

実戦的面打ちを習得するために基本打ちの練習は必要か？

坂井伸之 山口大学大学院創成科学研究科（理学系）

井上あみ, 竹田隆一 山形大学地域教育文化学部

柴田一浩 流通経済大学スポーツ健康科学部

Is it necessary to practice basic men-uchi to master practical men-uchi?

Nobuyuki SAKAI Yamaguchi University

Ami INOUE, Ryuichi TAKEDA Yamagata University

Kazuhiro SHIBATA Ryutsu Keizai University

概要

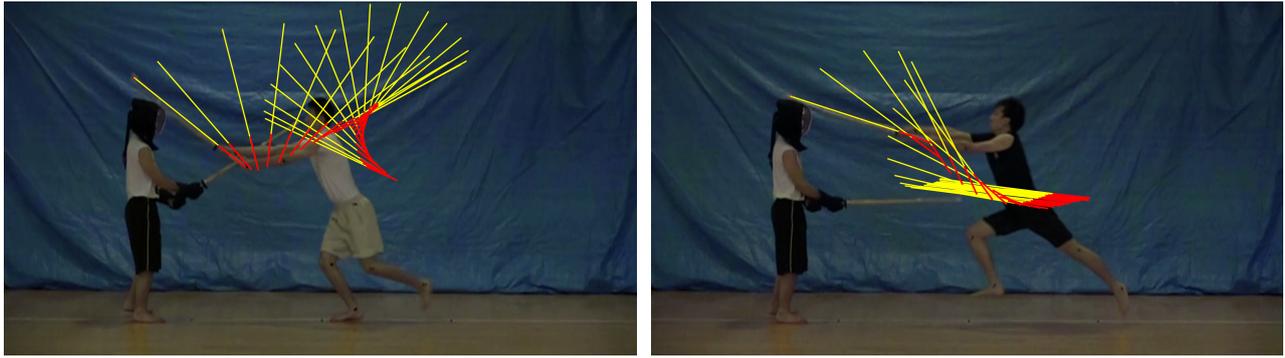
剣道では、初級者から上級者までの大部分の競技者は、竹刀を頭上に振り上げて大きく打つ「基本打ち」の練習を繰り返し行う。しかし、実際の試合では、熟練者は振りかぶらずコンパクトに打つ「実戦打ち」をする。実践打ちを習得するために基本打ちの練習は本当に必要なのだろうか。我々はこの基本的問題に取り組んだ。まず、1つの棒モデルの力学を理論的に再検討し、左右の手で逆方向に力を加えることは竹刀の先端を加速させる上で効率悪いことを示した。この結果は、竹刀の効果的な運動が、並進運動・2段階ブレーキ運動・軸なしシーソー運動の3つの過程から構成されることを示す。各過程について慎重に検討した結果、実戦打ちを習得するために基本打ち練習をすることの利点を幾つか発見した。例えば、実戦打ちにおいて並進運動及び軸なしシーソー運動をうまく実行するためには、肘や手首ではなく肩を力強く動かすことが重要である。大きな振りを繰り返すことは、初心者が肩の動きを習得するために適した練習になる。ただし、基本打ちだけを練習することは十分ではない。と言うのは、実際長年練習しても実戦打ちの習得に苦勞する競技者がいるからである。そこで我々は、初級者から実戦打ちの訓練をすることを提案する。本研究結果に基づいた指導法を構築することが急務であり、進行中である。

1 目的と方法

剣道では、大きく振りかぶって打つ「基本打ち」の練習を、初心者から熟練者まで繰り返し行う (図1(a))。一方、実戦の面打ちを観察すると、振りかぶりがなくコンパクトで、基本打ちとは全く異なる (図1(b))。この「実戦打ち」を習得する目的において、基本打ちは本当に意味があるのだろうか。あるとすればその理由は何か。本研究では、基本打ちと実戦打ちを力学的に見たときの共通点と相違点を明らかにし、その結果を踏まえ、実践上の留意点や練習方法について議論する。

なお、面打ち技術の物理的に評価可能な基準は「始動から打突までの時間」及び「打突時の竹刀先端の速度（終速度）」と考えられる。本研究では、勝負のために「時間」を優先した打ち方が実戦打ちであると仮定し、それぞれの打ち方においていかに「終速度」を大きくするかという観点で議論する。

