

特集 「スキルサイエンス」

身体知獲得のツールとしてのメタ認知的言語化

Metacognitive Verbalization as a Tool for Acquiring Embodied Expertise

諏訪 正樹
Masaki Suwa中京大学情報科学部
School of Computer and Cognitive Sciences, Chukyo University.
suwa@sccs.chukyo-u.ac.jp

Keywords: meta-cognition, verbalization, embodied knowledge, expertise, affordance, body-environment coordination.

1. はじめに

これまで人工知能や認知科学が扱ってきた“知識”は、主に概念的な知である。ものや事柄を表す概念的知識や、タスクの遂行に適用する戦略的知識など、本質的に言語化と相性の良い“知識”である。本特集のテーマである“身体知”は、必ずしも言語化と相性の良い知識とはいえない。一般に、身体が覚え込んだ（獲得した）技やコツを指して、身体知と呼ぶことが多い。言語化しにくい（もしくはできない）知識の存在は誰も疑わない。従来の人工知能や認知科学ではそれを“暗黙知” [Polanyi 83] と呼び、Polanyi 以来あまり研究は進んでいない。近年、スポーツ、武道、音楽演奏などの分野で身体知の研究が脚光を浴び始めている。これは、暗黙知の問題に科学的なメスを入れる研究動向であると捉えるべきであろう。

必ずしも言語化と相性の良くない身体知と、言語的意識はどのような関係にあるのか。著者は、言語的意識と身体知の関係を探求することが暗黙知の理解を深める鍵であると考え、研究を続けてきた。本論文は、現時点までに得た洞察や研究結果をまとめたものである。

身体知と言語的意識の関係については、従来、以下の考え方が主流であったと推測できる。

身体知とは身体に覚え込ませることが重要な“知”であり、それを必ずしも言語化する必要はない。もしくは、言語化の試みは身体に覚え込ませることへの障害になるかもしれない。

身体を明示的に使用するスポーツ、武道、音楽演奏だけではなく、例えば芸術やデザインの分野でも、多くの賢者が同様の考え方を口にする。著者はこの考え方に反駁したい。著者は、本来言語化を行うことが難しい“身体知”をあえて言語化しようとする試みが、身体知の獲得を促進するという仮説を有している。つまり、言語化は身体知獲得のための有効なツールであるという主張である。本論文はその仮説の信憑性を論じるものである。プロ野球選手のイチローは、「自分の身体がどのように球を打っているかを説明する意識的努力が現在の自分をつくってき

た」という趣旨の弁を残している（日本人メジャーリーガーの群像 イチロー 2 年目の真価, NHK BS1 2003 年 1 月放映；イチロー 4 年間の軌跡, 2005 年 1 月放映）。イチロー選手のこの言葉は、著者の仮説をサポートする。

本論文では、まず、自分の認知プロセスを振り返って言語化するという認知行為（以後、3 章「メタ認知的言語化」で詳説）が、どのようなメカニズムで身体知の獲得を促進するかを論じる。さらに、メタ認知的言語化が、なぜ身体知の研究方法論として有望であるのかを論じる。

2. 熟達に関連する既往研究

2.1 アフォーダンスと熟達

Gibson ら[Gibson 55]は、それまで知覚できなかったことを知覚できるようになることを *perceptual learning* と呼んだ。1980 年代後半から隆盛してきた“環境に埋め込まれた認知” (*situated cognition*) の考え方（例えば、[Clancey 97]）によれば、何が知覚できるかは、そのとき認知主体が何を考えているか、どんな身体状態であるかに依存する。両者の考え方を総合すると、熟達とは、単に環境からの知覚だけの問題ではなく、認知主体の身体が環境との間に新たな関係を築くことであるといえる。つまり、何かを知覚できているという状態（換言すれば、アフォーダンスを見いだしている状態）は、身体と環境の関係に依存して決まるのである。したがって、身体と環境が新たな関係を築けば、それまで知覚できなかったことを知覚できる（新たなアフォーダンスを見いだせる）ようになる。

2.2 自動化 (automaticity)

自動化 (*automaticity*) という考え方が古くから認知科学にある。あるタスクに熟達したとき、自分がそのタスクをどのようにこなしているかは意識できないという考え方である。例えば、車の半クラッチ操作は、教習所時代は意識的に行いがちであるが、上達した後は無意識的に遂行できるようになる。言語的意識がなくなり身体が技を覚え込んで無意識にこなすようになったとき、身体知を獲得したと考えるわけである。

スポーツ科学分野の既往研究には、この考え方を支持する実験結果が多い。Beilockら[Beilock 03]は、ゴルフのパットを例にして、素人とエキスパートの言語的意識の違いを指摘した。パットを打った直後に、自分が身体部位をどのように操作して打ったかを語らせると、プロの言語量は素人に比べてかなり少ない。さらに興味深いことに、シャフト部分を変形した奇形パターを使わせてパットを行った後に言語化させるという追加実験では、プロの言語量は著しく増加し、素人をはるかにしのぐという結果が得られている。二つの実験から、Beilockらは、身体知を言語化することは難しいと結論づけている。奇形パターの使用時はプロでさえも熟達状態ではないために言語化が行えるというのが、Beilockらの説明である。

