

構造と意味を繋ぐ言語システムによる記号の接地・脱接地

Symbol Grounding and De-grounding in Linguistic System

Associating Structure and Meaning

橋本 敬
Takashi Hashimoto

北陸先端科学技術大学院大学知識科学系
School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology
hash@jaist.ac.jp

Abstract

人間の言語において、記号は、一人称性・文脈依存性の強い経験に直接結びつくものではなく、一人称性を持ちつつ抽象化されている。記号接地とは、この直接的な結びつきから、全体性を持った記号のシステムを作るように、間接的な結びつきをつくり、そして、構造と意味を繋ぐシステムとしての言語における構造構築の操作対象になることを記号接地と考える。類似性・随伴性に基づく拡張、構造を通した新しい概念構築、および、暗黙的認識により、直接経験から離れつつ独自の意味を創造する脱接地を可能にする。

Keywords — Symbol grounding, Symbol de-grounding, Structure

1. 人工知能と言語獲得における記号接地

記号接地は、もともとは、記号主義人工知能によって操作・処理される形式的記号が、世界の事物や概念と結びつくという意味で「有意味」なものにいかになりえるか、ということが問題にされた[1]。一方、記号接地は言語獲得でも問題であることが指摘され、言語獲得は記号接地であるという主張もなされている[2]、もし言語獲得が記号接地であるならば、記号が外界の事物や概念と結びつくだけでは不十分である。まず、記号と事物はバラバラに1対1に対応づけられているのではなく、記号が互いに関係しつつ、全体としての(システムとしての)構造を持っている。そして、記号主義人工知能でやっていたように、記号の置き換えや組み合わせの操作ができ、それらの操作から新たな概念を作り出すこともやはり可能にならなくてはならないだろう。

いわば、記号で記号を定義したり、問題を記号表現しそれを処理して解を記号として出したりするように、記号の世界をぐるぐると回るだけのメリーゴーランドから降りて、いかにして地に足をつけるか、というHarnadの意味での記号接地の問題に対して、言語獲得における記号接地の問題は逆方向を向いている。すなわち、ハイハイして地を這い回って世界を経験をして

いる状態から、立ち上がり地面との結びつきを失わずに記号メリーゴーランドにどうやって乗るかという問題である。そして、いかにして記号世界を回れるようになるか(全ての記号をいちいちグラウンドしていないと言語文の意味が理解できないわけでもない)、さらにそれを自分で回せるか、つまり、世界と結びつきつつ既存の関係に厳格に制約されることなく、新たな記号関係や新たな概念をつくり出せるか、という問題まで含まれるだろう。すなわち、接地された記号システムを作り、密接な接地から離れて記号システムを拡張することもできなくてはならない。本稿では後者を「脱接地」と呼んでいる。

人間は、反射や情動的共感のように外界の刺激に対して直接的に反応する場合もあるが、それだけではなく、経験に対する記憶や表象を内部に持って、それを処理したりそれに反応したりしている場合が多い。たとえば、他者に認知的共感を持つ場合、辛そうにしている他人を見て自身も辛い感情を持つのではなく、辛いことを理解し(「辛い」という表象を持ち)それに対して思いやりを持って接するなどの反応をすることができる[3]。

経験に基づくエピソード記憶は、一人称性・いまここ性・文脈依存性が強いものであるが、人間が保持・処理・反応する表象は、経験と直接結びついているというより「記号」化されている。たとえば、誰しも自分が辛い思いをした経験をエピソード記憶として持っているが、認知的情動による状況への反応はそのエピソード記憶を想起するのではなく、一人称性などを下げたある程度抽象化された「辛い」という表象を喚起する。この時、他人が辛そうにしている状態は一種の記号形式である。したがって、「彼はいま辛い状態なんだ」という発言を聞いた場合でも、似たように思いや

