

# スポーツにおける身体動作を言語化する試み

～ 人工知能とスポーツをつなぐ視点から ～

保健体育科 那須野 親

## はじめに

先日、久々に息子（中学1年）と稽古をした。帰りの車で、「あの小手はどうやって打ってるの？」「相手が、面にくることが、どこでわかるの？」と聞いてきた。意識して打った技ではないからか、どうも、その場面をよく思い出せない。困ったあげくに、「何となく、そんな気がした」とだけ返した。その答えにやや不満げな息子が、「ずるっ！けち！」と言った。「知っていることを教えないのは、ずるいし、けちだ」と言うのだ。筆者もそんなつもりはまったくない。本当に「何となく」だし、その時、それを言葉で説明してあげられなかった。

この「何となくわかる」というフレーズで、身体が知っていること、「身体知」と呼ばれる知の在り方を思い出した。息子の不満を解消するには、言葉にしづらい、あるいは言葉にできない知識を言葉にしなければならない。これをきっかけに、「何となく、できてしまっていること」を言語化することについて考えるようになった。

さて、上述のような動機から、本稿では、運動実践における身体動作の言語化を試みたい。具体的には、これまでの筆者自身の運動実践における「身体知を語ること」を目的とする。

そこでまずは、**1. 考察対象の限定**として、本稿で扱う「身体知」の守備範囲を明確にした上で、**2. 先行研究の概観**では、これまでの「身体知」に関する（1）スポーツ科学及び（2）その他の学問領域が提示する研究成果を概観する。そして、最終的に**3. 競技場面のメタ認知的言語化の試み**として、**1.** 及び**2.** を踏まえ、筆者自身の「身体知」を言語化するという手順を進めていくことにする。

## 1. 考察対象の限定

「身体知」という言葉が、日常会話で交わされることはあまり多くはないかも知れない。しかし、類概念として、「経験知」、「実践知」、「非言語的（知）」等々の言葉を想起する人は多いのではないか。実際に辞書的定義においては、「経験知」「実践知」と同義で説明する傾向も見られた。また、対概念としては、「形式知」、「理論知」、「言語的（知）」等々があげられる。

つまり、言葉や文章、図表、数式などによっては、説明・表現しにくい（言語化しにくい）知識を指して「身体知」、「経験知」、「実践知」、「非言語的（知）」ということになるろう。従来、それらは「暗黙知」と呼ばれ、マイケル・ポラニー（1891～1976）以降、大きな研究の進展はないようである<sup>1</sup>。

しかしながら、ポラニーが「The Tacit Dimension」（1966）、邦訳「暗黙知の次元—言語から非言語へ」（1980）において、それまで脚光を浴びてこなかった「暗黙知」という知の在り方を世に問い、認識論、科学論から哲学の根本問題にわたり再検討を迫ったことは、その後の「知的フレームワーク」形成にとって実に意義深いことであった<sup>2</sup>。

さて、「身体知」に関連する周辺概念の詳述は、本稿の目的ではないので、ここでの深入りは

<sup>1</sup> 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。人工知能学会論文誌 20 巻 5 号。p. 525. 参照。

<sup>2</sup> マイケル・ポラニー著 佐藤敬三訳 伊藤俊太郎序（1980）暗黙知の次元—言語から非言語へ。紀伊国屋書店。東京。pp. 142. 参照。

避け、一先ず、本稿で対象とする「身体知」の意味内容を限定しておきたい。その際、近年（2000年以降）、身体知の解明に精力的に取り組んでいる人工知能研究領域の古川らによる定義を参考に、次のように定義しておく。

感覚・運動系、脳神経系、筋骨格系を総動員した訓練によって、身体が覚えた高度な技やコツとして捉えておきたい<sup>3</sup>。

補足するが、この場合の訓練とは、いわゆる形式知を獲得する場合と同様、高度な知的活動であるということを忘れてはならない。つまり、身体知は、形式知（言語知）とともに、人間が有する高度な知的能力であるということである。

