生成能力のテストには、その行為に対応する pb 値を求める必要がある。本実験では、学習後のネットワークに未学習行為の教示データを認識させて pb 値を求めた。認識とは、結合重みを固定したネットワークが与えられたデータをもっともよく再現する pb 値を求める最適化計算である。具体的な計算手法は、結合重みを更新しない点を除き学習と同じである。この計算は学習に比べ100倍のオーダーで高速に収束した。未教示の行為についても、教示した行為と同様の方法で、環境に依存しない行為の概念の獲得を評価した。成功率8割以上を行為の汎化的獲得とみなした。

3 実験結果

教示する行為のセットを変えて4つの実験を行った。それぞれの場合で観察できた行為の組み合わせ的汎化について述べる。

実験 1: 丸暗記

まず、図 4(a) の 4 つの行為だけから成る非常に疎な教示データを用いた学習実験を行った。エージェントはこれらの行為の学習に成功し、未経験の環境においても適切にゴールを達成することができた。(他の全ての実験で、全ての教示した行為を問題なく学習できたので、以降この点については特に述べない。)

しかし、未教示の行為を生成することはできなかった。認識プロセスによって得た pb 値を用いても、エージェントは非常に不安定な動作を示し、ゴールを達成することはほとんどできなかった。このことから、エージェントはそれぞれの行為をひとかたまりとして保持し、操作やターゲットといった部分概念の再利用が一切できないと結論できる。言い換えると、各行為はネットワーク中でほぼ互いに独立に獲得され、いわば、丸暗記に近い状況になっている。

実験 2: 部分的なスキーマ / 項構造

教示する行為を図 4(b) の 8 種類に増加すると、未教示の行為である `turnto-yellow-18` と `turnto-orange-30` を 8 割以上の成功率で生成できるようになった。直感的には、教示データに含まれている行為から取り出された `turnto-18`, `turnto-30`, `yellow`, `orange`, `magenta` の各要素を新しい方法で組み合わせることで、これらの未教示行為が達成できたと説明できる。一方で、`reach-green` や `turnto-blue` の汎化生成には失敗したので、`reach` などの要素概念は獲得できなかったと考えられる。したがって、獲得できたスキーマは一部の操作と対象に依存した限定的なものである。

実験 3: 2 つの独立したスキーマ / カテゴリ化

さらに教示する行為を図 4(c) の 14 種類に増加すると、実験 2 で得られたようなスキーマが 2 つ得られた。一方は $\{\text{turnto}, \text{turnto}+18, \text{turnto}+30\} \times \{\text{blue}, \text{cyan}, \text{green}\}$ 、もう一方は $\{\text{reach}, \text{turnto-18}, \text{turnto-30}\} \times \{\text{yellow}, \text{orange}, \text{magenta}\}$ である。前者の操作要素 (例: `turnto`) を後者の対象要素 (例: `yellow`) と組み合わせることができないという点で、これら 2 つのスキーマは独立している。このことは、「イチゴを食べる」と「自動車を運転する」の 2 つの文はそれぞれ理解可能であるが「イチゴを運転する」が理解不能であるという状況に似ている。イチゴは食べもののカテゴリには属するが、運転されるもののカテゴリには属していない。このように、自己組織化的に獲得した要素概念について、他の概念との結び付き方に基づいたカテゴリ化ができた。これを利用して、行為に基づいた物体のカテゴリ化 (Takamuku, Takahashi, & Asada, 2006) が実現できるであろう。

実験 4: 操作 (ターゲット, オフセット)

教示する行動を図 4(d) の 21 種類で学習した結果、全ての可能な行為を汎化的に獲得できた。この結果と整合的な要素概念セットは一意には決まらず、少なくとも 2 つの場合が考えられる。ひとつは、6 種類の操作が特に構造的な関係を持たずに存在する場合、もうひとつは、5 種類の `turnto` 系の操作が `turnto` × {0, +18, -18, +30, -30} という構造を持ち、それとやや独立に `reach` が存在する場合である。この 2 つの差を明らかにするもっとも簡単な方法は、エージェントが未知のオフセットに対して `turnto` 操作を実行できるかテストすることである。結果、オフセットが -30 から 30 の間のいくつかの未経験の値について行為を生成できたので、後者の「操作 (ターゲット, オフセット)」型の概念システムが獲得できたといえる。

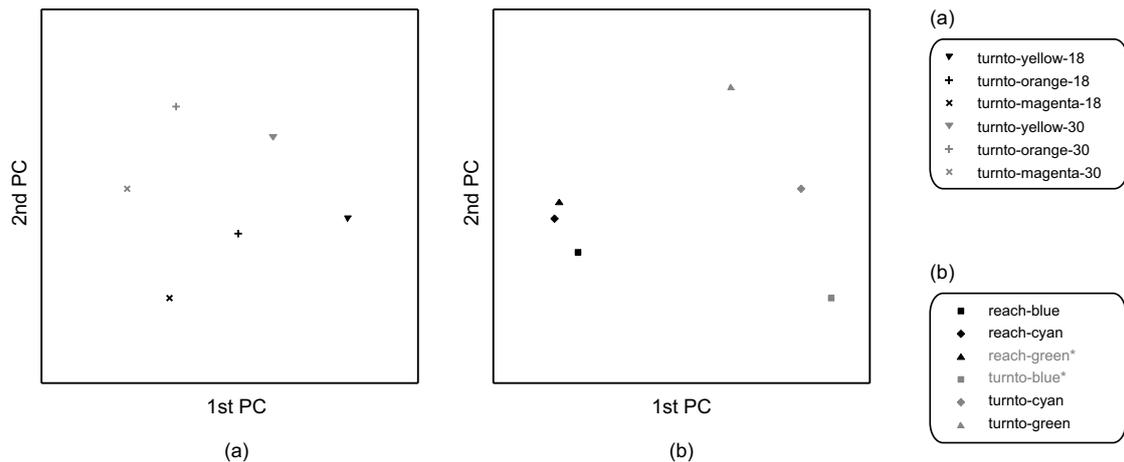


図5 実験2でネットワークがpb空間に自己組織化した構造。組み合わせ的汎化ができた部分(a)とできなかった部分(b)がひとつの概念空間の中に共存している。

4 分析

ようやく第1章で述べた概念の幾何学的構造について考察するときがきた。学習を通じて自己組織化したパラメタバイアスベクトルが成す配置を観察し、組み合わせ的汎化の非記号的なメカニズムを明らかにする。

実験2で得られた限られた操作と対象の組み換えによる未教示の行動生成の背後には、図5(a)に示す概念空間の構造を発見できる。教示した行為については学習時に得たパラメタバイアスを、未教示の行為については認識で得たパラメタバイアスを表示した。パラメタバイアスベクトルは12次元であるので、系に含まれる6つの行為のベクトルに対し主成分解析を用いて2次元に射影した。第2主成分までの累積寄与率は0.79である。第3以降の主成分に不規則な配置が見られるので完全ではないが、図1と類似の規則的な構造を発見できた。2つの操作turnto-18とturnto-30を対象との関係において同一視できることが、それぞれを含む行為の成す2つの三角形がほぼ合同であることによって裏付けられる。一方で、{reach, turnto} × {blue, cyan, green}の系は、教示した行為の密度が同じにもかかわらず獲得できなかった。このことは、図5(b)に示したこの部分の概念空間のプロットには規則性がみられないことと整合的である。

実験3で自己組織化した概念空間には、実験2の場合と同様の範囲の限られた規則的な構造を2つ発見することができる。これら2つの系は互いに異なる部分空間を占めており、それぞれの系の対象や操作に互換性がないことと整合的である。実験2と実験3の結果を同じモデルで実現することは、役割があらかじめ定義されている場合には不可能である。したがって、この実験結果は、役割を全体的概念の関係性から自己組織的に獲得できたことの直接的な証明になっている。

実験4の概念空間には、行為全てに渡って規則的な構造を発見できた。図6(a)は行為のターゲットの情報をもっとも良く観察できる平面への射影である。ターゲットごとに全操作について平均して得たpb値に主成分解析(PCA)を適用して射影面を決定した。もし操作とターゲットの情報が独立な内部表現を持っているのであれば、操作の情報を打ち消すことができる。実際、未教示の行為も含めて、ターゲットごとのクラスタを発見できた。ターゲットについての第2主成分までの累積寄与率は0.98以上なので、この操作と対象の独立性の仮定は妥当である。クラスタの並びに着目

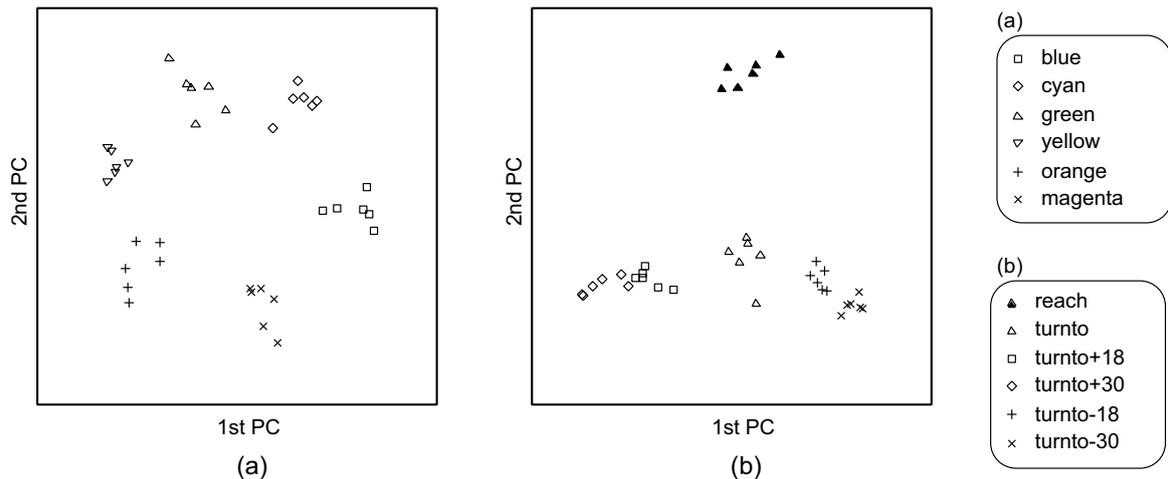


図6 実験4でネットワークがpb空間に自己組織化した構造。ターゲットをコードする部分空間 (a) と操作をコードする部分空間 (b) をそれぞれ発見できた。

すると、視覚入力の色表現に用いた色相環の連続性が再現されている。エージェントがこの連続性を理解していることは、2つの実験結果から確かめることができる。まず、2つの似た色の物体が置かれた状況では、エージェントが対象とするべき物体を間違える確率が高くなった。また、正しい対象が存在しない場合に、エージェントは環境中にある似ている色の物体を操作の対象とした。つまり、色の汎化がパフォーマンスとして観察できた。同様の方法で得た行為の操作についてのプロットにも、操作ごとのクラスタを発見できた(図6(b))。操作についての第2主成分までの累積寄与率も0.86以上である。第1主成分(X軸)にオフセットについての連続軸、第2主成分(Y軸)にturntoとreachの差の情報を発見できる。また、図示していない第3主成分(寄与率0.12)にもオフセットの絶対値に関する連続軸を発見でき、ターゲットに依存しない操作の表現が得られている。さらに、全ての行為についてターゲットと操作の各成分ベクトルの成す角は83度以上であり、ほぼ直交している。したがって、行動レベルの実験結果から推定した「操作(対象, オフセット)」型の項構造を裏付ける内的構造を発見できた。

5 考察とまとめ

これらのことから、次の3つの対応関係を考えることで、pb空間中の行為の表現が合成性に基づいた記号表現と同型の構造を持つことが分かる。

1. 各ターゲット要素を表す記号 ↔ ターゲット空間の各クラスタの重心のベクトル
2. 各操作要素を表す記号 ↔ 操作空間の各クラスタの重心ベクトル
3. ターゲットと操作から行為を合成する記号演算 ↔ 対象ベクトルと要素ベクトルの和

このように、概念空間の適切な部分空間を観測することで、記号表現を持たないはずのモデル中に記号的な実体を発見することができた。それらの体系に組み込まれた「記号」は、(1)合成規則での役割と(2)同じ役割をもつ他の記号との関係との2つの観点から適切に特徴づけられていることが確認できた。

ターゲット操作は互いに独立な部分空間中に存在するが、それらは行為を合成するという点で相互依存的である。言い換えると、記号体系の中での役割を規定する基盤があってはじめて、独立で

あるかのように振る舞うことができる。この見かけ上の要素の独立性を記号によって表現したことが第1章で述べた様々な問題の原因である。我々は普段、記号は他の記号とは独立に実世界中の対象と結び付いていると考えている。ところが、記号システム全体とそれが表象している系とのコヒーレンシーを保つためには、記号と対象の結び付きを考えるだけでは十分でないことが示された。記号接地問題 (Harnad, 1990) は、合成規則と役割を含めた記号系の接地問題として捉え直されるべきである。

まとめると、コネクショニストモデルのアーキテクチャ、教示例、教示例のカテゴリ情報の3つから、機能的に合成的な概念系を構成することができた。コネクショニストモデルには、特定の要素概念に特化された構造を含まない。カテゴリ情報が与えるのは2つの異なるセンサ-モータ対が同じカテゴリに属するか否かだけであり、カテゴリ間に関する知識を一切含んでいない。パフォーマンスの遷移を直接的に実現しなかったが、要素概念についての明示的な仮定なしにそれらが創発すること、また、教示データのパターンによって異なるタイプの要素が得られることが観察できた。今後の課題は、インクリメンタルな学習に伴った概念空間の動的な変化を実現することである。連続的な概念空間の変化が引き起こす汎化パターンの遷移をモデル中で直接的に観察したい。また、Sugita and Tani (2005) と同様の手法で文と行為の対応の汎化実験を行うつもりである。

参考文献

- Cangelosi, A., & Riga, T. (2006). An embodied model for sensorimotor grounding and grounding transfer: Experiments with epigenetic robots. *Cognitive Science*, 30(4), 673-689.
- Harnad, S. (1990). The symbol grounding problem. *Physica D*, 42, 335-346.
- Iwahashi, N. (2006). Robots That Learn Language: Developmental Approach to Human-Machine Conversations. In P. Vogt, Y. Sugita, E. Tuci, & C. Nehaniv (Eds.), *Symbol Grounding and Beyond* (pp. 143-167). Springer-Verlag.
- Markman, A., & Stilwell, C. (2001). Role-governed categories. *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence*, 13(4), 329-358.
- Pollack, J. (1991). The induction of dynamical recognizers. *Machine Learning*, 7, 227-252.
- Roy, D. (2002). Learning visually grounded words and syntax for a scene description task. *Computer Speech and Language*, 16, 353-385.
- Skinner, B. (1957). *VERBAL BEHAVIOR*. B.F. Skinner Foundation.
- Sugita, Y., & Tani, J. (2005). Learning semantic combinatoriality from the interaction between linguistic and behavioral processes. *Adaptive Behavior*, 13(1), 33-52.
- Takamuku, S., Takahashi, Y., & Asada, M. (2006). Lexicon acquisition based on object-oriented behavior learning. *Advanced Robotics*, 20(10), 1127-1145.
- Tani, J., Ito, M., & Sugita, Y. (2004). Self-organization of distributedly represented multiple behavior schemata in a mirror system: reviews of robot experiments using RNNPB. *Neural Networks*, 17, 1273-1289.
- Tomasello, M. (2003). *Constructing a Language: A Usage-Based Theory of Language Acquisition*. Harvard University Press.