棒モデルの理論的分析から出発したのは以下の理由による。竹刀のみならず人体各部位は近似的に剛体棒と見ることができるので、全体を剛体連結系としてモデル化することができる。ただし、人体の構造に近い複雑なモデルでは力学変数の数が多過ぎ、そのままで逆動力学計算やシミュレーションをしても現象



(a)

(b)

図 1: 面打ち動作における竹刀の軌道 (スティックピクチャー)。(a) 初心者の基本打ち。(b) 熟練者の実戦打ち。

の背後にある法則性に迫ることは難しい。デカルト [1] の分析的方法に従えば、最も単純な対象から始めて、少しずつ段階を踏み、複雑なものに達しなければならない。よって、一般に動作研究においては棒モデルの理論的分析から出発することが重要である。

しかし、スポーツ科学において棒の力学を理論的に研究することの重要性が指摘されたのは、比較的最近である [2, 3]。棒の力学の研究について、スポーツ動作一般における慣性力・重力の役割 [3]、その応用としての面打ちにおける下肢・体幹の力学 [4]、そして打突直前の局面で重要となる竹刀の 2 段階ブレーキ運動 [5] というように、少しずつ面打ちの動作原理が解明されている。本研究も棒モデルに基づく研究の延長上にあるが、運動局面別に考察したこれまでの研究とは少し発想を転換する。打撃動作において、足先から手の指まで人体の全てが力学的に連動しているが、最終的なアウトプットは竹刀の運動であり、打突の直前に剣先をいかに速く動かすかが重要な運動課題である。そこでまず、竹刀の運動に注目し、剣先を効率的に加速させるためには竹刀にどのような力を加えるのが良いかを考察する。そこから逆算的に、そのために上肢をどう動かせば良いか、更に下肢はどうすれば良いかという議論につながると考えている。

2 棒の力学再考

まず、棒の 1 点に棒と垂直な撃力（瞬間的に作用する大きな力）を加えたら先端はどちら向きに加速されるか、という問題を再考する。図 2(a) のように、質量 m 、長さ l の細い剛体棒 AB を考える。端点 A から距離 x の点 F に撃力を加えると、先端 B はどちら向きにどれだけ加速されるだろうか。F に加える力を右向きを正として F 、質量中心 O の加速度を右向きを正として a_O とおくと、質量中心の並進運動の方程式は、

$$ma_O = F$$

となる。また、質量中心のまわりの慣性モーメントを I_O 、角加速度を α （時計回りを正）とすると、回転の運動方程式は、

$$I_O\alpha = -F\left(\frac{l}{2} - x\right), \quad \text{ただし } I_O = \frac{1}{12}ml^2$$

となる。よって、B の加速度は次のように求められる。

$$a_B = a_O + \frac{l}{2}\alpha = \frac{2F}{m}\left(\frac{3x}{l} - 1\right)$$

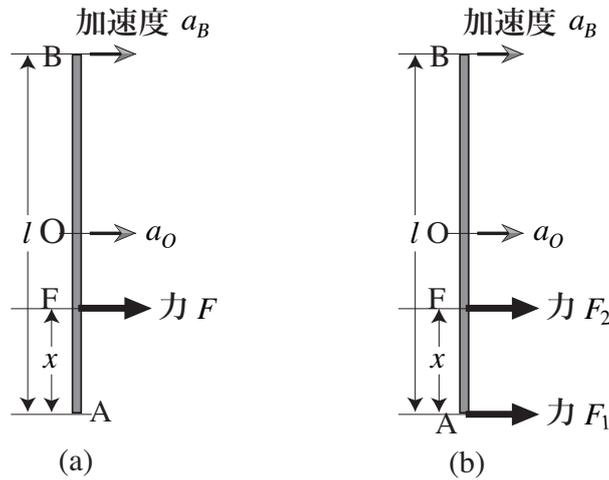


図 2: 剛体棒の基本モデル. 細い棒 AB について, 1 点または 2 点に棒と垂直な力を加えるとき, 先端 B の加速度はどうかを調べる. 力や加速度は右向きを正として定義する. (a) 点 F に力 F を加える. (b) 点 A に力 F_1 , 点 F に力 F_2 を加える.