## 2. 先行研究の概観

上述のような「身体知」については、これまでスポーツ科学の分野で扱われることが多かった。そこで、我が国のスポーツ科学系論文誌の中で、最も多岐にわたるカテゴリーを扱っている「体育学研究（日本体育学会刊行）」に掲載された論文の中から、筆者の関心に近いものを二編採り上げる。また、スポーツ科学以外の領域からは、すでに取り上げた「人工知能学会論文誌」に掲載された「身体知」関連の成果を参考に整理していくことにする。

### 1) スポーツ科学領域から

ここでは、サッカー及び剣道に関する「身体知」の問題を扱った二編を参考にしてみたい。まずは、サッカー選手の「パスの知」を対象とした研究である。

①寺田進志 佐野淳（2017）サッカー選手の〈パスの知〉の地平分析. 体育学研究. 第62巻 第1号. pp.169-186.

寺田らは、現象学的運動学の立場から地平分析を行い、サッカー選手の〈パスの知〉を明らかにしようとした。フッサールやメルロ＝ポンティが示す現象学の概念を駆使しつつ、サッカー選手のパスを効果的にするために必要な能力についての分析である。しかしながら、「現象学的運動学におけるエヴィデンスは現象学的反省によって保証され、〈私〉経験を徹底的に掘り下げることによって〈私〉だけでなく〈あなた〉もそう感じるとこまで到達することができ、〈われわれ〉の了解を得ることができる」と言うが、残念ながら自己（寺田自身）もしくは他者のサッカー実践（パス）における意識体験についての生々しい記述（言語化）に出会うことはできなかった。

フッサールやポンティの提示した現象学用語を切り取り、一般的なゲームシーンに貼り付けた印象で生の身体動作の言語化にはいたっていない。現象学的記述を援用したスポーツ科学分野における研究は、今のところ、「滝澤文雄（1995）身体の論理. 不昧堂出版」に当たっておけば、基本的なことは網羅できる。

②奥村基生. 吉田茂（2006）熟練・準熟練剣道選手における反応選択の処理高率差. 体育学研究 Vol.51.pp.459-470.日本体育学会刊行.

奥村らは、剣道熟練選手・準熟練選手の実践的経験において蓄積された有効打突を得るため

---

<sup>3</sup> 古川康一他（2005）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 20 巻 2 号. p. 118. 参照。

の攻守の在り方を技知識として概念化し、各群で選手自身に自らの技知識の言語化をしてもらい、その「量と質」の差異を検討するとともに、選手が試合や稽古において、どのように「技知識」を活用しているのか、また、成功・失敗等の状況を分析した。

結果として、熟練群の方が準熟練群と比べて技知識の獲得量及び活用頻度ともに有意に多かったことが明らかにされている。さらに、意図的に技知識を活用して仕掛けていく能動的反応選択を多く採択しつつ、かつ補足的に意図的ではないが予期せぬ場面での無意図的な反応、すなわち受動的反応選択を用いることが成功事例の分析から明らかにされた。

本稿のテーマである「身体知」研究においても、実に示唆深い研究である。奥村らの「技知識」は日々の稽古実践を言語化（フィードバック）することで、実践者は技が成功するための意識ポイントを獲得していった。そして、蓄積された各知識の「有機的な統合」がより進んだ熟練群の方が、受動的反応選択を発現する頻度が有意に高い。これは、まさに「無心の技（なぜ出来たのか？理由はわからないが、うまくいってしまった技）」すなわち、究極の「身体知」の発現にも、日々の実践における意識的な「技の言語化」が有効であることが示唆された。

## 2) 人工知能研究領域から

次に、先ほど本稿の対象としての「身体知」を限定するに当たって拠り所とした人工知能研究領域を取り上げてみたい。まずは、前掲（2005）古川らの「身体知研究の潮流－身体知の解明に向けて－」により、最新の人工知能研究における身体知の問題を概観する。

①古川康一他（2005）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 20 巻 2 号. pp.117-128.

