

スポーツの技の習得のためのメタ認知的言語化：学習方法論（how）を探究する実践 Meta-cognitive verbalization as a methodology for facilitating acquisition of embodied skills in sports

諏訪正樹†
Masaki Suwa

1. はじめに

哲学、心理学、人工知能や認知科学など、知能探究は何世紀もの歴史を経て来た。しかし我々は未だ知能のことをあまり知らない。Polanyi (1966)が暗黙知と呼んだ「もの」が我々の知能の根幹をなすことは、誰しも疑わない。

スポーツや楽器演奏における技などに代表される身体知は暗黙知である。語ることができる以上のことを我々の身体は知っているというのが大方の見方である。身体が知っていること、身体ができることをすべて語り尽くすことはほぼ不可能である。しかし、それは必ずしも、身体が知っていることは決して語れないと意味するものではない。幾らかは語れる可能性がある。

近年、我々は、身体の動きや体感をメタ認知的にことばにする試行が身体知を学習獲得するためのツールとして有効であるという理論（以下メタ認知的言語化理論と呼ぶ）を提唱し（e.g. Suwa, 2004; 諏訪, 2005）、スポーツや音楽の領域でのケーススタディを積み上げて来た。身体知をことばにする行為は、Polanyiの説を信じるならば逆説的に聞こえる。しかし、それが身体知の学習に寄与することを支持する証拠や理論が散見できる以上、科学的探究の価値はある。メジャーリーグに所属するイチロー選手は、自分の身体がどう球を見てどう動いて球を打っているかを説明する試みが彼を大打者にした所以であるという趣旨のことを、しばしばインタビューで語っている。彼の言質はメタ認知的言語化理論と合致する。1980年代後半から隆盛した「状況に埋め込まれた認知」の理論（以後 *situated cognition* 理論）（思考、知覚、行為は互いが他を促進する関係で共に進化するという考え方（例えば(Clancey, 1997)）も、ことばにすれば知覚や行為が変わることを示唆する点でメタ認知的言語化理論を支持する。更に、思考を外化する行為（メモしたり図に描いたりすること）が新たな側面への気付きを誘発し思考を進化させるという外的表象化理論（e.g. Larkin and Simon, 1987）も同様である。言語化も外化行為である。メタ認知的にことばにする行為が自分の身体に関する新たな側面への気付きを誘発することは十分に考えられる。

本論文の目的は、メタ認知的言語化を通して身体知を獲得するプロセスに関して、スポーツでの実践例と洞察を基に、そのプロセスの認知モデルを提唱することにある。

2. メタ認知的言語化理論

2.1 メタ認知とは

Situated cognition 理論が、思考、知覚、行為は互いが他を促進する関係で共に進化することを説くものであることは上述した。環境からの知覚により思考が変化するだけでなく、新たな思考が知覚を変化させる。身体を動かして初

めて新しい知覚が生まれることもある。知覚が変化すれば思考内容も影響を受ける。認知とは頭の中で生じる思考だけを指すのではない。思考と知覚と身体動作の相互作用全体が認知である。

メタ認知とは一般に認知の認知である。つまり、自分の身体で起こっている思考、知覚、身体動作の相互作用を意識するフェーズと、それを言語化するフェーズからなる。ここで知覚とは、環境からの五感的知覚と身体動作から生成される自己受容感覚（ベルンシュタイン, 2003）からなる。したがって、言語化する対象は、

- 思考
- 身体部位の動き
- 五感的知覚（五感的に何を感じているか）
- 自己受容感覚（筋肉や関節を動かした結果としてどんな体感を得ているか）

である。100%完璧に言語化できるはずはない。無意識に身体が遂行していることを敢えて意識して、言語化できることだけことばにする試行がメタ認知的言語化である。

言語化といっても、身体の動きを正しくモニタリングして制御することが目的ではない。身体と環境の良い関係を模索するために、環境や自分の身体から体感できることを増やすことが目的である。言語化はあくまでもそのためのツールである。言語化という外的表象行為により発見を促す。言語化した内容に部分的矛盾があっても構わない。正しさや無矛盾性を保持することや、言語化内容を形式知として即他人と共有することが目的ではなく、言語化は発見のツールであるという意識が重要である（諏訪, 2005）。正しさを求める意識は却ってマイナスに働く。自分が外化した言葉に固執して身体と環境の新たな関係を模索する上で障害になる。