スポーツ科学分野に *environmental regulatory features* という用語がある。技を遂行するための身体部位の動きに本質的に関わる環境の特徴を指す。この用語は、環境と身体との関係を重視するアフォーダンスの考え方と整合性が良い。[Magill 98]は、*environmental regulatory features* の学習は *implicit learning* である、つまり言語的な意識とは関係なく学習は進むと主張する。キャッチボールを単純化した軌道追跡問題として、スクリーン上で波形軌跡を描く物体をマウス操作でキャッチするという[Pew 74]の実験を典型例としてあげている。実験では、一日に数パターンの波形軌跡で練習させることを2週間続ける。一日の練習のうち、実は2番目の軌跡だけは常に同じ波形であるという条件操作を施してある。11日目に被験者に質問したが、意図的に操作された波形の存在に気づいていた被験者は一人もいなかった。しかし、その特定波形の追跡パフォーマンスは、ほかの波形に比べて有意な学習効果が観察できた。つまり、言語的には意識していなくても、身体が *environmental regulatory features* を学習しパフォーマンスが向上したことを如実に示す実験結果であると Magill は主張したのである。

2・3 本論文における仮説1：言語化の必要性

自動化を主張する研究結果は、冒頭で紹介したイチロー選手の言葉と相容れない。イチロー選手の言葉を信じる限り、自動化の実験結果をどう説明するのか？ 著者は以下のように説明する。現実の熟達現象は、素人のフェーズから始まり一步一步上達の階段を登る漸進的なプロセスである。2・1節で述べたアフォーダンスの考え方に従えば、身体が環境との間に新たな関係を築くことは、一段熟達の階段を上ることに相当する。2・2節の用語でいえば、ある一つの *environmental regulatory features* を学習した状態である。しかし、それで終わりではない。いまだ知覚できていない *environmental regulatory features* は常に存在する。それを学習するためには、現在築いている身体と環境の関係をいったん壊して、新たな *environmental regulatory features* を取り込んだ形で新たな関係を構築しなければならない。著者は、身体と環

境の関係を常に再構築し続ける漸進的なプロセスが熟達であると主張したい[諏訪 05a, 山田 05]。

この考え方によれば、自動化の研究は熟達現象の静的な側面しか捉えていない。熟達現象を素人とエキスパートという2段階で単純化し、素人とエキスパートを、それぞれ時間を止めて切り出して静的に比べている。現実の熟達プロセスが漸進的なプロセスであるという仮説が正しいとすれば、そのプロセスのダイナミズムを探求する研究方法論が必要である。ゴルフのエキスパートがパットを打つときの身体的動きを言語化できないのは、ある熟達レベルにおいて環境と身体が関係を構築した定常状態にあるからであろう。3章で述べるように、熟達の動的プロセスにおいて、その種の言語化不可能フェーズは必ず存在する。しかし、現実の熟達現象は、その後も続くのである。Beilockらがプロと称している被験者も、さらに高度な技を獲得するためのプロセスを歩むはずである。長期にわたる漸進的なプロセスを探求すれば、言語化不可能なフェーズもあれば、言語が必要となるフェーズもあるのでないか。これが著者の仮説である。つまり、Beilockらの実験も Pew の実験も、長期的熟達プロセスの中の、ある一時的な熟達定常状態だけを捉えて、そこでは言語的意識はないことを示しているに過ぎない。

熟達プロセスが漸進的にならざるを得ない理由は、現実の環境にある。Beilockらの実験では、理想的な実験環境としてのグリーンを用意している。つまり環境要因の変化が少ない実験環境である。しかし現実のゴルフでは環境は常に揺れ動く。グリーン起伏や芝の目はコースによって大いに異なる。風の状態や湿度も刻々変化する。ゴルフというゲームにおける本人の心理状態やプレッシャーのかけ方も刻々変化する。身体の調子も一日の中でさえ一定ではない。環境も自分自身の身体も刻々変化するなかで、身体と環境のより良い関係を再構築し続けることがプロのゴルファーには求められる。換言すると、環境側が変化することから、身体と環境の関係を再構築を繰り返す漸進的なプロセスを歩まざるを得ない。

Beilockらの奇形パターの実験において、奇形パターを突然与えられたことは環境の劇的な変化を意味する。プロのほうが素人よりも言語量が多くなるという実験結果は、身体と環境の関係を再構築しようとする動的プロセスでは言語的意識が必要であることを示唆しているのではないか。著者はそう解釈する。さらに、今まで成り立っていた身体と環境の環境側の変化で崩れたときに、自分自身の身体的な動きを言語化することができるという能力こそが、プロと素人の違いであると解釈することができる。このように考えれば、イチロー選手の言葉と、自動化の概念は矛盾しない。そして、言語化の試みとその能力が熟達の漸進的なプロセスの原動力になるという本論文の仮説は有力である。

2・4 Dynamical systems theory の研究

知覚と運動の動的なコーディネーションを理論的に扱う研究分野として **Dynamical systems approach** がある。Kelso の論文 [Kelso 81] がその祖であるといわれている。例えば、野球の試合で、ピッチャーが投げる球を打つバッターの身体を考えよう。どのコースにどんな速度のどんな軌道の球が来るのかを知らない状態で、柔軟に対処してバットで球を捉えるために、**矯め**をつくって待つ態勢を維持し、ピッチャーの動作にタイミングを合わせて動き出し、実際に球を捉えるまでの一連の動作には、身体内の多くの知覚・運動サブシステムが関わっている。関係する身体部位とシステムが、あるコヒーレントな構造 (**coherent pattern**) を形成したとき熟達が見られる。**Dynamical systems approach** の研究の多くは、コヒーレントな構造が形成されたとき、どのような高次変数 (**higher-order parameter**) が顕在化するかを探求し、学習支援につなげることを目指している。