りを持って反応することは可能である¹。このような反応をするとき、「悲しい」「苦しい」「楽しい」「失敗した」「傷つけられた」といった「辛い」に関連する種々の表象との関係を考慮し、「なぜ辛い状態になってるのだろう」「辛いならどのようにしよう」「このようにしてあげたらどうなるだろう」といった、原因の推論、対応の探索・計画・予想という処理を行う。そしてこのような処理は、反射的ではなく熟慮する場合はとくにそうであるが、「言語的」に為される。Friederici は表象を、視覚的・触覚的・嗅覚的・エピソード的連想を含むリッチな「概念意味的表象 (conceptual-semantic representation)」と、文法的に正しくて解析可能な文を構築するのに十分な部分に限定された「言語意味的表象 (linguistic-semantic representation)」に分けている[4]。

ここで言いたいことは、人間が記号を言語的に用いている時、入力と反応が直接結びついていないだけでなく、(内受容感覚も含む) 感覚運動システムによる経験と内的表象が直接結びついているのでもなく、記号のシステムや推論等を行う機構を介して感覚運動のシステムと内的表象のシステムが繋がっているということである。本稿では言語を、構造と意味を繋ぐシステム、あるいは、構造を介して感覚運動のシステムと内的表象のシステムを結びつけるシステムと考える。

ここで構造とは2つの意味を持つ。ひとつは記号のシステムとしての構造である。すなわち、記号は、経験と内的表象を、あるいは、形式と意味を結びつけるものであるが、それは個々ばらばらに結びついているのではなく、多数の記号が互いに関係しているある種のネットワーク構造と全体性を持った「記号システム」になっており、記号の意味はこのシステムの中で他の記号との関係で決まってくる。もう一つは、「構造依存性」という意味での構造である。すなわち、記号を組み合わせて言語文を作る際、記号群は階層的に構造化されており、意味は単語の一次元の並び(語順)だけではなく、階層構造に依存する。

2. 感覚運動と内的表象を繋ぐ機構

¹ もちろん、辛そうな人を目の当たりにするほうが情動的共感も喚起されるので、より相手を気遣う反応も出やすくなるが、他人の辛さを「理解」して反応できないわけではない。

では、感覚運動システムと内的表象の間にはどのような機構が挟まっているのだろうか。本稿では少なくとも次に見て行く5つの機構があると考えている。

2.1 類似性・随伴性に基づく結合

類似性・随伴性に基づいて感覚運動と内的表象を結びつける機構。これは、アイコンやインデックスという種類の記号を作る。

たとえば、「▲」というマークがエレベーターの前のボタンについていれば、上階へ向かうためにエレベーターを呼ぶボタンであることがわかるであろう。これが類似性に基づいた記号関係(「▲」という形式(視覚入力)と「上へ向かう」という意味が結合した関係)である。

あるいは、驚いたときに思わず「あっ」と声が出ることはよくあるが、この経験をすると「あっ」という形式と驚きという心理状態を結びつける。すなわち「あっ」という声は驚きを意味する記号になり、どこかで「あっ」という声を聞いたなら、誰かが驚いているのかな、と考えるようになる。これは生理的な随伴関係の例であるが、随伴関係は、物理的(因果的)な関係や論理的な関係もありえる。

2.2 規約に基づく結合

規約に基づいて感覚運動と内的表象を結びつける機構。これは、シンボルという種類の記号を作る。たとえば、悲しい情動状態のときに「悲しいんだね」と言われると、「悲しい」とそのときの情動状態を結びつけることができる。その情動状態を「悲しい」と言い表すのは日本語の規約であり、「悲しい」はその情動状態に似ているわけではないし、ことばと情動状態に生理的・物理的な関係があるわけでもない(それに対して、悲しい顔と悲しい情動状態は生理的随伴性に基づいた記号関係を形成し得る)。

