

ドイツ・ライプチヒ学派トレーニング科学の成立過程に関する研究 (4)

綿 引 勝 美

(キーワード: トレーニング科学, 実践学, パフォーマンス発達, スポーツ活動, 負荷と荷重, 適応)

1. 本論文の目的

本論文はドイツ・ライプチヒ学派のトレーニング科学研究の概要を把握することを目的にした一連の研究の第四報である。

第一報では、トレーニング科学研究の歴史的概観を行い、そこから「トレーニング科学研究の課題」が整理された。第二報では、2008年に改訂された「トレーニング論—トレーニング科学」の第一章「対象、位置づけ、方法」について概観した。第三報では、「パフォーマンス論」「トレーニング論」「試合論」という、トレーニング科学の3つの対象のうち、「パフォーマンス論」の「基礎コンセプト“スポーツパフォーマンス”」の方法について概観した。本報では、パフォーマンス論の中の「パフォーマンス発達の機能メカニズム」について詳論する。

2. 研究の方法 (前報参照)

3. 「トレーニング論—トレーニング科学」の構成とその内容 (前報参照)

3.1. 「第一部: トレーニング論とトレーニング科学の本質と概観」 「第一章: トレーニング科学の対象、位置づけ、方法」

(第二報参照)

3.2. 「第二部: スポーツパフォーマンスとパフォーマンス能力—その構造と発達」について

3.2.1. 「第二章: 基礎コンセプト“スポーツパフォーマンス”」の方法 (第三報参照)

3.2.2. 「パフォーマンス発達の機能メカニズム」の方法

パフォーマンス論の第二の対象は、スポーツ競技性パフォーマンス(スポーツ活動)の発達である。活動という言葉で表されている対象が、不断の変化や発達、退行や消滅の連続を本性としているために、活動の認識には錯誤が生まれることがある。万物は流転するという想念は古くからの戒めの言葉ということがいえそうである。わたしたちは対象が不断に流転し、変化し、退行し、消滅することを失念し、永遠不変の事象に向き合っているというような一種の幻覚に悩まされることになる。幻覚がわたしたちの生きている現実に合致しているそのような悩みは発生しないが、幻覚として、現の事象との齟齬が普段に意識されるようになることが常態であることによって、普段の悩みはたえることはない。他方、永遠不変の事象がないということによる無常や実存の意識も常態として生成される。

スポーツ競技性パフォーマンスを理解しようとするときにも、こうした幻と現の齟齬に関わる悩みはたえない。すでに消えてしまった過去のなかに霧散する動きの断片をたよりに、目前の瞬間の静止をつなぎ合わせながら、しかも予測さきどりの幻を外挿することで、わたしたちは運動を過去・現在・未来の間での蠢きとして認知構成する。わたしたちの幻としての運動の認知的構成は現の運動事象との齟齬を生むことになるが、それが常態のために幻と現との齟齬を問題として意識したり、課題として思考することはない。というよりも、現と幻の一

体性の中に、創造や発想の源があるのであり、この二元性を生きることの意識化、対象化こそが文化的な営みであるスポーツの本来のあり方であるといわざるをえない。

パフォーマンス理論でも、こうして幻と現の事象との齟齬の自覚が問題になり、その解決の手がかりとして、前報でのべた、パフォーマンスのシステムと構造という視座と、本報でのべる、パフォーマンスのシステムと構造の変化・発達という視座が用意されている。眼前でおこっているパフォーマンスという事象のシステムや構造を問題にすることと、それらがある持続・時間のなかで変化し発達することを区別しておこうと考える。パフォーマンス自体が身体の動きであるために、この動いているということと、この動いている様そのもの、動いているという現象自体、が変化し発達するということを区別するという考え方である。

この考え方をトレーニング実践の中に具体化するための概念システム作りがドイツトレーニング学の特徴である。動作のレベルでは、周期動作と非周期動作の区別、トレーニングの負荷構成においては、周期構成や期わけという概念を用いて、直線的な時間の流れを、回帰や周期、循環という反復や繰り返しという性質を持つ、円環的な時間の流れとして再構成する。こうした概念構成によって、前の動作と次の動作の比較が可能になり、変化や発達という概念系が活用できる土俵が構築される。私たちの日常には、昼と夜の交代を基にした日周期、太陽の周りを公転する時に起きる日照時間の変化を基にした年周期などがある。人間の身体運動をこうした周期や循環、回帰や円環の図の中に写し変えることによって、自然に対する関係を目的的に構成する術を得ることができるようになった。しかし、こうした円環そのものが直線の時間の流れ、無秩序に向かう大きな時間の流れの中にある小さな渦であること、無限の螺旋的な上昇というイメージも素晴らしい感動的な幻想に過ぎないことにも注意が必要である。