喚体的名詞一語文をめぐって —人と物と流れる時と—

仁 科 明

静岡県立大学

nishina@u-shizuoka-ken.ac.jp

1.はじめに

1.1.喚体的名詞一語文とは

名詞一語文のうち、「喚体的」とされるものについて考えたい。ここで、名詞一語文とは、活用するコピー要素「だ」などを伴わない名詞止め文の一種であり、単一の名詞（句）からなるものを指すが、さまざまなタイプが存在する。

- 1) (目に飛び込んできた花を見て) 桜!
- 2) (暑さと喉の渇きに耐えかねて) 水!
- 3) (食べたいのは?と問われて) 焼肉。
- 4) (現れた動物に対して納得しつつ) ネコ。
- 5) (偉そうな態度に納得するような文脈で) 委員長。

このうち、1),2)のタイプが喚体的名詞一語文と呼ばれる。これらは、先行する前提なしで理解が可能（ただし文脈は必要）であって、何らかの省略によって生じたものと考えられる点、そして、発話された語形とその配列には還元できない情意的意味（1では眼前の事物への驚きや感動、2では希望）までが表出される点で特異であるとされてきた。

1.2.議論の構成と内容

以下では、次のように議論を進める。

まず、第2節では、先行研究の喚体（的名詞一語文）への理解を再整理し、そこで残された問題を、A) 述語を欠いた文が意味をなすとはどういうことか、B) 喚体と情意的意味との関わり（意味分化のあり方）はどのようなものか、C) 喚体と述体の関係のありかたをどう理解すべきか、の三つにまとめる。

つづく、第3節から第5節は、まとめられた3つの問題それぞれについて、見通しを与えることに割かれる。第3節では、問題Bをめぐって、感動と希望以外の喚体の存在の可能性を指摘しつつ、その意味分化のあり方を考察し、それを踏まえて、第4節では、喚体的名詞一語文の喚体的名詞一語文たる所以を、第一義的には事物の表現（モノ表現）であるものが、事態に対する話手の判断の表現（コト表現）に転化する、その転換のあり方に求める。一方、第5節では、喚体的名詞一語文のモノ表現としての側面を焦点化し、そこから、主語との関連の問題や、主-述構文への展開といった問題についての見通しを得ようとする。

また、喚体的名詞一語文については、近年、共同注意との関連が指摘されるようになってきている。最後の第6節では、この問題について本稿の立場を述べる。

喚体的名詞一語文を名詞一語文全般の中に解消しようとする議論がある。必ずしも間違った方向ではなからうけれども、その前に、「喚体」概念のポテンシャルを探索しておく必要があるのではないか。そうした探索に対して、これまでの展開で積み残された問題と、近年の展開から生ずる問題という両面から、いわば挟み撃ちの検討を行うことで、ささやかな貢献ができればと考える。

2.研究史から垣間見える問題点

2.1.喚体の喚体たる所以

喚体は、もともと山田孝雄の用語である（山田(1936)など）。通常、典型的な文ととらえられるのは、様々な要素が述語によって統括される文（述体）であるが、喚体は述語を欠くにもかかわらず、意味が通る。述語の働きは、①「内容の一部を示す」、②「内容を統括する」、③「話手と内容の間の関係を示す」の三つに整理できる¹。述語を欠くために、①がなされていないように見え、②③もなされない文が、なぜ、文として理解され得るのだろうか。この議論を承けた森重(1965)や川端(1966)などが、喚体が表すのは、モノ（事物）ならぬコト（事態）なのだ、というのも似たような問題意識の表明であろう。日本語文法研究史における喚体への注目は、まずはそのような問題意識からのものだったということが出来る。喚体的名詞一語文の成り立ちの特殊性については、現在も解明されたとは言えない。

2.2.喚体の二種

上のようにして見出された喚体は、表される情意により、二つに下位分類される（山田(1936)など）。表される情意は、1)、2)に対応して感動と希望であり、それらを表すものが、それぞれ感動喚体と希望喚体と呼ばれる。次の6)を見よう。希望の例では、「老いず死なずの薬（不老不死の薬）」への希望が、感動の例では「うるはしき花（美しい花）」「妻恋ひすなる声（妻を求めて鳴いている声）」への驚きや感動が、それぞれ表現されていることが確認できる。

6)感動と希望（山田(1936)）

	意義	構成上の 必要条件	実例
希望喚体	希望	中心たる体言と 希望終助詞	・老いず死なずの薬もが など
感動喚体	感動	中心たる体言と 連体格	・うるわしき花かな ・つまごひすなるこゑの悲しさ など

これらはいずれも、体言すなわち名詞（あるいは終助詞つきの名詞）によってまとまっている²。このことから、喚体の文は名詞を基幹とすると考えられ、感動と希望との共通性は、述語で言い切らないこと、感情的な表現であることの二つであるとされることになった。

さて、だが、喚体で、何故に感動と希望が表されるのだろうか。この疑問に答えようとする議論は多くない。その数少ない例外が、尾上(1986)、尾上(1998)などの一連の議論である。まず、尾上(1986)は喚体を次のように再定義する。

7)喚体的表現に関する3要件（尾上(1986)p.576）

- (1)その表現はその時、その場の心的経験・心的行為（感嘆・希求など）に対応する(現場性)。
- (2)表現される心的経験・心的行為はものやことの中に対象化されない。
- (3)ことばになるのは遭遇対象、希求対象のみで、心的経験・心的行為の面はことばにならない。

¹ ②③はそれぞれ、渡辺(1971)などの「統叙」と「陳述」に対応する—そこで名詞一語文とは「無統叙陳述」表現の問題であった—が、③は対聞手的働きかけ（終助詞的な関手への働きかけ）を含まない。

² 古代語の実例では、感動喚体には連体修飾句が必要な場合が多く、希望喚体には終助詞が必須であること、内容面での十全性（表現形式だけから意味が理解されること）を保証する必要があることから、山田(1908)などは、感動喚体には連体修飾句を、希望喚体には終助詞を必須とした。これによれば、1)、2)などは喚体とは呼べないことになる（「喚体的」という用語法は、そこを考慮している）。しかし、論点の先取りになるが、表現の成り立ちを問題にする限り、喚体にとって、修飾要素や終助詞の存在は必然的なものではなからう（森重(1965)、尾上(1986)など）。

これを踏まえて、尾上(1998)では、現代語の動詞終止形終止文(「～する。」)や、古代語の助動詞「む」の意味分化の原理との並行性を指摘しつつ、「遭遇対象=実の存在」、「希求対象=虚の存在」と見て、イマ・ココにあるものが急激に話し手の心を覆ってしまうような場合(イマ・ココの圧倒的存在)は、この二つしかあり得ないゆえであるとの主張がなされた。が、この議論では、結局のところ、二つしかあり得ないのだ、という一般論に問題がズラされてしまったように思える。喚体的表現と表される意味との関係について、もう少し明確な見通しを立てる必要があるのではないか。

2.3.喚体と述体の交渉

山田(1936)において、二種の喚体はそれぞれ、次の如き形で述体と交渉するとされている。

8)喚体と述体の交渉(山田(1936))

感動：きたなき御方の振舞かな	－ 振舞のきたなきかな
もれいづる月の影のさやけさ	－ 月影さやけし
希望：世の中にさらぬわかれの無くもがな	－ さらぬわかれ無し

ここには代表的なもののみ挙げたが、喚体の側が述語によってまともでないという点をのぞくと、その対応のあり方はさまざまであることが確認されよう。これらについて、それぞれまったく違うことを言わずに済まないか、検討の余地を残しているように思われる。

2.4.問題点—まとめ—

以上、確認してきたことから、喚体(的名詞一語文)に関して、A) 述語を欠いた文である喚体が意味をなすとはどういうことか(2.1.)、B) 喚体と情意的意味との関わり(意味分化の原理)はどのようなものか(2.2.)、C) 喚体と述体の関係のありかたをどう理解すべきか(2.3.)、という3つの問題が浮かび上がってきた。そして、3つの問題は、それぞれ無関係ではないように思われる。

3.喚体の分化—問題B—

3.1.注目したい事実

3つの問題点のうち、とくに2つ目の問題Bに関連して、9)のような名詞一語文に注目したい。小説等の事例は少ないようであり、ここに挙げるのはいずれも作例³であるが、実際の発話(ひとりごと)として違和感はなからう。

9) (故人について) 先生。

ボクの大好きなあの帽子。

(もう会えぬ相手に対して) あの娘の横顔。

対象に対する喪失感(もはや取り返しがつかないという感じ)、あるいは懐旧の念が表される⁴。

³ 次例の最初の二句が近いかと思うが、後続の歌詞の主題としても機能しており、一語文と言にくい。

・ぼくの大好きなクラリネット／パパからもらったクラリネット／とっても大事にしたのに
(「クラリネットをこわしちゃった」フランス民謡／訳詞：石井好子)

⁴ ここに挙げたタイプを考えるに当たっては、上代の「名詞+かも」の喚体(=感動喚体)、「名詞+もが」の喚体(=希望喚体)に対する「名詞+はや／はも」の喚体の存在とその性格を念頭においている(「はや」「はも」については近藤(1999)。過去表現として位置づけた議論として桑川(2001))。

・あづまはや(阿豆麻波夜)(景行記)

・嬢子の床の辺に我が置きしつるきの太刀その太刀はや(曾能多知波夜)(景行記・記歌謡33)

・出でて行きし日を数へつつ今日今日と我を待たすらむ父母らはも(知々波々良波母)(万890)

対象の不在を前提にするとされる。例えば3例目(万890)は、生きて帰れぬ旅路にあって家に残した家族を思いやる歌である。喪失感(とりかえしのつかない感じ)というのがぴったり来そうである。

この種の一語文は、一応、一語だけで意味が了解可能であり、やはり、ある種の特殊な情意を伴っている点で、7)の如く再定義された意味での喚体文に近い。が、表されている対象は、眼前に存在する「遭遇対象」とも、不在ゆえに求められる「欠乏対象」とも言うことはできない。喚体と性格を共有しながら、場所を与えられてきていないように思われる。

3.2.位置づけ—意味分化への理解—

このような表現を認めることについては、異論があり得る。まず、典型的にはひとりごととしてあらわれるという問題がある。コミュニケーションを志向しない文というのは、かなり特殊な文ではないか、という考えはあり得よう。また、具体的で特定の（定の）対象に関する表現である点では、「感動」と区別がないのも事実である。たしかに問題は残るものの、次の10)のように整理すると、感動や希望との位置関係が明確になるように思われる。

10)喚体の二種と問題のタイプとの関係

	対象の存在時点	表現される情意
希望	未来 今ない/いつかある	希望
感動	現在 今ある	感動
問題の表現	過去 かつてあって今ない	懐旧・喪失感

つまり、対象の存在時点（話手との時間的な位置関係）によって整理し直した場合、三者は、「感動対象＝今ある」、「希求対象＝今なくていつかある」、「懐旧対象＝かつてあって今ない」、という形で整理されるのである。3タイプは、話手に対する事物のあり方（時空的關係のあり方）の可能性の三態^{5 6}に沿って分化を果たしていることになる。ここで問題にした表現はたしかに特殊なものではある。また、他の二種とそれぞれに重なる面があるのも事実である。だが、こうした関係を見れば、喚体的名詞一語文の（独立の）一種と認めて、位置づける必要があるのではないか⁷。どのように位置づけるにせよ、感動、希望、懐旧・喪失感を表す名詞一語文が、全体として、事物の存在することをめぐる表現である、という点は重視されねばならない。

4.喚体的名詞一語文の特殊性—問題A—

4.1. ふたたび、喚体的名詞一語文とは

先行研究と、前節での整理を踏まえて、あらためて喚体的名詞一語文についてまとめてみよう。要諦は、次の二点にあらうかと思う。

第一は、発話することの中に、話手と対象事物との関係（話手の対象への構え）が組み込まれた表現であるという点であり、第二は、表される話手と対象との関係（話手の対象への構え）が、対象と話手との時空的な位置によって、希望／感動／喪失感・懐旧感に分化するという点である。

⁵ 何故、今なくていつかある対象に対する感情が希求感情だけなのか、という点には問題を残す。先行研究が問題にしてきたのは実はまさにこの辺りであって、本稿のまとめ方は大雑把すぎる面がある。

⁶ 名詞一語文で表される話手と対象との関係がこの三つ—話手にとって、過去、現在、未来—に渡るのは、名詞が表す対象が、そのものとしては経時変化を予想しないものだからだろう。

⁷ 注3で言及した「はや」「はも」の喚体については、山田(1954)で喚体の挙例の中に「はも」の例一万900—が含まれているし、川端(1965)にも特殊なタイプの喚体として言及がある。もともと、感動喚体の「感動」は非常に広い概念であり、さまざまなものを包摂し得た（「希望」でないものは「感動」だけというだけの広さがあった）。概念が精緻化され、「遭遇対象の存在への驚き」として基準が厳密化されていく過程で、当初含まれていたものが取り落とされたのではないか。そこで取り落とされた一種を改めてしかるべく位置づけ直そう、というのがここでの主張ということになる。

喚体的名詞一語文で表現されているのは、事物（モノ）の名としての名詞（句）だけである。喚体的名詞一語文の特殊性とは、それが第一義的にはモノ（名詞で表される対象）の表現であって、にもかかわらず、コト（文で表される事態）の表現としても理解されるという点にある⁸。モノ表現がコト表現に転換する論理を考えてみねばならない。

4.2. モノ表現のコト表現への転化—コト表現としての喚体的名詞一語文—

典型的なコトの表現として考えられるのは、述体の文である。それに対し、述語を欠き、内容面でも、話手との関係づけの面でも不足が生じそうな喚体的な名詞一語文が十全なコト表現と理解されるのは何故なのだろうか。

まずは、内容面での不足について考えよう。喚体的名詞一語文は、述語を持たず、よって、通常の文なら述語で表されるはずの内容を欠いている。だが、上でも確認したように、喚体的名詞一語文で表される事態の内容的側面というのは、名詞で表される対象の（何らかの意味での）現実存在である。かつまた、名詞で表される内容とは、要するに実在が問題に出来る（あるとかないとか言える）ような対象のことである。このような条件のために、名詞を（非述語形で）発するだけで、当の名詞が表す対象の現実存在までが表現されてしまうのだと考えられる。

では、話手との関係づけの面の不足はどうであろうか。前節での議論によれば、喚体的名詞一語文で表現される話手と内容との関係とは、「感嘆／希求／懐旧感」であるが、これらは、いずれも「モノの存在」に関わる。コトの表現として理解された喚体的名詞一語文とは、「モノの存在に対する話手の把握」を表現していることになる。これらが、必ずしも具体的な語形式と対応を持っていない、という点が問題になっていたわけである。しかしながら、この問題も、ここまでの議論によってある程度の解答が得られるのではないか。「感嘆／希求／懐旧感」への分化を支えていたのが、話手と対象の時空的関係であったことを思いだそう。話手と対象との時空的関係は、発話以前に確定的（時空的関係は、モノの存在を知る際の最小限の前提）であって、表現するまでもなく成り立ってしまっている。こうした条件によって、名詞を非述語形で発するだけで、話手と対象の存在というコトとの関係までが表現されてしまうのである。

以上、モノの表現としての喚体的名詞一語文は、表される内容の特殊性（モノの存在）と、表される話手の事態への把握の特殊性（把握の分化が話手と対象の時間位置によって支えられていること）により、表現成立の最小限（話手と対象の存在）によってコト表現（事物の存在への話手の把握）に読み替え可能になるのだと理解したことになる。喚体的名詞一語文とは、人（発話者）と、モノ（表現対象としての事物）と、両者の間に流れる時間とが織り込まれる（読み込まれる）ことによって成り立つ表現なのである。

5. 喚体と述体の交渉—問題C—

5.1. モノ表現としての喚体的名詞一語文—形容詞文主語との対応—

次に、喚体的名詞一語文のモノ表現としての側面を考えよう。どのようなことが言えるだろうか。

あることがらを、名詞（句）によって表される事物と、そのあり方とに分節して表すタイプの文を形容詞文⁹と呼び、そこでの名詞（句）を「主語」と呼ぶ立場がある（川端(1976)など）。ここでの「主語」は、「主題」「焦点」といった概念から、情報論的な特定をのぞいたような内容ということになる¹⁰。典型的な形容詞文主語は、「述語のあらかず事態についての対象的な中核」などと理解される¹¹。事態の中心をモノ（名詞が表す対象）として取り出したものと把握される。

⁸ 実は他のタイプの名詞一語文でも同様なのだが、コトを表す理由が理解しやすく、問題にならない。

⁹ 品詞としての形容詞を述語に持つ文は、形容詞文の典型だが、形容詞文はそれに限定されない。

¹⁰ このように理解された「主語」は、具体的な格形式としては「が」（動詞述語文では加えて「を」「に」）が典型だが、それらに限定されるわけではない。

¹¹ 川端(1976)など。動詞文／形容詞文の別は、主語の問題を考える際に意識せずにはすまない概念である。

喚体の三種（3節）を認めた上で見ると、喚体的名詞一語文と、典型的な形容詞文としての形容詞述語文の「主語」とのあいだには対応が指摘できるように思われる。形容詞述語文にも、主語となる対象の現実存在を前提としながら、そのあり方を問題にするタイプ（通常の属性形容詞など）、対象の不在を前提にその存在を欲求するタイプ（希望や欲求の形容詞）、対象の不在を前提にしなが、そのあり方を問題にするタイプ（ある種の情意・評価の形容詞）が存在するのである。

11)形容詞とその主語の3タイプ

- | | | | |
|---------|---|---------------------|------------|
| 感動 | — | 通常の形容詞述語文（対象の現前を前提） | ：花がきれいだ。 |
| 希望 | — | 欲求を表す形容詞述語文 | ：水がほしい。 |
| 喪失感・懐旧感 | — | 対象の不在を前提とする形容詞述語文 | ：故郷がなつかしい。 |

喚体的名詞一語文が、助詞と述語の省略によって成り立つ、などと主張するのではない。事態をモノ（名詞で表される事物）によって代表させる表現である、という点で、喚体的名詞一語文と形容詞文主語には共通点があると考えるのである¹²。

5.2.名詞要素の統合原理としての係結

このことは、喚体と述体（述語文）の関係理解（問題C）にも関連してくる。上述の通り、喚体と述体との関係と言うと、語順の転換によって、「美しい花」と「(この)花が美しい」を関連づける、という議論が多い¹³。日本語の名詞句のあり方（きれいな花／花がきれいな）を考えると、もっともな面もあるが、「感動」と「希望」でまったく別の説明を与えることになってしまう。むしろ、形容詞文の主語とのこのような共通性を基盤に説明を与えるべきなのではないか¹⁴。

文内容を二項（典型的には形容詞文の主-述）に分割し、その結合を確認する作用は、係結と呼ばれ、そこで成り立つ二項の関係は係結的断続関係と呼ばれる¹⁵。喚体的名詞一語文と形容詞文主語との対応から一歩進んで、広義の係結¹⁶の問題との関連を考えてみたくなる。