2.3 暗黙的認識

これらの記号関係(アイコン、インデックス、シンボル)群を部分として全体を作り出す暗黙的認識[5]の機構。これが、記号システムを作り出す。

Polanyi[5]は、科学者が時に大発見をするような認識を考察することから、人間の認識は全般的に、個々の

要素をそのまま受け取っているだけではなく要素をまとめた全体的な把握ができること、そして、その部分から全体へ至るプロセスは明確に言表できない暗黙的なプロセスであり認識論的な創発であることを論じた。たとえば、ある人の顔を友人のものであると認識するのは、目や唇などの個々の要素を視覚入力として受け取りながら、どの要素がどのような特徴を持っているからそれは友人の顔だ、と分かっているのではなく、全体的な認識をしているとする。これはゲシュタルト認知と同様な認知過程であるが、暗黙的認識は、ゲシュタルト認知のようにある種の安定状態に自律的に至るというより、認識主体が自身でコミットして部分を全体へと統合する主体性・能動性が強調される。記号システムを作る場合でも、主体は個々の記号や新たに入ってくる記号によってシステムが自然な安定状態に至るというよりも、システムを作るように新たな記号がシステムのどこにどう位置づけられそれによってシステム全体がどう調整されるか、という能動性が重要とされる[6]。

2.4 類似性・随伴性に基づく拡張

類似性・随伴性に基づいて記号関係を拡張する機構。これは、メタファー、メトニミーを作り、記号システムを動的にする。たとえば、ひらめきを表すのに灯った電球のイメージが使われる。これは、なにか問題を解こうと考えているときに解法をひらめくと問題解決の道が開けて前途が明るくなることと、暗い部屋に電灯を灯して部屋を明るくすることのイメージ的な類似性（アナロジー）であろう。

日本の政界を「永田町」、官僚を「霞ヶ関」と呼び表したり、相撲の力士のひいき筋を「谷町」と呼んだりするのは、それぞれ、国会議事堂が永田町にある、官庁の建物が霞ヶ関にある、力士のパトロンになっている人が大阪の谷町にたくさん住んでいたことによるもので、類似性や論理的関係性はない。

2.5 再帰的結合

記号を再帰的に結合する機構。これは、階層的に構造化された文を作り、階層的な概念を構築する。

たとえば「最新心理学事典」は、「最新」がどこに係るかにより2つの意味を持ち得る。それは、「最新の心

理学の知見を含む（古い心理学は載っていないかもしれない）事典」「最近出版された心理学の事典」という2つである。この2つの意味の違いは

(1) {{最新, 心理学}, 事典}

(2) {最新, {心理学, 事典}}

という階層構造の違いを反映している。階層構造は概念間の関係を表している。前者では「最新」と「心理学」を結合して概念化し、「その事典」という概念を結合させる。後者では「心理学」と「事典」を結合して「心理学の事典」が概念化され、それに「最新」が結合される。すなわち、「最新心理学事典」は3つの記号を単に並べたものではなく、2つの記号が表す概念の組み合わせに別の記号を組み合わせるという再帰的な結合操作により、階層的な構造を持つ1つの概念を構築している。

3. 感覚運動と内的表象を繋ぐ機構と記号の接地・脱接地

感覚運動システムと内的意味を繋ぐこれらの機構は記号の接地・脱接地とどのように関係するだろうか。

類似性・随伴性に基づいた結合、規約に基づいた結合、そして、それらを要素とした暗黙的認識が、記号接地に不可欠である。これらが、感覚運動（入出力）の経験と記号を結びつける構造化していく。したがって、語彙獲得はこれらの機構によって進むと考えられる。

また、類似性・随伴性に基づいた拡張と再帰的結合は記号脱接地に不可欠である。2.4節で出したメタファーやメトニミーの例は、現在ではすでに使い古された表現であり、特にメトニミーの例はどちらかというシンボルとして、すなわち、なぜかは知らないが力士のひいき筋を「谷町」と称するんだ、などと覚えられる場合もあるが、最初に使われたときは、電球や土地といった外界の事物を指し示す意味とは別に、新しい意味を獲得した記号である。この拡張機構により、新しい関係を記号システムの中につくり出すことができる。