このことから, 作用点の位置によって臨界値 $x_{cr} = l/3$ を境に B の加速度の向きが変わることがわかる. B を右向き ($a_B > 0$) に加速させるためには, 力の向きを次のように与えなければならない.

$$\begin{aligned} x < x_{cr} \quad \text{のとき} \quad F < 0 \quad (\text{B の加速度の向きと反対向きの力}) \\ x > x_{cr} \quad \text{のとき} \quad F > 0 \quad (\text{B の加速度の向きと同じ向きの力}) \end{aligned}$$

次に, 図 2(b) のように, 2 点 B, F に右向きを正とする力 F_1, F_2 を加えることを考える. 運動方程式は,

$$\begin{aligned} ma_O &= F_1 + F_2 \\ I_O \alpha &= -F_1 \frac{l}{2} - F_2 \left(\frac{l}{2} - x \right) \end{aligned} \quad (1)$$

となる. よって, B の加速度は次のように求められる.

$$a_B = a_O + \frac{l}{2} \alpha = \frac{2}{m} \left\{ -F_1 - F_2 \left(1 - \frac{3x}{l} \right) \right\}$$

この結果から, $x < x_{cr}$ という条件の下で B を右向き ($a_B > 0$) に効率的に加速するためには, 2 力とも左向き ($F_1 < 0, F_2 < 0$) でなければならないことがわかる. F_1 と F_2 の符号が異なると, 2 つの力が相殺するので力学的に効率が悪いと解釈できる.

3 棒モデルの妥当性と適用範囲

棒モデルは竹刀を単純化したもので, F_1 と F_2 はそれぞれ左手と右手から働く力に対応する. 前章の最後に導かれた結論は, そのまま竹刀の運動に適用して良いだろうか. この章では, モデルで単純化した点に注目し, 竹刀の運動に適用する上でのモデルの妥当性と適用範囲を検討する.

(i) 竹刀の質量分布について. 棒モデルでは一様な質量分布を仮定したのに対し, 実際の竹刀の質量分布は完全に一様ではなく, 中央付近がわずかに太くなっている. この場合, 証明は省略するが, 右手の位置 F の臨界値 x_{cr} は $l/3$ より少し大きくなることが示される. 一方, 竹刀を右手が握る位置はおよそ $x \approx 0.2l$ である. したがって, $x < x_{cr}$ であることに変わりなく, II 章の定性的な議論は正当化される.

(ii) 手から竹刀に働く力の向きについて. 図 2(b) の棒モデルでは棒に対して垂直な力のみが働くことを仮定したが, 一般の向きではどうなるだろうか. まず, 竹刀が図 2 の平面上を運動するとき, 力の向きは

同じ平面上に限定されるので、一般的な力は棒に沿った向きと紙面上で棒に垂直な向きに分解される。このうち、竹刀に沿った向きの力は棒の回転に寄与せず、棒に沿った方向の並進運動成分にのみ寄与する。したがって、竹刀の先端速度の棒に垂直な成分に注目する限り、働かせる力が棒に垂直でなくても II 章の議論は成り立つ。

(iii) 重力について。図 2(b) の棒モデルでは重力を考慮していないが、重力を考えるとどうなるか。まず、質量中心の周りの重力のモーメントは 0 なので、棒の回転運動には影響を与えない。棒に下向きの並進加速度を与えるのみである。棒の静止状態において重力とつり合う力を両手で働かせるという状況は異なるが、つり合う力に加えてどちら向きに力を加えるのが合理的かという議論において、II 章の議論は成り立つ。

(iv) 棒から手に働く反作用について。反作用の項は棒の運動方程式に入らないので、図 2(b) のモデルで反作用を無視しているわけではない。ただ、手から竹刀に働かせる力 F_1 と F_2 を現実的に評価する際には、反作用を考慮する必要があるだろう。

以上の考察により、II 章の最後の結論を竹刀の運動に適用することは妥当であり、実験的な検証は必要ないと言える。ただし、実際の面打ちにおいては、棒モデルのように回転運動によって先端を加速させるだけでなく、その前に竹刀を構えた位置から相手の面に向かって運ばなければ成立しない。したがって、II 章の結論が直接適用される運動局面は、基本的には打突直前の竹刀の回転運動ということになる。