次の12)のような名詞一語文の文連続を考えてみよう（一人の発話として理解しても、二人の会話として理解してもかまわない）。

12)あの鳥。カラス。

ここで、二つの一語文が表す対象は等しい。故に、容易に一文への読み替えが行われ得るであろう。つまり、一語文の連続であることを越えて、「あの鳥は／がカラスだ」という内容として理解されるわけである。このように、二つの喚体的名詞一語文の（あるいは、喚体的名詞一語文と、その他の名詞一語文との）連続が、例えば同一の対象に関わるものであることを根拠に、一つの内容を構成するものとして理解され、一文としてまとめられる過程（要素並列から一文への統合）が想定できる。それこそが原理的次元での係結の成立だと理解できるのではあるまいか¹⁷。

¹² 形容詞文主語と喚体の対応については、川端(1963)、尾上(1986)、石神(1995)などにも指摘がある。

¹³ XP-NP連鎖（「閉まるドア」の類）に関する坪本(2006)などの議論も、これに近い発想であろう。

¹⁴ 尾上(2006)が主語-述語の原理的根拠を論ずるのも、同様の見通しによるようである（論じられているのは主述関係全般ではなく、その萌芽たる形容詞文主述である）。ただし、「感動」の例だけを扱っている。

¹⁵ 「係結的断続関係」は、森重(1959)などの用語で、「論理的格関係」に対立する。

¹⁶ ここで「係結」と呼んでいるものは、古典文法でいう係結を含みつつ、かなり広い。

¹⁷ 動詞は、何かの存在や状態や動き、何かに対する働きかけや関係を表し、つねに名詞で表される人や物（何か）の存在を前提ないし予想している。そのため、動詞述語文を典型とする文イメージでは、格関係を主たる構成原理とし、その上に係結が被さる、という関係が想定されやすいが、それとは別に、ひたすら係結による文の構成もあり得る（あり得た）と考える（このような把握は、「か」による狭義の係結成立に関する野村(1995)の議論—「注釈-眼前の景」型の二文連置からの再解釈—とも整合的であると思われる）。このように言うことは、係結のあり方は、動詞述語文と名詞述語文とは異なる、と考えること、また、名詞述語文でも、動詞型の活用をもったコピュラ（「なり」「だ」など）を用いるものと用いないものとは異なる、と把握することを意味する。

6. 共同注意との関連—名指すことと指差すこと、判断と社会性—

近年、共同注意（見えの共有）との関連から、喚体的名詞一語文への関心を語る論者もあり（本多(2003)、宇野・池上(2004)、Uno(2006)など¹⁸）、直接の言及はないが、おそらくこれらを意識しつつ、喚体的名詞一語文の論者からも関連が述べられている（尾上(2006)）。最後に、こうした問題に対する本稿の立場を、ごく簡単に述べておくことにしよう。

感動喚体と希望喚体とが、共同注意に関する「目的型」あるいは「叙式的」な共同注意（対象に対する見えの共有そのものを志向）と、「道具型」あるいは「命令的」な共同注意（見えの共有を介して、対象を要求することを志向）とにそれぞれ対応するという指摘は、たしかに興味深くかつ重要なものである。こうした対応は、喚体的名詞一語文のモノ表現としての性格（モノの名＝名詞による対象の指示）と強く関わっている（尾上(2006)¹⁹）。だが、そのような対応関係を強調すれば、本稿が問題にした喪失感／懐旧感を表すタイプは、対応を持たずに宙に浮く（失われた対象は指差したり、視線を向けたり出来ない）。二つの現象は、一方が一方を根拠づけるような関係にはないのであるか。指差しや眼差しと名指し（概念による指示）との違い、とでも言えばよいか。一語文であるとは言え、言語表現には言語表現固有の領域が存在するのである。

また、そもそも、本稿（及び本稿が下敷きにしてきた文表現理解）は、喚体に限らず、表現全般を、コトに対する *egocentric* な判断に対応するもの（判断の表出）としてとらえている。判断の表出に過ぎない文が、社会性に開かれる可能性はあり、共通の対象について、話手と聞き手が感動や、希望や、懐旧感を共有する、ということはあるだろう²⁰。だが、「共同注意」が問題にする志向性の一致の起源の問題は、（少しばかり比喩的に言えば、）そこでは、すでに飛び越えられてしまっており、喚体的一語文はモノ表現とコト表現という二面性のあわいで、かろうじて問題の所在を感じさせるのみである。共同注意の議論と、*egocentric* な判断に対応するものとして文をとらえる立場の関心は、擦れ違っているのだと言わねばなるまい²¹。

7. まとめ

以上、本稿は、先行研究をもとに喚体的名詞一語文について残されていると思われる問題を3つにまとめ（第2節）、それぞれについて考察を加え（第3節～第5節）、近年言及されることの多い「共同注意」との関わりについても触れた（第6節）。

喚体的名詞一語文とは、表現の中に、人（話手）と物（表現対象）と、そして両者の間に流れる時間とが織り込まれた表現であり、そのことによって、モノの表現（事物指示の表現）がコトの表現（事態判断の表現）に転化していると考えられた。喚体的名詞一語文における、モノ表現とコト表現の二面性のからみあいを確認することの重要性を改めて主張しておきたい。本稿で再検討した喚体的一語文をめぐる3つの問題は、いずれもモノ表現とコト表現の二面性に関わっており、共同注意の議論との関連と擦れ違いも、この二面性において考えられたのである。

古代語と現代語の違い、喚体的な名詞一語文と、その他の名詞一語文との関係など、取り落とした論点も多いが、ひとまず、議論を終わることとしたい。

¹⁸ 共同注意をどのように理解し、そのさまざまをいかに位置づけるかという点、また、喚体表現のどのような側面に注目するかという点については、論者ごとに少しずつ異なるようである。以下では、問題は承知の上で、（過度に）単純化した形の議論を構成している。

¹⁹ とはいえ、果たして尾上(1998)の希望喚体理解（虚存在）と、共同注意による理解（指差し）とは整合的なのだろうか、と問うてみる必要はあるかと思う。

²⁰ *egocentric* と言いつつも、「意味が通る」(2.1.など) と言うような形で、暗黙のうちに「対話可能性」が介入していること一判断に、他者に対する間主観的な妥当の要求が伴うこと一が、「社会性」をあらかじめ保証している可能性がある。本稿の立場からは、この点への反省が必要になるが、ここでは論及できない。

²¹ 擦れ違いは、両者それぞれと、語用論的な議論や会話分析的な議論との間でも起こりそうに思われる。ここでも過度の単純化を承知で言えば、それらは典型的には、言語表現が慣習化されきったあと（モノ表現ならぬ、モノ化した表現）を扱うことを得意とする枠組であろうから。

参考文献・資料

- 石神照雄(1995) 「一語文と喚体」国語学研究(東北大学)34,pp1-10
- 宇野良子・池上高志(2004) 「言語を通して見る叙述的ジョイントアテンションのヴァリエーション—志向性の文法論へ—」『日本認知言語学会論文集第4巻』119-128.
- 尾上圭介(1981) 「山田文法とは」月刊言語 10(1),pp.10-18/尾上(2001)所収
- (1986) 「感嘆文と希求・命令文—喚体・述体概念の有効性—」『松村明教授古稀記念 国語研究論集』pp.555-582,明治書院/尾上(2001)所収
- (1998) 「一語文の用法—"イマ・ココ"を離れない文の検討のために—」『東京大学国語研究室創設百周年記念 国語研究論集』pp.888-908,汲古書院/尾上(2001)所収
- (2001) 『文法と意味 I』くろしお出版
- (2006) 「存在承認と希求—主語述語発生の原理—」国語と国文学 83(10),pp.1-13
- 川端善明(1963) 「喚体と述体—係助詞と助動詞とその層—」女子大文学 国文篇(大阪女子大学) 15,pp.29-57
- (1965) 「喚体と述体の交渉—希望喚体における述語の層—」国語学 63,pp.34-49
- (1966) 「文の根拠」文林(神戸松蔭女子学院大学) 1,pp.166-185
- (1976) 「用言」『岩波講座日本語 6 文法 I』pp.169-217,岩波書店
- (1994) 「係結の形式」国語学 176,pp.1-14
- 桑川光樹(2001) 「万葉集の「過去」「現在」「未来」」高岡市万葉歴史館編『時の万葉集』pp.193-230,笠間書院
- 近藤要司(1990) 「喚体と述体」日本語学 9(10),pp.29-33
- (1999) 「係助詞の複合について(三)—『万葉集』のハモについて—」金蘭国文(金蘭短期大学) 3,pp.1-18
- 坪本篤朗(2006) 「「語り」の認知意味論—〈対照性言語学〉の試み(その1)—」ことばと文化(静岡県立大学) 9,pp.81-114
- 野村剛史(1995) 「力による係り結び試論」国語国文 64(9),pp.1-27
- 本多啓(2003) 「共同注意の統語論」『認知言語学論考2』pp.199-229,ひつじ書房
- 森重敏(1959) 『日本文法通論』風間書房
- (1965) 『日本文法—主語と述語—』武蔵野書院
- 山田孝雄(1908) 『日本文法論』宝文館
- (1936) 『日本文法学概論』宝文館
- (1954) 『奈良朝文法史(改版)』宝文館
- 渡辺実(1971) 『国語構文論』塙書房
- Uno, Ryoko(2006) Detecting and sharing perspectives using causals. Ph.D. dissertation. University of Tokyo, Komaba.

- ・注3に引いた童謡の歌詞の引用は、高木東六(編)『日本童謡集』(成美堂出版)によった。
- ・上代の用例の検索と引用(注4に引いた)には『古事記総索引』(平凡社)、土橋寛校注『岩波古典文学大系 古代歌謡集』(記紀歌謡には同書の歌番号を付す)、大野晋『上代仮名遣いの研究』(岩波書店)、および吉村誠氏作成による万葉集テキストファイル(和歌には国歌大観番号を付す)を利用した。

[附記]

- ・本稿は、以下の発表にもとづく。

仁科明 「日本語喚体文(研究)の過去・現在・未来—あるいは、人と物と流れる時間—」
「言語のダイナミズム」プロジェクト研究会発表、2006年10月29日、成蹊大学。

仁科明 「喚体的名詞—語文をめぐる一人と物と流れる時と—」
統数研研究会「動的システムの情報論(7)—自然言語のダイナミズム—」発表、
2007年12月1日、統計数理研究所。

発表の機会をいただいた、前者の統括者である森雄一氏、後者の世話人である宇野良子、高木拓明の両氏、及び、発表に対してコメントをいただいた方々に感謝したい。特に、宇野氏からは、発表および本稿の内容やまとめ方全般に関する御意見もいただいた。

- ・内容は大きく重なりながら、まとめ方の異なる論攷(本稿はその再編集版)も近刊予定である。

予期の構造と言語表現

仲本康一郎（大阪大学（非））

1. はじめに

人間は言語を用いて、眼前の事態を記述するだけでなく、未来の状況を先取りすることで将来に備える。世界に対するこのような態度は哲学では古くから志向性または志向姿勢として議論されてきた [1] [2]¹。本稿は、近年目覚ましい発展を続けている生態心理学の観点に立ち、予期に関わる言語表現から人間の志向的な認知の傾向を探る。

具体的には、言語表現の分析によってわれわれの予期が大きく二つの傾向を持つことを主張する。第一に、人間は自己や他者が関わる将来を危惧する存在であり、言語表現にもそういった“心配性の予期”が反映されること。第二に、人間は先取りされた未来に基づき、それらを言語化することで自己や他者の行動を制御する“制御性の予期”という傾向を持つことを指摘する。

2. 生態心理学の人間-環境観

生態心理学によれば、環境は無秩序な世界でなく、そこで生きる生物の活動と相対的に構造化されているとされる。また、人間を含めた生物も刺激に対して反応するだけの受動的な存在ではなく、環境のなかの情報を能動的に探索することで構造化された環境に適応するエージェントであるとされる。本稿は、こういった人間-環境観に立ち言語現象を分析する [4] [5] [6]。

2.1. アフォーダンス——生態学的環境論

環境は人間を含めた生物が意味を与える以前に、個々の生物にとって豊富な価値を持っている。例えば、地面にできた大きな穴はひとがそこに落ちること

¹ 認知意味論の創始者のひとりであるジョンソンは、意味の理論に関して「いかなる意味理論も、人間の理解に言及する志向性の理論に基づかないかぎり、適切である見込みがないことになる」と述べている([3])。

を、壁にできた小さな穴はひとがそこからのぞくことを可能にする。ギブソンはこのような主体にとっての環境の意味や価値をアフォーダンスと呼び、われわれの知覚や行為はアフォーダンスに支えられて可能となると述べている。

環境はまたいつでも何が起こるかわからない不安定な世界でなく、自然の周期的な変化や人間の日常的な習慣、意図的な活動の計画によって構造化されており予測が可能となっている。つまり、周囲の空間が事物の存在によって構造化されるように、われわれの生きる時間は行為や出来事によって構造化され秩序を与えられている²。

時間を構造化する行為や出来事の特徴として、順序、可逆性、リズム、頻度などがあり、さらに、本稿との関連で言えば、個人的な約束やスケジュールなども未来に関する情報として利用される。また、事象は環境に徴候や痕跡といった変化の証拠を刻み付ける。例えば、われわれは空模様から天候を予期したり、顔の表情や姿勢から社会的な行為の可能性を予想する。

2.2. 予期の構造——生態学的主体論

池田は火事や地震などの緊急時の行動調査から、人間は完全な合理的存在でもなく、かといって容易にパニックに陥る存在でもない「可能なかぎり積極的に情報を探索し先を読んで判断を下す」ソフトな意思決定者であると主張している[8]³。本稿は、こういった意思決定者を生態学的なエージェントとみなし、池田の主張する予期の構造をもとに言語表現を分析する。

池田によると、人間の予期は状況に対する制御可能性という観点から大きく三つに分類される。まず、放っておくと状況はどう変わるかという外界の変化に関する状況予期がある。次に、もし主体が環境に働きかけたとき状況はどう変わるかという行為予期がある。さらに、その際自己の行為は現時点で実行可能かという判断＝可能予期がある。

² 環境のなかに事象や時間に関する情報が埋め込まれているという見解は、社会学や人類学のなかにも認められており、ゼルバベルはそういった時間的に秩序付けられた環境を「時計仕掛けの環境」と呼んでいる [7]。

³ このような発想は人間の合理性は限界合理性 (bounded rationality) であると主張するサイモンのシステム論の考え方に通じる ([9]) 。

われわれは火事や地震などの災難を切り抜ける際、これらの予期を同時に働かせることで適切に状況に対処する。ここで池田のいう予期の構造が興味深いのは、様々なタイプの予期が状況のみによって受動的に喚起されるのではなく、行為＝意図を入力とした結果生じるという点である。以下、予期に関わる言語表現を状況予期の観点から分析してみたい。

3. 時間から見た予期の類型

予期とは単なる未来の茫漠たる予想ではない。われわれは先に確認したような時間的に構造化された世界にアクセスすることで、未来という不確実な世界を構造化する。ここでは未来に関わる言語現象として“未然相”というアスペクト現象を観察することで、われわれの予期の構造が時間的にどのような類型を持つかを考察する。

3. 1. 事態の局面と局面解釈

外界の状態はそれだけで完結するものではなく、出来事の流れ＝変化の文脈のなかに位置づけられる。そのとき重要なのが局面 (phase) という概念である。例えば、果実の状態は熟成や腐敗といった質的な変化点を基準に未然相や既然相として位置づけられる。熟成＝熟れるという事象を変化点とすると、「青い実」は未然相であり、「赤い実」は既然相として理解される⁴。

(1) a. この実は青い → (まだ) 熟れていない

b. この実は赤い → (もう) 熟れている

このようにある状態を何らかの出来事 (例. 熟れる) と相対的に解釈することを局面解釈と呼ぶと、その代表的な局面として出来事が生じる前＝未然相と出来事が生じた後＝既然相が位置づけられる。

(2) a. 未然相：何らかの出来事が起こる前の状態

b. 既然相：何らかの出来事が起こった後の状態

局面解釈は次のように図式的に表現することができる。

⁴ 日本語や英語では「人間の成長は植物の生長である」というメタファーが定着しており、「あいつは青いな」という表現もひとの精神的な成長を植物の生長に見立てた表現とみなすことができる。

(3) 事態の局面と出来事連鎖



ここで注意すべきことは、われわれは局面解釈において果実の色彩という環境の情報を利用するという点であり、生態心理学の観点からこういった情報は過去に関する痕跡や未来に関する徴候という生態学的実在にアクセスした結果とみなされる。また、ここで未然相とは将来あるべき出来事が実現していない状態であり本稿で扱う予期として再分析することができる。

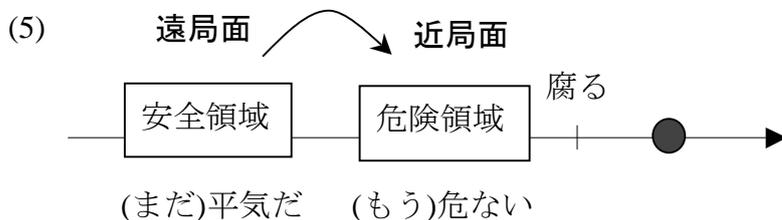
3. 2. 時間的類型——遠局面と近局面

従来までの日本語学では未然相とはある事態が実現していない状態として定義され、それ以上の考察はなされることがなかった。しかし、未然相という状態に言及する言語表現を詳細に見ると、未然相は均質な状態ではなく、事態の成立までにまだ余裕のある状態＝遠局面と、事態が目の前に差し迫った状態＝近局面に大きく二分されることがわかる。