何故メタ認知的言語化が身体知の学習を促すのか？それは、メタ認知的言語化が内部観測的行為であるからである。内部観測とは、システムの構成要素である主体がシステム全体を内側から観測することである。思考、知覚、身体動作の相互作用は一つの認知システムを形成している。メタ認知とは、認知主体が自分を含むシステム内で生じていることを内側から観測して言語化する行為である（Nakashima, Suwa and Fujii, 2006）。内部観測は当然システムに影響を与える。つまり、身体と思考と環境の新しい関係を見出すことにつながる。それは生態的心理学の考え方では身体知の獲得そのものである（Gibson and Gibson, 1955）。

2.2 従来型メタ認知との違い

メタ認知が学習に効くという考え方は心理学に古くから存在する。リフレクション、内観、メタ認知など、思考を振り返って言葉にすることの重要性が指摘されて来た。メタ認知的言語化は以下の点で従来型のメタ認知と異なる。第一に、自己受容感覚、知覚、身体動作を言語化の重要対象にする。従来型メタ認知に顕著なのは、問題解決プロセスに対する自己意識（e.g. Hacker et. al, 1998）、つまり思

†中京大学情報理工学部, School of Information Science and Technology, Chukyo University

考内容の言語化である。身体知獲得のツールとしての言語化は、自己受容感覚、知覚、身体動作をも対象にする必要がある。

第二の相違点は、メタ認知的言語化が内部観測行為である点にある。従来型メタ認知は客観的な外部視点に基づく行為である。身体経験を科学的探究の対象にすることを旨とするバレラら (Varela et. al, 2003) は、外部視点的メタ認知を an abstract and disembodied activity であると批判し、それに代わって an embodied (mindful), open-ended reflection の必要性を論じている (p.27)。「思考の思考」という身体から離脱した抽象的な行為では、身体と環境の関わり (embodied という言葉でそれを表現している) という経験そのものを探究できないと論じている。メタ認知的言語化は、内部観測であるが故に、自らの思考や身体を第三者的な外部視点で客観的に捉える行為ではない。内側視点で自己受容感覚や知覚をことばにする試みであるからこそ、バレラが主張する embodied reflection として機能する。

第三の相違点は、メタ認知的言語化が、自分の行動や知覚を「正しくモニタリングして」自分を言葉で制御することを第一義的目的にしていないことである。身体や環境に体感できることを増やすことが目的であり、ことばはツールである。つまり、メタ認知行為そのものがバレラの説く「経験」の一部であり、経験をモニターするための手法ではない。バレラはその思想を mindfulness/awareness as a method of observation in situ (p.32) と表現している。

3. ダーツ投げのメタ認知とパフォーマンス

22歳の男子学生がダーツの熟達を目指して練習を積んだ。2006年2月から9月の8ヶ月間に56日ダーツゲームを行い、友人と競いながら413ゲームを行った。本研究で対象としたダーツゲームは、24投(1回3投×8回戦)の合計得点を競うものである。彼は、1ゲームが終わるごとに、自らの身体の動かし方、心の持ち方、ダーツ盤や環境への知覚を、できる限り言葉としてノートに残した。

3.1 スコアの変遷

図1にスコアの8ヶ月の変遷を示す。縦軸は3日間のスコア移動平均値である(日によってこなしたゲーム数が異なる)。8月初旬までは400~440点の範囲で推移し、局所的なスコア上昇(4個の青丸)が見られるものの、全体的にパフォーマンス向上はない。8月初旬からの1ヶ月で急激なスコア上昇(右の青丸箇所)が起こり、9月のスコアは480近い平均値を示している。2月から7月末までを「ブレイク前」、8月以降を「ブレイク期」と呼ぶ。