4 軸なしシーソー運動

II 章の理論的帰結は、力学の問題として見ればごく自然に受け入れられるものである。しかし、実際に両手で棒を持って素早く回転させようとするとき、人はこのような合理的な運動をするだろうか。図 1(a) を再び見ていただきたい。左手を軸にして右手で竹刀を押しているのがわかる。初心者の被験者 7 名中 6 名が同様の動作であった。これを模式的に表したのが図 3(a) である (図 1 と左右逆)。このとき、図のように 2 力 F_1 , F_2 は反対向きになり、2 つの力の大半が相殺される。

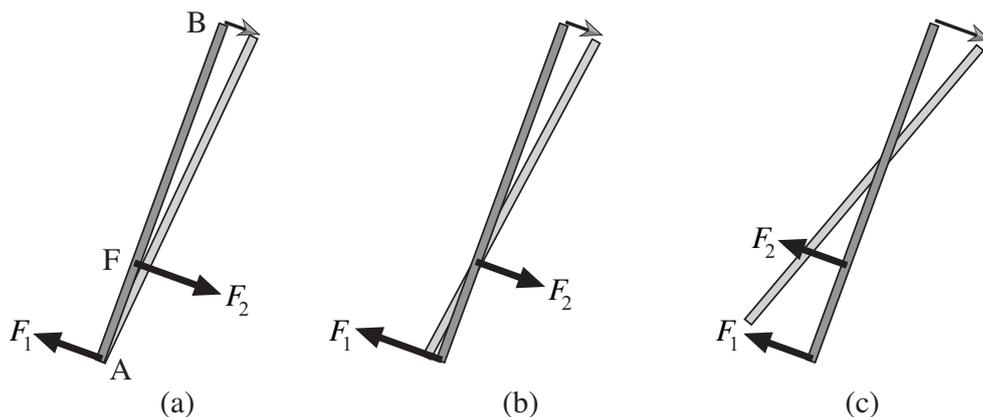


図 3: 面打ちにおける典型的な 3 つの竹刀の運動。(a) 左手 A が固定軸になる場合。2 力 F_1 , F_2 は反対向きになる。(b) 右手 F を固定軸になる場合。2 力 F_1 , F_2 は反対向きになる。(c) 2 力 F_1 , F_2 を同じ向きに働かせる場合。固定軸のない回転運動となり、最も効率的に先端 B が加速する。

剣道の訓練をある程度積むと、多くの方は、右手を固定軸にする図 3(b) に近い形になる。この場合も F_1 と F_2 は反対向きであるが、力学的ロス (a) より少ない。最も合理的な運動は図 3(c) であり、剣先の運動方向と反対向きに両手で力を加えている。図 1(b) を再び見ていただきたい。熟練者の多くは、図 3(c) のような運動になっている。このように固定軸のない回転運動を、我々は「軸なしシーソー運動」と呼び、

これによって剣先が加速する効果を「軸なしシーソー効果」と呼ぶことにする。「軸なし」というのは、普通のシーソーが固定軸を持つのに対し、ここでは固定軸を持たない棒がシーソーのように運動するからである。

多くの競技者は、(a)より(b)が、(b)より(c)が良い運動であることを経験的につかみ、自然に移行していくものと思われる。しかし、一般には(c)に至るまでに長年の訓練を必要とし、中には到達できない人もいる。これまでは、前章の棒の力学について理解されていなかったために、積極的に(c)の力の入れ方を指導する指導者は少なかったのではないだろうか。今回、(c)が合理的であることが科学的に証明された。この事実を競技者に伝えるだけでも、多くの人が比較的短期間の練習で(c)の形に到達しやすくなるのではないだろうか。

では、両腕を前方に伸ばした状態から、両腕が上がり先端が下がるシーソー運動を素速く起こすにはどうすれば良いだろうか。実は、従来から言われている「両手を内側に絞れ」(内旋)ということが、シーソー運動の実現の鍵になっている。竹刀を自然に握ると右手首の内側は左を、左手首の内側は右を向くが、面打ちの打突直前に腕全体を内旋させて両手首が下を向くようにすると、肘が高い位置に移動する。竹刀と前腕を1つのシーソーと見ると、肘が跳ね上がることによって剣先が加速することになる。ここでもし、「絞る」意味を雑巾を絞る動作やオートバイのアクセルを入れる動作のように捉え、腕全体の向きが変わらないように絞っても、シーソー運動は起こらない。このように、従来の指導言語が正しいものであったとしても、その正確な意味が理解されないと効果がなかったり逆効果になったりするだろう。従来の指導言語の正確な意味と理屈を明らかにすることが、力学法則に基づいた理論研究の大きな意味である。