具体的には次のような副詞が遠局面と近局面を構成する⁵。

- (4) a. {まだ, とうぶん, しばらく} 腐らないだろう : 遠局面
- b. {もう, そろそろ, まもなく} 腐るだろう : 近局面

これは次のように図式化される。ここでは形容詞の場合を考慮し、遠局面を安全領域、近局面を危険領域として規定した。もちろん果実が熟するという出来事を変化点とした場合はこれら二つの状態は逆転する。



⁵ 「そのうち(に)」という副詞はここに挙げた副詞と同様に未然相に言及するが、他の副詞と異なり事態を自然の成り行きに任せるといった意味を表わす。こういった意味の詳細については機会を改めて考察したい。

また、興味深いことにこれらの副詞は次のように事態の変化に言及すると同時に、将来の困難な事態の到来に際して主体がとるべき処置にも言及することができる。これはわれわれが世界の知覚（状況予期）を行うと同時に、自己の知覚（行為予期）を行っていることの証左となり、生態心理学の知覚・行為観に合致する現象と見ることができる。

- (6) a. そろそろ 雨が降ってくるぞ = 事態の変化
b. そろそろ 家に帰らないと… = 主体の対処

3. 3. 不確定な未来と不確実な未来

将来を見越す副詞として「たぶん」や「きっと」のような陳述副詞がある。これらの副詞は局面副詞と同様に未来の事態に言及するが、二つの副詞類が指示する未来は厳密には異なる。結論から言えば、局面副詞が表わす未来は客観的であるのに対して、陳述副詞が表わす未来は主観的である。したがって、次のように単純に未来を予想する場合は陳述副詞が自然となる。

- (7) a. {たぶん, きっと, 恐らく} 明日は晴れるだろう
b. {*もう, *いよいよ, *まもなく} 明日は晴れるだろう
c. ?そろそろ明日は晴れるだろう⁶

これに対して、局面副詞を用いるとき、われわれは時間的に構造化＝台本化された環境にアクセスしている。このことは次のような計画的な行為の場合、局面副詞が効果的に用いられることからわかる。

- (8) そろそろ {出番, 時間, 終了, ...} だよ⁷

陳述副詞が表わす時間を“不確定未来”，局面副詞が言及する時間を“不確実未来”と呼んでもいいだろう。不確定未来とは茫漠とした未来であり、われわれは将来を主観的に予測するしかない。これに対して、不確実未来とは自然の周期や意図的な計画、約束や切切によって構造化された未来であり、われわれはより確実に未来の到来を予期することができる。

⁶ この文が容認されるのは、こんなに雨が続いたのだから明日頃には晴れるだろうという場合であり、雨は何日間も連続しないという環境の構造が利用されている。

⁷ 関西弁の「ぼちぼち行こかあ」のような表現も同様であろう。

4. 評価的に見た予期の類型

危険領域や安全領域といった概念からもわかるとおり、われわれは現在や未来の状態を評価的に判断する傾向がある。言語的な予期は大きく未来の状態の到来を待ち望む期待予期と、そのような状態の成立を恐れる不安予期に分類される。ここでは不安と期待という分類に基づき、日本語の形容詞や構文現象から予期的な認知の傾向を考察する⁸。

4. 1. 不安に基づく状況予期

予期を表わす代表的な形容詞「危ない」は興味深い特徴を持つ。例えば、「この橋は危ない」というとき、われわれはこの橋の状態を危惧すると同時に、将来の自己の状態を予期している。このことは「危ない」という形容詞が次のように二つの主語がとることからわかる。これは世界の知覚と自己の知覚が相補的であるという生態心理学の主張をうらづけるものといえる。

- (9) a. この橋 [=状況] は危ない (→橋が落ちる)
b. わたし [=自己] は危ない (→怪我をする)

また、危険の知覚は多くの場合、エージェントがその橋を渡るといった未来の行為を前提とするという意味で能動的であるといえる。このことは「危ない」が行為を主語にとることに現れている。

- (10) この橋を渡るの [=行為] は危ない

「危ない」は主体の行為を背景にしたリスクを表わすといってもいいだろう。こういった解釈の可能性はフレーム意味論の枠組みで記述される可能性があるが [10] , ここでは「危ない」の意味を次のような形式でまとめておく。

- (11) a. 放っておくと状態 S になる可能性がある
b. 行為 A は状態 S をもたらす可能性がある
c. 状態 S は主体 a にとって不快である

また、このような心配や不安といった感情的な態度に基づく予期は日本語において豊富に語彙化されている。次のような「危ない」の関連語をみると予期

⁸ 不安予期が語彙化された助動詞表現として以下のものがある [11] .

- a. {事故を起こす, 体をこわす} 恐れ・心配がある
b. {事故を起こし, 体をこわし} かねない

の形容詞は大きく不安系と安心系に分類されることがわかる。

(12) a. 不安系の形容詞：危ない，大変だ，まずい，やばい

b. 安心系の形容詞：安全だ，平気だ，大丈夫だ，心配ない

ここで不安系の反対は安心系となっていることに注意したい。安心とは不安の不在という消極的な期待を表わすもので，未来の到来を積極的に待ち望む期待系とは異なる。こういった意味的な偏りは日本語の構文にも観察される⁹。本稿は，時間構文と条件表現の観察から日本語の構文が心配性，さらに，制御性といった傾向を持つことを指摘する。

4. 2. 時間構文

時間的な順序を表わす表現のなかで，P ウチニ Q という構文は不安予期をその背景に持っている。この形式は空間的なウチとソトという対立に基づくものであり，未来＝ソトに対する現在＝ウチとして把握される。例えば (13) のような発話は (14) のような事態の悪化に関する予期が前提となっており，放っておくと事態は悪くなるという判断が働いている [12]。

(14) a. 明るいうちに峠を越えたいものだ

b. 若いうちに勉強しないと後悔するよ

(15) P (内) (外) \neg P

明るい → 暗くなる → 暗い

若い → 老いる → 老年

また，この形式が持つ含意として「P がそれに対立する \neg P に移行したとき，行為が実現可能か，困難になる」という指摘がある [12]。つまり，危険は単なる外界の状態ではなく，未来の主体の状態を前提に概念化されている。例えば，次に挙げた (16) は (17a) のような未来に対する状況予期と (17b) のような可能予期との関連で理解される。

(16) 晴れているうちに仕事をしよう

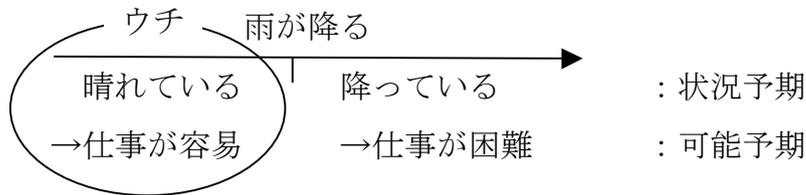
(17) a. 雨が降ってくるかもしれない

b. 仕事が困難になるかもしれない

⁹ 期待系の形容詞として「有望だ」のような一部の形容詞は存在するが数は少ない。

これらは次のように図式的に表現される。これは「雨が降る」という出来事を境に現在の状態が未来の状態との関連で「いまだけが（仕事が）可能である」というかたちで意味づけられることを表わす。

(18) P ウチニ Q と予期の構造



4. 2. 条件構文

日本語の条件文は多様であり、ひとつひとつの条件文が構文として特徴的な制約を持って用いられる [13] [14]。本稿は、そのなかで予期に関連の深いテハ条件文に注目し、そこで働く予期の傾向を指摘する [15]。テハは意味的には条件文と等価なものであるが、形式的には事態を主題化したものといえる。ここでは主題化された事態を出来事と行為に分けて議論する。

第一に、テハ条件文が取り立てる前件の事態が出来事の場合、その出来事の生起によって負の結果が引き起こされるという状況予期を表わす。これは (19a) に対して (19b) が不自然であることからわかる。

(19) a. 雨が降っては仕事ができない

b. ? 雨が降っては仕事はかどる

Cf. 雨が {降れば, 降ると, 降ったら} 仕事はかどる

また、この形式が対人的場面で用いられるときは状況予期に基づく警告 (warning) として機能する。この場合、雨が降るという事態が評価されているのであるが発話の機能としては警告となる。

(20) 雨が降っては {大変だ, まずい, やばい, ...} よ

第二に、テハ条件文が取り立てる前件の事態が意図的な行為の場合、そのような行為によって何らかの負の結果が引き起こされるという行為予期を表わす。これは (21b) に対して (21a) は不自然であることからわかる。

(21) a. 暗い部屋で本を読んでは目を悪くするよ

b. ? 明るい部屋で本を読んでは目が良くなるよ

Cf. 明るい部屋で本を {読めば, 読むと, 読んだら} 目が良くなるよ

また、この形式が対人的場面で用いられるときは行為予期に基づく禁止 (prohibition) として機能する。この場合、単なる行為の評価だけでなく、(24b) のような義務の表現が連続上にある。

(22) a. 暗い部屋で本を読んでは {危ない, まずい, やばい, ...}

b. 暗い部屋で本を読んでは {いけない, ならない, だめだ}

構文の意味や用法は日常生活で頻繁に生じる場面が基盤となるという構文文法の主張に立つならば [16] [17], 予期は未来に対する不安や心配に基づくものであり、コミュニケーション上の観点からは自己や他者の行動の制御として機能するといえる。これは恐らく人間が危険を予期することで、より適応的な行動がとるためだといえるだろう。

5. まとめと展望

本稿は、予期に関する言語現象を観察することで、予期的な認知が感情的な態度と無関係な合理的推論でなく、われわれの身体性に基づく危険や安全といった状況の評価的定義に基づく推論であることを明らかにした。また、ひとは未来の情報の伝達において、いかに対処すべきかという警告や禁止という意味を込めることを観察した¹⁰。

このような考察から示唆されるのは、言語の意味とは概念である、または、概念化の過程であるという従来の分析は不十分であるということである。これからの意味研究は、言語は本来的に自己や他者へ向けた行為であるという視点を導入し、コミュニケーション行為の一環として言語現象を記述していく方向に進むべきであると思われる。

¹⁰ 同様の観察は赤塚の論考にある [16]。赤塚によれば、母親は未来を危惧する表現により、子どもの行為を制約する。また、子どももそういった制御的な発話として条件文を身につけるといことが示唆されている。

参考文献

- [1] Dennett, Daniel C. 1996. *Kinds of Mind*. New York: Basic Books.
- [2] Searle, John 1983. *Intentionality*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [3] Johnson, Mark 1987. *The Body in the Mind*. Chicago: The University of Chicago Press.
- [4] Gibson, James J. 1979. *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston: Houghton.
- [5] 佐々木正人 1994. アフォーダンス. 岩波書店.
- [6] 本多啓 2005. アフォーダンスの認知意味論. 東京大学出版会.
- [7] Zerubavel, Eviatar 1981. *Hidden Rhythms*. Chicago: University of Chicago Press.
- [8] 池田謙一 1986. 緊急時の情報処理. 東京大学出版会.
- [9] Simon, Herbert A. 1957. *Administrative Behavior*.
- [10] Fillmore, Charles J. and B.T.S. Atkins 1992. "Toward a Frame-Based Lexicon: The Semantics of RISK and its Neighbors." In: Adrienne Lehrer and Eva Feder Kittay (eds.) *Frames, Fields, and Contrasts*, 75-102. Hilldale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [11] 森山卓郎 2002. 「可能性の周辺」, 日本語学, 21(2): 17-27.
- [12] 寺村秀夫 1983. 「時間的限定の意味と文法的機能」, 副用語の研究, 233-266, 明治書院.
- [13] Fillmore, Charles J. 1987. "Varieties of conditional sentences," *Proceedings of the Third Eastern States Conference on Linguistics*, Ohio: Ohio State University, 163-182.
- [14] 藤井聖子 2002. 「所謂「逆条件」のカテゴリー化をめぐって」, 対照言語学, 249-280, 東京大学出版会.
- [15] 蓮沼昭子 1987. 「条件文における日常的推論」, 国語学, 150: 1-14.
- [16] Goldberg, Adele 1995. *Constructions*. Chicago: Chicago University Press.
- [17] Hopper, Paul J. and Elizabeth C. Traugott 1993. *Grammaticalization*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [18] 赤塚紀子 1998. 「条件文と Desirability の仮説」, モダリティと発話行為, 1-97, 研究社出版.

現代日本語における無標識の可能表現について

本多啓

神戸市外国語大学

honda@inst.kobe-cufs.ac.jp

1 日本語の無標識可能表現と本研究の目的

本研究は、(1)のような、日本語における無標識の可能表現を取り上げる。

(1) a. あげようとしても、手があがらない。

b. なかなか鍵がかからない。

c. 上手く糸が通らない。

(大崎 (2005: 197))

これらについて、日本語学では、「自動詞による可能表現」として、自動詞研究の枠組みの中で取り上げられてきた。また日本語教育においては、学習者が「*あがられない」のような誤用を引き起こすこととの関連から注目を浴びてきた¹⁾。他方、理論言語学においては、影山 (1998), Kageyama (2002) によって、これらが英語の中間構文に相当するという見解が提示されている²⁾。

本論は、影山 (1998), Kageyama (2002) 同様、これらが英語の中間構文に相当するという仮説を採用³⁾し、その見通しの下に以下の点について検討する。

(2) a. 日本語の無標識可能表現の成立条件について、英語中間構文との関連で再検討する。

b. 可能の意味が出るメカニズムを考えることで、可能概念の本質を検討する。

(2a) に関して言えば、無標識可能表現を「自動詞」という狭い概念枠ではなく、より幅広い概念枠から見ていくことになる。また、(2b) については、可能表現の本質は話し手による原因推測にあるという議論を提示する。

2 可能を表す日本語の「自動詞」構文

2.1 構文的な環境

日本語学・日本語教育の研究においては、これらの表現は、否定表現 (ヤコブセン (1989)) およびそれに加えて条件表現 (張 (1998)) に現れやすいとされてきた。しかしながら、英語中間構文相当という見通しの下に現象を見直せば、制約はあるものの平叙文でも容認されることが分かる。たとえば、適切な副詞句相当表現がつけば容認可能になる ((3)) し、質問文とそれに対する応答 ((4a))、および比較対照表現 ((4b-c)) においても可能になる。

(3) a. 銅版は簡単に曲がる。

(影山 (1998: 80), Kageyama (2002: 89))

b. このスコップで、庭木はうまく植わります。 (影山 (1998: 81))

(4) a. 右手あがる? — あがります/あがりません。

b. 右手はあがるけど左手はあがりません。

c. 右手の方が左手より楽にあがります。

2.2 動詞の種類に対する制約(?)