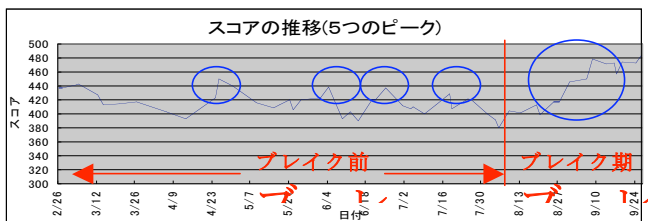


図1: スコアの3日間移動平均

3.2 身体に関する変数

生態的心理学 (e.g. Gibson and Gibson, 1955) によれば、人が学習するとき、それまでには見いだすことができなかった側面や暗示的変数に意識が当たるようになる。身体知の探究においては自分の身体や環境に変数が存在する。野

球の打者がバックスウィングからインパクトに至る過程で左肘を突っ張らず畳むことを意識したとすると、「左肘の伸縮角度」や「その軌道」は身体部位に関する変数である。

学習者が意識する変数の簡単な指標として、記述された言葉データの中に含まれる身体部位に関する単語をコーディングし、単語数の8ヶ月間の推移を調べた。図2の縦軸は、1ゲームごとの記述データに含まれる身体部位単語数の3日移動平均である。2月から7月中盤にかけて単語数は徐々に減少した後(青矢印)、7月後半より急激な増加が起こり(ピンク矢印)、9月に入ると再び減少するという傾向が見られる。前半の減少時期を細かく見ると、局所的に3つのピークが存在する(緑丸)。縦軸の値は最大でも2個強という小さな数字である。しかし、一日平均7~8ゲームに基づく移動平均値である(20数ゲームの平均値)ことを考えると、一日当たり最大でのべ10数個の身体部位を意識したことになり、意味ある傾向と考えられる。

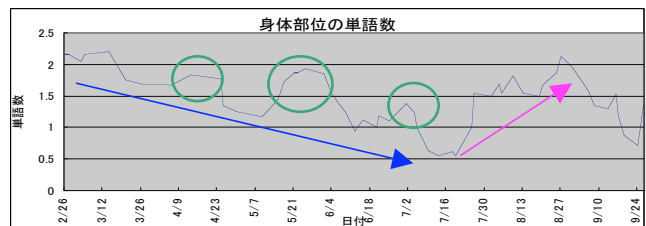


図2: 身体部位の単語数の3日間移動平均

図1と図2を比べると面白い傾向が見つかる。ブレイク前の時期には、身体部位の単語数が局所的に増加した3つの時期(緑丸)の少し後に、必ずスコアの局所的ピーク(青丸の最左、左から2番目、4番目)が起こっている。また、7月後半から8月末に単語数が急激に増えたことに呼応するように、8月初旬から9月上旬にパフォーマンスは「ブレイク期」を迎える。身体部位への意識の増加の少し後にスコアが上昇するという事実は、まさに変数発見が学習の条件であるという生態的心理学の理論に合致する。

3.3 身体部位の言葉の詳細度の変遷

身体部位の変数にも、細かい身体部位に関するものから大雑把に身体全体を指すものまで多岐にわたる。ボウリングの熟達プロセス(諏訪, 伊東, 2006)では、詳細度の高い身体部位単語の割合が増加するフェーズと、大雑把に身体を表現する単語の割合が増加するフェーズが交互に生起する現象が見つかった。更に、詳細な意識の増加傾向が止み大雑把な意識が増え始めるのと時期を同じくして、パフォーマンスが急上昇もしくは好転することも判明した。詳細部位への意識の増加は、2.2節と同様に「詳細な身体変数」への新たな気づきに相当する。