なお、剣先の加速という観点から軸なしシーソー運動が効果的であるという結論に至ったが、この運動には実際の試合において更に2つの利点があると思われる。

- 図1(b)からわかるように、竹刀を持つ両手の位置が高くなるため、打突の瞬間の竹刀が水平に近くなる。その結果、剣先の位置がより遠くなる。
- 力学的なことではないが、打突後竹刀が勢いよく上がると、審判に「勢いのある面打ち」という印象を与えるだろう。実際には、打突の瞬間に両手が上から下ではなく下から上に運動することにより、その流れで竹刀が跳ね上がりやすくなるのだが、あたかも反発力で跳ね上がるようにも見えるからである。例えて言えば、テニスのサーブでボールがコートから大きく跳ね返ると、ボールの速さがより印象づけられるようなものである。

5 2段階ブレーキ運動

II章の理論的帰結は、剣先を効果的に加速させるためには、「片手か両手かに関わらず、剣先の運動方向とは反対向きに力を加える」必要があるということであった。そして、これを実現する方法の1つが、III章で論じた軸なしシーソー運動であった。もう1つの方法として、ブレーキ効果[3]を働かせる運動がある。ブレーキ効果とは、並進速度を持つ運動をする棒の一端にブレーキをかけると、瞬間的に他方の先端が加速する効果である。ここで重要な点は、ブレーキを働かせる点は棒の「1点」でなければならないことである。明らかに、棒の2点以上に同時にブレーキをかけると棒は止まってしまう。しかし、竹刀の下端を持つ左手で「第1ブレーキ」をかけた直後、右手で「第2ブレーキ」をかけると同時に左手を緩める(または振り上げる)と、より先端が加速することが理論的に示されている[5]。この加速効果を2段階ブレーキ効果と呼ぶ。

シーソー運動とブレーキ運動は、竹刀に対して加える力の方向は同じである。しかし、前者は積極的に働かす動作であり、意図的に筋肉を使う必要があるのに対し、後者は上肢を前方に伸ばしきると自然に働

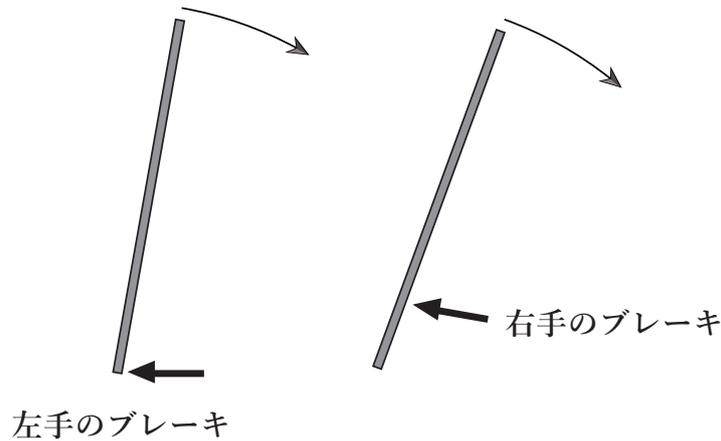


図 4: 面打ちにおける竹刀の2段階ブレーキ。左手による「第1ブレーキ」と、それに続く右手による「第2ブレーキ」。

く。このように、シーソー運動とブレーキ運動ではそれを実現するための意識が異なるため、現象としてはほぼ同時に起こると思われるが、運動過程として区別した方が良いだろう。

ところで III 章の終わりに、実際の面打ちにおいては、回転運動によって先端を加速させる前に竹刀を構えた位置から相手の面に向かって運ばなければ成立しない、と述べた。このことは、ブレーキ運動が自然な流れで起こりうることを示唆している。と言うのは、ブレーキ効果が機能する前提として、その直前に竹刀が並進運動に近い運動をしている必要があるからである。我々はこれを「準並進運動」と呼ぶことにする。「準」を付けたのは、基本打ちでは理想的な打ち方でも回転成分があり、完全な並進運動にはならないからである。また、竹刀の準並進運動は上肢だけで作るものではなく、下肢・体幹の動作の寄与が大きい。下肢動作の大部分は、前方への並進速度を増すことを目的としているとあってよいだろう。そこで、先行研究 [3, 4] で議論された下肢・体幹動作の力学とつながってくる。

