

4 スキルの獲得とその獲得過程

人々を魅了する一流アスリートのパフォーマンスは、一朝一夕に身につくものではない。高い技能を身につけるためには、単に練習量を増やすだけでなく、練習の質を高めることが不可欠である。そこで本項では、練習のスケジュールや組み合わせ、観察やイメージの活用、さまざまなフィードバックの利用など、スキル獲得にかかる要因について概観する。上達の道のりは、決して平坦ではなく、山あり谷ありの波乱に満ちた道中である。長きにわたる練習の中で、誰しもが伸び悩みやスランプに遭遇しうる。そのような場合、上達の過程を理解することによって、選手に対する適切なサポートが可能になる。

1 スキルとは

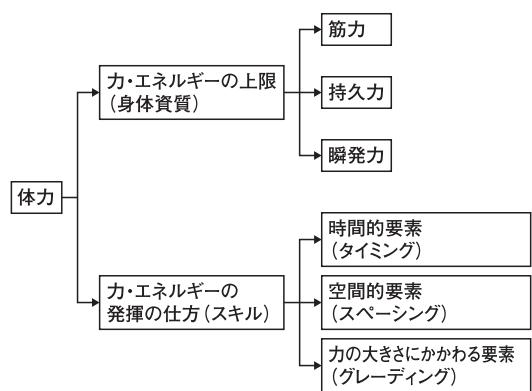
一流アスリートや武術の達人は、さまざまな熟練技で人々を魅了する。巧みなフェイントで相手ディフェンスを翻弄しシュートを入れるバスケットボール選手。70メートル先にあるわずか直径12cmの円に矢を命中させるアーチェリー選手。ゴールキーパーの直前で不規則に変化するシュートを打つサッカー選手。不安定な姿勢で高速回転するフィギュアスケート選手。ぎりぎりまで相手の太刀を引き付け、よもやの所でかわす剣術の達人。これら熟練パフォーマンスを発揮するための能力がスキル（技能）である。

1) 体力要素としてのスキル

ヒトが運動し、生きていくための身体能力の総称を「体力」という。自らアクティブに動き、環境に働きかけることは、力やエネルギーを発揮することに他ならない。筋力とは、筋収縮によって発揮される力であり、筋パワーとは、単位時間内に使われているエネルギーの大きさを示すものである。体力には、これら力やエネルギーの上限（身体資質）にかかる要素と、使い方にかかる要素がある^{1, 2)}（図1）。すなわち、発揮可能な力やエネルギーを有効に用いる能力すなわちスキルもまた、体力の一要素として位置づけられる。

一流パフォーマンスの実現には、いうまでもなく、身体資質とスキルの両方が必要である。たとえば陸上の長距離走の記録は、最大酸素摂取量などの心肺機能と強く関連してい

図1 体力の要素：身体資質とスキル



る。一方で、心肺機能が同等であっても、走フォームや試合中のペース配分など、技術的要素によって記録に差がつくことがある。このとき、後者がパフォーマンスにかかるスキル要素にあたる。

2) 運動と感覚

冒頭に例示したようなアスリートの一流（熟練）パフォーマンスは、さまざまなスキル要素に支えられている。たとえばフェイントで相手の裏をかくためには、単に一連の動作を行うだけでは足りず、相手や味方の位置関係などの状況を把握したうえで、適切なタイミングでフェイント動作を遂行する必要がある。また、アーチェリーで高い得点を得るには、繰り返し再現性高く動作を遂行するとともに、風を読むことが必要になる。

剣の達人は、相手の太刀を直前でかわすために、剣先の動きを単に読むだけではなく、意図的に隙を見せつつ相手の太刀を巧みに誘導することさえ行う。これらに共通している

のは、出力としての運動の素早さや正確さに加えて、さまざまな感覚入力から運動生成に必要な情報を抽出するという能力である。一般に一流選手は、鋭い運動感覚や身体感覚を持つといわれるが、これらの感覚（センス）はスキルに欠かせない。

運動スキルのトレーニングが、筋力や持久力向上のためのトレーニングと大きく異なる点は、感覚や知覚がきわめて重要な意味を持つことである。このことから、入力要素（感覚や知覚）と出力としての運動がどちらも大きく関与するスキルを特に「感覚運動スキル（sensorimotor skill）」あるいは「知覚運動スキル（perceptual motor skill）」と呼ぶ。