異なる身体運動での再現性を探るため、本研究でも詳細度分析を行った。(諏訪, 伊東, 2006)の手法に習い、まず「体全体」という大雑把な単語(詳細度1)から、「各々の指」という詳細部位を表す単語(詳細度5)までの5段階に分類し、詳細度1~3を大雑把な記述、詳細度4~5を詳細部位の記述とした。そして、一日ごとに大雑把な記述と詳細部位の記述の割合を算出し、3日移動平均を9ヶ月に渡って図示したのが図3である。赤い領域が詳細部位への意識、青い領域が大雑把な意識である。

ボウリング実験と同様に、詳細な記述が増加するフェーズと大雑把な意識が増加するフェーズが交互に生起する。図1と照らし合わせると、詳細部位への意識の増加が止み大雑把な意識が増加し始める（or 割合が一定化する）転換時の少し後に、スコアが局所的ピークを迎えるか、もしくは急激に上昇している。

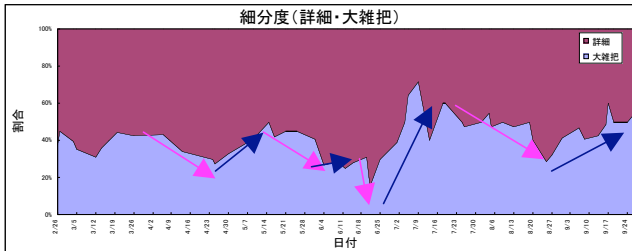


図3: 詳細部位への意識と、大雑把な意識の比率の変遷

3.4 変数間の関係の増加とパフォーマンス

次に、言葉データの文章を意味的な塊に分け、各塊がいくつの概念の関係を表したものを分析した。ここで「概念」とは、身体部位の動作や体感、心の持ち方（心的行為）、環境に知覚する変数や知覚の行い方、スコアなどゲーム上の概念やパフォーマンス評価である。コーディングの結果、一つ概念について語っている文章（「関係値1」）から、9個の概念の関係を語る文章（「関係値9」）まで存在することが判明した。一日の記述における各関係値の比率を算出し、3日移動平均で9ヶ月間の比率の推移を表した図が図4である。

実験初期は、関係値1~3に該当する文章でほとんどの割合を占めているが、次第に大きな関係値に該当する文章が出現し始める。4月には関係値5~7が出現し始め（左の赤丸）、6月後半には更にその割合が急上昇する（真ん中の赤丸）。7月後半からは関係値8, 9も出現し、関係値5以上の記述が常時見られる（右の赤丸）ようになる。各々の時期は、図1のスコアの第1ピーク、第3ピーク、ブレイク期と全く同時期である。特に、数多くの概念間の関係に関する記述が初めて定常的に存続し始めた少し後から、スコアが1ヶ月強継続的に上昇してブレイク期を迎えたことは偶然とは考えられない。多くの概念の関係を定常的に語れるようになることと、パフォーマンスの急上昇と定常化（身体スキルの向上と考えてよい）には深い関係があることを示唆するものと考えられる。

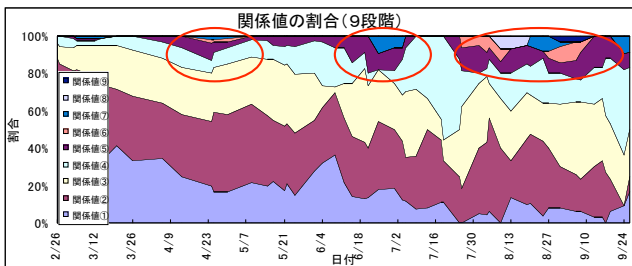


図4: 概念間の関係数の割合の変遷

4. メタ認知のモデル

メタ認知的言語化を行うと、認知的に何が起こりどのように身体スキルが進化する土壌ができるのか？ 背景理論（2章）およびスポーツにおけるケーススタディからの知見（3章）を土台にして、メタ認知的言語化による学習プロセスの認知モデルを提唱する。

4.1 メタ認知的言語化の6つのプロセス

認知モデルは図5に示すように、言語化、知覚、身体動作と（その結果としての）自己受容感覚の3つのコンポーネントからなる。コンポーネント間を結ぶ6つの矢印が各々メタ認知的言語化の重要プロセスを示す。各々に関して以下に説明する