改めて図 1(b) を見ると、熟練者の実戦打ちでは、初めほぼ水平状態である竹刀を起こした後、確かに回転ではなく並進運動している。そして、ブレーキ運動から軸なしシーソー運動に移行していることがわかる。

なお、これまでの考察は棒の 2 点に力を加える III 章のモデルに基づいているが、実際には手は 1 点ではなく広がりがある。そのことを考慮すると、更に何がいえるだろうか。準並進運動においては、できるだけ竹刀を回転させない方が良く、手の内で竹刀が動かないようにしっかり握った方が良くだろう。一方、次の 2 段階ブレーキ運動においては、第 1 ブレーキでは左手の 1 点を中心に回転が起こり、第 2 ブレーキでは右手の 1 点を中心に回転が加速する。したがって、この回転運動が妨げないようにあまり強く握らない方が良くと思われる。

6 実戦打ちの運動過程

前章までの議論から、剣先が加速するための過程は動作の時間順に、(a) 準並進運動過程、(b) 2 段階ブレーキ運動過程、(c) 軸なしシーソー運動過程となる。これを模式的に表したものが図 5 である。

この 3 過程はまさに図 1(b) の熟練者の実戦打ちに一致しており、理想的な実戦打ちの力学過程と考えられる。一部は前章までに述べたことの繰り返しになるが、それぞれの過程について、力学的な観点から実践において重要と思われる点を挙げる。

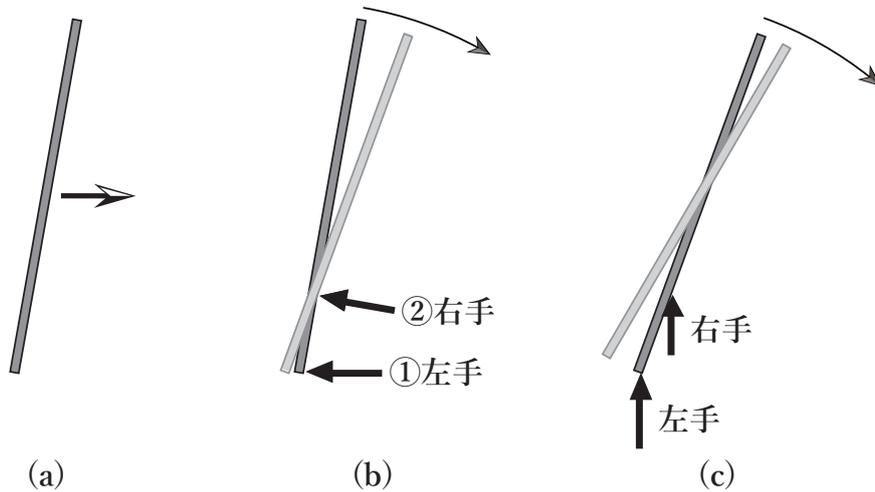


図 5: 剣先を加速させるための 3 つの運動過程。(a) 準並進運動過程, (b) 2 段階ブレーキ運動過程, (c) 軸なしシーソー運動過程。

(1) 準並進運動過程

- 中段の構えでは、まず水平に近い状態の竹刀を起こす必要がある。シーソー運動の原理をこの局面にも適用すると、竹刀の下端を前方に押せば剣先が自然に上がるので、右手で強く起こそうとしない方が良い。剣先を起こしてから準並進運動が始まる運動よりも、図 1(b) のように準並進運動の中で同時に剣先が起き上がる運動の方が、力学的に無駄がない。
- 手首や肘で制御しようとする、どうしても小さい回転運動になる。主に肩周辺の筋肉を使って腕を大きく動かすことが重要である。
- 準並進運動過程で剣先が打突点（相手の面）に向かっていると、ブレーキ運動なしに打突が終わってしまう。準並進運動過程においては打突点より手前の高い位置に剣先が到達し、ブレーキ運動・軸なしシーソー運動が実現する余地を残す必要がある。できるだけ竹刀が回転しないように、手の内で竹刀が動かないようにしっかり握った方が良い。
- 竹刀の並進速度は下肢・体幹動作によっても作られる。そこで、先行研究 [3, 4] で力学的に導かれたエレベーター効果や上体の良い姿勢等が重要になる。

