

## 運動制御・学習過程の心理学的考察

### Psychological Study on Motor Learning and Control

白 佐 俊 憲      竹 田 唯 史\*  
Toshinori      SHIRASA      Tadashi      TAKEDA

#### I はじめに

われわれ人間は、生命維持に必要な神経系や内臓などの反射的な運動から、労働活動、芸術、文化、スポーツ活動に見られる意図的な運動まで、様々な無意識的・意図的な運動を行いながら生活している。

人間の運動制御・学習に関する研究は、様々な学問分野からアプローチされて研究されている。例えば、神経生理学においては、運動を制御する際の人間の脳などの神経機構を明らかにしている。<sup>6) 9) 13) 17) 18)</sup>動作学においては、人間の動作が形成・発展する過程を中心に研究している。<sup>4) 10)</sup>認知心理学においては、人間の行動や運動に関する個体内部の機構を一般的なモデルとして明らかにしようとしている。<sup>12)</sup>

運動心理学においても、人間の運動制御・学習の理論を展開している。<sup>1) 14) 15)</sup>そこにおいては、まず、アメリカ行動主義心理学に見られる「連合説」や「認知説」といった古典的「学習理論」に基づいて運動学習理論が展開された。

「連合説」とは、ガスリーの「刺激→反応」の機械的な1対1対応といった「接近説」や、スキナーなどの「オペラント条件付け」などに代表されるように、ある特定の刺激に対して、特定の反応が生じるといった理論である。<sup>5) 19)</sup>これに基づき、人間の運動も「刺激と反応」といった繰り返して習得されるとしていた。しかし、実際のスポーツ活動などにおいては、刺激の種類が特定できなかつたり、同一の刺激に対しても様々な反応が生じ、この「連合説」では、説明できない事例が多いといった問題点が生じてきた。<sup>3) 11)</sup>

「認知説」とは、ケーラーの「洞察学習説」、レビンの「場理論」などに代表されるような、「環境」や「場」を「認識」することによって学習が進むといった理論である。<sup>5) 19)</sup>しかし、運動学習においては、頭では「認識」できているが、実際の運動が「できない」といった状況が生じ、認知説においても運動制御・学習を適切に説明できなかった。<sup>3) 11)</sup>

これらの問題点を解決するために、運動制御・学習は、一般的な学習理論ではなく、運動制御・学習独自に展開される必要があると主張され始めてきた。そして、人間を、外界の情報を取り込み、それを処理して、行動する「情報処理」の理論やモデルが展開されてきている。<sup>1) 2) 8)</sup>

\*北海道大学大学院教育学研究科

本論の目的は、運動制御・学習に関する既存の理論の到達点を検討し、運動制御・学習過程の基本的構造を明かにし、それに基づき、運動指導過程における指導者の役割を考察することにある。

論述の過程は、まず、パブロフの高次神経活動の理論を検討することにより、運動制御・学習に関する基本的な立場を示し、次に、現在の神経生理学における運動制御機構を考察する。そして、心理学・動作学の立場から代表的な運動制御・学習理論のモデルを展開しているシュミットとシュナーベルのモデルと理論を比較・検討する。そしてこれらの作業に基づき具体的な運動学習過程、指導過程を考察する。

## II 環界との対峙の結果としての運動学習

パブロフの高次神経活動の生理学の研究は、多くの学問分野へ影響を与えた。<sup>16)</sup>パブロフの理論において、注目すべき点は、パブロフが個体の行動を一貫して、その環境との相互作用との関わりで、研究したことである。当時、一般的であった、人工的な「急性実験」(動物を解剖し、電気刺激などで、器官の機能や関連を調べる方法)を否定し、個体がより自然な生活環境で、その本来の機能を失わない状態での観察・実験である「慢性実験」の手法を重視した。すなわち、生物学的視点を重視して、観察・実験を行ったのである。

この結果から、パブロフは、「個体の行動は、その生活する環境との相互作用で決定される」とし、「その環境に適応するために、システム自身を守り、再生し、修正し、たえずより良いものに向かって発展していく<sup>16)</sup>」とした。これを基に、マイネルは、「すべての随意運動は、環界との積極的な対峙から結果されるのであり、この対峙のなかで形成されるのである<sup>10)</sup>」とした。そして、生まれたばかりの赤ん坊ですら、それまでの人類の長い系統発生<sup>10)</sup>の歴史の中での絶えざる環境との対峙の結果発展してきたとしている。

以上のことから、考察するならば、運動制御・学習過程は、環界との積極的な対峙の過程であり、それを通して運動技能が形成される。体育授業やスポーツ活動で観察される技能レベル(うまくできる者とできない者)の差は、それまでの環界との対峙の違い、すなわち、どれほどそのスポーツ活動を行ってきたかという量的・質的な差異に過ぎないのである。このような考えに立つことによって、上達しないことを、本人の資質といった先天的要素、努力不足・根性不足といった精神主義などに帰着させることを否定できる。また、適切な学習教材の設定というスポーツ教授学の科学化にもつながるものである。