3.2.2.1. 本項の構成

本節は四項から構成されている¹。第一項が「スポーツ活動の機能メカニズム」、第二項が「行為調節とスポーツパフォーマンス」、第三項が「情報組織化としての動作調節」、第四項が「形態－機能的適応」である。すでに指摘した通り、スポーツを「活動」として捉える考え方が最初に論議されている。スポーツパフォーマンス論の出発点となっている考え方である。私たちは、スポーツ自体が運動として現象することから、それが全て活動である、という誤認が常態となる。

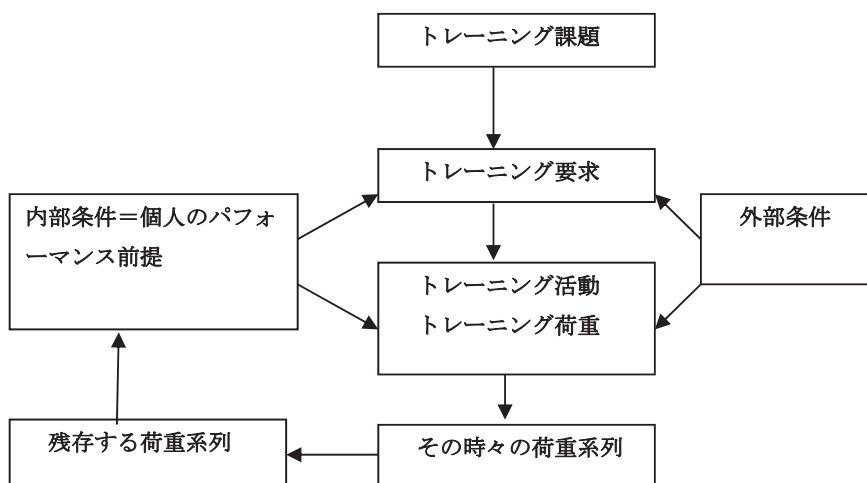


図1：スポーツ活動の簡単な機能シェーマ

という誤認が常態となる。他者からの司令や号令によって発現される受動的運動と、自らの意志や価値観に基づいた、感性的投機的な能動的運動の区別が常態とはならない。一般には前者を受動的活動といい、後者を能動的活動というのであるが、この受動・能動の違いを明示し、後者に重きを置いた遊戯的な文化がスポーツであり、その成果と生成過程がスポーツの競技性パフォーマンスである。

図1に示されている課題→要求→活動（荷重）→荷重系列という流れがトレーニングプロセスの全体像を示している。この流れは、内部条件（パフォーマンス前提）と外部条件によって方向づけられることになる。要求の内容やレベルは、内外の条件によって左右されるものであるから、要求そのものの相対性が意識されなくてはならない。いわゆる最適化の手法や考え方が尊重される。この点については前報で述べたのでここではこれ以上立ち入らない。

3.2.2.2. スポーツ活動－トレーニングの負荷と荷重

ドイツトレーニング学の基礎となっている活動理論は、ルビンシュタイン、レオンチェフ、ヴィゴツキーらの活動性心理学を根拠とし、ハッカーらの労働心理学の活動－行為－操作の階層システム論に基づいている。スポー

ツ活動は行為で実現される。いかなる行為も特定の要求を実現することが目標となる。この要求については前報でのマテシウスの詳細な分析がある。

図1の左にあるパフォーマンス前提は要求のレベルの高さや難易度を決定しているだけではなく、行為遂行による課題の達成度、行為とパフォーマンスの結果を規定する。スポーツ活動での要求は身体の様々な機能システムに対する負荷と荷重という形式をとる。