無標識可能表現に用いられる動詞として、大崎 (2005: 208-209) は語彙的使役交替をする非対格動詞 (有対自動詞) を挙げている。

(5) a. 難なく手紙が母に届いた/どうしても手紙が母に届かない。

b. 難なく新刊本がそろった/どうしても新刊本がそろわない。

だが実際には無対自動詞でもこの表現が可能である (呂 (2007))。

(6) a. 彼に手伝ってもらえれば物事がうまく運ぶ。

b. 頭が痛くて勉強がはかどらない。

先に述べたように、日本語学・日本語教育においてこれらの表現は「自動詞による可能表現」という枠組みで研究されているわけであるが、「自動詞」の枠を取り払って見ていくなれば、以下のような例も射程に収められることになる。

(7) 二重主語構文

a. この洗剤/洗濯機 はきれいに汚れが落ちる。(cf. 松瀬・今泉 (2001: 206))

b. この製氷機は従来の半分の時間で水が凍る。 (呂 (2007: 196))

(8) 他動詞構文

a. あの人は { なかなか/簡単には } { ホンネを言わない/隙を見せない/ぼろを出さない }。

b. あの管理人は 簡単には 鍵を開けない。

(簡単には開けさせることができない)

(7) を、堀川 (2006: 31) は、「可能近似タイプ」と呼ぶ。また (8) のような他動詞構文は、「(誰かに働きかけることで、その人に) 行為をさせることができる」という、<使役の可能> と呼ぶべき意味を持つ。

このように「自動詞」の枠を取り払って考えれば、無標識可能表現の範囲はこれまでの研究で認識されていたよりはるかに広範に認められることが分かる。

2.3 動作主

無標識可能表現には、明示されない動作主が存在する。大崎 (2005) は、動作主が必須であることを指摘し、さらにそれが「総称的」であるとしている。次の (5) に可能の解釈があるのに対して (9 – 10) に可能の解釈が困難なのは、総称的な動作主が想定できるかどうかの違いであると主張されるわけである。

- (5) a. 難なく手紙が母に届いた/どうしても手紙が母に届かない。
b. 難なく新刊本がそろった/どうしても新刊本がそろわない。
- (9) a. 銀行が3時に閉まる。
b. * 難なく銀行の窓口が3時に閉まる。
c. ?? どうしても銀行の窓口が3時に閉まらない。
- (10) a. アパートの家賃が上がる。
b. * 難なくアパートの家賃が上がる。
c. ?? どうしてもアパートの家賃が上がらない。

しかしこの議論には異論がある。明示されない動作主が関係するのは確かだが、その有無および総称性に関して、(5) と (9 – 10) に差を認めるのは困難である。

本論の見解では、明示されない動作主は英語の中間構文の動作主 (本多 (2002, 2005)) と同じ性質を持つ。すなわち原則としては、話し手/聞き手、そして両者を含む任意の人物、ということである⁴⁾。

- (11) a. このドア、開かないよ。
b. そのドアは開かないよ。

(11a) は話し手 (を含む任意の人物)、(11b) は聞き手 (を含む任意の人物) が動作主と解釈される。

動作主に話し手・聞き手が含まれない場合には、話し手・聞き手による共感が必要となる。たとえば、可能表現としての解釈を持つ (12a) では、「彼」がいわゆる視点人物として話し手の共感の対象となっているが、可能表現としての解釈が通常は認められない (12b) では、講師は共感の対象となっていない。

- (12) a. (彼が自分の手を) どれだけ力を込めてあげようとしても、痛みが増すだけで手は全然あがりませんでした。 (可能表現)
b. 「質問ありませんか」と講師が何度尋ねても、手は全然あがりませんでした。 (単純な出来事の表現)

3 原因推測としての<可能>

3.1 可能表現と polarity: <可能> と <当たり前でないこと> のつながり

本節から、(2b) の、可能概念の本質の検討に移る。

まず着目すべきことは、可能表現は一般に肯定平叙文には現れにくいということである。たとえば、日本語(古典語)のラル形式は、肯定平常文では<可能>の意味に解釈される例は少ない。肯定平叙文では<自発>に解釈されることが多い。また、第3.4節で述べるように、いわゆる「実現可能」にも「実現が当たり前でない」という制約が存在する。すなわち、<可能>表現は、<成立が当たり前でない事態> <簡単には完遂できない行為> と結びつくと言える。

3.2 原因推測と<出来事把握の一面性>

人間の日常的な認知活動の一つに、出来事の成立・進行の原因に対する推測がある。これは「原因推測(causal inference)」あるいは「原因帰属(causal attribution)」「原因分析(causal analysis)」と呼ばれる。

一方、人間の出来事理解には、「一面性」と呼ばれる特徴がある(Gilovich (1991), 道田・宮元・秋月(1999))。具体的な例として、「家事」を考えてみる。家事に関してしばしば起こりがちなことは、うまく行われているときは誰も気に留めず、感謝されることも(ほとんど)ないのに、たまに不十分なところがあると過度に叱責される、ということである。このように、順調に成立・進行する出来事は「当たり前」として注目を集めないのに対して、成立・進行が順調でない出来事は注目を集めやすい。

原因推測と、出来事理解の一面性は次のような形でつながる。

- (13) a. 意図したことが抵抗にあわずに達成されたとき、希望したことが抵抗なくそのまま実現しているとき...「当たり前」と認識される。
- b. 意図の達成過程において抵抗があったとき(困難/容易)、希望したことが実現されなかったとき、達成・抵抗が不確実なとき...「なぜだ」(原因推測) (不)可能、難易

3.3 可能表現と原因推測

以上から、可能表現の本質を、原因推測との関連で次のように想定することができる。

- (14) a. 可能表現とは、話し手が行為の成否や進み具合に関して原因推測を行っていることを示す表現である。
- b. 容易・順調に成立・進行した行為は、出来事把握の一面性により、「当たり前」とされて当事者の特段の注意を引かないことが多い。
- c. <成立が当たり前でない事態> <完遂が容易でない行為> は、出来事把握の一面性により、当事者の注意を引き、「なぜ成立が困難なのか」「なぜ

完遂が容易でないのか」という当事者による推測(原因推測)が起動される。ここから、可能表現に見られる制約が説明される。

なお、現代日本語の方言には可能表現に<能力可能>と<状況可能>を区別するものがある⁵⁾が、この区別は行為が成功する原因をどこに求めるか(行為者の属性かそれ以外か)の違いである(本多(2006))。これは、可能概念の本質が原因推測にあるという本研究の主張と一致するものである。

3.4 実現可能に対する制約

論者によっては、「可能」の用語を非実現の事態に限定し、次のように実際に生じた事態には用いないことがある。その一方で、これらを「実現可能」として可能に含める立場もある。

(15) 入幕したばかりの新人力士は横綱朝青龍に勝てた。

英語の *could* は一般に、実現可能には使えず、通常は *was/were able to* が用いられるとされる。しかし Palmer (1987: 118) は “an implication of success, but limited success, or success with difficulty” がある場合には *could* が可能であると述べている。すなわち英語の *could* は、<成立が当たり前でない事態> <簡単には完遂できない行為> の場合に実現可能として用いられることになる⁶⁾。

(16) a. I could almost reach the branch.

b. I could just reach the branch.

現代日本語のラレル形式および可能動詞は、英語の *could* に比べて実現可能に用いられやすいと一般には考えられているが、実は日本語の可能表現にも *could* 同様の制約がある。林(2007: 40)による次の例を見られたい。

(17) a. 入幕したばかりの新人力士は横綱朝青龍に勝てた。

b. ? 横綱朝青龍は入幕したばかりの新人力士に勝てた。⁷⁾

林(2007)は、実現可能の成立要件として(18)を提案している。

(18) a. 事象が主体にとって好ましく、かつ得難い。

b. 表す事象の成立が不確か。⁸⁾

また、(19a)は当たり前の日常の出来事を報告した文であるが、(19b)は、地下鉄の利用を困難にさせるような特殊な事情がある場合にのみ容認される。

(19) a. 今日は地下鉄で大学に来ました。

b. 今日は地下鉄で大学に来(ら)れました。

英語の中間構文は通常「属性」を表すとされ、実現可能には使われないとされる。しかし実際には実現可能と解釈される例が存在する。それらは筆者の見るかぎり、ここに挙げた例と同様、＜成立が当たり前でない事態＞＜簡単には完遂できない行為＞に対して用いられたものである。

- (20) a. Boy did that mountain climb! (Rosta (1995: 132))
b. She sure did interview. (Rosta (1995: 132))
c. The curry digested surprisingly easily last night.
(Rosta (1995: 132), Iwata (1999: 530))
d. But on closer inspection, he realized he was wrong. When he scraped a fingernail over the blotchy stains, they sloughed off easily.
(D and H (2003: 67))
- (21) a. I thought we were out of gas, but the car DRIVES! (Fellbaum (1986))
b. The wall is painting easily./ The floor is waxing easily./ These bureaucrats are bribing easily./ These chickens are killing easily. (Iwata (1999: 531))
c. The bike is handling well and that's very important at Lakeside.
(D and H (2003: 64))
d. The top loch is fishing well. (D and H (2003: 65), D and H (2007: 46))

このように、いわゆる実現可能が許されるのは、＜成立が当たり前でない事態＞＜完遂が容易でない行為＞が問題になる場合である。これは(14b)で規定した、原因推測が起動される状況に合致する。

したがって、本論の枠組みでは、いわゆる実現可能は可能表現の中に含まれることになる。

4 残された問題

4.1 動作主に話し手/聞き手が含まれることと、可能の相関

ここで、明示されない動作主に話し手/聞き手が含まれることと、可能表現の相関の背景について述べておきたい。この相関の原因は、無標識可能表現が英語中間構文に対応する構文であることに求められる。

英語の中間構文は主語に立つ事物のアフォーダンス(提供する行為の可能性)を表す構文である(本多(2002, 2005))。アフォーダンスは知覚・行為者にとっての事物の意味であり、中間構文は知覚・行為者自身の視座からその意味を捉えて表現するものである。そのため、中間構文においては話し手自身が知覚・行為者であるか、もしくは知覚・行為者に共感して仮想的にその視座に立ち、同一化する⁹⁾ことが必要となる。英語の中間構文のこの特性が、それに対応する日本語の無標識可能表現にも認められるということである。

4.2 生態心理学から見た原因推測

最後に、原因推測についてアフォーダンス理論(生態心理学)の観点からどのように考えるかについて、可能表現に関わる範囲で述べておきたい¹⁰⁾。

アフォーダンスとは「環境の中の事物が知覚・行為者に提供する、行為の可能性」である。一方「アフォーダンスを知覚して行為を行うことを可能にする、知覚・行為者の属性」をエフェクティヴィティと呼ぶ。

この両者は相補的である。たとえば空気は人間に対して呼吸をアフォードするが、魚にはしない。この違いは人間と魚のエフェクティヴィティの違いによる。他方、人間に対して空気は呼吸をアフォードするが、水はしない。この違いは空気と水のアフォーダンスの違いによる。したがって、「人間はなぜ空気の中で呼吸ができるのか」という原因に関する問に対して、生態心理学は、その原因を空気のアフォーダンスと人間のエフェクティヴィティの組み合わせ、あるいは空気と人間の関係に求めることになる。

したがって生態心理学においては、ある行為が成立する原因は、つねにアフォーダンスとエフェクティヴィティの組み合わせ、ないしは環境と知覚・行為者の関係全体であり、アフォーダンスとエフェクティヴィティのどちらか一方だけが原因であるということとはありえない。繰り返しになるが、人間が空気の中で呼吸することができる原因は、空気の属性としてのアフォーダンスと人間の属性としてのエフェクティヴィティの組み合わせであり、空気と人間のどちらか一方だけが原因であるということとはありえない。

これは一見、原因推測という考え方と矛盾するかに思われるかもしれない。とくに能力可能・状況可能という区別はアフォーダンスとエフェクティヴィティの一方のみを原因と想定する見方に見えるものであり、矛盾が避けられないかに見える。そこで、原因推測について生態心理学の観点からどう考えるべきかについての検討が必要になるわけである。

筆者の見解では、行為成立の原因についての推測とは、アフォーダンスおよびエフェクティヴィティからなる原因全体の中の、ある一部の側面に自覚的な注意を向けることである。したがって、生態心理学の言葉で言えば、能力可能表現は、話し手が行為成立の原因としてのエフェクティヴィティに自らの自覚的な注意を向けていることを表し、なおかつ聞き手の注意もそこに向けさせる機能を持つ表現となる。一方状況可能表現は、話し手がアフォーダンスに対して行為成立の原因として自覚的な注意を向けていることを表し、同時に聞き手の注意もそこに向けさせる機能を持つ表現である。

そして *can* やラレル形式、可能動詞、あるいはデキルのように、能力可能と状況可能を区別しない可能表現は、話し手が行為成立の原因として環境のいずれかの側面に自覚的な注意を向けている、あるいは向けようとしているものの、注意の向け先を特定しない、あるいはできないことを表す。そして聞き手に対しては行為成立の原因となる環境の側面に漠然と注意に向けさせる機能を持つが、具体的な注意の向け先は特定しない表現ということになる¹¹⁾。

5 まとめ

以上、日本語の無標識可能表現を主たる題材として、英語の英語中間構文との関連からの再検討 ((2a)) と、可能概念の本質の検討 ((2b)) を行ってきた。

注

- 1) 青木 (1997), 大崎 (2005), 姚 (2006), 呂 (2007), 張 (1998), 西尾 (1954), 井上 (1976), ヤコブセン (1989) などを参照。
- 2) 松瀬・今泉 (2001) も参照。また、他の見解として、吉村 (1986), 堀川 (2006) も参照のこと。
- 3) ただし、対応の具体的なあり方については、筆者は影山とは見解を異にするが、紙幅の都合によりそれを論じることはできない。
- 4) 本多 (2002, 2005) においては聞き手には言及していないが、ここでは聞き手を加える。
- 5) 渋谷 (2006) などを参照。英文法では Declerck (1991) の言う capacity と opportunity の区別に相当する。
- 6) 柏野 (2002) は、通常は実現が困難なことを、状況の助けもあって、実現することに成功し、それによって行為者が達成感を感じている場合には、*could* が実現可能に用いられることを示している。
- 7) 林 (2007) は、朝青龍をめぐる一連の騒動が起こる前に刊行されたものである。
- 8) (17b) は、横綱朝青龍に特殊な事情が発生して、朝青龍による勝利が当たり前でない事態となった現在 (2007年12月) においては、以前よりは自然に感じられる度合いが高いと言えるであろう。
- 9) これには他者理解のプロセスが関わっている。本多 (2008) もあわせて参照されたい。
- 10) 本節の内容は本多 (2006: 第6節) と重複する。
- 11) 本節の議論からは、能力可能表現と状況可能表現の認定に関する伝統的な方法論の持つ問題点の由来があぶりだされてくるのであるが、それについては別稿を期したい。

参考文献

- Davidse, K. and Heyvaert, L. (2003). "On the Middle Construction in English and Dutch," In Granger, Lerot and Petch-Tyson (eds.) *Corpus-based Approaches to Contrastive Linguistics and Translation Studies*, 57–73. Rodopi.
- Davidse, K. and Heyvaert, L. (2007). "On the Middle Voice: An Interpersonal Analysis of the English Middle," *Linguistics* 45 (1), 37–83.
- Declerck, R. (1991). *A Comprehensive Descriptive Grammar of English*. Kaitakusha.
- Fellbaum, C. (1986). *On the Middle Construction in English*. Indiana University Linguistics Club.
- Gilovich, T. (1991). *How We Know What Isn't So: The Fallibility of Human Reason in Everyday Life*. The Free Press.
- Iwata, S. (1999). "On the Status of an Implicit Arguments in Middles," *Journal of Linguistics* 35, 527–553.
- Kageyama, T. (2002). "On the Role of the Event Argument in Voice Alternation," 『人文論究』 52 (1), 96–79. (関西学院大学).
- Palmer, F. R. (1987). *The English Verb* (Second Edition). Longman.

- Rosta, A. (1995). “How does this sentence interpret?” The Semantics of English Mediopassives,” In Aarts and Meyer (eds.) *The Verb in Contemporary English*, 123–144. Cambridge University Press.
- 青木ひろみ (1997). 「《可能》における自動詞の形態的分類と特徴」. 『言語科学研究』 3, 11–26. (神田外語大学大学院紀要).
- 井上和子 (1976). 『変形文法と日本語(下)』. 大修館書店.
- 大崎志保 (2005). 「日本語の自動詞による可能表現 — 動詞制約を中心に —」. 『日本語文法』 5(1), 196–211.
- 影山太郎 (1998). 「日本語と英語」. 玉村(編)『新しい日本語研究を学ぶ人のために』, 58–83. 世界思想社.
- 柏野健次 (2002). 『英語助動詞の語法』. 研究社.
- 渋谷勝己 (2006). 「自発・可能」. 佐々木・渋谷・井上・工藤・日高(編)『シリーズ方言学2 方言の文法』, 47–92. 岩波書店.
- 張威 (1998). 『結果可能表現の研究』. くろしお出版.
- 西尾寅彌 (1954). 「動詞の派生について — 自他对立の型による —」. 『国語学』 17, 105–117.
- 堀川智也 (2006). 「モノとコトの関係認定による属性叙述文」. 『日本語・日本文化研究』 16, 25–40. (大阪外国語大学日本語講座).
- 本多啓 (2002). 「英語中間構文とその周辺—生態心理学の観点から—」. 西村義樹(編)『認知言語学1: 事象構造』 11–36. 東京大学出版会.
- 本多啓 (2005). 『アフォーダンスの認知意味論—生態心理学から見た文法現象』. 東京大学出版会.
- 本多啓 (2006). 「助動詞の Can の多義構造 — <能力可能> と <状況可能> の観点から」. 『英語青年』 152(7), 426–428. (2006年10月号).
- 本多啓 (2008). 「他者にとっての環境の意味の知覚についての覚書」. 『神戸外大論叢』 58(7).
- 松瀬育子・今泉志奈子 (2001). 「中間構文」. 影山(編)『日英対照 動詞の意味と構文』 184–211. 大修館書店.
- 道田泰司・宮元博章・秋月りす (1999). 『クリティカル進化(シンカー)論: 『OL進化論』で学ぶ思考の技法』. 北大路書房.
- 姚艷玲 (2006). 「有対自動詞による無標可能文の成立条件」. 『日本語教育』 128, 90–99.
- 吉村公宏 (1986). 「英語の能動受動態と日本語の自動詞構文」. 『神戸学院大学教養部紀要』 21, 59–76.
- 林青樺 (2007). 「現代日本語における実現可能文の意味機能」. 『日本語の研究』 3(2), 31–46.

ヤコブセン W. M. (1989). 「他動性とプロトタイプ論」. 久野・柴谷 (編) 『日本語学の新展開』 213-248. くろしお出版.