筆者は、以上の基本的な立場に立ち、運動学習過程を考察する。

## III 階層性制御による運動制御

現在の神経生理学の研究によれば、運動は、「下位」・「中位」・「高位」の3層の「階層性制御」が行われている(図1、図2)。「下位機構」とは、感覚器—求心性神経—脊髄—遠心性神経—効果器といった経路である。ここでは、感覚器から入った刺激が脊髄を経由して、末梢神経へ伝

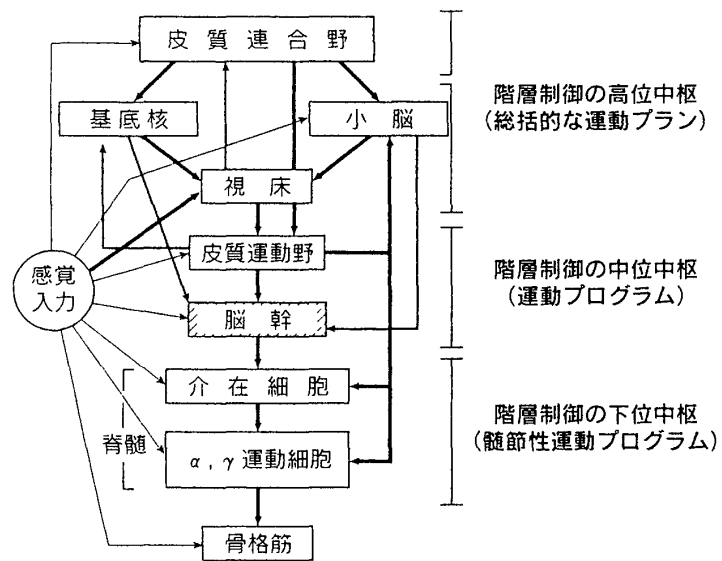
達されて、筋活動が非常に短時間で起こる「反射」反応の制御が行われる。例えば、膝を叩くと足が上がるといった膝蓋腱反射や熱い物を触った時に、とっさに手を引くといった種々の「反射」反応である。

「中位機構」は、脊髄より上位の中枢（小脳・脳幹レベル）を介する運動で、様々な運動を行う際の姿勢の制御やバランスの維持に関する制御が行われる。すなわち、膝蓋腱反射を行う際に、座った姿勢を維持して転倒しないといったことなどの制御が行われる。

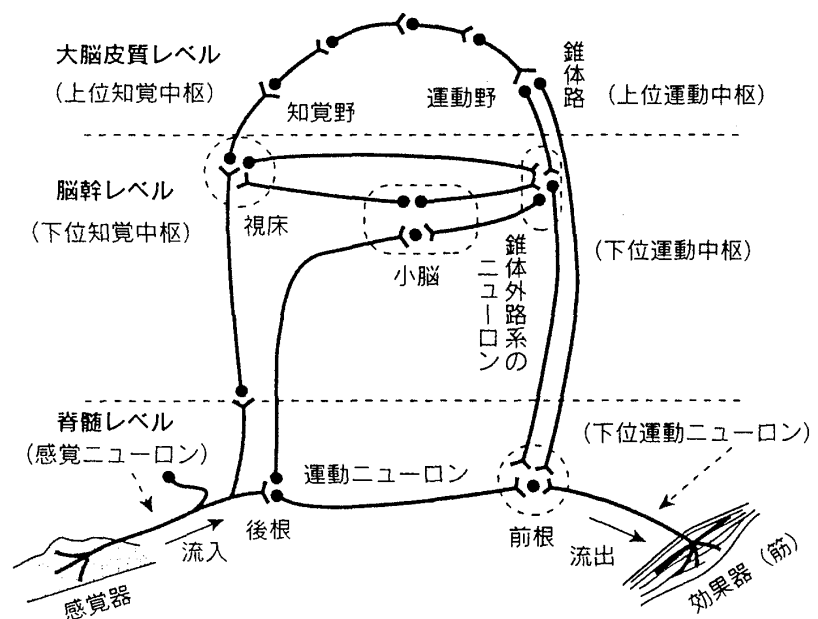
「高位機構」では、さらに上位の中枢（大脳皮質レベル）に到達する制御で、いろいろな随意運動の制御がなされる。

運動の制御は、これら3層のレベル間での適切な協応が行われる結果である。すなわち、運動学習過程とは、この3層間の神経結合が適切に協応して行われるようになる過程であるといえる。

13) 図1 階層性制御機構としての中枢神経系



18) 図2 中枢神経系の回路



#### IV 運動制御・学習モデルの検討

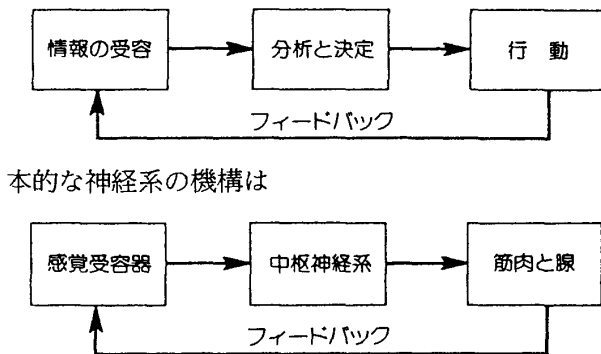
##### 1. 基本的な運動制御モデル

古典的学習理論の連合説においては、「刺激→反応」という図式で説明されていた。しかし、後にこの立場は、ある刺激が与えられることと、それに対して反応することとの間に人が作用することを認めることによって、「刺激→有機体→刺激」と修正された。