日常生活の近代化(?!)に伴って、身体に対する負荷-荷重が軽減される。この負荷-荷重の軽減が文明化のベクトルとして、様々な形の「便利さ文化」を生み出してきた。しかし私たち人間自身の自然に対する負荷が「極少化」される一方で、自然環境への負荷は増大の一途を辿り、地球自体のキャパシティーを大きく超えるところまでに至っている。温暖化問題の根源には、人間的な自然への負荷-荷重の外化・自然化という問題が潜んでいる。私たちは、負荷-荷重の軽減(エンパワーメント)によって、人間自身の運動装置が持っている限界を突破して、より高く、より強く、より遠くへの移動能力を得ることができたが、その軽減されたエネルギーやパワーは自然環境の提供するエネルギーの消費によって代替され、自然に対する人間社会のもたらす負荷-荷重はすでに許容範囲を超えるところまでになっている。図2は、スポーツ活動における負荷と荷重の関係を示している²。トレーニングでの要求は、機能システムの安静状態——ホメオステシス——からの逸脱を促し、そのシステムは活発に働き出し、いろいろな反応が引き起こされる。その反応が荷重である。負荷は、外部作用の全体をさし、身体的心理的な機能を変化させ、内的荷重を引き起こす。生体は負荷を瞬時に処理するだけではなく、トレーニング後に残響疲労によってその機能は揺れ動くことになる。疲労はノーマルな現象で、トレーニングは残響疲労のままで継続される。

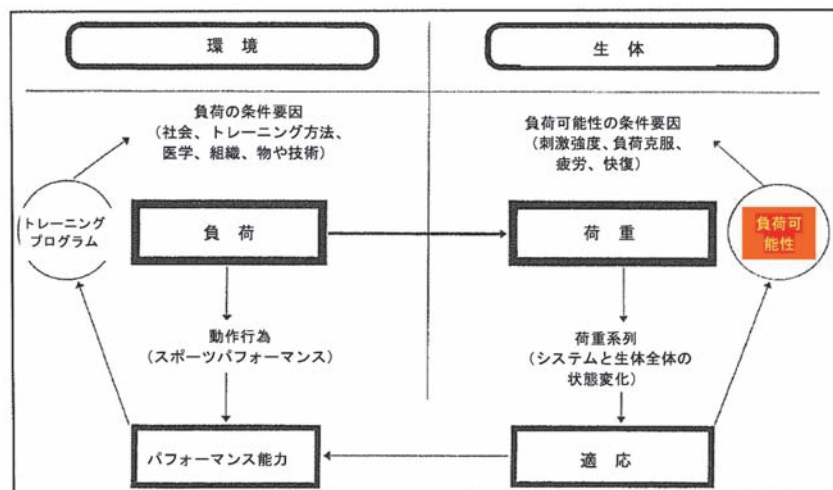


図2：負荷と荷重の調節

図3には機能システムの全体が示されている³。このシステムで重要な働きをするのがメンタルレベルである。負荷の意志決定はこのレベルで行なわれる。情報処理をになう大脳では安定した運動プログラムにもとづいた動作草案が作られる。種目ごとの負荷に対する個性的意志決定によって、小脳は動作プログラムを作り、それが実施の基礎となる。運動プログラムに組み込まれた、速筋線維と遅筋線維が神経伝達路をへて興奮する。こうしたシステムには、植物神経系、心臓循環系、エネルギー代謝系、ホルモン系、免疫系、体温調節系、水分や電解質の代謝などがある。