呂雷寧 (2007). 「可能という観点から見た日本語の無意志動詞」. 『言葉と文化』 8. (名古屋大学 国際言語文化研究科 日本言語文化専攻)

身体的相互作用における主体性とターンテイキング： エージェントベースモデルの観点から

飯塚 博幸

公立ほこだて未来大学

情報アーキテクチャ学科

〒041-8655 北海道函館市亀田中野町 116-2

1 導入

言語への理解を目指した一つの方法として、コンピュータシミュレーションやロボットによる構成論的アプローチが盛んに行われている [11, 7]。言語のない状態からある状態への遷移を観察することによって、言語そのものを理解しようとする。言語をどのような立場から捉えるかによってモデルの構成方法は異なり、言語のどの側面に着目し明らかにしようとしているかで決まる。その流れは大きく2つに分けることができる。一つは、主に言語を抽象的に扱い、2者以上の間でやりとりされていくうちに自己組織的に文法構造や意味の伝達がなされるモデルである。もう一つは、環境に立脚した主体の身体をベースに意味を作り上げる身体性のアプローチである。実際、言語は身体の運動が言語の意味に積極的に関係する側面を持っている [4]。

しかしながら、形式的には身体を用いたモデルでも、抽象的な言語モデルだとしても、やりとりされるなにかに対して情報が埋め込まれ、意味を獲得しているとみることのできるモデルはいくつも提案されているが、それは言語をただのシグナルとして扱っているだけである。言語はシグナル以外にも異なる側面を多く持つ [14]。多くのモデルは言語を対象とするあまり、身体をベースにしたモデルを構成したとしても、結局は意味を生成することが目的に設定されるからである。身体的相互作用は意味を形成する以外にも、共有する空間を通して相互作用するという場を共有する役割があり、場の共有から言語への議論は盛んである [15, 8, 12]。

本論文では、身体をベースにしたアプローチをもとにし、言語を言語そのものとしてだけ捉えるのではなく、環境との相互作用、特に2者間の身体的相互作用をも含めたものとして考える。環境や他の主体との身体的相互作用からいかにして言語へと発達していけるかということをも主体性の創発から議論する。

我々は環境や人と相互作用するにあたり、自分の振る舞いは自分で動かしているし、他人の振る舞いは自分が起こしたものではない。言語においても自分が発言しているということと、相手が発言しているということは明らかに異なる。つまり、ここでいう主体性とは、相手が自分と異なる主体であることを相互作用の中に運動として表現しているダイナミクスとして考える。現在のエージェントシミュレーションでは、エージェントと環境(もしくは、相手のエージェント)のそれぞれのダイナミクスが相互依存的に動いているだけで、そこに因果関係があるわけではないので、決定的にこの主体性の問題は扱うことはできない。主体としてホムンクルスのようなものをエージェントの内部に仮定するのであれば、振る舞いの因果関係を置くことは可能であるが、それでは主体性を理解することにはならない。むしろ、相互作用の中にいかにして主体的であるといえる振る舞いが作られるかを考えなければならない [3, 5]。

相手が自分とは異なる主体であることが認識が可能になると相互の運動に対して、自分が動かしたから相手はそれに反応した、相手がこう動いたので自分はそれに反応した、という因果関係が相互作用に一人称的視点とともに生まれる。言語において、この一人称的視点が必要不可欠であると考え、それを生み出すことが可能であるエージェントシミュレーションの構成を試みる。ここでは、言語的な相互作用を考えるのではなく、身体的相互作用における主体性を認知実験の知見をもとにモデル化する。以下、2章では基盤とする人と人の相互作用の実験を紹介し、3,4章において、それをモデル化した単純なシミュレーションモデルとその結果を説明する。

2 被験者を用いた主体性の実験

Trevarthen による実験では、母親と赤ちゃんがそれぞれ異なる部屋にいて、お互いテレビモニターを通して相互作用をとることができる [9, 13, 10]。そのテレビモニターがリアルタイムでそれぞれの表情を写しているときは、母親と赤ちゃんは通常どおり発声や表情のターンテイクを通して相互作用をする。しかし、あるとき母親の振る舞いを正常に相互作用していたときに録画しておいたものに変えてしまうと、赤ちゃんは、泣きだしたり、画面に興味を持たなくなったりして、相互作用を続けることができなくなる。これは、赤ちゃんにとって相互作用を続けるためには母親の表情豊かな振る舞いだけでは十分でなく、赤ちゃんの振る舞いに随伴的に母親が振る舞う必要があることを示している。つまり、リアルタイムに相互作用をしているということが両者の間で共有され、それが母親と赤ちゃんの相互作用を支えている。

Auvray らは異なる実験から人の主体性の区別を行っている [1]。彼らの実験では、目隠しをした二人の被験者が1次元上のアバターを動かし、接触したときのオンオフの刺激のみから、本当の相手をみつけることが企画される。実際、静止しているオブジェクトや、ニセのアバター(アバターの影のように一定の距離を保ちながら全く同じ運動をするオブジェクト)に惑わされることなく、お互いのアバターを発見することが可能であることが報告されている。このことは、両被験者が相互作用をし合っているという認識とそのアクティブな動きのダイナミクスが相手の主体性を形作っているといえる。

これらの実験の共通のアイデアは、被験者に晒される振る舞いに関しては、録画されたものであろうと影であろうと、実際に意図をもって動かしている相手となんら変わりがない。唯一異なる点は、その動きが自分に対してリアルタイムに応答して作り出されている振る舞いかどうかにある。そして、このことが相手の主体性を生成している。すなわち、相手の主体性というものは、相手の動きの質や動きそのものにあるというよりも、むしろ、相互作用そのものにあるリアルタイム性にあると言える。これを次の節でモデル化し、主体性のモデル化を試みる。

3 Model

Auvray の認知実験と同様に、限られた入力と出力をもった1組のエージェントが相互作用する系を考え、エージェントは、相手のエージェントがリアルタイムに自分と相互作用をしているのか、もしくは、ただ以前に録画された動きを示す非応答的エージェントなのかを判別する。これは Trevarthen による実験と同様の主体性を扱っている。

1組のエージェントは、上側と下側にわかれ、無限に延びた1次元上の空間にお互い向き合っている。各エージェントはその空間上を左右に動くことができ、センサーは1つの触覚センサーのオン/オフの情報に限られる。つまり、センサーが相手の体に触れるとセンサー情報は1になり、触れていないときには0になる。また、一定の割合でノイズが入り、その情報は反転する。図1にこのシミュレーションの環境設定を図示する。

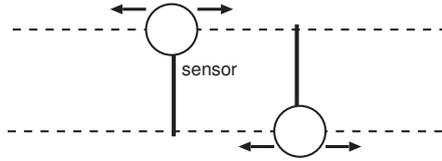


Figure 1: シミュレーションの環境設定。オン/オフの触覚センサーをもったエージェントは1次元上の空間で相互作用をする。

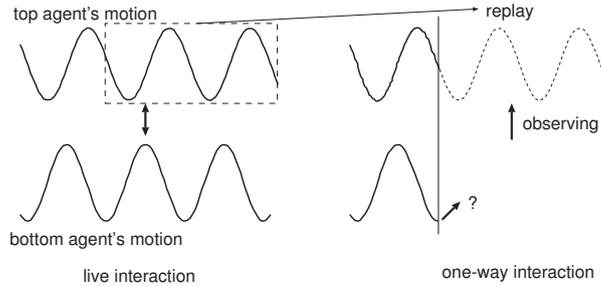


Figure 2: Live と one-way interaction. Live interaction では、両エージェントはニューラルネットワークを持ってリアクティブに振る舞いを生成するが、one-way interaction では片方のエージェントは live interaction のときに生成した振る舞いをそのままレプレイするのみでリアクティブには反応しない。

各エージェントは連続時間のリカレントニューラルネットワークによってモデル化される [2]. 本論文では、ノードの数は8で全結合している。ニューロンの時間発展は以下のように表される。(エージェントの動きとニューラルネットワークの時間発展は0.1刻みでオイラー法を用いることによって計算している。)

$$\tau_i \dot{y}_i = -y_i + \sum_{j=1}^N w_{ji} z_j(y_j) + I_i, \quad (1)$$

$$z_i(x) = 1/(1 + e^{-x - b_i}), \quad (2)$$

このニューラルネットワークを使って、主体性の判断が可能であるエージェントを構成する。ランク方式とエリート戦略を用いた遺伝的アルゴリズム (GA) を用いることによって、ニューラルネットワークの各パラメータを両エージェントで共進化させる。

各エージェントの評価値は2つの要素によって決定される。一つは、実際にニューラルネットワークを持ってリアルタイムに計算しながら相互作用しているエージェントと、どの程度協調的振る舞いを生成できるか (live interaction) である。ここで、協調的振る舞いはお互いの体の中心位置を交差することと定義した。もう一つの要素は、以前 live interaction のときに生成した振る舞いをリプレイするだけの非応答エージェントと、どれだけ中心位置を交差しないでいられるか (one-way interaction) である。Live と one-way interaction の違いを模式的に図2に示す。図にあるようにまず、live interaction を行い、そのときの振る舞いを記憶しておくとともに、live interaction の評価を行う。そして、そのときに生成された軌跡をもとに、ある時点で片方のエージェントを記憶しておいたもの (非応答エージェント) にする。つまり、この時点からこのエージェントはリ

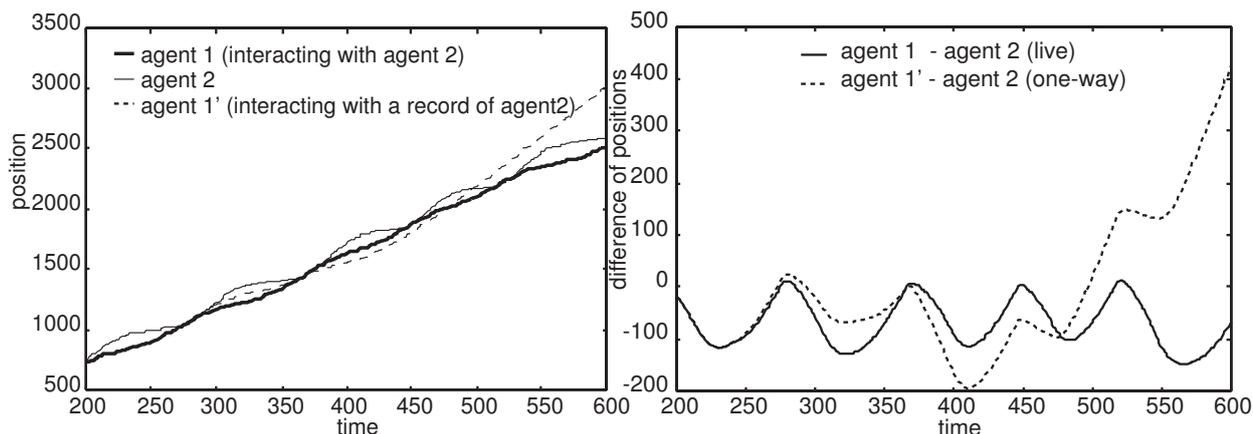


Figure 3: 左図：Live と one-way interaction のときのエージェントの振る舞いの軌跡。細実線と太実線は live interaction のときの上下側のエージェントの振る舞いを示し、点線は細実線の非応答エージェントと相互作用したときの下のエージェントの振る舞いを示している。右図：そのときの両エージェントの位置の差。0 を越えることはお互いの位置が交差することを示している。

アクティブに反応することができない。仮に、このシステムにノイズが存在しない場合、one-way interaction が始まる時点ではすべて live interaction と同じ状態をもっているため、2つの区別はつかない。エージェントはなんとかして各試行で独立に発生するノイズを利用して、この二つの条件を区別しなければならない。

4 Results

進化したエージェントは、live と one-way interaction を正しく区別することができる能力を獲得した。

4.1 実験結果 1

まずは、下側のエージェントだけが主体性を判断させるように進化させ、その基本構造を調べる。初めに、live と one-way interaction のときの下のエージェントの振る舞いの違いを示し、どのような過程を通して、相手の意図性を判断するかを示す。図3は、live interaction のときの協調的振る舞いを示し、また、その相互作用の途中である $t=200$ の時点から one-way interaction にした場合の下のエージェントの振る舞いを示している。Live interaction のときには、エージェントが一定方向に進みながらお互いの動く速さを調節し、協調的振る舞いである体を交差する振る舞いが生成されている。一方、one-way interaction では、その協調的振る舞いは時間とともに崩壊する。初めのうちは、下側のエージェントは one-way interaction に変わったことに気づかずに、体を交差するように振る舞おうとするが、突然、振動する振る舞いの位相がずれ、最後には非応答エージェントと相互作用するのを止め、遠ざかっていく。異なる時点から one-way interaction を始めても、相手が自分とリアルタイムに相互作用をしていないことに気づき、同じように協調行動を止め、遠ざかっていく。

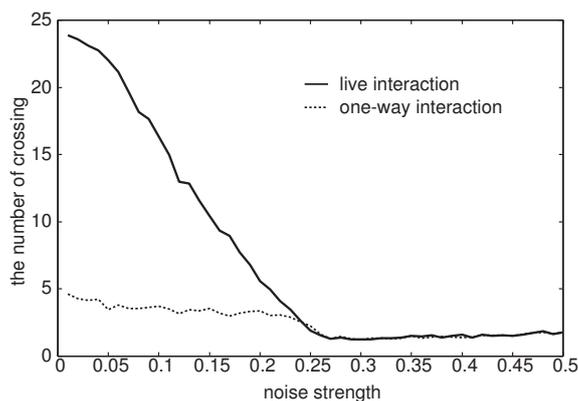


Figure 4: ノイズの発生確率を変化させたときの両エージェントの平均交差回数。0.01 刻み毎にプロットしてあり，各平均値は 100 回相互作用させたときの結果を用いて計算される。GA を用いて進化させたときのノイズの発生確率は 0.05 である。

4.1.1 Noise Stability

図 4 は両エージェントの協調的振る舞いに与えるノイズの影響を表している。両エージェントがリアルタイムに相互作用している場合には，ノイズの強さの影響を受けるものの，エージェント達が作り上げる協調的振る舞いにはノイズに対する頑健性があり，その協調行動が維持されていることがわかる。しかしながら，上側のエージェントを非応答エージェントに変えるとその協調行動は維持されない。つまり，両エージェントによって作りだされる大域的な結合ダイナミクスでは，各センサーから入るノイズによってもたらされる摂動に対して，それを抑制する性質がある。しかし，片方だけのエージェントが応答的である場合には，大域的なダイナミクスにはもう摂動に対する安定性は存在せず，その摂動は増幅され相互作用が崩壊する。このノイズの頑健性を相互依存的に獲得することで，エージェントは振る舞いのリアルタイム性を実現している。

4.1.2 Ongoing behaviours of agents

協調的振る舞いが実現されているときには，上側のエージェントは下側のエージェントよりも正の方向側に位置し，正の方向に動くスピードの上げ下げを調節する。もし，上側のエージェントがセンサー刺激を受け取ると，正の方向へのスピードをあげ，下側のエージェントを追い越さないようにする。離れると次の刺激が入るまで，徐々にスピードを下げる。一方，下側のエージェントは上側のエージェントの負の方向側に位置し，センサーの刺激を受けないときには正の方向へのスピードをあげ，上側のエージェントに追いつこうとし，追いついたときにはスピードを下げる。これらのプロセスを繰り返すことによって，エージェント達は協調的振る舞いを作っている (図 3)。

図 5 に両エージェントが協調的振る舞いを生成しているときのそれぞれの内部ダイナミクスと，入力を常に 1 もしくは 0 に固定したときに得られるアトラクターを示す。図からわかるように，上側のエージェントのニューロンの値は主に端のほうの値をとり，その変化は極端であり，下側のエージェントと比べ，離散システムのように変化している。この内部ダイナミクスは外部の入力に対して鋭敏に反応し，入力を受けるとすぐに内部状態が変化し，その振る舞いをリアクティブに変化させる。一方，下側のエージェントの内部ダイナミクスは固定インプットによって得られるアトラクター間の遷移ダイナミクスを利用している。ダイナミクスが一方のアトラクターに完

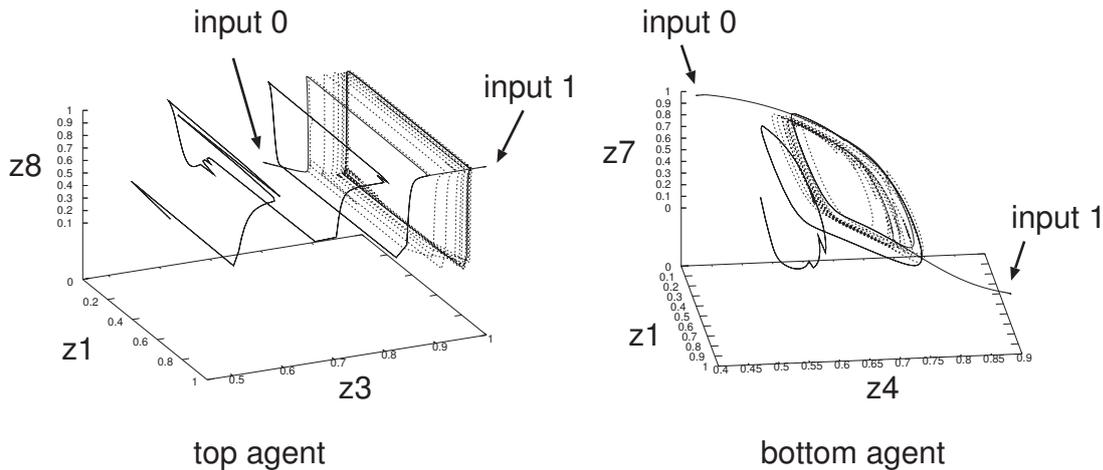


Figure 5: 各エージェント内部ダイナミクス。各軸はニューロンの発火率 z_i である。点線は両エージェントが相互作用したときに得られたもので、実線は常にインプットを0もしくは1に固定したときに得られたもので、そのときのアトラクターを示してある。