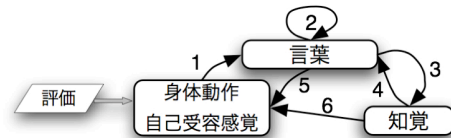


図5: メタ認知的言語化の認知モデル

矢印1: 身体を言葉にする

メタ認知的言語化の習慣は自分の身体動作と自己受容感覚を言葉にすることから始まる。身体スキルは一種の暗黙知であるため、言葉にできること（意識を当てることのできる変数）は当初は少しかもしれない。

矢印2: 言葉は言葉を生む

しかし、次第に言葉は言葉を生む。人は様々な概念を有しており、概念間の連想が働くというのがその第一の理由である。また1章で述べた通り、言葉は一種の外的表象化行為であり、言葉同士の関連性の発見を促しやすくなるというのが第二の理由である。経験に照らし合わせてももっともらしい。文章を書いているうちに当初書こうと思ったこと以上の概念への関連性が見つかることはしばしばある。

矢印3: 言葉は知覚を変える

1章で Situated cognition 理論に言及したように、言葉の存在は知覚を変化させる。ダルメシアン犬の犬の画像はその好例である。解像度がかなり荒い画像であるため、「何が写っていますか？」と問われても多くの人が答えられない。しかし、「犬はどこにいますか？」と問われると、地面の匂いを嗅いでいる犬が見える。全く同じ画像を目の前にしても、犬という言葉があるかないかで知覚が変わるのである。知覚は環境に存在する信号を受動的に受け入れる行為ではなく、自分の生に必要な情報を環境に見いだす能動的行為であることは、心理学、哲学、認知科学における一般的な考え方である。したがって、言葉にできることが増えれば、環境に見いだすことのできる変数は増える。

矢印4: 知覚の変化は言葉を増やす

知覚が変わって環境に見いだすことのできる変数が増え出すと、当然、言葉にできることも増す。矢印3と4でサイクリックな繰り返しが起こることにより、知覚も言葉も

共に増え、進化する。Situated cognition 理論で説く「ことばと知覚の共促進現象」である。

矢印5および6：知覚と言葉の変化は新たな動作の動機になる

知覚が変わり、意識できる変数が増え、それを表現する言葉も増えると、身体を意識的に新しい方法で動かすことを試みる動機が湧く。

再び矢印1へ：

動作が変われば、言葉にできることも変わる。

スポーツでは試合での成績という客観的評価が下る。ビデオなどの映像を見たりコーチに助言を受けることも、学習者の意識においては身体動作への評価になる。これらの評価は、図5の認知モデルでは「身体動作と自己受容感覚」に介入する。数字や言葉での評価を得ることによって、メタ認知的言語化の習慣にあるアスリートは、これまでの意識や言葉や知覚を継続するか改善するかを考える。それが、動作や自己受容感覚を新たに言葉にする契機になる。

4. 2 身体知獲得プロセスの説明

さて、3章の結果を認知モデルで説明付けよう。意識できる変数の数が時々急激なピークを迎えるという図2の結果は、言葉と知覚の共進化、言葉と動作の共進化、言葉の自己増殖がすべて一体となり図5の右回りサイクルが加速する現象で生じると解釈できる。メタ認知の習慣が活性化し、意識できる変数リストに追加される変数は、特に詳細な変数である。図3で示した詳細変数の割合がピークを迎えているときも、図5のサイクルが加速している時であると考えられる。