高次変数とは、環境や身体部位に偏在する数多くの変数の中で、数少ない本質的な変数だけから構成された高次の変数である。バッターが矯めをつくる行為、ピッチャーの動きにタイミングを合わせる行為、バットをさまざまなコースにスイングする行為に関わる身体部位や環境の変数は無数にある。両足のスタンスの広さ、体重をどこにかけているか、足首・膝・腰の角度、バットをもつグリップの位置、両手の位置や角度、タイミングをとる動作の動き出しの部位、ピッチャーのどの身体部位を知覚してタイミングとりに関連づけるか、バットスイングの動き出しの部位、軌道の維持に必要な筋肉の部位、タイミングをとっているときスイング時の重心移動、など枚挙にいとまがない。

Dynamical systems approach の研究では、うまく打ったときとそうでないときの比較、エキスパートと素人の比較から、数ある変数の中で何が本質的かを見いだそうと試みる。例えば、重心を左右する変数 (例えば、スタンスの広さ、開き角度、体重の掛け方、へその位置、上半身の角度、グリップの位置や高さなど) から形成される身体を中心軸が、タイミングをとり始めてからスイングを終わるまでどのように動くかに注目し、エキスパートと素人に大きな差が見られたとすると、それらの変数から形成される“中心軸”は高次変数の一例であろう。

しかし、学習者は、何が高次変数かはわからない状態で学習する。**Dynamical systems approach** の研究成果として本質的な高次変数を知らされたとしても、それを身体に遂行させるために何をどうすればよいのかは明らかではない。**Dynamical systems approach** の研究者にとっても、何が高次変数であるかを突き止める作業は、試行錯誤である。

数ある変数の中で本質的な構造を抽出する手法として、データマイニングの手法は有効である。身体の動きや生体情報の計測データからデータマイニングを行い、意味ある

構造 (**Dynamical systems approach** におけるコヒーレント構造に相当) を抽出するという身体知研究 [古川 05] が有望視されている。しかし、データマイニングの手法にも一つの限界がある。それは、データマイニングは、扱う環境変数を固定したうえで機能する手法であるという点である。つまり、現在の表現系に含まれていない変数が実は本質的であった場合、その変数を発見する機能はない。

2・5 本論文の仮説 2 : 言語化は本質的な変数の発見を促す

前節の議論により、熟達の漸進的プロセスにおいて

- 本質的な高次変数を学習者自らが発見すること^{*1} もしくは

- Dynamical systems approach** やデータマイニング研究により本質的な高次変数を知らされたときに、学習者がそれを身体で体得する実践的方法をもつことが重要である。本論文では、メタ認知的言語化が両側面を促す方法論になり得るという主張をする。

3. メタ認知的言語化

3・1 メタ認知的言語化とは何か

メタ認知とは自分の認知過程を認知することである。著者の主張するメタ認知における「認知過程」とは

- “言語的思考” (言語的に考えている過程)
- “環境からの知覚” (環境を五感で知覚する過程)
- “身体動作の知覚” (自分の身体部位がどう動き、その結果どんな感触を得ているかを知覚する過程)

である。これらを認知するという行為にも二つの段階がある。第一の段階はこれらの認知過程を身体が体感することである。著者が [諏訪 05b] で現象学的知覚と称した行為がこれに相当する。第二の段階は体感したことを言語化する段階である。人間は少なからずメタ認知する動物である。つまり第一の段階は自然に行っている。しかし、体感したことを言語化することは必ずしも得意ではない。第二段階の行為を、本論文ではメタ認知的言語化と呼ぶ。

認知科学では古くから、自分が考えたことを振り返って言語化する行為を指す“リフレクション” (もしくは英語圏の研究では **metacognitive reflection**) という概念がある。リフレクションが学習を促進することは多くの研究 (例えば, [Cornoldi 98]) で示唆されてきた。著者の知る限り、リフレクションの研究が言語化の対象としたのは“言語的思考”のみである。“言語的思考”とは、タスクの性質を考えることや問題解決戦略を考えることなど、タスク遂行中に言語的に意識している概念レベル (**conceptual level**) の内容である。それに対して本論文で提

*1 この主張は、慶應義塾大学 SFC の古川康一教授との議論 [古川 05] により生まれた。

唱するメタ認知的言語化は、環境からの知覚という知覚レベル (perceptual level) の内容、身体動作という運動レベル (motor level) の内容をも言語化の対象にあげる。両レベルの内容は本来言語化が難しい領域である。しかし、すでに言語的に意識できていることをリフレクションすることに留まっていたら、身体知を獲得するための方法論として機能しない。自分の身体がどう動き、どう体感しているかを言語化することによって、現在の身体では達成できていない身体動作が開拓され、身体知を獲得する土壤ができると著者は考える。

“環境からの知覚”は理論的には五感全部が対象であるが、多くの場合は、視覚的情報が主たる対象である。人間は無意識にさまざまなものを見ている。したがって、自分が何を見ているかを言語的に意識することは非常に難しい。ピッチャーの視線、球をリリースするポイントや腕のスイングの形の微妙な違い、球の軌道の微妙な違いなど、バッターはさまざまなことを瞬時に見ている。例えばこの種の知覚を言語化の対象とする。