(2) 2 段階ブレーキ運動過程

- 腕が前方に伸びきる時に自然にブレーキがかかるので、意図的に止めようとしてはいけない。意図的に止めると余分な筋力を使うばかりか、その結果として、次のシーソー運動へスムーズな移行が妨げられるだろう。
- 打突の瞬間にブレーキが働いても剣先の加速に寄与しないので、打突点より手前の高い位置でブレーキが働くようにすべきである。
- 右手による第 2 ブレーキを働かせるためには、左手による第 1 ブレーキ直後に左手を緩めるか振り上げる必要がある。次のシーソー運動を考えると、振り上げる方が望ましい。しかし、振り上げを意識し過ぎてブレーキが働かないうちに腕を振り上げないことが重要である。

- 第1ブレーキでは左手の1点を中心に回転が起こり、第2ブレーキでは右手の1点を中心に回転が加速する。したがって、この回転運動が妨げないようにあまり強く握らない方が良い。

(3) 軸なしシーソー運動過程

- 腕を前方に伸ばしながらを内側に捻る（内旋）ことで、肘が高い位置に移動する。竹刀と前腕を1つのシーソーと見ると、肘が跳ね上がることによって剣先が加速する。
- 内旋によって上腕が上がるのと同時に頭を前方に倒す（顎を引く）ことが、作用・反作用の関係から効果的である。ただし、作用・反作用は「同時」に働くので、タイミングがずれると逆効果である。
- 竹刀が前方に傾いた状態で押し上げないとシーソーにならない。そのためにも、(1)で述べたように、振り上げを大き過ぎず竹刀が前方に傾いた状態で準並進運動させることが重要である。

7 基本打ちの運動過程

実戦打ちは、準並進運動・2段ブレーキ運動・軸なしシーソー運動の3つの過程から構成されることがわかったが、基本打ちはどうだろうか。図6は熟練者の基本打ちの事例を示す。ただし、スティックピクチャーに振り上げ過程も表示すると見にくくなるので、振り下ろしのみを示した。打突直前に左手が上がる竹刀の軌道から2段ブレーキ効果が働いていると思われるが、右手も上がる軸なしシーソー運動は起こっていない。熟練者の中にはブレーキ運動が明確に現れない人もいたが、シーソー運動が起こる人は一人もいなかった。

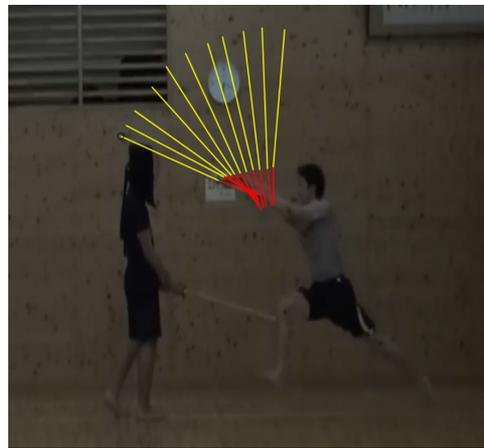


図6: 熟練者の基本打ち。振り下ろしの部分のみスティックピクチャーで示した。

考えて見ると、これはもっともなことである。基本打ちは上から下に腕が振り下ろされるので、打突後に反動で両腕が上がることはあっても、打突前に右手も上がるシーソー運動は自然には起こらないだろう。その一方で、上からの振り下ろしで重力を利用している分、並進速度は大きくなり、2段ブレーキ効果が実戦打ちより大きく働いていると思われる。

基本打ちの運動過程は、振り上げ・準並進運動（振り下ろし）・2段ブレーキ運動とまとめられる。実戦打ちと比較すると、振り上げ・振り下ろしの軌道が全く異なること、その後の軸なしシーソー運動がないことに違いが現れている。つまり、基本打ちをコンパクトにした結果として実戦打ちがあるのではなく、両者は異なる運動と解釈すべきである。