人工知能の研究は 1950 年代から始まり、二度のブームと冬の時代を乗り越え、ここ 10 年ほどで本格的に花開いたと言われている<sup>4</sup>。ここで参照する古川らによる身体知の潮流は、2005 年に掲載されたものなので、本格的な開花をまさに確信しつつ、各研究者が精力的に研究を進めていた頃だろうか。特に古川は、この分野における身体知研究の創始者として、生物が種の生存を目的として、数億年の過程を経て発展させてきた末に、我々人間が獲得した「身体知」を解明することが、人工知能研究の更なる飛躍に資するはずであるとの確信から、これまで「語りえぬ知」として科学のメスが入れられてこなかった分野に着手してきた。

今回、参考とする記事は、古川を筆頭に総勢 14 人の身体知を探求する研究者の成果を概観するものであり、人工知能研究における身体知の現在を把握するには最善の記事であろう。それではまず、全体の要旨を把握し、その中から本稿の目的である、筆者自身の「身体知の言語化」に威力を発揮するであろうテーマについて、さらに掘り下げて検討していくことにする。

古川らによる記事全体を要約すると次のようにまとめられる。

最近の人工知能研究では、楽器の演奏や舞踊などの、美しさが求められるパフォーマンスアートがターゲットとされてきた。そこでの目的は、より正確で滑らかな動きの追及。弦楽器の演奏では、雑音のない美しい音を出すための工夫である。それらは、スポーツ科学における強さや速さを求めるのと、幾分異なっている。アプローチとしては、力学モデル、認知科学（特にメタ認

<sup>4</sup> ニュートン別冊（2018）ゼロからわかる人工知能 基本的なしくみから応用例、そして未来まで。ニュートンプレス、東京。参照。

知)を援用する言語化、あるいはデータ解析に最近の時系列データマイニング手法を用いたりしている。

さらには、計測制御の分野で、ものづくりの視点から熟練工のスキル伝承、あるいは作業の安全性の観点からの研究などがみられる。また、ヒューマンインタフェースの観点では、ただ単に使い易いだけでなく、使いこなす技術の習得の容易さまでも含めた考察がなされている。

そして、身体知の解明にとって避けて通れないのが個人差の問題である。身体知には、個々の身体的な差異が強く影響し、最善の方法が唯一つ存在するとは限らない。そのため、特定の被験者による実験結果をただちに一般化できない、ということになる。このことが身体知の解明を著しく困難にしている。この問題に対する解は得られているとは言えないが、不確実性を扱うためにベイジアン・ネットワークによるモデル化を行ったりするのが特徴である。

以上、人工知能領域における「身体知」の動向を簡単にまとめてみた。これらのアプローチの中から、筆者自身の「身体知の言語化」に向けて有望な認知科学を活用した研究を取り上げ、さらに詳しく検討していく。

② 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. 人工知能学会論文誌 20 巻 5 号, pp.525-532.

上述のように「身体知」は、「非言語的 (知)」と言われるように、そもそもが言語化しにくい (もしくはできない) 知としての特徴を有する。したがって、従来の主張では、「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」とのいう考え方が主流であったと、諏訪は指摘する。

諏訪が言うところの、身体動作における「メタ認知的言語化」とは、競技者が置かれた環境からの知覚内容と同時に、身体動作という運動レベルの知覚内容も言語化の対象にあげる。そして、「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壌ができる」<sup>5</sup>と云う。つまり、「言語化」即「身体知獲得」ということではなく、あくまでも言語化はその土壌形成として有望であるということである。

さらに、本稿にとって示唆深いのは、言語化主体の立ち位置 (知覚の観測点) についてである。このことについて、諏訪の主張をまとめると、

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、(行為者もこの系内にいながらの観測であるゆえ) 身体・環境系で生じている事象に対しては局所的視野しかもち得ない。

繰り返される身体知の獲得による熟達のプロセスを解明するには、外部観測 (自然科学の方法論が是としてきた) によって構築できる<分析の理論>ではなく、局所的視野しかもたない行為者自身がどのような過程で、環境との新たな関係を再構築するような「本質的な高次変数」<sup>6</sup>を発見し、どのように、それを身体に覚え込ませるべきかを示唆する<行為者の理論>の構築が不可欠である。

<sup>5</sup> 上掲書. 諏訪 (2005) p.528.