“身体動作”も言語化が難しい。ある打席で内野フライを打ったバッターが、「バットが下から出た」と考えたでしょう。「バットが下から出た」という意識は、自分の身体部位の動きとそれに伴うバットの軌道に関する言語化である。しかし、それに留まらず、「バットが下から出る」ことに関与した身体部位の動きを深く掘り下げて言語化することがさらに重要である。自分が右バッターである場合、例えば「打ちに行く瞬間左肘が空いた」ことが一因かもしれない。「バットを握る右手のグリップに力が入った」ために、「バットスイング開始時にグリップが極端に下がってしまった」ことが一因かもしれない。この種の身体部位の相互関係を言語化の対象とする。また、例えば、「スイングを始動するとき下半身の粘りと矯めがない」、「スイングを始動する前に、どっしりとした態勢で立っていない」などという身体的感覚も言語化の対象とする。さらに、そのような体感が、各身体部位のどのような動きの結果として生まれるのか (つまり、身体部位の動きと身体的感覚の関係) も言語化の対象とする。

3・2 熟達の漸進的プロセスと言語化の関係

2・3～2・5節の議論をまとめると、本論文では、熟達の漸進的プロセスを以下のように捉える。

- 身体と環境の間に新しい関係を構築できれば、あるレベルの身体知を獲得したことを意味する。いわば身体が覚え込んだ定常状態であり、自動化の研究が示唆する身体状態である。多くのスポーツ選手が口にする「環境と一体となる」という言葉は、この身体状態を表すと解釈できる*2。

- ある定常状態に留まっていたら、環境や身体が揺らぐ現実には柔軟には対処できない。いったんある技を習得したと思っても、パフォーマンスが再び落ちることは多々ある。その理由は、すでに獲得した身体知が、環境や身体の限られた特定状況にのみ適応できる“知”であったからであると解釈できる。
- 環境や身体が揺らぐ現実には、現在よりも柔軟に対処できるためには、(未学習の)環境や身体の高次変数に気づき、身体と環境の関係を再構築する必要がある。
- 上記のプロセスを限りなく繰り返すことが熟達の漸進的プロセスである。

本節では、メタ認知的言語化がこの漸進的プロセスをどう促進するのかを詳しく論じる。

メタ認知的言語化は、あるレベルの身体知を獲得した状態 (自動化フェーズ) を壊すことを通して、新たな変数 (もしくは高次変数) の存在を気づかせ、新旧の変数を統合する形で身体と環境の関係を再構築を促すと、著者は考える。順に詳しく解説する。

まず、言語化を行うと自動化状態は壊れる。自動化された身体状態のうちの、ある特定の変数のみに言語的意識が払われるからである。自動化状態の破壊は、多くの場合、一時的なパフォーマンスの低下を引き起こす。しかし、自動化状態の破壊が新たな再構築の準備期間であると考えれば、パフォーマンスの低下は致し方ない。

言語化は、新たな変数 (もしくは高次変数) を意識的に探索し、身体と環境の新たな関係を再構築するためのツールである。言語化がツールとして機能するのはなぜだろうか。著者は、少なくとも二つの効用が作用していると考え。第一に、言語化された内容には強い意識が向けられる [井筒 91]。互いに関係づけされていない二つ以上の言語化内容が偶然同時期に意識に上ることによって、両者の新たな関係に本人が気づく可能性がある。これは高次変数への気づきに貢献する。この効用は、メモやスケッチといった外的表象が新たな思考の誕生に貢献するという研究成果 (例えば [Goldschmidt 94, Schon 83, Suwa 00, 諏訪 04b]) と同種類の現象である。つまり、言語化された対象は一種の外的表象である。外的表象の一連の研究は、外化したもの同士の潜在的な関係の発見を促すことが外化の最大の効用であると主張する。メタ認知的言語化の第一の効用はこれに該当する。

第二に、言語化行為が知覚を変化させる。2・1節で論じたように、situated cognition の考え方によれば、知覚は思考に依存する。“ダルメシアン犬の犬”の有名な画像は典型例である。ダルメシアン犬が草を食んでいることを写した写真は、画素が荒いために何が写っているのかを判別できない。しかし、「犬がいるでしょ」と教えられた途端、多くの人が、写真のどの場所にどのような格好で犬が草を食んでいるかを知覚できるようになる。教えられる前後で変化したのは「犬」という概念のみである。概念の存在に依存して知覚が劇的に変化する典型例であると

*2 シドニーオリンピックの水泳で金メダルを獲得した北島康介選手が「水と一体になれた」と語った言葉は有名である。

解釈できる。言語化行為が知覚を変化させるという現象が、熟達の漸進的プロセスにおいて重要な役割を担うことは明白である。環境や自分の身体に関して、それまでに知覚できなかったことを知覚できるようになることは、身体と環境の関係の再構築には欠かせない。

身体と環境の関係を再構築する漸進的プロセスに特徴的なのは、解くべき問題やゴールを与えられた状況でその解き方を探索する問題解決行為ではない。自分の身体にとって本質的なゴールや問題がそもそも何なのかを見いだす問題発見的行為である。[諏訪 04b]は、創造行為の本質は問題発見行為にあることを論じている。その点で、身体と環境の関係の再構築を繰り返す行為は、まさに創造行為である。