8 実戦的面打ちを習得するために基本打ちの練習は必要か？

では、実戦打ちを習得するという目的において、基本打ちの練習にはどのようなメリットがあるだろうか。これまでの議論から、次のことが考えられる。

- 初心者の多くが、図1(a)つまり図3(a)のように、左右の手で反対向きの力を加えて竹刀を振る。大きく腕を振る基本打ちを繰り返し練習することによって、「左右の手で同じ向きに力を加える」感覚が習得されるだろう。
- 実戦打ちの準並進運動では、両腕は回転するのではなく大きく前に突き出されるが、この運動において肩周辺の筋肉を使うことが重要である。基本打ちの練習は、肩周辺の筋肉を使う訓練になる。いきなり実戦的な小さい面打ちをすると、手首や肘を使った小さい回転運動になり、準並進運動が実現されにくい。
- 基本打ちにも2段ブレーキ運動過程があるだけでなく、2段ブレーキ効果は基本打ちにおいてより有効に働く。したがって、2段ブレーキ運動を習得するトレーニングとして、基本打ちは効果的であると考えられる。

一方、前章までの議論により、基本打ちと実戦打ちの力学的相違点も明らかになっている。したがって、基本打ちの練習には上記の意味があるものの、基本打ちの練習を繰り返す従来の方法がベストと考えるべきではないだろう。基本打ちの練習と実戦形式の稽古の中で、実戦打ちのコツを自然に習得する人もいれば、そうでない人もいる。実際、長年剣道が続けている人の中に、実戦でも「振り上げて振り下ろす」打ち方になっている人、つまり基本打ちから抜け出せていない人が珍しくない。そのような人達は、たとえ基本打ちとして良い打ち方をしていたとしても、実戦打ちに比べて相手が反応しやすいために勝つことができない傾向にある。指導者が基本打ちだけを指導し、実戦打ちを学習者の自得に任せるということは避けなければならないだろう。

以上の議論は次のように要約される。まず、「実戦的面打ちを習得するために基本打ちの練習は必要か？」という表題の問いに対しては、準並進運動及び2段ブレーキ運動のトレーニングとして「必要である」と言って良いだろう。しかし、両者の打ち方における軌道やシーソー運動の有無の違いから、基本打ちの練習だけを繰り返すだけでは、人によっては実戦打ちへの移行がうまくいかないというデメリットがある。初級者の段階から実戦打ちの練習も基本練習に組み込むことが望ましい。そのために、本論文で得られた成果に基づいて具体的な指導方法・練習方法を構築することが、喫緊の課題である。

最後に、スポーツ動作研究・指導方法研究全般に関わる議論を補足したい。本研究における重要な発見の1つは、図3(a)のようにほぼ全ての初心者に行う傾向がみられる図1(a)つまり図3(a)の運動が、実は力学的に非合理的だったことである。我々は、このように訓練を受けていない多くの人が無意識に行う傾向にある運動を、理科教育の「素朴概念」に倣い、「素朴運動」と呼ぶことにする。「素朴概念」とは、自分の日常経験から作られる素朴な理屈・概念のことで、主にそれが科学的事実と乖離しているときに用いられる。時として素朴概念は抽象的思考や論理的思考を妨げるため、その矯正が理科教育における重要課題の1つと考えられている。同様に、素朴運動と力学的に合理的な運動の乖離が、多くの場合で技能習得の妨げになっている可能性があるのではないだろうか。今回、誤った素朴運動を具体的に発見したことは、面打ち動作の指導に大きな示唆を与えた。同様に、剣道の他の局面の動作や他の競技における動作についても、力学的に合理的な運動と乖離した素朴運動に注目した研究を行うことは、スポーツ・体育全般における指導において重要であると考えている。

謝辞

日本女子体育大の牧塚弥氏には、本論文草稿に対して助言を頂いたことに感謝する。本研究は科学研究費挑戦的萌芽研究（No. 22654043）によって実施された。

参考文献

- [1] デカルト (谷川多佳子訳)：方法序説，岩波書店 (1997).
- [2] 坂井伸之・竹田隆一：武道・スポーツにおける科学的方法に対する誤解と理論研究の重要性，武道学研究 48(1), 35-41 (2015).
- [3] 坂井伸之・牧塚弥・竹田隆一：武道・スポーツの基礎となる棒の力学：特に慣性力の重要性，武道学研究 49(1), 1-13 (2016).
- [4] 竹田隆一・坂井伸之：剣道における「面打ち」運動の力学的研究，ゼミナール剣道 18, 25-36 (2016).
- [5] 坂井伸之・竹田隆一：棒の力学に基づく「押し手引き手」「手の内」の考察，武道学研究 49(別), 89 (2016).

連絡先 E-mail: nsakai@yamaguchi-u.ac.jp