3) 学習とパフォーマンス

スキルの遂行能力は、練習や経験によって向上する。これを運動学習という。学習は中枢神経系の変化であり、外部から直接観察できない。外部から観察可能な行動はパフォーマンス（performance）と呼ばれ、学習とは区別される。すなわち、パフォーマンスは学習状態を推測するための有力な手がかりとなるが、学習以外の要因によっても変化する。たとえば、ある運動技能に関して十分に学習が成立していたとしても、疲労やストレスなどによりパフォーマンスは一時的に大きく低下する。また、異なる条件で練習を行った場合、練習時にパフォーマンスの良かった条件よりもそうでなかった条件で学習が進行している場合もある。したがって学習を推測するためには、パフォーマンスの長期にわたる観察や、さまざまな状況における観察が必要になる。

また、一般的な発達に伴う変化は学習とはみなされない。たとえば、成長に伴って反応時間が短縮し走速度は増大するが、このような変化をふつう学習とは呼ばない。少年期の競技者では、同一学年においても発達段階が個人ごとに異なることから、パフォーマンスの違いが発達の差によるものかスキルの差によるものか区別することが必要である。

2 スキル獲得の過程

江戸時代の剣豪、宮本武蔵の著した兵法書である「五輪の書」には、「千日の稽古を鍛とし、万日の稽古を練とす」という記述がある。鍛錬とは、日々の稽古を長きにわたって積み重ねることであり、運動の上達には欠かせない。武蔵は著書の至る所で「能能（よくよく）鍛錬あるべし」と述べ、反復練習の重要性を強調している。熟練パフォーマンスとは、このような長期にわたる練習によってようやく獲得できるものである。

1) 運動技能の上達は山登り

一流のアスリートや、ダンサー、音楽演奏家は、日々の弛まぬ練習によって極めて高度な技能を体得する。しかしながら、上達の道のりは決して平坦ではない。その意味で、上達の過程は、山登りに喩えることができる。緩やかな斜面を進んでいるときは樂々と山頂に近づいているような気になるかもしれないが、険しい斜面ではなかなか先へ進むことができない。傾斜がきつい時には、地面にはいつくばって登らなければならない場合もある。段差を越えるには、いったん後退して助走し、ジャンプする必要があるかもしれない。もっと高い段差を超えるには、何度もトライし直さなければならない。行き止まりになっていたときには、勇気をもってもと来た道まで引き返すことが肝要になる。大勢の人が通る登山道を歩くのは樂だが、自ら道を切り開こうとすると、大変な苦労を伴う。

遠くから見ると山頂はよく見えるが、登山道に入ってしまうとどこが山頂なのか見えにくくなる。麓から見た時には山頂だと思った場所も、実際に行ってみるとその先により高い頂が見えるかもしれない。のどが渇いたり、空腹になったりしたとき、無理に登り続けようとなれば倒れてしまう。そのような場合、休憩が必要になる。休んでいる間は、当然前には進めない。しかしそれは、さらなる前進のために不可欠のプロセスなのである。

以上の喻えからも分かる通り、上達の過程

は山あり谷ありの波乱に満ちた道中である。私たちが高い山に登ろうとするとき、前述したさまざまな現象に遭遇するのと同じように、上達の過程においてもさまざまなプロセスをたどる。

2) 技能上達の3段階

運動技能は一般に、認知的・意識的な段階、感覚と運動の連合段階、自動化の段階、という3つの段階を経て上達する³⁾。

テニスを例にとると、第一の認知段階では、基本的なルールを知る、ラケットの握り方を知る、構えやショットの打ち方を覚えるなど、運動技能の基本的な知識や動作が習得される。この段階では、ルールの勘違いや空振りなどの粗大な誤りがしばしばみられる。

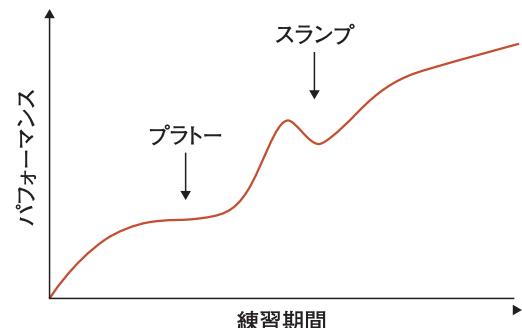
次の連合段階では、基本的な動作の習得が進み、粗大な誤りが減少する。ただし、動作が十分に安定する段階には達していない。たとえば、このレベルのプレイヤーは空振りやダブルフォルトが減少するが、緩急をつけたストロークは難しく、スライスやトップスピントリートなど多様なボールに対する対応も安定しない。