3・3 行為者の理論の構築のためのメタ認知的言語化

松野ら[郡司 97]は、系の構成員が系内で生じる事象を内部から観測する様を内部観測と呼ぶ。自然科学の方法論は、観察主体と観察対象を分離し、主体の存在が対象に影響しない外部観測を是とする。内部観測は外部観測に相対する概念である。メタ認知は、環境の中に身体が埋め込まれている系において、認知主体が自分の概念的思考や身体を言語化する行為であるから、本質的に内部観測的である。

内部観測の立場に立つと、身体・環境系で生じている事象に対して局所的視野しかもち得ない[郡司 97]。したがってメタ認知の研究が提供するものは局所視野的なデータである。“局所視野的なデータ”は、外部観測が不可能だから仕方がないというよりは、熟達の研究においては、むしろポジティブな意義を有すると著者は考える。熟達研究の教育的応用を考える限り、熟達の漸進的プロセスを促進するための方法論が必須である。そのために必要なのは、外部観測によって構築できる“分析の理論”ではなく、“行為者の理論”である[郡司 97]。“分析の理論”の代表例は、エキスパートと素人の差の分析（*expert-novice difference* 研究）である。分析の理論は、熟達した結果としての身体知の様相を明らかにするが、エキスパートがどのようなプロセスを経て身体知を獲得したかは明らかにしない。“行為者の理論”とは、プロセスを運営するための理論である。局所視野しかもたない本人がどのようなプロセスを経て本質的な高次元変数を発見し、身体にそれを覚え込ませるべきかを示唆する理論である。

著者は、メタ認知的言語化は行為者の理論を構築するために欠かせない方法論であると考え、メタ認知の方法論を駆使することによって、局所的視野しかもたない行為者として、環境と身体がやり取りする情報が身体知獲得に寄与するダイナミズムを探求することが可能になる。

哲学者の西田幾多郎の理論は、本論文の主張をバックアップする。西田は著書「自覚に於ける直観と反省」[西田 04]において、“哲学的反省”の方法論の必要性を説いた。哲学的反省とは自己が自己を省みる行為を指す。本

論文におけるメタ認知と同じ概念である。西田は、“自己”には「こうあるべき」という価値意識が入り込んでいることを認めたいので、哲学的反省は、「価値意識が価値意識自身を承認する」(p. 17)という行為にほかならないと論じている。そしてさらに、著書「意識の問題」[西田 04]の序において、「心理学は他の科学にもまして、哲学的反省を要する」(p. 276)という見解を述べている。

4. メタ認知的言語化の実践研究

著者の研究室では、多くの学生が自分の生活に根ざしたタスクをあげ、熟達することを目指して長期間メタ認知的言語化を行うという実践的研究を約3年間続けてきた。スポーツ、音楽、味覚などの領域におけるタスクに関して研究例が蓄積されつつある。本章では三つの研究例をレビューし、メタ認知的言語化の効果を示す。

4・1 言語化とパフォーマンスの相関

第一のタスクは“歌うこと”である。メタ認知で歌がうまくなるかを探求した研究例を紹介する。詳細は[諏訪 04a, 諏訪 04c]に掲載されているので、ここでは簡潔に論じる。男子学生が、2003年4～8月の約4か月間、メタ認知的言語化を行いながら、課題曲をカラオケで歌うという実践を行った。言語化した内容は、自分が喉、舌、息、他の身体部位をどのように使って歌っているか（歌うべきか）、気持ちを込めるために何をしているか（歌うべきか）、どのようなテクニックを使って歌っているか（歌うべきか）、などである。4か月間に10回カラオケに行き、歌声はMD録音した。4か月後に10回分の歌声を音楽経験者に評価してもらった結果、熟達プロセスの典型であるU字曲線が観察できた。初期には少しパフォーマンスが向上するが、しだいにパフォーマンスが下がり、3か月目くらいから再びパフォーマンスが向上した。一方、言語記述量を調べると、同様にシャープなU字曲線を描いた。初期に言語量は急激に上昇するが、すぐに激減した。そしてしだいに再び言語量が増えた。興味深いのは、言語量とパフォーマンスに相関が見られたことである。パフォーマンスデータと、それを採取した日までの約1か月の期間における蓄積言語量の相関を、10回分に関して調べると、非常に強い相関が得られた。蓄積言語量の期間を短くすると、相関はしだいに小さくなる傾向が見られた。この結果は、メタ認知的言語化はある一定期間蓄積されるとパフォーマンス向上の場になり得ることを示唆している。

言語量が途中で激減した後、再びゆっくりと増加した時期に何が起こっていたのだろうか。著者は以下のような仮説を有している。激減した理由は、初期に言語化し尽くしてしまったからであろう。その時期を経て再び言語量が増えるプロセスでは、新しい変数（もしくは高次元変数）への気づきが起り、身体と環境の新しい関係が再構築されているのではないだろうか。言語化された内容の