全に落ちてしまう前に入力が切り替わり、その遷移ダイナミクスは新しいアトラクターへと遷移し始める。協調的振る舞いが達成されているときには、このエージェントは相手との接触と回避を繰り返すので、完全にアトラクターに落ちることなく、その間を遷移し続ける。つまり、内部の遷移ダイナミクスが相手との相互作用と結びつくことによって、このダイナミクス自身が維持されている。

4.2 実験結果2 - ターンテイキング

異なる実験設定として、同時に両エージェントが、相手が live か one-way interaction を判定するように進化させた場合の結果を示す。

Fig. 6 に各エージェントが live と非応答エージェントである相手と相互作用したときにできる位置の差が一定より大きくなるときの絶対時間が示されている。非応答エージェントと相互作用を開始する時間に依りてそれぞれの結果が示されている。相手が live に応答してないことがわかるとエージェントはなるべく中心の位置を交差させないようにするため、その場から離れる傾向がある。そのため、上の図の位置の差がある一定の値より大きくなるのは、エージェントが相手が live ではないと判断している点として解釈することが可能である。興味深いのは、各エージェントが相手が live ではないと判断する時間帯がある程度決まっているように見える点である。例えば、初めから(横軸0)非応答エージェントに下側のエージェントが相互作用すると、相手が live だと思ってしばらく交差しながら相互作用をするが、590 ステップぐらいで相手が live ではなかったことに気づく。400 ステップから非応答エージェントと相互作用を開始してもだいたい同じぐらいのときにそれに気づく。下側のエージェントが気づく時間帯と上側のエージェントが気づく時間帯はおおよそ決まっている。その時間帯のヒストグラムをとったのが、Fig. 7 である。この図からも明らかのようにその時間帯が交互に入れ替わっているのがわかる。

それは、母親と赤ちゃんの実験では明示的には観測されていないが、双方が相手がビデオかどうかを観測する必要がある場合(意図的にやっているわけではないが)、相互作用を通してその相互作用を牽引するリーダーと従属するフォロワーにわかれる必要がある。例えば、片方が、相手

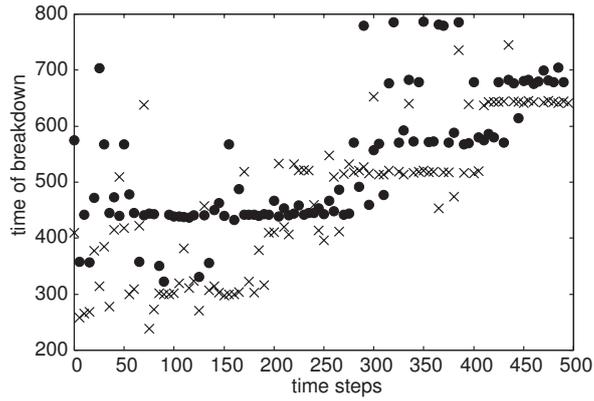


Figure 6: live と非応答エージェントと相互作用したときとの位置の差 (Fig. 3 だと太実線と点線の位置の差) が一定以上になったときの絶対時間 (●は下側のエージェント, ×は上側のエージェント). 非応答エージェントの実験を開始する時間 (横軸) に応じた結果.

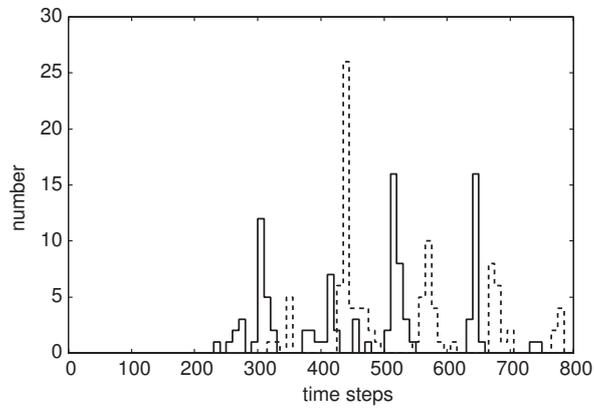


Figure 7: Fig. 6 の縦軸の時間のヒストグラム

がビデオかどうか判断するために、相手の意表をつくような動きをする。それに対する反応をみてビデオかどうかを判断することができる。この関係が固定であると、反応をみられている側は常に従属するだけで、相手がビデオかどうかを判断することができない。すなわち、相互作用の中で、この役割がダイナミックに変わっていく必要がある (ターンテイキング)。Fig. 7には、この役割がダイナミックに変わっていくために、ビデオかどうかを判定する時間が交互に入れ替わりがながら生じていると考えられる。

5 Discussion

このシンプルなモデルでは、ミニマルな条件での社会的相互作用に見られる主体性をモデル化している。ここでは、相手がリアルタイムに反応して相互作用をしているということを相手の主体性と定義し、そのリアルタイム性がエージェント間の協調行動にどのようにして実現されているかをみた。つまり、単に協調行動といっても、そこにはリアルタイム性のあるものとないもの

が存在する。実際、GAによって意図性の検知を進化させることができなかった試行では、協調行動は成立するが、意図性の検知は見られなかった。つまり、その協調行動にはリアルタイム性はないといえる。

そのリアルタイム性の実現において、以下のことを用いていることがわかった。大域的には、1) ノイズに対する両エージェントの結合ダイナミクスのロバスト性、個々においては、2) 接触したときにおけるリアクティブな反応、3) それを計るための遷移ダイナミクス、4) 接触タイミングを揺るがすための振る舞いの多様性、これらを利用し、相互に結合することによって、意図性の検知を行うのは十分可能であることがわかった。このことは、最初に挙げた疑問に答える。少なくともいくつかのケースにおいて、相手の意図性を認知するためには、複雑な情報を統合する個々の認知機構は必ずしも必要とせず、むしろ、相互作用自体のリアルタイム性、ノイズに対する頑健性によって実現が可能であることを示している。また、これらのシミュレーション結果は、人の意図性を扱うような難解な認知の問題に対しても、モデルを複雑化して理解するのではなく、環境とエージェントを簡素に記述し、その相互作用から考えるという身体性モデリングの一つの可能性を示したといえる。

ここでのシミュレーションは、言語に突出することなく身体的運動の相互作用を考えた。当然、言語は単なる身体的運動相互作用ではない。しかし、言語を議論する上で、身体的な相互作用から言語的相互作用への遷移をみるための基盤となる一人称的視点を創発可能な身体的相互作用のモデルは必要不可欠であり、その提案を行った。身体的相互作用では、双方が主体性を生み出すために、相互作用を牽引するリーダーと従属するフォロワーの役割と、またその役割が転換していくターンテイキングの構造が創発した。今後、この主体性をもった身体的相互作用をより抽象度の高い言語的相互作用につなげていきたい。

謝辞 本研究は日本学術振興会の特別研究員奨励費(17-04443)の助成を得た。

References

- [1] Auvray, M., Lenay, C., & Stewart, J. (2006). The attribution of intentionality in a simulated environment: the case of minimalist devices. In Tenth Meeting of the Association for the Scientific Study of Consciousness, Oxford, UK, 23-26 June, 2006.
- [2] Beer, R. D. (1990). Intelligence as adaptive behavior: An experiment in computational neuroscience. San Diego: Academic Press.
- [3] Di Paolo, E. A. & Iizuka, H. (in press). How (not) to model autonomous behaviour. BioSystems, Elsevier Science.
- [4] Glenberg, A., & Kaschak, M. (2002) Grounding language in action. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9(3), 558-565.
- [5] Iizuka, H. & Di Paolo, E. A. (2007). Toward Spinozist robotics: Exploring the minimal dynamics of behavioural preference. *Adaptive Behavior*, Sage Publication, Vol. 15, No. 4, 359-376.
- [6] Iizuka, H. & Ikegami, T. (2004). Adaptability and diversity in simulated turn-taking behavior, *Artificial Life* 10:361-378, Cambridge, MA: MIT Press.
- [7] Ikegami, T. & Zlatev, J. (2007). From pre-representational cognition to language. In *Body, Language and Mind*. Berlin: Mouton de Gruyter

- [8] Ikegami, T. & Iizuka, H. (2007). Turn-taking interaction as a cooperative and co-creative process. *Infant Behaviour and Development*, Vol. 30, 2, 278-288.
- [9] Murray, L., & Trevarthen, C. (1985). Emotional regulations of interactions between two-month-olds and their mothers. In T. M. Field & N. A. Fox (Eds.), *Social perception in infants* (pp. 177-197). Norwood, NJ: Ablex.
- [10] Nadel, J., Carchon, I., Kervella, C., Marcelli, D. & Réserbat-Plantey, D. (1999). Expectancies for social contingency in 2-month-olds. *Developmental Science*2:164-174.
- [11] Steels, L. (1997) The synthetic modeling of language origins. *Evolution of Communication*, vol. 1, no. 1, 1-34.
- [12] Tomasello, M., & Farrar, M.J. (1986) Joint attention and early language. *Child development*, 57, 1454-1463.
- [13] Trevarthen, C. (1993). The self born in intersubjectivity: The psychology of an infant communicating. In *The perceived Self* (pp. 121-173), U. Neisser(ed.), Cambridge University Press.
- [14] 宇野良子 & 池上高志 (2005) 一人称的説明による理由文の分析-構成論的アプローチから認知言語学へ-, 日本認知言語学会論文集第5巻, 73-83.
- [15] 宇野良子 & 池上高志 (2003) ジョイント・アテンション/予測と言語志向性をそろえるメカニズム-, 認知言語学論考2, ひつじ書房, 231-274

語りにおいて生起し，その理解を支える潜在的人称構造について

岡本 雅史

東京工科大学 片柳研究所
okamotoma@media.teu.ac.jp

1. はじめに

本稿は，岡本(1997)で提起した〈潜在的人称構造〉という概念を発語内行為の理解という限られた側面から展開し，言語使用者の主観性/主体性や時制といった言語現象一般への適用可能性について探ることを目的とする。

まず，発話理解について発話そのものを理解/解釈の対象とすることを批判し，発話事態をそれに代置する。次に，発話事態の主要な参与項としての発話者と解釈者の間の関係に発話行為があると考え，発話行為論についての簡単な要約を行う。そしてこの発話行為論を統語構造に拡張しようとしたRossの遂行仮説について触れ，その問題点と意義について述べる。その後，この遂行仮説を発話理解の有益な視点と捉え，これを踏まえた発話事態スキーマ，そしてそれにBenvenisteの人称論を加えた潜在的人称構造を提案する。最後に，この潜在的人称構造から発話事態を改めてモデル化することで主観性/主体性の問題や時間概念の分析などにどのような貢献が可能であるかを検討する。

2. 発話から発話事態へ

2.1. 発話理解とは「発話」を理解することか？

従来支配的であった言語学的立場では，理解や解釈の対象は記号列からなる言語的メッセージであり，文脈（コンテキスト）はメッセージの理解・解釈過程において働く制約条件のようなものと想定されている。しかしながら，話し手が不意に沈黙し聞き手がその沈黙の意味を探ろうとする場合を考えてみれば，コミュニケーションにおいて言語的メッセージのみが理解や解釈の対象になるわけではないことは明らかである。ここで重要なのは，こうした沈黙が常に有意味なものというわけではなく，あるべき発話の「不在」という事態が理解や解釈を引き起こすことである。従って，発話事態 (speech event) そのものが理解/解釈の対象となり，言語メッセージとしての発話はその発話事態を構成する一部であると考えの方が，非言語的コミュニケーションの理解・解釈過程との連続性を考慮する上でより自然な態度であろう。

このような背景から，本稿では発話理解を発話が行われた状況（＝発話事態）全体を，当該発話（ないしはその不在）を主たる手がかりとして行われる認知プロセスとして捉える。

2.2. 発話事態の規定

現実に発話がなされる事態を観察すると、無限にたくさんの要素が含まれていることが分かる。例えば、言語的情報、パラ言語的情報、非言語的情報、発話が行われた時間/場所、等である。さらに、話し手と聞き手が持つ言語的知識や百科事典的知識、社会的関係、対人イメージなども考慮しなければ発話事態の完全な記述は不可能であろう。

しかしながら、発話事態を事態一般の下位カテゴリーとみなすと、明示的なレベルにおいては発話が行われる際の参与項とそれらの関係によってとりあえず規定可能である。つまり、発話事態の参与者は、発話者（話し手）・解釈者（聞き手）・言語（メッセージ）・（表象される）対象ないしは事態の4項である。これをBühlerのオルガノン・モデル (Bühler 1934/1990) に範を得て発話事態をモデル化したのが図1である。

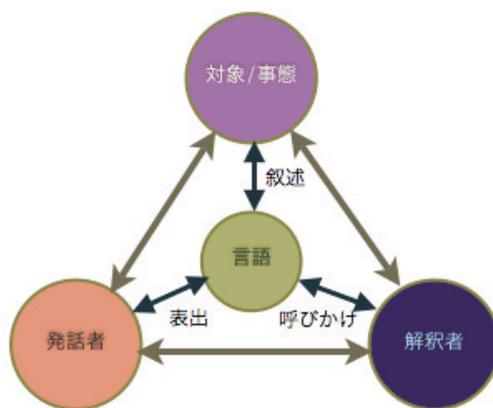


図1. 発話事態モデル

Bühler自身は言語とそれを取り巻く他の参与項との関係にのみ焦点を当てていたが、発話事態の中で生じているのは、発話者、解釈者、対象/事態が言語を媒介として新しい関係を取り結ぶことであると捉え、それらの参与項間の関係も発話事態モデルの中で明示することとする（それぞれの関係については後述）。この新しく設定された関係のうち、発話者と解釈者との間では言語を媒介として何らかの〈行為〉が生じているはずである。そこで、まず〈発話行為 (speech act)〉がこの発話者と解釈者の間に構築される〈行為〉の不可欠な一部を担っていることに着目する。

3. 発話行為とは

発話行為 (speech act) とは「言語行為」とも呼ばれ、発話をするのが単に何かの事態を記述するだけでなく、発話それ自体がある〈行為〉として成立すること。またはその行為とされる。Austinは発話行為を以下の3つに下位区分している (Austin 1963)。

I. 発語行為 (locutionary act)

(意味や音声を伴って) 何らかの言葉を発する行為

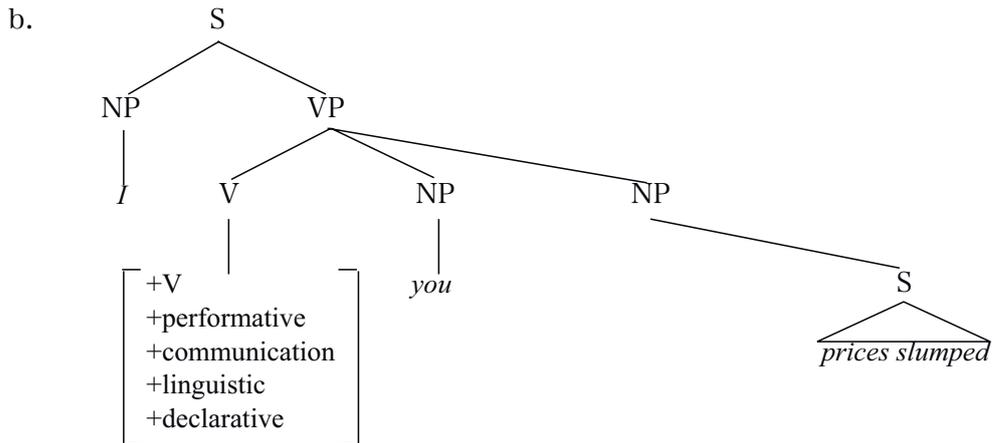
II. 発語内行為 (illocutionary act)

4. 遂行分析の問題点と意義

4.1. Rossの遂行分析

かつて生成文法への発話行為論の導入による統語的問題の解決策として、Rossは全ての文が深層構造において、最上位の節として(1)一人称単数の主語 I, (2)二人称の間接目的語 You, (3)現在時制の言語伝達 (+linguistic, +communication, +declarative) の遂行動詞を取ることを主張した (Ross 1970).

(4) a. Prices slumped. (物価が暴落した)



また、遂行仮説では次のような前方照応の存在について適切に分析することが示されている。

(5) a. Linguists like myself were never satisfied with the promising framework.

b. *Linguists like himself were never satisfied with the promising framework.

(6) a. Ann *can* swim; but if you don't believe me, just watch her.

b. *Ann *can* swim; but if you don't believe them, just watch her.