<sup>6</sup> 環境や身体部位に遍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を言う。無数の意識ポイントの中でも、他のポイントとの統合化が促進されるような本質的なチェックポイントというようなニュアンス。

また、諏訪は、学習者の熟達度に応じた言語化の観点からは、あまり多くの指南は避けるべきとしながら、より効果的なメタ認知的言語化とするための要点を次のとおり示している。

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。

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。「右手のグリップに力が入っていた」ために、「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。「スイング始動時に下半身の粘りと締めがなかった」、「スイング始動前、どっしりとした態勢で立っていない」などと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感覚の関係)も言語化の対象とする。

上記の考え方は、身体動作を主な素材とするスポーツなどの身体運動の熟達プロセスの王道を示しているように筆者には読める。これまで、自らの運動実践においても試行錯誤を繰り返しながら、日々の実践を分析しつつ、いわゆる「振り返り」は行っていたが、ここまで説得力のある方法論にであったのは「初」である。いや、実は出会っていたのかも知れない。ただ、その時点での熟達段階では、そのありがたいみに気づけなかったのかも知れない。今回は実にわかり易く、かつ違和感なく、筆者に落ちてきた気がする。

さて、ここまでの議論を基盤としながら、自己の身体動作を記述していくことに挑戦したい。その際、「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、身体知を獲得する土壌を形成する」という場合の「土壌」の機能や構造についても念頭におきたい。

### 3. 競技場面のメタ認知的言語化の試み

それでは、筆者自身の運動実践の言語化を試みる。言語化する対象は、これまでの実践で技が成功した場面における「諸身体動作・感覚・知覚・思考・イメージ」を主な要素としつつ、各要素間の関連も対象とする。なお、言語化においては、筆者自身を<私>と表記する。

【相手が、後方にさがりながら竹刀を向かって右下に外した時の突き】

- ①前半5分程度の相手とのやり取りから、相手は、<私>が技を出そうとする（前に出ようとする）瞬間の出頭を狙っているような気がしてきた。
- ②相手の出る距離を想定し、相手が技を出しても届かない距離まで前に出て、<私>が技を出すモーションを見せてみた。右足だけを一足分前に出しながら、竹刀の先を10cm程度上げる動作をした。
- ③案の定、相手は出頭技を出そうとしてきたが、返し技を警戒したのか？途中で止めた。次も同じモーションを見せれば返し胴が打てるのでは？と思い、試みたが、相手は技を出してこない。
- ④相手は、<私>の前に出る動作に対して、40cm程度後ろにさがって（右足は数cm程度、左足をやや大きめに引いていた）距離をとりつつ、<私>の竹刀を向かって左上から右下（竹刀の先の高さは、左鳩尾から右骨盤まで下がった）に軽く押さえる動作をしてきた。互いの竹刀の交差部分は15cm程度であった。

- ⑤④が再度繰り返され、相手は、左足で矯めをつくり、＜私＞がさらに間合いを詰めて出てくるところに出頭技を決めようとしている気配を感じた。突きのイメージが浮かんだ。  
＜私＞の前に出るモーションに対して④の動作をする相手が、左足で矯めをつくり出頭面に出ようとする瞬間に突ければ決まるような気がした。  
⑥＜私＞の前に出るモーションに対して、相手の動作（私の竹刀を左上から右下に押さえる）を始動した瞬間、＜私＞は左拳を支点に竹刀の先を向かって左側に、相手の竹刀の下数 cm を通りながら回しつつ、相手の突きに腰を中心に身体全体で運んだ感じがした。突きが決まっていた。確かに相手は、左足で矯めをつくり面に出ようとする時だった。