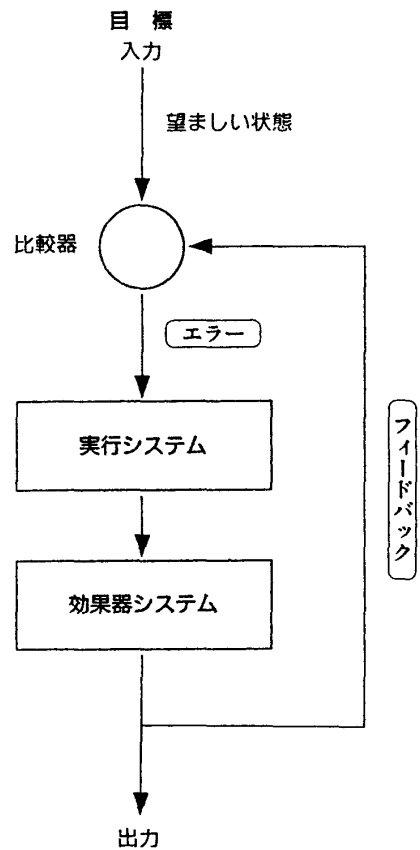
さらに、有機体を「自分自身を守り、再生し、修正することができ（中略）、たえずより良いものに向かって発展していくシステム」であり、「環境に対して能動的に働きかけることによって、生命体にとって有益なものに環境を変えていく」ことができる「自己調節するシステム<sup>4)</sup>」としてとらえることによって、「フィードバック」による制御モデルが登場した。現在では、このフィードバック・システムを含む「閉回路モデル」が一般的な基本モデルといえる（図3）。

図3 様々なフィードバックモデル

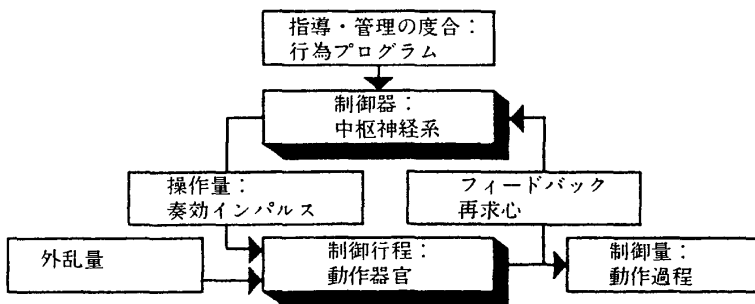
① シンガーによる基本モデル<sup>15)</sup>



② 情報処理における閉回路モデル<sup>14)</sup>



③ アノーヒンとベルンシュティンによるモデル<sup>4)</sup>



2. シュミットのモデル

図4はシュミットによる閉回路制御モデルである<sup>14)</sup>。

「刺激同定」とは、「視覚、聴覚、触覚、運動感覚、あるいは臭覚などの多様な情報源から受け入れた情報を分析する感覚段階」である。例えば、飛んでくるボールの軌跡や相手の動作を知覚するといった外界の情報を受容する段階である。

「反応選択」とは、「刺激同定」によって受容した外界の情報を基に、「どのような運動を実行すべきかを決定する」段階である。例えば、「バスケットボールで、パスをすべきかそれとも自分でシュートをすべきかといったように、いくつかの運動の中から1つが選択」する段階である。

「反応プログラム」段階では、「反応選択」によって決定した動作を実行するための「運動システム」を組織することが課題であり、「運動を実行するために必要な力の大きさ、力を発揮する順序とタイミングなどの筋収縮の条件を指示する」のである。