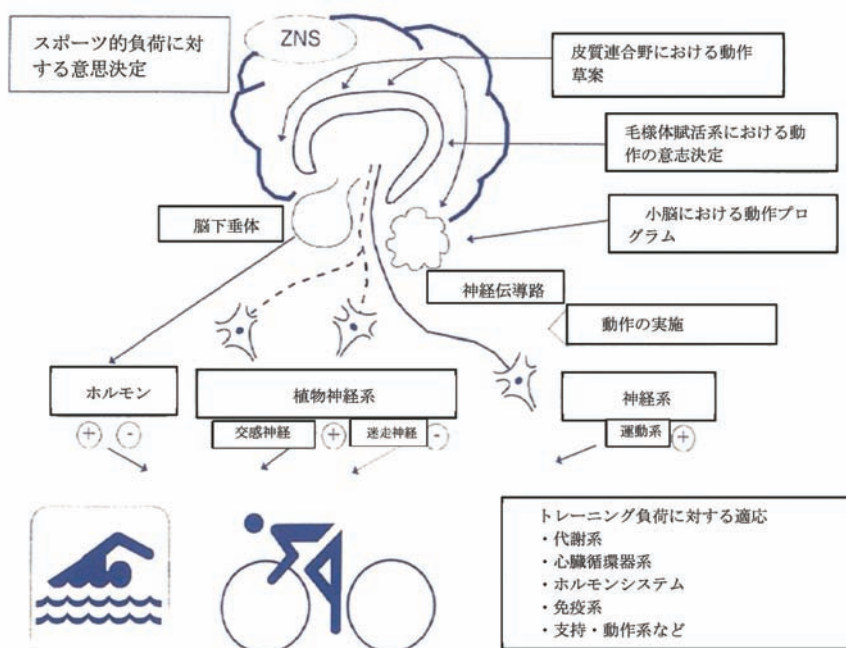


図3：荷重された機能システムに対する中枢神経系制御機能の作用

疲労が蓄積すると、パフォー

マンスリザーブが消費され、負荷克服のための消耗が大きくなる。トレーニングの継続によってより高い要求が実現できる。心理生理的荷重の反復は休息によって中断されるが、この休息がトレーニングにおいてもっとも重要な局面である。負荷と、休息としての脱負荷（再生・再合成）の関係は競技スポーツでは複雑である。

3.2.2.3. スポーツ活動の発達の推移を掴む

①再生の時間経過

表1に示した再生の時間経過は、持久系の競技種目での研究によるものである⁴。ロングトライアスロンなどの厳しい持久性荷重後、4週から6週後に再生が終了する。より高いレベルの負荷を可能にするためには適応（アダプテーション）が必要で、適応に至るまでには比較的な長い時間が必要である。この研究では、6週目以後に適応段階に至るまでに、生体の状態変化には三つの位相が確認されている。1. アクチャルな順応、2. 再生（回復、修復）、3. 適応である⁵。

表1：スポーツにおける再生の時間経過。平均的な時間で、負荷の持続時間や強度、パフォーマンス能力に左右されます

持久性負荷の生の時間経過	
4－6分	空になった、筋のクレアチンリン酸貯蔵の完全な充填
20分	心拍数と血圧の初期値への回帰
20－30分	低血糖のノーマル化；負荷後の炭水化物摂取は血糖値上昇に作用します。
30分	酸塩基収支におけるバランス状態の達成、乳酸集積は、3 mmol/l まで低減
60分	荷重された筋のプロテイン合成の抑制の残存
90分	異化から同化への切り替え；再生の始まりに向けたプロテイン転換の強化
2時間	疲労した筋における最初の回復（攪乱された神経筋、感覚運動機能における再生）
6時間－1日	水分収支の均衡化；血中の液状成分、固形成分の比率のノーマル化（ヘマトクリット）。血液濃度の復帰、ヘマトクリットの減少
1日	肝臓グリコーゲンの再充填
2－7日	強く荷重され、あるいは破壊された筋における筋グリコーゲンの充填
3－4日	免疫力低下の回復
3－5日	筋脂質貯蔵の充填（トリグリセリド）
3－10日	過剰に荷重された筋繊維における、負荷によって損害を受けた収縮プロテインと支持構造における再生
7－14日	機能攪乱にあるミトコンドリアの際組織化。有酸素エネルギー代謝における重要な機能酵素の再生、低減した持久性能力と力持久性能力、そして最大酸素摂取量のノーマル化
1－3週	負荷ストレスからの心理的休息、短時間、中時間、長時間持久性域（ⅠとⅡ）での試合参加能力
4－6週	厳しい長時間持久性のⅢとⅣの負荷後の再生の終了（例えば、マラソン、ロングトライアスロン、100km ラン、多重ロングトライアスロン）。長時間負荷に対する新しいスタート能力

②パフォーマンス発達と動的平衡の攪乱 代謝性適応と後成性適応

ハルトマン等は、パフォーマンス発達をシステムの一般理論の枢要概念である「動的平衡」の観点から、情報適応過程とエネルギー適応過程の統一した適応過程として論じている⁶。

パフォーマンス発達は生物・心理システムの、変動条件への適応能力が基礎になっている。適応過程は、生体内の機能システムの平衡を維持するとともに生存の持続を可能にしている。その目標は、環境の変化を効率よく、動的平衡のわずかなかく乱によって克服することである。したがって適応過程は動的平衡をかく乱する原因と対峙することとすることができる。持久性負荷が反復されると、筋細胞内のエネルギーの供給と再生の動的平衡がかく乱され、細胞内のエネルギー担体（例：クレアチンリン酸とグリコーゲン）が集積され、それによって同じ種類の負荷に、より有利な前提のもとで対峙できるようになる。