質的な分析が急務である。

4.2 身体と環境の関係の再構築

次に、言語化内容の質的分析を行ったほかの研究例を紹介する。この研究では、身体と環境の関係の再構築を示唆する実験結果が得られている。タスクは“スノーボーディング”である。詳細は[諏訪 05a]に掲載されている。2004年4～8月の約4か月間、男子学生1名がスノーボードの二つの技（こぶジャンプとハーフパイプ壁を利用した身体の回転）の熟達を目指した。夏期間であるため主に室内人工スノーボード場に通い、メタ認知的言語化を行いながら練習に励んだ。言語化した内容は5分類にコーディングした。身体全体もしくは各部位の動き、板、雪面、心理、パフォーマンスである。そのうち、身体、板、雪面がデータの大部分を占めた。各分類の言語量の時間変化を調べると、特に、身体と板に関する言語量が2回（2か月目付近と3か月半目付近）急激なピークを迎えたことが判明した。また、雪面に関する言語量は3か月半目にピークを迎えた。技の遂行はできる限りビデオ撮影しており、スキー歴30年以上の被験者が評価した結果、初期に比べて中期、後期と進むにつれて、パフォーマンスが向上していた。上記の二つの時期に学生の認知には何が起こったのだろうか。

言語化内容にも明示的に残っていて、本人にも印象深かった事象は、ちょうど2か月目、3か月半目に起こった意識変革である。初期は、「身体をどう動かすとうまく滑れるのか」に意識を集中していたのに対して、2か月目に、「板を滑らせることが目的である」ことを再確認し、板と身体の間を強く意識する（「板を滑らせるために身体が動く」）ように変化した。板に関する記述がピークを迎えた要因がここにある。さらに、3か月半目には、「しょせん板が雪面を滑っているのだから、板と雪面の関係が重要である。そのために身体を動かすのだ」という意識が芽生えた。2回の意識変革は、何れも身体と環境（この場合、板や雪面）の関係の再構築を示唆する。この二つの時期に関係の再構築が存在したことを裏づけるデータがある。3種類以上の内容（例えば、身体部位と板と雪面）が互に関係づけられた言語化内容の量の時間変化を調べたところ、ちょうど2か月目と3か月半目の付近で、3種類以上の関係の言語量は急激なピークを迎えた。

4.3 環境に対する感受性の向上

浦[浦 04]は、日常生活で気に入った風景を写真に撮り、その風景に自分が感じた感情を文章表現する実践を約2年間続けている。写真を撮った瞬間に感じたこと、考えたことをメタ認知的に言語化してメモに残す。また、文章表現する前に、写真の風景をスケッチするというフェーズを設ける。[Edwards 86]によれば、スケッチをするという身体行為は新しい知覚を促進する。文章表現の前に、写真の風景に対するメタ認知的言語化を活性化させるこ

とがスケッチの目的である。2004年11月～2005年5月の約7か月間に残した言語化内容（最終成果物としての文章表現ではなく、メタ認知フェーズでのメモ）を質的に分析した。詳細は[浦 05]に掲載されているため、ここでは簡潔に論じる。

総言語量は7か月間単調に増加した。特に2005年4月以降急激な上昇カーブを描いた。4月付近に何が起こったのだろうか。その疑問を探求すべく、言語化内容を、風景を説明した“状況”、状況に解釈を加えた“解釈”、何か別のものやことを想起する“連想”、風景に対する“体感”、風景を見て湧き起こる“感情”の5分類にコーディングした。言語量はすべての分類において、7か月間増加傾向を見せた。また、各分類の言語内容が1回のメモに占める割合の時間変化を調べたところ、7か月間の初期には“解釈”と“状況”が支配的だったのに対し、ちょうど4月の少し前から、5分類すべての割合がほぼ均等になり始めた。写真を見て感じられる・考えられる思考の幅が広がったことを示唆する。

次に、言語化内容を、五感のうちどの感覚で捉えて言語化したものかに関する分析を行った。例えば、「雪を踏む音」という言語化内容があった場合は、「踏む」は触覚を通して環境に接した証例としてコーディングする。「音」は聴覚を通して環境に接した証例としてコーディングする。タスクの性質上、視覚は、言語化内容すべてに関与すると思われるため、この分析対象からは除外した。7か月間のすべてのメモを分析した結果、触覚、聴覚、臭覚のデータが得られた。味覚のデータは存在しなかった。三つの感覚の言語量の時間変化を調べたところ、臭覚および聴覚データは、2005年4月付近で急激な増加傾向を示した。触覚データは7か月間常に増加していた。この結果は、視覚だけでなく複数の感覚モードで環境を捉えるという変化が4月付近に現れたことを示す。メタ認知的言語化の継続的習慣がこの変化をもたらしたのではないかと解釈している。メタ認知習慣による感受性の向上は、感性教育に関する別の研究[諏訪 04b]でも示唆されている。

5. メタ認知的言語化の意義

4章までに論じた、身体知研究における言語化の意義をここでまとめる。

1. 身体と環境の関係のダイナミズムから「行為者の理論」を構築するためのデータ取得（3.3節）：身体と環境の関係のダイナミズムを探求し、それを「行為者の理論」構築に結びつけるためには、本人が自己を語るメタ認知的言語化に頼らざるを得ない。
2. 身体と環境の新しい関係の意識的模索（3.2節）：ある時点で成り立つ身体と環境の関係の自動化状態を壊し、新たな関係を再構築し続けることが熟達プロセスの本質である。言語化は、まず、身体の自動化を壊すことを通して、現在の関係に固執する傾向