これらの3つの段階を「意思決定過程」を行う「実行部」としている。

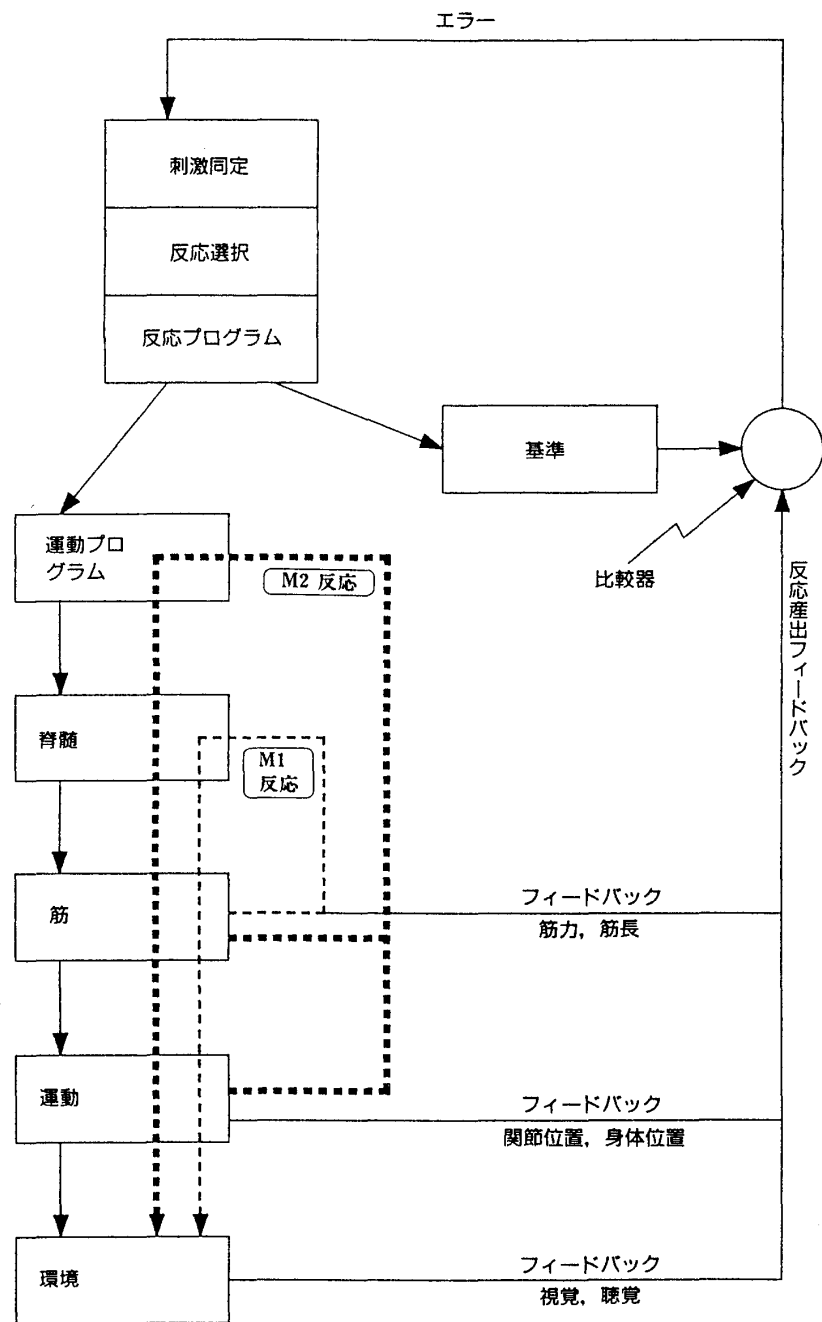
実行部は、2つの系へ指令を送る。1つは、「反応プログラム」段階で決定された指令を「運動プログラム」として脊髄における下位中枢へ伝達する。もう1つの指令は、「基準」として、「比較器」へ送られる。この「基準」は、後に運動の結果生じるフィードバック情報と比較される。

脊髄へと伝達された「運動プログラム」指令は、筋活動となり、実際の運動が生じる。実際の運動が行われ

ると、様々な階層からの「フィードバック」情報が生じる。どの位の力を入れたかなど筋収縮の具合を知覚させる「筋からのフィードバック」や、身体がどのような姿勢にあるかといった「身体の関節角度や位置に関するフィードバック」、さらに、運動によって環境がいかに変化したかなどの「環境からのフィードバック」（これは、視覚・聴覚などによっても知覚される）などである。

例えば、野球のバッティングにおいて、バッティング自体の身体動作に関するフィードバック、すなわち、どの位の力で、腕や胴体、脚部をどの方向へ動かしたかといった具体的な動作

図4 シュミットの閉回路制御モデル<sup>14)</sup>



を知覚するフィードバックが、「筋からのフィードバック」や「身体位置に関するフィードバック」である。そして、バッティングの結果として、ボールがどこへ飛んでいったかを視覚などによって知覚することが、「環境からのフィードバック」である。これら、3つのフィードバックをまとめて「反応産出フィードバック」としている。

これらのフィードバックは、比較器において、「反応プログラム」段階で設定された「基準」と対比され、「エラー（誤差）」を算出し、実行部に返還され、動作が修正される。例えば、自分は事前にヒットを打つつもりで動作を行ったが、実際の動作結果は、空振りであった場合、その差を検出し、再度プログラム化を行い修正するのである。

これら一連の環構造をなしたモデルを「閉回路制御システム」とした。

シュミットはこのモデルによって、反応時間の異なる様々な運動を説明している。運動の反応潜時の違いによって、M1, M2, M3 反応と区別した。M1 反応とは、非常に短い時間(30~50 ミリ秒)で行われる無意識的な反射反応であり、脊髄までの系である。スポーツ活動においては、ボクシングのパンチの運動時間が40 ミリ秒でそれにあたるとしている。

それよりやや反応時間の長い(50~80 ミリ秒)で行われる運動をM2 反応とし、筋感覚などのフィードバック情報が脊髄以上の高次中枢(運動皮質や小脳)へ到達する運動である。例として、野球のバットスイング(運動時間=100 ミリ秒)をあげている。