(5)の例では基底に一人称単数の主語が存在しなければ説明できず、(6)の例では基底に現在時制の言語伝達(+linguistic, +communication, +declarative)の遂行動詞が存在することを示唆している。

4.2. 遂行仮説の問題点

この遂行分析に関しては早くから様々な問題点が指摘されてきた、まず、遂行分析は発話行為論を統語論や真理条件意味論に還元しようという試みであるのだが、遂行節とその補文は必ずしも同じ真理値を持たないし (意味論的問題)、発語内効力を統語構造に反映させるのは明らかに限界がある (統語論的問題) (Levinson 1983)。また、基底の最上位の節の中で取る動詞=遂行される発語内行為であるとした点も問題となる。なぜならば、

どの遂行動詞が選択されるかや発語内行為成立の可否はコンテクストに依存するので、深層構造としてあらかじめ規定することはできないからである。さらに、基底の最上位節の主語 I と間接目的語 You を現実の話し手と聞き手にそれぞれ無条件で対応する点も重大な瑕疵である。例えば、次のような発話では深層の主語と表層的な主語に対して単純に同一指示を与えると矛盾文となる。

(7) 僕は何も言っていないよ

この文では「何も言っていない」話し手と「『言っていない』と言っている」話し手を区別することができなければ意味が取れない。

4.3. 遂行分析の意義と発話事態スキーマ

先のような問題点が多く残っていたため、現在ではほとんど顧みられない遂行仮説であるが、発話事態の観点から見ると「いかなる発話もある話し手によってある聞き手に向けられた発話である」という、発話の持つ潜在的な事態構造を設定した点で評価できる。従って、この遂行分析を発話事態としてスキーマ化すると以下のように表すことができるだろう。

(8) 発話事態スキーマ：<I> - <TELL> - <YOU> - [(utterance)]

ここで大文字で表されている<I>や<YOU>は実際の話し手や聞き手とは同一のものではなく、根源的な「語る」行為を示す<TELL>に結びつけられた<話者相>・<聴者相>とも言うべき存在である。なぜならば、一見話し手や聞き手は時間的・空間的に連続した統一的な実体をもった存在であると見なされるが、実際は発話の都度その意図や信念を更新し、またさまざまな行為の主体や客体として顕現する多様かつ動的な存在であるからである。また、発話 (utterance) は言語の記号的性質により、それが表象する情報とその音声的側面の両者を持つため (情報を伝える TELL¹と言語音声伝える TELL²)、本来上記のスキーマは二重構造となっている。

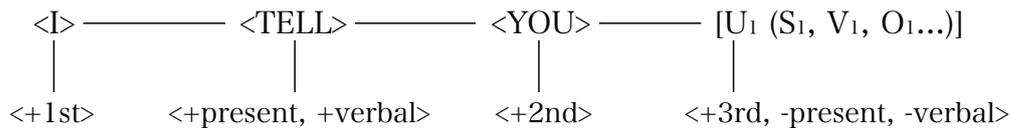
5. 潜在的人称構造に基づく発話事態モデル

5.1. 潜在的人称構造

Benveniste (1966/1971) は、一人称を「語る者」、二人称を「語りかけられる者」、三人称を「(その場に) いない者」と定義した。つまり、語りの場面においてまず一人称と二人称が「語り」という行為によって対立して配置され、さらに三人称がその「語りの場」の外として規定される。本稿ではこのBenvenisteの考えと先の発話事態スキーマに基づき、その都度の語りにおいて生起する人称関係が(9)のような潜在的な構造を持つと考える。具体的には、あらゆる発話が<語る「私」>としての一人称 I, <語りかけられる「あなた」>としての二人称 YOU, そして本質的な現在性と言語使用性を持つ<語る>行為

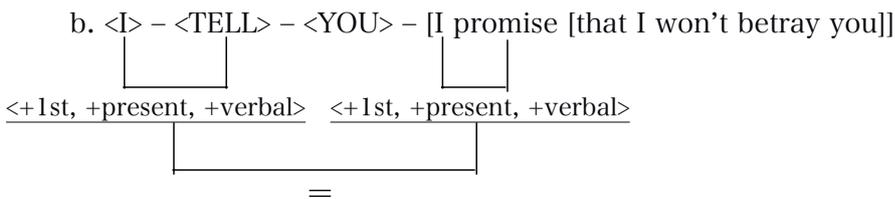
TELL を潜在的に持っているとは仮定する。そして、語られる対象である現実の発話はこの<語り>の場の外にあるが故に、潜在的に三人称 (=非人称) でありかつ非現在性かつ非言語使用性という性質を持つとする。また、認知的な構造としてあらゆる発話がこのような構造を持つとすれば、聞き手は必要に応じていつでもその発話を現在行われている言語的な行為としての「語り」として対象化することができると考えられる (これがAustinの言う「陳述」行為に相当する)。

(9) 潜在的人称構造



この潜在的人称構造に基づいて明示的遂行文の持つ遂行性を記述すると以下のようなになる。

(10) a. I promise that I won't betray you.



(10)の例では、表層の主節の主語および動詞が潜在的には三人称・非現在・非言語的であるべきところが、実際はそれぞれ一人称・現在・言語的であるため、潜在的な語りの場における<語り>の行為と重なり合い、結果として「約束」の発話内行為が成立してしまうと考える。なぜならば、ある発話が行為であるためには、発話時点と行為時点が一致していること、および遂行される行為が言語によって媒介されることが必要で、明示的遂行文はその条件を表層的に満たしているため、聞き手はその発話に明示的に示された行為の名を付与してしまうからである。

5.2. 潜在的人称構造に基づく発話事態モデル

このように、潜在的人称構造を措定することで、単に特定の言語形式を持つ発話が適切な条件下で行為として遂行されるという現象の記述レベルを超えて、なぜ行為として解釈者に理解され受容されうるのかを示すことができた。本稿ではこれをさらに発展させ、潜在的人称構造を軸として発話事態を改めて把握することにより、我々の言語活動において表層的な言語形式がどのようにして空間的・時間的認知作用と関わっているかの一端を明らかにしたい。

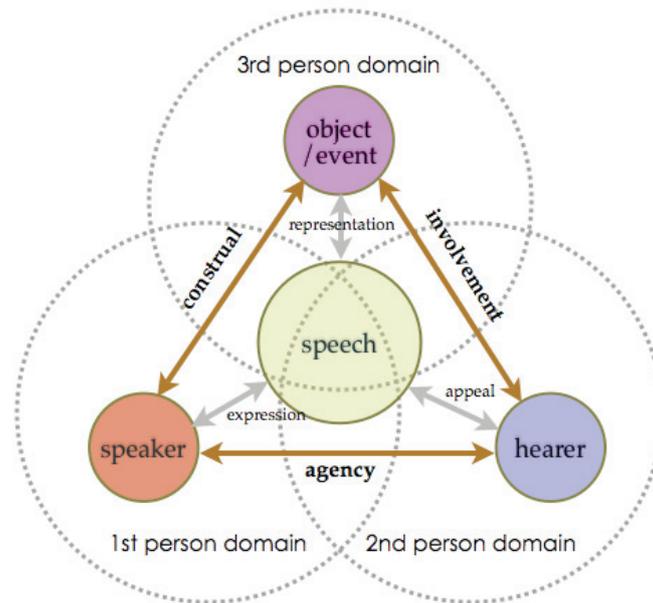


図2. 潜在的人称構造に基づいた発話事態モデル

まず、潜在的人称構造を反映した発話事態モデルを素描すると図2のようになる。話し手は何らかの対象や事態を認知し(construal)、それを言語化する。このとき、言語（ないしは発話）はその対象や事態の表象(representation)であり、同時に発話者による表出(expression)でもある。そしてこの言語＝発話は聞き手に対して呼びかけ機能(appeal)を持ち、その言語＝発話を通して何らかの行為性(agency)が話し手と聞き手の間に生じる。そして、この結果として聞き手はその発話が表象していた対象や事態を情報として自らに関与づける(involvement)こととなる。ここで先の潜在的人称構造の持つ人称性を付け加えると、発話が喚起する人称性に従って、一人称空間は話し手と言語の関係として、二人称空間は聞き手と言語の関係として、そして三人称空間は語られる対象や事態とそれを表象する言語との関係として、それぞれ捉えることができる。

先述したように、本質的な現在性を<語り TELL>、つまり言語＝発話の生起時に求めるとするならば、現在とは一人称空間と二人称空間の重なりがもたらす時制にあり、語られる対象は常に認知時として発話時より以前の時間に存在することから本質的に過去の領域にあると考えられる。実際、目の前に現在存在しているものを言語化したとしても、その認知は常に言語化に先立ち、決して<語り TELL>を起点とした過去性から逃れることはできない。言い換えれば、我々は発話時に先立つ認知時において存在して「いた」に過ぎない対象を、「存在して『いる』」と語ることによって、半ば強引に現在時に関係づけているのである。このことは同時に、認知自体が一人称空間と三人称空間の重なりにおいて生じる作用であることの証左でもある。同様に行為性は一人称空間と二人称空間の重なりにおいて、情報関与性は二人称空間と三人称空間の重なりにおいて生じる性質であることをこのモデルは示唆している。

6. 文法と認知のインタフェースとしての人称性

6.1. 主体性/主観性の諸相

ここで、発話者の立場に立つと、発話者は直接的に3つの主体性/主観性を持つことが分かる。つまり、何らかの対象や事態を認知する〈認知主体〉、言語＝発話を表出する〈言語主体〉、そして聞き手との間で行為を遂行する〈行為主体〉、としての主体性/主観性である。認知や行為は言語を媒介としなくても可能であるが、認知の結果を言語化したり、言語によって行為を行うことで、複数の人称空間が重なりあい、動的な意味理解が可能となる。

池上 (2003)は主観性の議論を認知言語学の立場に沿って論じ、話し手が〈認知の主体〉であると同時に〈発話の主体〉でもあることを考慮すべきであると主張する。しかし、発話事態モデルに即して言えば話し手が〈行為主体〉でもある視点が欠けており、これが認知言語学における行為論の不在を象徴している。逆に会話分析においては〈行為主体〉であることのみ重点が置かれるがゆえに、どのような言語形式で発話がなされたかや、どのように事態や対象を認知した結果の発話であるかは不問にされる傾向が強い。

このように発話者が直接的に三重の主体性/主観性を持つことは、発話事態の規範性からの逸脱において重要な側面を持つ。例えば、岡本(2003)においてアイロニー発話がその理解過程においてまずは規範的な発話事態の逸脱として解釈者によって認知されることを示したが、次のような発話例はそれぞれ3つの主体性/主観性の逸脱として認知されることでアイロニカルな意図理解の基盤となっている例である。

- (11) (どしゃぶりの空を見上げて) なんていい天気なんだ
- (12) (学生時代に野球部の主将をしていたと主張する部下に対して) 君が主将だって!
- (13) (自分を裏切った友人に対して) どうもありがとう

(11)では規範的にはどしゃぶりであることを認知しているはずの話し手が逸脱した認知を表明しており、(12)では相手の発話命題の一部をエコーすることで通常の規範的な言語使用とは異なることを暗示しており、(13)では規範的には〈非難〉の発話行為を行うべき状況で〈感謝〉を行っている。こうした主体性/主観性の逸脱の責任をアイロニーのターゲットに帰属せしめることによってアイロニー効果が生じているのである (岡本 2003)。

6.2. 文法的主述関係と認知的主述関係の不一致

Vygotsky (1934/1986) は隣の部屋で何かが落ちる音を聞いた状況で「時計が落ちた」と認識する場合を例に挙げている。このとき、文法的主語は「時計」であり文法的述語は「落ちた」なのであるが、実際に話し手の頭の中にある心理的主語は〈落ちた(もの)〉についての表象であり、〈時計〉の表象が心理的述語となる。なぜならば、落ちたものについての表象が意識において時計の表象よりも先行するからである。

この例に見られるように、実際の認知作用は必ずしもそれを表現する統語現象と一致しない。文法的主述関係を構築する力は三人称領域に属し、これまでの言語使用者の学習過

程における他者の言語使用の内面化に基づく。一方、認知的（心理的）主述関係を導く力は一人称領域と三人称領域の狭間に存在し、認知者の主観的な認知過程を大きく反映する。これについてVygotskyは次のように述べる－「われわれの日常言語は、数学的な調和と想像的な調和の理想的状態のあいだで絶えず変動する（ibid.: 221）」。つまり、三人称言語と一人称認知の動的な緊張関係こそが我々の言語と思考を基礎づけていると考えられる。

こうした緊張関係は時として、一人の発話者が認知主体であると同時に言語主体でもあるという多重性のいずれかの側面を前景化する。例えば比喩表現においては、いわゆるメタファー表現の多くが慣習的な見立てに基づいた〈意味論的主観性〉を帯びるのに対して、直喩表現の多くが話し手のその場の認知を反映した〈語用論的主観性〉を帯びる傾向がある（この詳細については、岡本他（2006）、岡本（2007）を参照のこと）。

6.3. 思考を支える発話事態の人称性

また、Vygotskyの有名な主張に人間の発話レベルが〈内言 inner speech〉と〈外言 outer (social/socialized) speech〉の2つに区分されることが挙げられる。〈内言〉は音声を伴わない自分自身のための内的な言語であり、〈外言〉は他者に対して用いられる通常の言語であるが、子どもは最初からこの内言と外言とを区別して使用せず、最初に用いるのは外言だけであるとされる。そして、発達とともに外言と内言とに分化していくのであるが、過渡期である幼児期には〈自己中心語 egocentric speech〉という音声を伴う内言が出現する。この〈自己中心語〉の音声部分が消去するにつれて、内言として成立していくと考えられている。

こうした外言と内言の関係を踏襲するならば、言語はそもそもの起源において他者との関わりにおいて生じていると捉えることができる。つまり、一人称たる話し手が二人称たる聞き手や三人称である対象/事態と結ぶ関わりの中にある。従って、この発話事態を、発話者自身を仮想的な聞き手として内面化することによって成立したのが思考という様式であると考えられる（think=talk to myself）。

とすると、私が私について考えるとき、私は三つの人称的次元に分裂した存在となる。それは考える主体としての一人称としての「私」であり、その考えを受け取る二人称の「私」であり、そして思考の対象となる三人称の「私」である。この三人称の「私」は認知の前-対象であり、時空的に非-現在・非-ここに位置するカオス的なものに過ぎない。その「私」に意識が向けられたときに初めて「私」は認知の対象となり、この「私」として世界から切断される。このようにして世界から切断された三人称的存在物は、実際のところ「私」に限らず、語られうる全てのものがそれに当てはまるのだが、考える私にとって「扱うことが可能な」存在となる。正確に言えば、それは思惟において初めて扱い得る存在となるのである。

これが内言としての言語化の本質である。つまり言語化とは、本来扱い得ない対象、不可知な存在であるものを認知作用を通して、扱い得る対象へと変換するプロセスを指す。それはあくまで表象に過ぎないが、表象であるがゆえに初めて操作可能となるのだ。そし

て表象である言語それ自体には時間性がない。本質的に非-現在な「もの」や「こと」が、対話や思考という動的なプロセスにおいて時間性を付与されることによって規範的には過去のものになる。それは先に述べたように認知時においては現在であるがゆえに、発話時においては過去のものとなるからだ。同様に、二人称空間と三人称空間の重なりにおいて生じる情報関与性は発話時からすると必ず未来において実現する。

全ての時間の起源を発話時に求めるならば、それは内言としては思考時である。言い換えれば、常に一人称空間と二人称空間の交わるところこそが現在なのである。その時、三人称空間はそもそもが非時間的なものである。非時間的な存在を認知し言語化することによって一人称空間がそれを過去のものとし、操作可能なものとする。一人称はその言語を二人称空間に投機することにおいて本質的な現在時を生み出す。そして、二人称はその言語を通して非時間的な三人称空間への関わりを未来において持つ。

こうした発話事態の持つ動的な性質は我々の思考においても発揮され、時間意識の根源となっている。その意味で、表層的な言語形式が我々の時間意識とどのように関係を持つことになるのか、今一度考察する必要があるだろう。

7. おわりに

本稿では岡本(1997)で提起した潜在的人称構造を発話事態モデルに組み込むことで、言語・発話者・解釈者・対象/事態という参与項間の関わりが多様な人称的次元を構成することを示し、その応用可能性について検討した。ここでの考察の多くは未だ思弁的なものに留まっているが、言語現象をこうした新たな視点から改めて分析することは、単なるボトムアップ的な記述や観察では決して到達し得ない知見をもたらすと信じる。その成果は今後の筆者の研究の中で徐々に明らかにしていきたい。

参考文献

- Austin, J. L. 1962. *How to Do Things with Words*. Second Edition, Oxford: Oxford University Press. (坂本百大 (訳), 『言語と行為』, 東京: 大修館書店, 1978)
- Benveniste, E. 1966/1971. *Problems in General Linguistics*. Florida: University of Miami Press.
- Bühler, K. 1934/1990. *Theory of Language: The Representational Function of Language*. Amsterdam: John Benjamins.
- 池上嘉彦. 2003. 「言語における〈主観性〉と〈主観性〉の言語的指標 (1)」, 山梨正明 (他) 編『認知言語学論考』No.3, 1-50.
- Levinson, S. C. 1983. *Pragmatics*. Cambridge: Cambridge University Press. (安井稔・奥田夏子 (訳) 『英語語用論』, 研究社出版, 1990)
- 岡本雅史. 1997. 「発話行為の潜在的人称構造」, 言語科学論集 第三号, 1-15.
- 岡本雅史. 2003. 「認知的逸脱に基づくアイロニー発話のタイポロジー」, 日本認知言語学会論文集 第3巻, 1-11.
- 岡本雅史. 2007. 「比喩表現における意味論的主観性と語用論的主観性」, 日本語用論学会 第9回大会発表論文集, 第2号, 9-16.
- 岡本雅史, 河原大輔, 黒橋慎夫. 2006. 「表層的語彙分布に基づく談話/テキストの主観性・主体性分析に向けて」, 日本認知言語学会論文集 第6巻, 423-432.
- Ross, J.R. 1970. "On Declarative Sentences". in Jacobs and Rosenbaum (eds.) *Readings in English Transformational Grammar*. Waltham, Mass.: Ginn & Co. 222-72.
- Vygotsky, L. 1934/1986. *Thought and Language*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.