最後の自動段階では、動作自体に注意を払うことなしに十分安定したパフォーマンスを達成できるようになる。このため、相手のプレイに応じた試合戦略を工夫する余裕が生じ、コースの打ち分け、とっさの対応、アプローチショットからボレーなどの連続プレイといった多様なプレイが可能になる。

3) 伸び悩みはなぜ起こる

登山のときに、難所にさしかかると進むスピードが落ちる。上達の過程においても同様に、練習を続けているのにパフォーマンスがなかなか向上しないときがある。このような伸び悩み現象をプラトー(plateau)という(図2)。また、成績が一時的に低下してしまう現象をスランプという。プラトーやスランプの背景には動機づけの低下や疲労の蓄積がありうる。しかしながら、近年の実験的・理論的研究により、これらの変化は、通常の上達経路からの逸脱ではなく、上達過程において不可避的に出現しうる出来事であることが

図2 ●練習に伴うパフォーマンス変化



明らかになりつつある⁴⁾。たとえば、技能上達の段階が変化する際には、一時的にパフォーマンスが停滞もしくは低下することがある。従って、選手が高原状態にあるとき、コーチはその原因を見極めることが必要である。

また、上達の過程で1つの壁を越えることにより、その後のパフォーマンスが一気に変わることがある。たとえば器械運動では、倒立が安定すると鉄棒の車輪や床運動の後転とびなど、そのほかの技も安定してできるようになる。

3) 過剰練習に伴う障害

長年練習してきたスキルが、突然遂行できなくなるという奇妙な障害がある。たとえばゴルフでは、パッティングを行おうとすると手が震え、正確な動作が遂行できなくなる。また、ピアノやバイオリン演奏では、演奏しようとすると薬指や小指が意に反して動いてしまう。このような症状はかつて、筋や腱、あるいは脳における器質的原因が特定できなかったことから、神経症の一種に分類されていた。すなわち心理的要因による「こころの病」であると考えられていた。しかしながら、近年の脳神経科学的研究の発展により、これらの要因が、同一動作を過度に繰り返すことによって生じる、大脳皮質における不適切な可塑的変化にあることが明らかになってきた。このとき、症状を直そうと躍起になって練習すると、却って逆効果になってしまう。これらの治療には、運動の独立性を高める訓練や触覚の弁別能力を高める訓練が有効であることが報告されている⁵⁾。

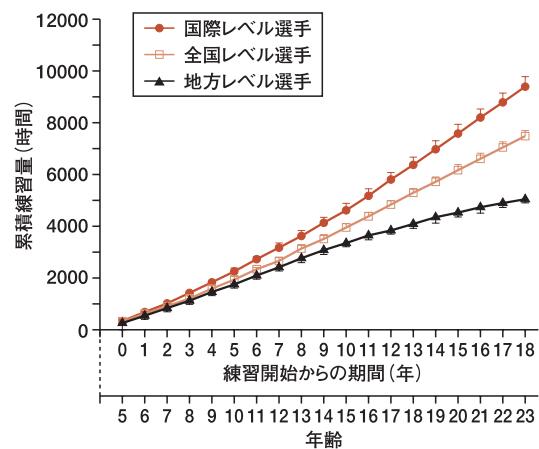
3 スキル獲得にかかる要因

スキルは練習に伴って向上する。ただし、漫然と同じ運動を繰り返しても当然ながらよい練習にはならない。以下に示すように、目的とするスキルの特徴を理解し、練習方法を工夫することで、より効果的な練習を行うことが可能になる。