そして、最も反応潜時の長いM3 反応を随意反応とし、大脳皮質につながる「最終共通路」としている。例としては、テニスのストローク(運動時間=200 ミリ秒)やサーブ(運動時間=300 ミリ秒またはそれ以上)など様々な随意運動をあげている。

このようなシュミットのモデルは、脊髄一筋一骨格といった系が示されており、反応時間の異なる様々な運動(M1, M2, M3 反応)を制御する「運動の階層性制御」が理解しやすいという利点がある。しかし、問題点として、「行為目標」をシステムに位置づけていない点、「運動プログラム」を「事前に決定された」「固定的な」、プログラムとしてとらえており、実際の運動場面で生じる不安定さや外乱を考慮していない点、「反応選択段階」での「運動記憶」との情報のやりとりが示されていない点を指摘することができる。

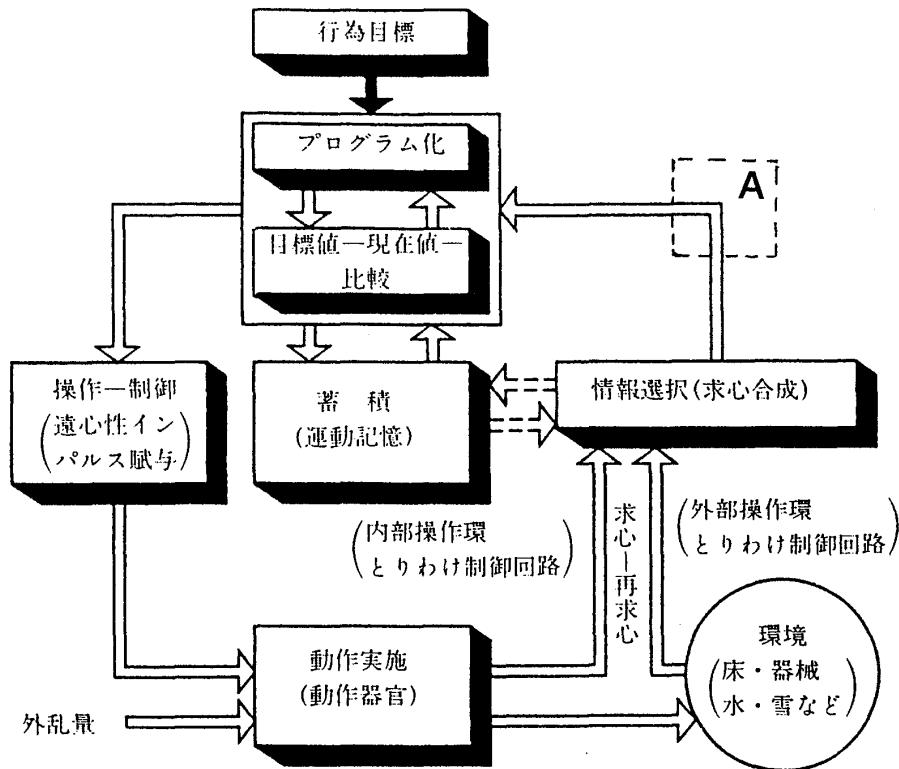
### 3. シュナーベルのモデル

図5は、シュナーベルによる「動作コーオディネーション」のモデルである<sup>4)</sup>。

このモデルの特徴は、「行為目標」をすべての動作・行動を方向づけるものとして最高位に位置づけている点である。つまり、人間の運動や行動は、「行為目標」によって規定された「目的的な行動」であり、それに基づいて行動の方向が決定されるとしている。

ここでは、先に述べた有機体の運動が外界との相互作用、環界との積極的な対峙によって形成されるという考えがその根本にある。どんな運動技術でも、目的があり、それに規定されて行われる。常にその時々目的に適するように運動が改善・修正されるのである(合目的性の原理)。投げるという動作でもできるだけ遠くへ投げることを目的とした場合と、近くの的に正確に当てることを目的とした場合では、両者の動作は異なったものとなる。運動実施の評価は、

図5 シュナーベルの動作コーディネーションモデル<sup>4)</sup>  
 (図中「A」は筆者が加筆)



その目的との関連で評価する必要がある。この目的との関連なしに、動作分析を行うことは、環境と個体を絶縁したもとしてとらえてしまうこととなる。この「行為目標」をまずもって、モデルの最高位に位置づけていることは、シュミットのモデルでは見られないもので、評価すべき点である。

次に「プログラム化」であるが、これは、目的や環境の状況を収集することによって、これから行うべき動作のプログラム化を行う。この「プログラム化」は、シュミットのように、「事前に決定した固定的な動作プログラム」とは、とらえられていない。シュナーベルは「プログラム化」を、「これから行う動作の予測・先取り」としてとらえている。プログラム化は、これから行う動作の見通し・予測・先取りであり、それは、決して事前に決定したものではなく、動作を実行して終了するまで、その動作がどのようになるかは、非決定的なのである。なぜなら、動作は、絶えざる外界との相互作用との関わりで起こり、また、個体がつねに一定の動作を正確に繰り返すことはできず、変動性をもつからである。このプログラム化を「事前に決定したもの」ではなく、あくまでの「予測・見通し」ととらえている点も、シュミットとは、異なる点であり、評価できる点である。