トレーニング科学では、適応（アダプテーション）とは、パフォーマンス向上を目的にしたトレーニング負荷あるいはスポーツ活動にたいする、生体ないしその機能システムの機能的・構造的な反応である。

すでに述べたようにスポーツ活動は、機能システム（たとえば心臓循環系やあるいは中枢神経系）に対する荷重と反応を生成する。この反応が代謝性適応（緊急適応、順応）で、機能システムごとに反応幅（momentane Reaktionbreite）を持っている。

これに対し後成性適応は、機能システムが比較的安定して変化してゆく長期的適応過程をさす。図4は心拍数と負荷との関係から見た代謝性適応と後成性適応の関連を示したものである。後成性適応に要する時間には、酵素の活性化のように数日間から、支持・運動システムにおける構造的適応のように数ヶ月間まで等大きな幅があ

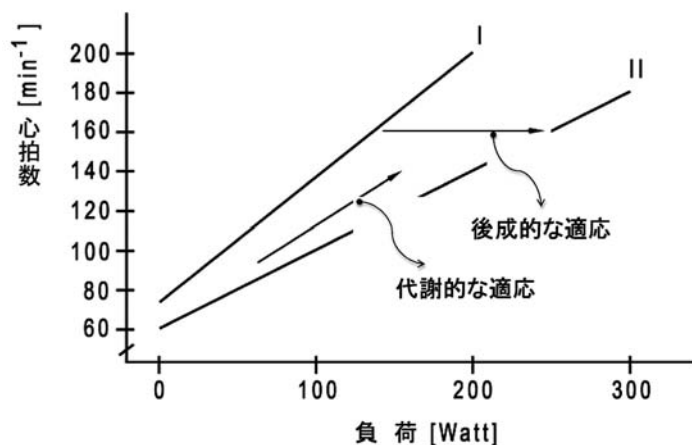


図4：心拍数を例とした、代謝性適応と後成性適応の図式
(I：非練習者，II：練習者)

③ 後成的適応の四段階モデル

適応過程は段階的なもので、情報過程とエネルギー過程を含んでいる。短期的には機能システムの順応が、長期的には適応（後成性適応）が発生する。こうした適応過程には四つの段階が確認できる⁷：



図5：持久性パフォーマンストレーニングにおける適応の時間経過

この段階では、クレアチンリン酸貯蔵とグリコーゲン貯蔵が拡大する。短時間のインテンシブな（解糖系の）トレーニング刺激後には、クレアチンリン酸貯蔵(KP)が増大し、長時間の無酸素有酸素トレーニング後には、筋グリコーゲンが増加する。エネルギー貯蔵は、種目固有の負荷によって汲みつくされてはじめて拡大する。たえざるエネルギー枯渇は生体に、貯蔵の拡張を強制する。KP貯蔵の増大に作用するトレーニング負荷は反復されたインテンシブな6秒の負荷である。これに対して、グリコーゲン貯蔵の拡張は、60分以上の無酸素有酸素負荷、あるいは、120分以上の有酸素負荷を必要とする。60分以下の負荷は僅かな拡大しか結果しない。10秒以上の負荷による、シリーズでのスプリントトレーニングは、KP貯蔵の増大には長すぎ、典型的な解糖系負荷とはならない；負荷持続時間は長すぎるということになる。

これ以外のエネルギー貯蔵形式がトリグリセロイドで、その拡大には極限に近い持久性負荷が必要で、数時間の有酸素持久性負荷だけが筋内脂質貯蔵を増大させる。それによって、種目ごとで必要なスピードをながく維持

る。環境変動を意図的に作り出し、生体システムの動的平衡に若干の攪乱を生じさせ、それに対する適応過程を促す。この代謝的な適応を繰り返すことで、後成的適応を促す。

トレーニング過程の基礎となっているこうした適応についての理解によって、生体の適応可能性の拡張原理がより明確に意識されることになった。ジュニア期から始まる長期の育成システムをはじめとして、人間の持っている運動能力は、動的平衡の攪乱を通した、より高いレベルでの適応過程をとおして開発されるのである。