詳細な記述が増加から減少に転じたとき（ピークを迎えたとき）、および、数多くの変数間の関係が言語化されたときと、パフォーマンスの好調時および劇的なブレイク期が一致するのは何故だろうか？この時期に認知的には何が起きているのか？新たな変数、特に詳細部位への気が増加する時期と、変数間の多重関係への意識が増加する時期が一致している。この時期には、身体の各部位が環境の中でどのように機能しどう関連して全体として身体技を遂行するべきなのかを意識的に模索している時期であると考えられる。いわば、身体の全体的統合モデルを構築する時期である（諏訪、高尾、2007）。ある統合モデルの理解に到達すると、学習者はそれを身体で実行しようと試みる。図5の矢印5、6に該当する意識が学習者の意識の中で主流になる。このフェーズでは、学習者は、必ずしも、統合モデルを構成するすべての変数に意識を当てて言語的に身体の各部位を制御することはしない。むしろ、構築した統合モデルに即して全身を動かすためのゲシュタルト的体感を模索し、感じようと試みる。何か代表的な変数にだけ意識を当てて、それによりゲシュタルト的体感を含意するのかもしれない。これが大雑把な言葉が増える現象の理由であると我々は解釈している。かなり詳細な意識まで掘り下げて、その関連性に関して理論づけた統合モデルであるからこそ、それが全く意識中に存在しなかった以前に比べて、パフォーマンスが向上するのであろう。

一旦パフォーマンスの向上が達成されると、新たな行為が得られたが故に顕在化する変数が登場し（図5の矢印

1）、メタ認知は新たなサイクルに入る。新たな変数で重要なものが数多くが見つかる、一旦構築した統合モデルを破壊して、再構築を回らなければならなくなる。これがスランプを生む。新しい重要変数を発見したが故のスランプである。このように図5のプロセスを繰り返しながら、統合モデルを構築、破壊、再構築を繰り返すことで、次第に身体知が獲得されると考えられる（諏訪、高尾、2007）。

5. まとめ

我々は身体スキルという暗黙知に言葉をツールにして迫る挑戦を行っている。言語化することで暗黙知が明らかになりスキルに関する形式知が得られると安易に考えるものではない。むしろ逆である。個人の身体固有性を孕む身体と環境の関係を言葉をツールにして模索することにより、それまで暗黙的に成立していた変数や関係が意識にのぼる。しかし、身体と環境の関係に関して意識できることが増えれば増えるほど、更に暗黙知の探究領域が拡大されると考える。メタ認知的言語化は無尽蔵な暗黙知に立ち向かい、より微細な自己受容感覚や知覚を獲得することでスキルを高めるための実践方法論である。

身体スキルの研究において、メタ認知という主観的データを扱うことは必須である。それは身体スキルの学習が言語的意識、知覚、身体動作と環境のインタラクションにより生じる現象であるためである。（Nakashima et.al, 2006）に詳しく論じている。

参考文献

- ベルンシュタイン, N. A. (2003). デクスタリティ 巧みさとその発達 (工藤和俊訳) 金子書房.
- Clancey, W. J. (1997). *Situated Cognition: On Human Knowledge and Computer Representations*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Gibson, J. J. and Gibson, E. J. (1955). Perceptual learning: differentiation or enrichment?, *Psychological Review*, 62, 32-41.
- Hacker, D. J., Dunlosky, J., and Graesser, A.C. (eds.) (1998). *Metacognition in Educational Theory and Practice*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, New Jersey.
- Larkin, J. and Simon, H. A. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words, *Cognitive Science*, 11: 65-99.
- Nakashima, H., Suwa, M., & Fujii, H. (2006). Endo-system view as a method for constructive science, *Proc. of the 5th International Conference on Cognitive Science*, ICCS2006, pp.63-71.
- Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension*, Peter Smith, Gloucester, Mass.
- Suwa, M. (2004). Does the practice of meta-cognitive description facilitate acquiring expertise?, *Proceedings of Twenty-sixth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Cognitive Science Society, pp.40.
- 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, Vol.20, No.5, 525-532.
- 諏訪正樹、伊東大輔. (2006). 身体スキル獲得プロセスにおける身体部位への意識の変遷、第20回人工知能学会全国大会, CD-ROM.
- 諏訪正樹、高尾恭平. (2007). パフォーマンスは言葉に表れる、第21回人工知能学会全国大会, CD-ROM (掲載予定)
- Varela, F. J., Thompson, E. and Rosch, E. (1993). *The Embodied Mind - Cognitive Science and Human Experience*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.