を避け、さらに、次なる関係を再構築するまでの意識的な関係探索プロセスを促進する。

3. 知覚的再編成の促進 (3・2 節)：言語化されたさまざまな概念や事象に意識的焦点を当てることにより、環境に対する知覚を再編成する効果がある。それは、新しい変数（もしくは高次変数）への気づきを促し、身体と環境の関係の再構築の可能性を開く。
4. メタ認知場の形成、および、場からの触発：これは本章で初めて論じる。さまざまな分野におけるメタ認知言語化の実践研究を観察してきた著者の経験によれば、メタ認知を継続的に行うことには困難を伴う。そもそも言語化が難しい領域の身体や知覚を言語化の対象に据えている。4章の研究例に示したように、初期に言語的に意識できることが出尽くしてしまうと、新たな変数（や高次変数）に気づかない限り言語化ははかどらない。また、3・2 節で論じたように、言語化によって一時的にパフォーマンスが低下する現象は言語化への動機をそぐ。さらに、[諏訪 05b]に詳しく論じたように、言語化する本人は言語化した内容の正しさを追求する傾向にあり、正しさの追求はいったん言語化したことへの固執を招き、さらには正しいことのみ言語化するという消極的態度を招く。言語化を妨げる数々の要因を打破するためには、複数のメタ認知仲間からなる場の形成が必要である。場を形成するメンバーが必ずしも同じタスクでメタ認知を行う必要はない。自分の言語化内容を披露する場の形成は、相手の言語化に触発されて自分の言語化を活性化する好循環を生む。言語化は、自分だけのためならず、場の形成にも貢献する。

6. 考 察

6・1 知能研究のあり方

3・3 節で論じたように、“知”に関する従来研究は、**expert-novice difference** の研究に代表されるように、知を外部から客観的に観察して“分析の理論”を構築するという方法論をとることが多かった。しかし、分析の理論は、結果としての知の形態に関する洞察は与えても、どのようにプロセスを運営すれば知を形成できるかに関する洞察は与えない。イチロー選手と素人野球選手の違いは分析できても、イチロー選手がどのようにして現在の彼になり得たかという“行為者の理論”は与えてくれない。熟達研究の歴史は長いにもかかわらず、“イチロー選手の熟達理論”が明らかになっていないのが、その証拠である。身体知を獲得するプロセスの本質が、身体と環境の関係を再構築し続ける漸進的プロセスであるという考え方に則るならば、著者は、漸進的プロセスを自らつくりだしながら探求するという態度が、身体知研究のとるべき方法論の一つであると考え。より一般的にいえば、知能を、結果として獲得された知識体系という側面で捉

えるだけでなく、結果を得るまでに漸進的プロセスを運営せしめた環境適応力という側面でも捉えるべきである。メタ認知的言語化は、そのための研究方法論として有望であろう。

6・2 メタ認知と科学的計測を併用する方法論の構築

身体と環境の関係を再構築し続けるプロセスに、メタ認知的言語化が寄与できるという見解を、3・2 節および 5 章で示した。しかし、より効率的に関係の再構築を触発するためには、外部観測的な計測技術も有効に使う必要がある。最も単純なツールは、多くのスポーツ指導局面で古くから使われているように、学習者の身体の動きを撮影したビデオ映像であろう。ビデオを見るだけで、メタ認知的言語化では気づかない変数（もしくは高次変数）への気づきが促進されることがある。その反面、ビデオへの依存度が高まりすぎると、外部観測に現れやすい変数のみに意識を払い、重要な変数を見逃す危険性もあることを、著者は指摘したい。

現在使用可能な外部観測的計測技術は、ビデオ撮影に基づくモーションキャプチャ、筋電位などの生体計測、アイカメラによる視線解析など、多岐にわたっている。身体知研究に課せられた課題は、科学的計測とメタ認知をどのように併用すれば、学習者が自ら熟達の漸進的プロセスを邁進する原動力となれるかに関する方法論を構築することである。

著者の考えを示しておく。学習者がメタ認知的言語化を行うことによって、数多くの変数（もしくは高次変数）を意識上に顕在化し問題意識を明確にした状態で、学習者の問題意識に応じて外部観測的計測の結果を提示するのが得策であると考え。問題意識が明確であれば、能動的に計測結果を見ることができ、それが熟達の漸進的プロセスの原動力になり得る。メタ認知的言語化が促す新しい変数（もしくは高次変数）の発見は、どの計測技術の提示が学習者の問題意識に合致するのを示唆するはずである。また、新しい変数（もしくは高次変数）の発見は、計測データに基づくデータマイニングに重要な指針を与えるであろう。

7. 結 論

熟達は

- 身体や環境に含まれる新しい変数の存在に気づき、
- 新旧の変数を取り込んだ形で身体と環境の新たな関係を再構築し続ける

漸進的プロセスである。本論文の主張をまとめると以下のようになる。まず、メタ認知的言語化は漸進的プロセスをドライブし身体知を獲得するための有効なツールである。さらに、メタ認知的言語化は、熟達の漸進的プロセスを自らつくりだしながら身体知への理解を深めるための研究方法論として有望である。さらに、言語化によって

顕在化する学習者の問題意識に応じる形で、外部計測技術や計測データに基づく人工知能的推定手法を駆使すること(つまりメタ認知的言語化と計測技術の適切な併用)は、身体知の理解を深める。

謝辞

中島秀之氏(はこだて未来大)、古川康一氏(慶應大SFC)、浦智史氏(中京大)、山田雅之氏(名古屋大)らとの議論が本論文の骨格を作る土台となった。ここに謹んで感謝の意を表したい。