「プログラム化 (予測)」は、大きく分けて2つに分類される。一つは、「行為目標」との関わりで、その「結果の予測」(目標達成の予測)である。この「結果の予測」は、これから行おうとする動作の目標・結果の予測・期待である。

もう一つの予測は、「動作の予測」がある。これは、「結果の予測」を実現するためには、具体的にどのような動作を行うべきかを予測することである。つまり、「いつ・どこで・なにをやるか」といった、自分の内的動作の具体的な予測・表象である。動作表象は、動きのイメージとして、筋感覚をも想起させる。

例えば、野球の投球において、「外角低目に、ストレートを投げる」は、「結果の予測」であり、それを実現するための具体的な動作である足を振り上げたり、腕をスウィングしたり、胴体を反ったりなどのピッチング動作自体を予測・イメージすることは、「動作の予測」である。

「プログラム化」は、外的状況や「外乱」をも考慮して予測される必要がある。例えば、サッカーのパスにおいては、味方や相手の動きの外的状況をも含めて予測することが必要である。

このプログラム化・予測は、それまでの運動経験や技能レベルによって、その精度が異なる。すなわち、それまでの「運動記憶」をもとに、プログラム化—予測が行われるのである。経験豊富で、よく熟練した選手は、動作結果や動作の予測を適切に、外乱をも考慮して行うことができる。運動経験が少ない人ややったことがない人は、全くどのようにやったら良いかを予測・イメージすることは、非常に難しく、また、ほとんどできないのが普通である。成功するか失敗するかの見通しもあまり立たず、やってみなければわからないという状態である。

そして、このプログラム化（予測）を基に、「遠心性のインパルス」によって「動作器官」へ興奮指令が伝達され、実際の動作が行われる。ここでは、外界の「外乱」が実際に加わる。

ここにおいてもシュミットのモデルでは見られない「外乱」を位置づけている点もシュナーベルのモデルの優れた点といえる。

この操作性のインパルスの興奮と制止過程と外乱を適切に制御することによって、目的に合った動作を行う。

そして、動作の結果、動作器官と外界の結果からフィードバック情報（「求心—再求心」）が生じる。ここでのフィードバックは、「動作のフィードバック」と「結果のフィードバック」が生じる。「動作のフィードバック」は、その動作中あるいは、動作後に「運動筋覚分析器<sup>4)</sup>」によって、動作がどのように行われたかを分析した情報である。つまり、動作中に自分がいかなる動作を行ったかという知覚であり、いわゆる「運動感覚」と呼ばれるものである。この運動筋覚分析器の精密さも技能レベルに規定されており、熟練した選手ほど自分の動作の細かな部分までも知覚することができるが、経験の浅いものは、大ざっぱな表象しか知覚することができない。

「結果のフィードバック」は、動作結果の外界の変化を視覚・触覚・聴覚などによって、知覚するフィードバックである。野球のバッティングにおいて、自分の打った打球を視覚によってどこへ飛んでいったかを知覚するのが、「結果のフィードバック」であり、自分のバッティング動作を自分自身で知覚するのが「動作のフィードバック」である。

この2つのフィードバック情報を統合して、目標値と現在値の比較が行われ、プログラムの再修正化が行われる（「目標値—現在値—比較」）。



シュナーベルのモデルの問題点として、「運動制御の階層性」はシュミットほど明確に示されてはいない点、「目標値—現在値—比較」が「プログラム化」と同じ枠に位置づいているが、

シュミットのように、「情報選択（求心合成）」から「プログラム化」へと向かう矢印上（図中のA）に位置づけたほうが、その機能を理解しやすいということがあげられる。

しかし、行為目標を最高位に位置づけている点、「プログラム化」を「事前に決定されたもの」ではなく、これから行う動作の「予測」といしてとらえている点、「遠心性のインパルス」によって実際の動作を行う際に、「外乱」を考慮している点などにおいて、シュミットのモデルよりも、実際の人間の運動、すなわち、環界との関係で刻々と変化していくその運動技術制御過程を説明するのに優れているといえる。