第一適応段階：運動操作プログラムの変更

種目特性に対応した負荷がかかると、余分な動作が縮減される（運動学習）。種目固有の運動操作プログラムを構成している速筋と遅筋の挙動が要求に対応したものになる。選手は、1-2週間のトレーニングの後に、種目ごとの動作が簡単で流れるようになってきたことに気づく。ランニングスタイルの改善によって、2-5 ml/kg/minの酸素が節約できるようになる。トレーニングにもっとも素早く反応するシステムが心拍数で、8日のトレーニング後に有意に低減する。この段階では、器官間の平衡状態（ホメオスタシス）が安定し、運動操作プログラムは、目的的な負荷克服に対応するようになる。筋酵素であるグリコーゲン合成酵素の活性によって、グリコーゲン貯蔵が拡大する。負荷はそれによって、質と速度を長く維持することができる。エネルギー欠乏も小さくなり、回復時間も短くなる。この段階は7から10日を要する（図5）。

第二適応段階：エネルギー貯蔵の拡張

この段階では、クレアチンリン酸貯蔵とグリコーゲン貯蔵が拡大する。短時間のインテンシブな（解糖系の）トレーニング刺激後には、クレアチンリン酸貯蔵(KP)が増大し、長時間の無酸素有酸素トレーニング後には、筋グリコーゲンが増加する。エネルギー貯蔵は、種目固有の負荷によって汲みつくされてはじめて拡大する。たえざるエネルギー枯渇は生体に、貯蔵の拡張を強制する。KP貯蔵の増大に作用するトレーニング負荷は反復されたインテンシブな6秒の負荷である。これに対して、グリコーゲン貯蔵の拡張は、60分以上の無酸素有酸素負荷、あるいは、120分以上の有酸素負荷を必要とする。60分以下の負荷は僅かな拡大しか結果しない。10秒以上の負荷による、シリーズでのスプリントトレーニングは、KP貯蔵の増大には長すぎ、典型的な解糖系負荷とはならない；負荷持続時間は長すぎるということになる。

できるようになる。負荷内容（主たる刺激作用の種類，専門トレーニング法）は，エネルギー貯蔵の変化に決定的である。この適応段階では筋繊維の強度が変化するが，トレーニング刺激が抵抗を強調したものである場合だけである。筋は補助的に力刺激（よりおおきな抵抗）によって負荷をかけられると，強度が増し肥大する。収縮過程に関与するプロテイン（アクチン，ミオシン，トロポニン）は，強度と抵抗に対応して再構成され，種目固有の力持久性要求によりよく対応できるようになる。この筋プロテインの新形成は，トレーニングによって分解され消費された古いプロテインの量によって決定される。第二適応段階では，反復的なエネルギー欠乏と筋構造の消耗が主たる負荷刺激となる。

第三適応段階：制御されたシステムと構造の最適化

この段階では，再構成され新形成された筋構造と種目ごとの要求の間の最適化がおこり，順応，再生，適応の結果として，機能システムと荷重された筋構造の作動条件が改善される。筋は，より高いレベルでの負荷が可能になり，種目ごとのパフォーマンス能力も向上する。器官系，とりわけエネルギー系の器官系に支援をうけられるようになる。代謝における調節経験によって要求に対応できるようになり，速筋と遅筋の作動は種目特性に応じて目的的に利用される。神経操作による筋適応性は，収縮構造とエネルギー提供システムのレベルで向上する。