以上、拙い言語化ではあるが、現在までの実践的経験を駆使して可能な限り詳細に記述したつもりである。なるほど、諏訪が主張するように内部観測の立場であるため、局所的視野での言語化にならざるを得ない。特に、今回試みたメタ認知的言語化は、基本動作に関するものではなく、競技場面における相手との駆け引きが中心であり、予測やイメージに関する言語化（「ゴシツク」部）に視野が集中してしまった感がある。

ただ、⑥の記述にある「ゴシツク」部で言語化された動作は、無意識で身体が勝手に動いた感じがした。これぞ「身体知？」の発現なのかもしれない。さらに、ここで言語化された各要素間の関係を見出すためには、より多くの実践的経験を言語化する作業を地道に繰り返す必要があるだろう。この地道な作業により、各要素が実践者の身体に蓄積され、競技場面という環境内で、実践者の潜在可能的統合の機能性が高まり、ある機縁にふれ、現実的統合<sup>7</sup>が起こったとき、新たな身体知が発現するものと考えられる。そのためにも、「実践 ⇒ 言語化 ⇒ 実践」のプロセス、すなわち言語化が新たな知覚を促し、環境と身体との関係を再構築するプロセスを限りなく繰り返すしかない。このことが漸進的な熟達のプロセスとなり、機能性の高い、豊かな地平構造としての「身体知の土壌」が形成されるのである

#### 4. 今後の展望と課題

最後に人工知能とスポーツをつなぐ着想を与えてくれた、古川らの人工知能研究領域における身体知研究の今後の展望、及びスポーツの文化的特性から見えてくる課題についてふれて本稿をとじることにする。

身体知の解明は人工知能（AI）の新たな研究領域として、今後その重要性を増していくものと考えられる。その理由として、時系列データマイニングなどの最新の人工知能技術を必要としているということ、また、身体知の研究の進展がこれら人工知能技術の開発に大きく役立つであろうということがあげられる。

さらに、現状におけるスポーツ科学と AI の乖離は、両者の融合が、きわめて幅広くかつ新規性の高い研究領域を生み出す可能性を示唆しており、例えば、サッカーのインサイドキックを取り上げモーションキャプチャによるキックモーションの 3 次元運動学的解析にデータマイニング的手法を応用した研究<sup>8</sup>がすでに示すとおり、熟練者と非熟練者を分類する決定木構築等が行われている。

また、スポーツ動作は、経時的に遂行される多関節協調運動の総体であり、このスキルの解

<sup>7</sup> 市川浩（1983）精神としての身体。勁草書房。東京。pp. 58-59。参照。

<sup>8</sup> 川本竜史他（2004）サッカーにおけるインサイドキックスキルの解明。第 18 回人工知能学会予稿集。参照。

明には時系列データマイニングが大きな貢献を果たすことは容易に予想できるし、今後、幅広いスポーツ種目を対象として、進境著しいセンサー計測技術と最新 AI 手法の応用によって、スポーツのスキル解明が急速に進むものと思われる。

一方で、スポーツは人間が文明化の過程で、実人生の意味連関からは自立した時空間において（遊戯性）、自己の身体を介して（身体性）、ルールに則り（組織性）、勝敗を競う（競争性）身体運動文化であり、われわれ人類が創りあげ、洗練さらながら今日まで継承され続けてきたものである。この本質は、今後、どこまで人工知能技術が進歩したとしても揺れるものではないだろう。

夏季オリンピック・パラリンピック競技大会が東京で開幕されるまで残すところ一年半足らず、2013年9月7日日本時間で8日（日）午前5時頃の出来事を覚えているだろうか。ジャック・ロゲ IOC 会長（当時）が 2020 年夏季オリンピック・パラリンピック競技大会の開催都市を「Tokyo」と告げた。この瞬間、日本中が歓喜に沸いた。