1) 練習の量と質

一流になるための練習量とはどれくらいだろうか。熟達化に関する近年の研究では、一流のプロとして認められる力量を身につけるには、およそ1万時間の練習が必要と考えられている。1日3時間の練習を毎日継続したとしても、10年近くかかる。また、一流アスリートや一流演奏家と、そうでないアスリートとの間には、練習時間において明らかな差が認められることが報告されている。**図3**に、ベルギーにて行われたサッカー選手の累積練習時間に関する調査研究の結果を示す⁶⁾。この研究により、ワールドカップ出場選手など国際レベルの選手、実業団国内リーグ所属の選手（全国レベル）、および地方レベルの選手の間に、累積練習時間で明らかな差が認められ、国際レベルの選手は延べ1万時間近い練習を行っていたことが明らかになった。同様の結果は、音楽演奏家に関する調査においても報告されており、バイオリニストでは、将来国際的なソリスト候補と認められているエ

図3 サッカー選手における練習量と選手レベルとの関係



リート学生、将来交響楽団などで活躍するとと思われる多くの優秀な音大学生、（プロの演奏家ではなく）音楽教師を目指す学生の間において、練習時間に差が認められる⁷⁾。これらのことから、一流になる選手や演奏家とそうでない者との間には、練習量そのものに差があることが分かる。ただし、これらの研究は、練習の質の重要性を否定するものではない。以下に示すように、練習方法を工夫することにより、学習の効率的な促進が可能となる。

2) 集中法と分散法

一定時間休みなく練習する方法を集中法、途中に休憩をはさんで短い練習を繰り返すことを分散法という。たとえば、30分間で3人の生徒が卓球のサーブリターンを練習する、という状況を想定してみる。集中法では、1人が休みなく10分間集中してリターン練習を行う。一方分散法では、たとえば1回の練習を2分間とし、3人が交代しながら5回の練習を繰り返す。これらの練習にはいずれも長所と短所がある。すなわち、集中法では多様なサーブを連続して打ち返すことにより、素早い反応を引き出すことができ、さらに繰り返す中でフォームやタイミングを少しづつ変えていくことにより、ちょうどいい打球ポイントを見つけることができる。ただし、休憩がないことにより、疲労によるパフォーマンス低下が生じ得ることに加え、惰性で繰り返していると、あとで動作を思い出すことができなくなるという短所もある。一方、分散法では、疲労が少なく、休憩中にプレイ内容を反省しながら次の練習について考えることができるもの、単位時間当たりの練習回数は減少する。従って、実際の練習を行う際には、これらの特徴を踏まえつつ、学習者の特徴や状況に合わせてそれぞれの方法を選択することが必要になる。

3) 全体練習と部分練習

あらゆるスポーツ種目のパフォーマンスには、複数の運動技能が関与する。たとえば、テニスには、フォアハンドストローク、バックハンドストローク、サーブ、ボレー、リターンなど、試合において必要になるさまざま

なスキル（プレイ）が含まれる。体操競技の鉄棒では、懸垂振動技、離れ技、終末技など、個々の技を組み合わせて全体の演技が構成される。水泳のクロールでは、脚の動き、腕の動き、息継ぎなど、いくつかの部分的な動きを取り出すことができる。

一般に、複雑な運動技能は、初めから全体を実施することが難しいため、部分を取り出して練習したうえで、それらをつなぎ合わせることによって技能の習得を促すことが有効になる。この際、部分から全体へ至る過程においては、表1のように細かな動きを取り出した部分練習から、複数のスキルを組み合わせた複合部分練習までさまざまなレベルがある。

表1●水泳における部分練習、複合部分練習、全体練習

練習方法	練習内容例
全体練習	バタ足十腕かき十息つき
複合部分練習	バタ足十腕かき
	腕かき十息つき
部分練習	バタ足
	腕かき
	息つき

また、いったん全体の技能が遂行できるようになった際にも、その中に含まれる部分的な動きを取り出して練習することにより、技能全体が洗練されていく。従って、練習においては、常に部分練習から全体練習へと進むのではなく、技能習得の段階や技能遂行の安定性を考慮したうえで、両者を組み合わせて指導することが必要になる。

さらに、競技スポーツにおいては、部分と全体の関係がより大きなスケールにおいても成立することを認識する必要がある。たとえば、全国高校野球選手権大会の出場校は、地方予選を勝ち抜いた上で、2週間にもおよぶ甲子園での試合をこなさなければならない。これら一連の試合を全体とするならば、個々の試合はあくまで部分でしかない。従って、甲子園優勝という目的に対しては、複数日にわたる試合を行いながら、相手チームの情報を収集し、コンディションを維持し、疲労回復を図ることすらも、部分練習となる。これ