## V 運動学習・指導過程の考察

### 1. 自己学習としての運動学習過程

以上の運動制御のモデルを実際の運動学習の場面、ここでは、初心者が野球のバティングを学習していくことを例にとりながら考察する。

まず、初心者においては、行為目標として、「ボールにバットを当てる」ということが第1の目標となる。野球のバティングにおいては、投げられたボールの軌跡に対して、バットを適切なタイミングと空間へと位置させることができれば、バットはボールに当たる。初心者は、空振りを繰り返すが、これは、ボールの軌跡に対する知覚とバットを振る動作の動作が統合されていないからである。しかし、繰り返しの練習によって、この位のタイミングでこの場所へ振れば当たるということがだんだんとわかってくる。すなわち、ボールに対する知覚と動作感覚が統合されたとき、バットをボールに当てることができる。この繰り返しの練習の中で、フィードバック情報が重要な役割を果たす。各試行ごとの動作の結果（例えば、空振りか当たったか）のフィードバックと動作感覚（この位の力でこの位の方向へとといった主観的な認知）のフィードバックを結びつけて、学習が行われる。この過程は、意識的にも無意識的にも行われる。空振りを繰り返す者は、ボールの軌跡に対する知覚に対して、動作感覚が修正されていないのである。ボールの軌跡に対する適切な、動作感覚を習得していくことが運動学習過程では必要である。この過程は、自己感覚として認識・習得していく過程であり、自己学習の過程といえる。

運動学習において重要な「認識」とは、この「いつ、どの方向へ、どのくらい」といった動作を行うかを筋感覚として「わかる」ことが重要である。バットをボールに当てるための理論や力学的関係をいくら知っていたとしても、それは、運動学習における本来の「認識」ではないのである。したがって、「わかる」内容をこの筋感覚による「わかる」とした場合、できないのはこの筋感覚がわかっていないからであり、できるのは筋感覚がわかっているからである。「頭では、わかっているけど、できない」という表現は、頭で、「認識」としてその動作の方法や仕組みは理解しているが、「筋感覚」ではわかっていないということとなる。「できるけどわ

からない」というのは、技術ができるが、その仕組みや理論が認識としてわからないか、運動筋感覚を意識に上らせること、すなわち、客体化して反映できていないかのどちらかである。

このように、運動学習過程は、自分自身で、目的に適した運動感覚をつかむこと、わかる過程といえる。つまり、運動学習は自己学習の過程であるといえる。

## 2. 指導者の役割

運動学習過程は、学習者が動作感覚と動作結果のフィードバックを基にして、目的課題を適切に解決するための動作感覚を習得していく自己学習の過程であるとした。しかしながら、そこにおいて、指導者のすべきことは何も無いということの意味してはいない。指導者は、学習者が自己学習していく過程を補助し、適切な方向へと導く必要がある。

指導者の役割をシュナーベルの運動制御・学習過程のモデルに沿って考えてみる。指導者はまず、学習者に適した「行為目的を設定」する必要がある。学習者の技術レベルを把握し、その学習者が、今、何を練習すれば、今の段階から、次の段階へ上達できるかを判断し、適切な学習課題を設定する必要がある。一般に学習者は、技術の発展系統を理解していないので、次に何を学習すれば良いかの理解が不足している。

次に、その課題を達成するために、どのような動作をすべきかを、学習者へ伝える。それは、言葉による説明や、デモンストレーション（示範）によって行われる。この際に、単に学習者に「伝える」だけではなく、しっかりと「理解させる」ことが必要である。したがって、学習者の認識レベルや技能レベルを考慮し、学習者が理解可能な言葉やデモンストレーションを行う必要がある。特にデモンストレーションは、学習者が「運動共感<sup>10)</sup>」を得ることのできるものとするのが重要である。「運動共感」とは、他者の運動を見て、彼が何をしているか、どの位の力を入れているかなどを感じとることのできる能力である。つまり、他人の運動を見て、その動作内容を見抜く能力である。この運動共感の能力も運動経験や習熟度に規定されている。

自分と同じレベルかあるいは、それより、易しいレベルの動作に関しては、容易に運動共感することができ、何をしているのかを簡単に見抜くことができる。それは、自分がその動作ができ、他者の動作を自分の中に取り込み、自分の運動性分析器で分析できるからである。しかし、自分より非常にレベルの高い運動、すなわち、自分ができない運動に対しては、目で見て運動の全体像などは確認できるが、動作の細かな部分や感覚に対しては、共感できず、すなわち、実感として感じとることはむずかしい。初心者が熟練者の動作を見ても、その細かな部分までを、実感として見抜くことができないのは、この運動共感の能力が欠けているからである。

したがって、指導者が行うデモンストレーションをすべてが学習者に理解されるとは限らないのである。学習者の技能レベルを考慮し、その運動共感能力に見合ったデモンストレーションをすることが重要である。

学習者は、その説明とデモンストレーションをもとに、過去の運動記憶に規定されながら、動作イメージ（プログラム化）を作り、それを基に、実際に動作を行ってみる。その際に、指導者は学習者の運動を「観察」する。この観察能力も「運動共感」の能力に規定されている。

指導者は、自分の運動共感の能力を利用して、学習者がどのような動作をしているか、自分のものとして感じ、分析する。そして、その「評価」を学習者に伝える。

「評価」は、まず、「結果の評価」をする。すなわち、その時の課題、行為目的が達成できたのか、不成功であったかの評価を行う。そして、その動作が失敗であった場合は、その失敗した原因を考察する。すなわち、「動作の評価」である。この2つの「評価」が、学習者への外的なフィードバック情報となる。それは、時として、学習者が気づかない欠点を指摘し、その欠点を修正するのに役立つ。しかし、逆に、指導者の見抜いた動作の欠点が、その学習者の運動筋覚分析器の能力では、知覚することができないものであれば、学習者が意識することはできず、修正することもできない。すなわち、学習者にとって過大な要求となってしまうのである。常に、学習者の運動筋覚分析器のレベルを考慮した評価・修正が必要である。