◇ 参考文献 ◇

- [Beilock 03] Beilock, S. L., Wierenga, S. A. and Carr, T. H.: Memory and Expertise: What Do Experienced Athletes Remember?, Starkes, J. L. and Ericsson, K. A., eds., *Expert Performance in Sports: Advances in Research on Sport Expertise*, Human Kinetics, Champaign, IL (2003)
- [Clancey 97] Clancey, W. J.: *Situated Cognition: On Human Knowledge and Computer Representations*, Cambridge University Press, Cambridge (1997)
- [Cornoldi 98] Cornoldi, C.: The impact of metacognitive reflection on cognitive control, Mazzoni, G. and Nelson, T. O., eds., *Metacognition and Cognitive Neuropsychology: Monitoring and Control Processes*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., New Jersey (1998)
- [Edwards 86] Edwards, B.: *Drawing on the Artist Within*, Simon & Schuster, Inc., New York (1986)
- [古川 05] 古川康一, 植野 研, 尾崎知伸, 神里志穂子, 川本竜史, 渋谷恒司, 白鳥成彦, 諏訪正樹, 曾我真人, 瀧 寛和, 藤波 努, 堀 聡, 本村陽一, 森田想平: 身体知研究の潮流—身体知の解明に向けて—, 人工知能学会論文誌, Vol. 20, No. 2, pp. 117-128 (2005)
- [Gibson 55] Gibson, J. J. and Gibson, E. J.: Perceptual learning: differentiation or enrichment?, *Psychological Review*, Vol. 62, pp. 32-41 (1955)
- [Goldschmidt 94] Goldschmidt, G.: On visual design thinking: the vis kids of architecture, *Design Studies*, Vol. 15, pp. 158-174 (1994)
- [郡司 97] 郡司ベギオ-幸夫, 松野孝一郎, レスラー, O. E.: 内部観測, 青土社 (1997)
- [井筒 91] 井筒俊彦: 意識と本質—精神的東洋を求めて, 岩波文庫 (1991)
- [Kelso 81] Kelso, J. A. S.: On the oscillatory basis of movement, *Bulletin of the Psychonomic Society*, Vol. 18, pp. 63-63 (1981)
- [Magill 98] Magill, R. A.: Knowledge is More than We can Talk About: Implicit Learning in Motor Skill Acquisition, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Vol. 69, No. 2, pp. 104-110 (1998)
- [西田 04] 西田幾多郎: 西田幾多郎全集, 第2巻, 岩波書店 (2004)
- [Pew 74] Pew, R. W.: Levels of analysis in motor control, *Brain Research*, Vol. 71, pp. 393-400 (1974)
- [Polanyi 83] Polanyi, M.: *The Tacit Dimension*, Peter Smith, Gloucester, Mass (1983)
- [Schon 83] Schon, D. A.: *The Reflective Practitioner*, Basic Books, New York (1983)
- [Suwa 00] Suwa, M., Gero, J. and Purcell, T.: Unexpected discoveries and S-invention of design requirements: important vehicles for a design process, *Design Studies*, Vol. 21, pp. 539-567 (2000)
- [諏訪 04a] 諏訪正樹: 「こと」の創造: 行為・知覚・自己構築・メタ記述のカップリング, 認知科学, Vol. 11, No. 1, pp. 26-36 (2004)
- [諏訪 04b] 諏訪正樹: 「創造」の研究: 現象を生む実践の学, 人工知能学会誌, Vol. 19, No. 2, pp. 205-213 (2004)
- [諏訪 04c] 諏訪正樹, 竹内勇介: メタ認知で歌がうまくなるか?—習熟のメカニズム—, 日本認知科学会第21回大会論文集, pp. 112-113 (2004)
- [諏訪 05a] 諏訪正樹, 藤本啓介: スポーツ身体知獲得における言語表現の再構築, 日本認知科学会第22回大会発表論文集(掲載予定) (2005)
- [諏訪 05b] 諏訪正樹: シナリオ創発の認知的科学的裏付け—言語化と現象学的知覚の共促進構造—, 人工知能学会誌, Vol. 20, No. 1, pp. 34-39 (2005)
- [浦 04] 浦 智史, 諏訪正樹: 伝えるためには何が必要か?—主観的経験に根ざした言葉の重要性—, 日本認知科学会第21回大会発表論文集, pp. 232-233 (2004)
- [浦 05] 浦 智史, 諏訪正樹: 表現プロセスの言語化による表現の上達, 日本認知科学会第22回大会発表論文集掲載予定 (2005)
- [山田 05] 山田雅之, 山本裕二, 諏訪正樹: スケートスキル獲得における認知的側面の構造変化, 日本認知科学会第22回大会発表論文集(掲載予定) (2005)

2005年7月16日 受理

著者紹介



諏訪 正樹 (正会員)

1984年東京大学工学部卒業。9年同大学院工学系研究科博士課程修了(工学博士)。(株)日立製作所基礎研究所入社, 推論学習の研究に従事。1994年~96年スタンフォード大学 CSLI 研究所にて客員研究員。1997年, オーストラリアシドニー大学建築デザイン学科主任研究員就任。2000年より中京大学情報科学部助教授。2004年より同, 教授。情報処理学会研究奨励賞, 本学会論文賞, 認知科学会大会発表賞受賞。創造性, 熟達, 暗黙知, situated cognition に興味あり。好きなこと(もの): 野球, スキー, ワイン, 焼酎, バスタ。