らのスキルについては、単に日々激しい練習を繰り返しただけでは決して獲得できず、実際の試合に臨んで初めて経験できる性質をもっている。しかしながら、たとえば甲子園の1回戦で敗退した場合においても、勝ち進んだと想定したスケジュールでその後の練習試合をこなすなど、工夫次第でこれらの練習を行なうことは可能である。

4) 速度と正確さの相反性

一般に、運動技能は遂行速度が増大すると正確さが低下する。これを速度と正確さの相反性（speed-accuracy trade-off）と呼ぶ。この原則にあてはまるスポーツ技能は、テニスのサーブ、ゴルフのショット、野球の投球など数多い。このとき、速度と正確さのどちらを強調した練習を行うかが問題となる。速度が増すと運動は不安定になることから、練習において速度を強調すると、パフォーマンスは安定せず、誤差や失敗が増える。しかしながら、最終的に求められるスキルが速度を要求するものであれば、練習においてこれを大きく損失は大きい。

また、スポーツ動作など多関節動作においては、遅い動作と速い動作とで作用する関節間力（隣接する身体セグメントの動きによって生じる力）の大きさが著しく異なる。このため、遅い動作の遂行がより安定したからといって、速い動作が安定するとは限らない。この場合、ミスや失敗を過度に恐れることなく、積極的に速い動作での練習を行いながら、関節間力の利用のしかたを覚えていく必要がある。

一方、ピアノ演奏のように、音の美しさや正確さが高いレベルで求められるようなスキルでは、速さに重点を置いた練習を行うと個々のタッチがおろそかになるだけでなく、悪い癖がついてしまうことがある（書字に喻えてみると、止め、はね、払いをきちんと仕上げた上で楷書を素早く書くことを求められているにもかかわらず、行書や草書の書き方を覚えてしまい、楷書が書けなくなってしまうことに相当する）。

従って、実際の練習を行う際には、これら

の要因を考慮した上で、それぞれの要素を強調する練習を効果的に組み合わせていくことが必要となる。

5) 観察とイメージトレーニング

我々は誰しも、自分自身や環境の姿を心の中にイメージする能力を持っている。たとえば、目の前にリンゴがなくとも、その形を思い描き、手触りや味を思い浮かべることができる。また、テニスのストロークやゴルフのショットを実際にやっていくなくとも、その際の周りの環境や運動感覚についてイメージすることができる。このようなイメージを用いる練習をイメージ練習と呼ぶ。

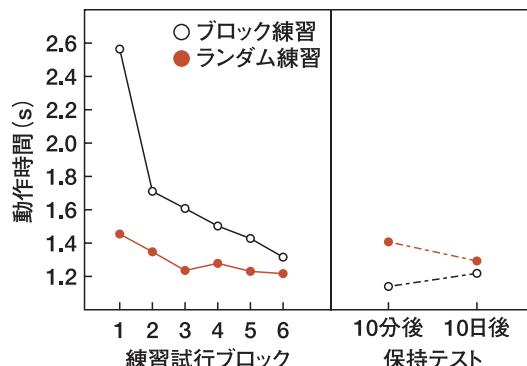
スキル獲得のためにイメージを有効利用できることは、数多くの研究によって明らかにされている⁸⁾。また、イメージ練習と身体的練習を組み合わせることによって、より学習効率が高まることも報告されている。ケガをして身体的練習ができなくなったとしてもイメージ練習を行うことは可能であり、夜寝る前に布団の中でその日行った動きをイメージの中で復習することもできる。このとき、補助的な動きを加えたり、周りの環境を含めたイメージを描くことで、練習の効果が高まる。

また、スキルの獲得・向上だけでなく、持てるスキルを最大限に発揮するためにもイメージは有効に利用しうる。たとえば、サッカーのPK練習をする場合、単にボールを蹴るのではなく、観衆やチームメイトが見守るという状況をイメージし、会場全体の緊迫感や自らの鼓動の高まりを感じながらプレイすることにより、現実場面に備えることができるようになる。

6) 練習の多様性

これまでの研究において、多様な練習を行うと、同一練習を反復した場合に比べ、練習時にはパフォーマンスが低いが、時間をおいて保持テストを行うとこの関係が逆転することが報告されている⁹⁾。例えば図4は、3種類の系列運動を素早く遂行する課題を学習した際のパフォーマンス（動作時間）を表している。このとき、同一の運動課題を連続して