指導者の告げた動作指示に基づいて、学習者は再試行する。そして、何度かの繰り返しの試行によって、適切な動作を自己習得していく。

このように、指導者は、あくまでも学習者が適切な筋感覚を自己学習していく過程を手助けする存在であるとして、指導を行うことが必要である。そうでなければ、学習者への押し付けの指導となったり、習得できないことを、努力不足・素質不足といったことに帰着させてしまう可能性があるからである。

## VI まとめと課題

以上、神経生理学における「運動の階層性制御」を基礎として、シュミット、シュナーベルの「運動制御モデル」の比較検討を行ってきた。両者のモデルとも「フィードバック」を含む「閉回路モデル」である点は共通している。シュミットのモデルは、「運動の階層性制御」が理解しやすいという利点があるが、「運動プログラム」を固定的なものとしてとらえ、「行為目標」、「運動記憶」、「外乱」などを位置づけていないといった問題点がある。

一方、シュナーベルのモデルは、シュミットと比較すると、「運動の階層性制御」は明確でなく、「比較機構」の位置が不適切であるという問題点はあるが、「行為目標」を動作モデルの最高位に位置づけ、「プログラム」を固定的なものではなく、「動作の予測」としてとらえている点、動作実施に際しては、環境の「外乱」も考慮している点などシュミットのモデルよりも、より実際の動作の制御モデルに近いと評価できる。

シュナーベルの動作モデルを基本として、実際の運動技術学習過程を考察し、それは、「結果のフィードバック」と「動作感覚のフィードバック」を統合して、適切な運動感覚を習得していく「自己学習」の過程とした。

その上で、指導者の行う役割として、「行為目標の設定」、「説明・示範」、「観察」、「評価」など学習者の「自己学習」過程を補助する役割を述べた。

以上、運動制御・学習のモデルを基に、運動学習・指導過程を考察してきたが、あくまでもこれは、一般論であり、実際の指導においては、指導するスポーツ活動の特質、学習者の特質

などを考慮した、個別の具体的な指導理論が展開される必要があることを課題として指摘する。

### 参考・引用文献

- 1) Charles H. Shea, "Motor Learning and Control", Prentice-Hall, 1993.
- 2) 麓信義, 「身体運動における学習効果の確認」, 『体育の科学』, 第 39 巻, 第 8 号, 1989 年, 598~605 頁.
- 3) 麓信義, 「運動学習の理論」, 『運動制御と運動学習』, 協同医書出版社, 1997 年, 233~267 頁.
- 4) G. シュナーベル編著, 綿引勝美訳, 『動作学—スポーツ運動学』, 新体育社, 1991 年.
- 5) 学習理論研究グループ編, 『学習心理学』, 川島書店, 1968 年初版, 1976 年第 8 版.
- 6) 伊藤正男著, 『脳と運動』, 平凡社, 1983 年.
- 7) 伊藤政展, 「身体運動の制御と学習における運動プログラムとスキーマの役割」, 『体育の科学』, 第 39 巻, 第 8 号, 1989 年, 607~614 頁.
- 8) 工藤考幾, 「発達と運動反応スキーマの形成」, 『体育の科学』, 第 39 巻, 第 8 号, 1989 年, 621~626 頁.
- 9) 蔵田潔, 「運動制御の情報処理機構」, 『運動制御と運動学習』, 協同医書出版社, 1997 年, 3~22 頁.
- 10) クルト・マイネル著, 金子明友訳, 『マイネル・スポーツ運動学』, 大修館, 1981 年初版, 1997 年 10 版.
- 11) 松田岩男, 杉原隆編著, 『運動心理学入門』, 大修館, 1987 年.
- 12) 守一雄著, 『現代心理学入門 1 認知心理学』, 岩波書店, 1995 年.
- 13) 森茂美, 「運動の階層性制御」, 『運動制御と運動学習』, 協同医書出版社, 1997 年, 23~47 頁.
- 14) Richard A Schmidt: Motor learning and performance (R. A. シュミット著, 調枝考治監訳, 『運動学習とパフォーマンス』, 大修館, 1994 年), 1991.
- 15) R. N. ジンガー著, 松田岩男監訳, 『スポーツトレーニングの心理学』, 大修館, 1986 年.
- 16) 拓殖秀臣編, 『パブロフとその弟子たち』, 恒星社厚生閣版, 1971 年.
- 17) 笹井達哉, 「随意運動の発達」, 『運動制御と運動学習』, 協同医書出版社, 1997 年, 137~156 頁.
- 18) 矢部京之助, 「運動発達理論」, 『運動制御と運動学習』, 協同医書出版社, 1997 年, 111~136 頁.
- 19) 梅岡義貴, 大山正編著, 『学習心理学』, 誠信書房, 1966 年初版, 1976 年第 6 版.