多くの国民は東京で何を観るのか？世界最大のビッグ・スポーツイベントは、スポーツの周辺でインフラ、経済、地域活性等多くの副次的効果をもたらすであろうが、我々が本当に期待しているのは、トップオブトップのアスリートたちが、自らの身体を駆使して遂行する究極の「身体知」の表出であろう。

そして、その背景に、観戦する者には計り知れない、アスリートの「身体知獲得」に向けたトレーニング、漸進的な熟達プロセスを不断にかつ誠実に繰り返し続ける地平がある。この見えないプロセスの表出、アスリートの身体を介して滲み沸く誠実さやストイックさ、人格性を伴った生命の力に共感しつつ、我々は人間美に邂逅する。オリンピックにはそれを感じできる雰囲気がある。日本全体がそんな雰囲気につつまれ、世界中のアスリートやコーチ、競技関係者、観戦者等、オリンピックに係わる者全てが、スポーツそれ自体の魅力を満喫できる大会になってほしいし、また、そうしなければならない。

そのためにも、身体知熟達の過程において、最新 AI 技術をどの部分で、どのように活用するのかということには慎重であるべきだろう。人間が自ら発見すべき「高次元変数」については、自己の身体知として我々が見つけ出すほかはないのである・・・。

今回、久々に自分の考えを言葉にする作業に向かった。日頃から掘り下げて考える作業は嫌いではないが、どうも思考は拡散しがちである。今回も最初に意図した内容からは大幅に軌道修正した。しかし、そのおかげで、実におもしろくて夢のある「人工知能研究」の世界を、ほんの少しだけのぞき見させてもらった。CiNii や J-STAGE から入手した研究には、当然、筆者のような素人には歯が立たない考え方や数式が多く含まれていた。機械学習やデータマイニング、ベイジアン・ネットワーク等々については現時点で、ほとんど理解できていない。でも、理解したい、もっと知りたいと思えたことが、今回の最大の収穫であろう。知への憧憬を心にきざみつつ本稿をとじることにする。

### 【主要参考文献】

- 1) マイケル・ポラニー著 佐藤敬三訳 伊藤俊太郎序 (1980) 暗黙知の次元ー言語から非言語へ.  
紀伊国屋書店.東京.
- 2) 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.  
人工知能学会論文誌 20 卷 5 号.
- 3) 滝澤文雄 (1995) 身体の論理.不昧堂出版.東京.
- 4) 市川浩 (1983) 精神としての身体.勁草書房.東京.
- 5) 川本竜史他 (2004) サッカーにおけるインサイドキックスキルの解明.  
第 18 回人工知能学会予稿集.
- 6) ニュートン別冊 (2018) ゼロからわかる人工知能 基本的なしくみから応用例、そして未来  
まで.ニュートンプレス.東京.
- 7) 寺田進志 佐野淳 (2017) サッカー選手の<パスの知>の地平分析.  
体育学研究.第 62 卷 第 1 号.pp.169-186.
- 8) 奥村基生. 吉田茂 (2006) 熟練・準熟練剣道選手における反応選択の処理高率差.  
体育学研究 Vol.51.pp.459-470.日本体育学会刊行.
- 9) 古川康一他 (2005) 身体知研究の潮流ー身体知の解明に向けてー.  
人工知能学会論文誌 20 卷 2 号.pp.117-128.
- 10) 樋口聡 (1987) スポーツの美学ースポーツの美の哲学的探求ー. 不昧堂出版.東京.
- 11) 井筒俊彦 (1991) 意識と本質ー精神的東洋を求めてー.岩波書店.東京.
- 12) 森有正 (1970) 生きることと考えること.講談社.東京.
- 13) 森有正 (1968) バビロンの流れのほとりにて.筑摩書房.東京.
- 14) 立花隆 (2004) 脳を鍛えるー東大講義「人間の現在」.新潮文庫.東京.