

Symbol Grounding を目指してこそ知能の研究

慶應義塾大学環境情報学部

諏訪正樹

身体知の研究とは「知能」の研究なのだとすることを再認識すべきだと思う。この研究会が人工知能学会の研究会であることの意味も噛みしめよう。知能研究における最大の難関はいわゆる記号接地問題 (Symbol Grounding) であろう (Pfeifer & Bongard, 2010)。簡単にいえば、高レベル認知 (「意識」の現実の探究) と低レベル認知 (「身体」の現実の探究) とが繋がらないという問題である。身体知研究も記号接地問題に正面から取り組む姿勢を持とうではないか。

古きよき時代の人工知能は知能を論理的な記号操作という抽象的計算処理だとみなした。記号操作という高レベル認知に関する知見は進んだが、記号と身体がどう繋がるのかは無視して来た。80年代後半に人工知能分野から、身体性に関する研究なしには知能研究は立ち行かないという動向が生まれたのも自然である。哲学、心理学、認知科学、人工知能、脳科学など様々な分野の研究者が知能の探究に関わって来たが、いずれの分野も高レベル認知/低レベル認知の片方にしか探究のメスを入れて来なかったと言っても過言ではない。

意識の現実の研究とは、我々人間が、限られた認知容量と限られた時間のなかでどのような記号 (symbol) を操作して意識を動的につくりあげているかに関する探究を指す。生態的心理学の言葉で言えば、自分の身体や環境にどのような変数を見出し、その関係性に意識を及ぼせるか、それが動的にどのように変容するかが、「意識の現実」である。見出した変数や関係性こそが記号である。

身体の現実とは、身体がどのように動いているか、身体と環境のあいだ (例えば、足裏で地面と接地している) にどんな相互作用があるか、筋肉や腱を動かした結果としてどのような自己受容感覚が生じているかなどであろう。

現在の身体知研究には、両分野の研究を繋いで記号接地問題に取り組もうという姿勢が少ないと感じる。どのような研究が記号接地問題に取り込んでいると言えるのか? 以下に例を示す。身体と環境の間に働く相互作用の例として、例えばスポーツにおいては、足裏と地面のインタラクションが重要である。そこにどのような力が働いているのかは例えばフォースプレートのような外部観察機器で計測することができる。しかし、ただ相互作用力を計測するだけでは

足りない。そのとき当のアスリートは足裏にどのような意識を置いているのか（どのような変数や関係性を見出しているのか）という「意識の現実」と、接地面に働く力という「身体／環境の相互作用の現実」の両方を扱って初めて記号接地問題に取り組むと言える。意識の現実をデータとして取り扱うには、本人に言葉で表現してもらい以外に方法はない（諏訪&赤石, 2010）。外部から客観的に観測する手法に対して、これを内部観測という。記号接地問題に取り組むためには、外部観測と内部観測の併用が必要であると主張したい（諏訪, 2005）。

メタ認知の研究は古くから心理学で盛んであった時期がある。しかし、それは記号操作自体をメタ認知的に振り返るものであった。しかし筆者が標榜する身体的メタ認知（諏訪 2005）は、身体と環境の相互作用（五感による知覚）や自己受容感覚に関する本人の意識をも扱おうとするものである。記号接地問題に取り組むことを目指した研究である。

メタ認知で得られる類いの内部観測データは主観的で科学の名に値しないという批判は、記号接地問題の観点からすればナンセンスであろう。自然科学とは異なる、人間を探究するための科学とは何かという科学方法論自体も早急に整備する必要がある。当人の言葉のデータは客観性がないと批判し、脳を計測することで意識の現実にも迫れるかもしれないと希望的観測を抱く動向もあるが、その姿勢は記号接地問題に取り込んでいとは言えない。脳計測研究はそれ自体有意義であるが、そこから得られるデータはあくまでも身体の現実を示すものであり、意識（記号）の現実を示すものではないことをきちんと理解すべきだと思う。

筋や腱が働くことによって生じる自己受容感覚をなんとか外部計測できないものだろうか。「関節がくるんと滑らかに回転できた」、「どっしりと腰が座った感覚を得た」、「じっくりしている」、「軸がずっと一本通っている」。このような意識（記号）は、どのスポーツのアスリートも経験する重要な意識であろう。内部観測データとしてこのような意識の現実を捕捉できたそのときに、身体の現実がどのようにになっているのかのデータが欲しい。現在の筋電計測では自己受容感覚を計測しているとは言い難い。新しい計測手法の確立が待たれる。

身体の主要部位の位置／速度／加速度計測には数多くの研究者が携わっている。しかし、外部計測データだけに留まっていたら、記号接地問題に取り組むことはできない。更に、身体／環境間の相互作用や自己受容感覚を計測する研究に比べて、身体部位の位置／速度／加速度計測研究はある危険性を孕んでい

る。アスリートの学習を支援するコーチングにおいて、入力変数と出力変数をアスリート自身が模索し、外部（他者）から「これがあなたが意識すべき入力変数である」という教示的コーチングを行うべきではないという考え方（諏訪, 2009）が注目され始めている。身体部位の位置／速度／加速度は、特にその部位が末端であればある程、結果（したがって出力）の変数であることが多い。鞭運動が身体の基本動作であるという経験則はそれを支持する。過去のメタ認知研究（例えば、（諏訪&赤石 2010））も、末端の身体部位を意識するよりも、自己受容感覚や環境との接地面や体幹の自己受容感覚に意識を注入するほうが得策である（入力変数として妥当である）という考え方を支持する。内部観測データを扱わない位置／速度／加速度計測研究はアスリートの身体知学習を阻害する危険性が十分にあり、注意を払う必要がある。

アスリートが身体知を獲得する際には、新たな **symbol grounding** 状態が構成されているのだと解釈してよい。新たな記号（symbol）が生まれ、それが自己受容感覚や環境との相互作用の感覚と何らかのつながりをもって当の本人が認知できている状態である。身体知研究はその学習状態を動的に捉えることを目指そうではないか。そのためには、外部観測による分析的科学では事足りない。高レベル認知である「意識」と低レベル認知である「身体」の両現実を、生身の人間（もしくはロボティクス研究にも期待する）で構成しながら身体知の形成プロセスを理解するという構成的方法論（中島他 2008 ; Pfeifer & Bongard, 2010）を推進する以外に道はない。分析科学的に「可能な箇所」だけ研究していても記号接地問題には迫れない。

参考文献

- 諏訪正樹. (2005). 身体知獲得のツールとしてのメタ認知的言語化, 人工知能学会誌, 20(5), 525-532.
- 中島秀之、諏訪正樹、藤井晴行. (2008). 構成的情報学の方法論からみたイノベーション, 情報処理学会論文誌, 49(4), 1508-1514.
- 諏訪正樹, 西山武繁. (2009). アスリートが「身体を考える」ことの意味. 身体知研究会（人工知能学会第2種研究会）SIG-SKL-03-04, pp. 19-24. 東京 2009年1月9日
- Pfeifer, R. and Bongard, J. (細田耕, 石黒章夫訳) (2010). 知能の原理-身体性に基づく構成論的アプローチ. 共立出版.
- 諏訪正樹, 赤石智哉. (2010). 身体スキル探究というデザインの術. 認知科学, 17(3). (to appear).