図4●ブロック練習とランダム練習の効果



行う条件（ブロック練習条件）では、異なる運動を行う条件（ランダム練習条件）よりも、練習期間中ずっと良いパフォーマンスを示した。しかしながら、10分間の休憩後に同じ課題を行うと、両条件間でパフォーマンスは逆転し、ランダム条件のほうが良いパフォーマンスを示した。10日後に行った再テストにおいても、やはりランダム練習条件のほうが良いパフォーマンスを示した。これらの結果は、一見学習が効率的に進まないかのような多様な練習（ランダム練習）のほうが、試行中に上達を実感できる同一動作反復練習よりも効果的であることを意味する。また、ブロック練習では、練習後にパフォーマンス低下が生じることから、このような練習後に試合を行った場合、「練習でできていたのに、試合ではできなくなってしまった」という意識づけにつながる可能性がある。この場合、試合でできなくなってしまった原因はあくまで練習の方法にあることを認識する必要がある。

また、熟達化に伴い課題遂行の柔軟性が増し、同一の課題をさまざまな方略を用いて解決することができるようになる¹⁰⁾。たとえば熟練テニスプレイヤーは、相手コートに背を向けながらロブショットを打つことができ（図5、次ページ）、ギタリストは、演奏中不意に弦が一本切れても、残りの弦で即興的に演奏を続けることができる。これらさまざまな状況における対応能力を向上させるためにはやはり、同一の練習だけではなく、多様な練習が必要になる。

図5●思いがけないテニスのショット



7) フィードバック

野球のバッティングで芯を外すと、ボテボテのゴロが転がるとともに、手のひらにジーンと痺れた感覚が返ってくる。このような、自分の行った運動に関して得られる情報をフィードバック (feedback) という。フィードバックは、大別して内在的フィードバックと付加的フィードバックの2種類に大別できる。内在的フィードバックとは、運動遂行時の筋感覚情報やボールの行き先に関する視覚情報など、運動を遂行する際に直接知覚可能な情報を指す。一方、付加的フィードバックとは、コーチの助言やVTRに写った自分自身の姿など、外部から与えられる情報を指し、運動の学習を大きく左右する。

フィードバックには、運動の誤差に関する情報のほかに、強化、罰、および動機づけの機能がある。コーチの賞賛、励まし、叱責、罰はそれぞれ、アスリートの行動を大きく左右する。このとき、賞賛および励ましは、その対象となる行動の生起確率を増大させる。一方、叱責や罰は、その行動の生起確率を減少させる。その意味で両者は、運動の学習に對して対等な役割を持っており、どちらによっても運動の学習が促進されるかのように思える。しかしながら、両者の間には重大な違いがあることに留意しなければならない。すなわち、強化や罰は、対象となる行動に対し効力を持つため、たとえば野球でボール球に手を出して三振したことを怒られた選手は、コーチの意に反して「三振する原因となった、

不正確な選球行動」を止めようとするのではなく、「野球のプレイ」そのものを避けようとしてしまう可能性が生じるのである。

【引用文献】

- 1) 猪飼道夫: 生理学からみた体力と技術. 体育の科学, 18: 291-294, 1968.
- 2) 大築立志: 巧みの科学. 朝倉書店, 1988.
- 3) Fitts, P. M., Posner, M. I.: Human performance. 1967.
- 4) Kudo, K., Miyazaki, M., et al.: Neurophysiological and dynamical control principles underlying variable and stereotyped movement patterns during motor skill acquisition. Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, 15: 942-953, 2011.
- 5) 工藤和俊: イップス (Yips) と脳. 体育の科学, 58: 96-100, 2008.
- 6) Helsen, W. F., Starkes, J. L., et al.: Team sports and the theory of deliberate practice. Journal of Sport & Exercise Psychology, 1998.
- 7) Ericsson, K. A., Krampe, R. T., et al.: The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. Psychological Review, 100: 363-406, 1993.
- 8) 杉原隆: 運動指導の心理学. 大修館書店, 2003.
- 9) Shea, J. B., Morgan, R. L.: Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 5: 179, 1979.
- 10) N.A.ベルンシュタイン (著)・工藤和俊 (訳)・佐々木正人 (監訳) : デクステリティー巧みさとその発達. 金子書房, 2003.