2つの概念を組み合わせる1つの複合概念をつくり、それにまた別の概念を組み合わせるという再帰的結合は、再帰的であるがゆえにいくらでも繰り返して複合概念を複雑化することができる。すなわち、複数の記

号で作られた句・節・文・文章は、複合的で階層的な概念構築物を作り出すものであり、外界の事物、既存の知見、内的な思いを記述するだけのものではない。

再帰的結合による階層的概念構築は新しい概念構築を可能にする。たとえば「高価な心理学事典」という記号列は、通常は(2)の構造として解析されるが、(1)の構造もあり得る。その構造として解釈するならば「「高価な心理学」に関する事項の説明を収めた事典」という意味になる。「高価な心理学」とはなにか？学問に値段の軸があるのか、通常とは異なる学問分野の概念化のしかただろうか、あるいは、「高価」や「心理学」はメタファーあるいはメトニミー的に拡張して解釈すべきだろうか（そのような拡張を誘発する表現だろうか）。

このように、再帰的な結合によって複合的な概念を表す記号列（階層的に構造化された記号のセット）をつくり出すことと、それに対する類似性・随伴性に基づく拡張的解釈は、組み合わせることで、それぞれの記号の意味はグラウンドしつつ（だからこそ解釈可能）、新しい意味を獲得する。それを採り入れた記号システムのネットワーク構造は、このような経験に応じてつねに変動し続ける。

Polanyi は暗黙的認識において、近位項（要素・部分）を統合して遠位項（全体）をつくり出すとしている[5]。近位・遠位というのは、身体からの（比喩的な）距離である。たとえば、杖を使って地面を探索する場合、杖を握っている手のひらに生じる感覚は近位項であるが、杖により手のひらの感覚ではなく地面の状態を認識するのであれば、地面の状態が遠位項となる。地面の状態を感覚しているとき、手のひらの感覚自体は意識から消えており、暗黙知（tacit knowledge）になっている。このように、暗黙的認識では、身体から遠いところに意味を見出すようになる。そして、暗黙的認識による認識論的創発は、多段で生じることも可能である。つまり、遠位項が新たな要素としてその集まりが新たな遠位項（全体）を生み出すこともある。このようにしてどんどんと身体的経験から離れていくことが可能であり、この機構も脱接地を実現しているものだと考えられる。

本稿では、言語獲得が記号接地であるという主張にしたがって、記号接地・脱接地を考察したが、ここで提示した感覚運動と内的表象を繋ぐ5つの機構は、言

語の起源においても段階的に獲得したものと考えられる。この中でも、記号のシステム化と記号脱接地に関わると考えた、暗黙的認識、類似性・随伴性に基づいた記号関係の拡張、そして、再帰的結合による複合的な概念の構築が、どのような認知的メカニズムによって実現されているか、どのように発達するかということだけでなく、生物進化・人類進化の歴史の中でいつどのようにして得られたのか、その生態学的な機能（適応性）はなにか、という点を解明していくことは、記号接地・脱接地の理解を深めることに必須であろう。

謝辞

本研究は MEXT/JSPS 科研費新学術領域 #4903（共創言語進化）JP17H06383 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] Harnad, S., (1990) "The symbol grounding problem", *Physica D*, Vol. 42, pp. 335–346.
- [2] 橋田浩一, 嶋田総太郎, 今井むつみ, (2016) “仮説検証サイクルと記号接地”. *認知科学*, Vol. 23, No. 1, pp. 65-73.
- [3] Bloom, P., (2016) *Against Empathy: The Case for Rational Compassion*, Ecco.
- [4] Friederici, A. D., (2017) *Language in Our Brain: The Origins of a Uniquely Human Capacity*, MIT Press.
- [5] Polanyi, M., (1966) *The Tacit Dimension*, Routledge & Kegan Paul Ltd.
- [6] 今井 むつみ (2016) 『学びとは何か—〈探究人〉になるために』, 岩波書店.]