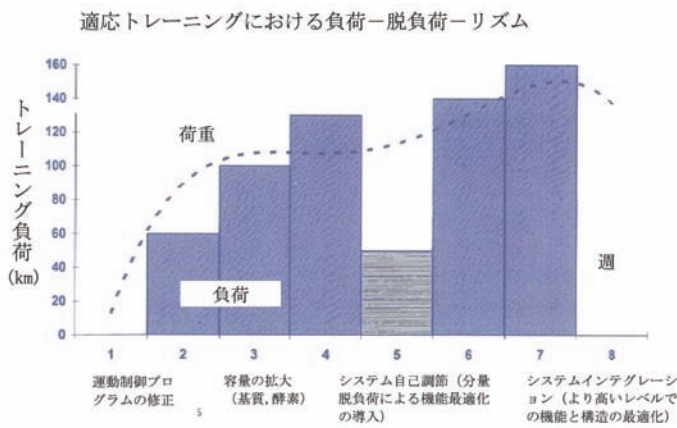


図6：パフォーマンストレーニングにおける適応経過。約三週の負荷増強後，脱負荷が行われ，それによってさらなる負荷増強がパフォーマンス生理学的に可能になる。

三週から四週目（20-30日）の適応は，全体負荷を低減することによる新しい筋構造の機能の最適化が容易になるトレーニング構成，つまりエネルギー面の脱負荷を必須である（図6）。インテンシブな短時間負荷と長時間の回復時間をともなった試合も実施できるが，約一週間の負荷の低減が必要である。トレーニング負荷の周期構成の時にもっとも重要なポイントである。図では，システムの自己調節と表現されているが，その内容はトレーニング分量（ボリューム）の低減であり，それによって機能の最適化が誘引される。これを怠ると，最適化は進まず，再生や回復のタイミングを逃すことになり，トレーニングの成果が得られないことになる。

第四適応段階：階層システムのコーディネーション

適応には，これ以外のいろいろな機能システム，中枢神経系，植物神経系，呼吸系，代謝系，ホルモン系，免疫系などが関係しており，それらシステム間の同調した機能が適応を促す。適応は，新しく構造化されたシステムが種目ごとの筋において，調和されることを前提としている。

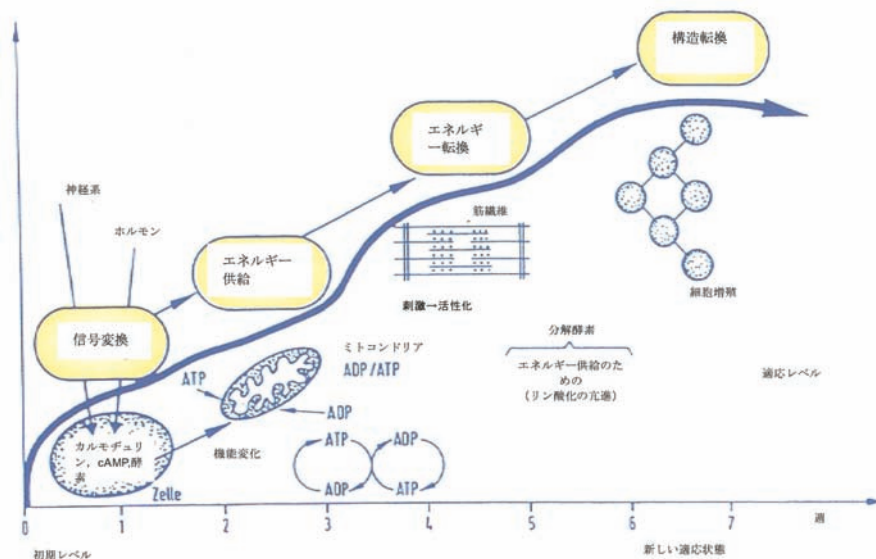


図7：持久性トレーニングにおける筋細胞レベルの適応過程

筋に作用する中枢プログラムは，応答の自由度をもつようになる。中枢神経系と末梢との機能同調は時間依存過程であり，約二週間続き，適応トレーニングの30日から40日の間におこる。負荷は，形態機能的なものだけではなくて，心理

的なものでもある。

上記述した適応過程は、トレーニングのなかで重層的に進行しますが、はやくても4-6週間のパフォーマンストレーニング後に、新しい適応段階に達することができ、機能と構造の同調した相互作用に現れる(図7)。

上述した適応モデルは、持久性指向トレーニングを対象としたものである。適応の時間を考慮しないことがスポーツトレーニングの理論や実践の中で頻繁にみられる間違いの一つである。適応は時間のなかで進行し加速(短縮)することはできない。約6週間のトレーニングの後に特定の適応段階に達するので、負荷も高められなくてはならない。達成した適応状態が高いレベルになればなるほど、選手は、残存する負荷刺激のときにパフォーマンス能力が低減する危険も増す。

3.2.2.4. 四つの機能システムの適応過程について

スポーツ活動が負荷と荷重の発生によって、生体の動的平衡を攪乱するのであるが、それによって機能システムは代謝的な適応と後成的な適応という形で変化する。スポーツ活動を、行為としての身体の位置変化として記述する運動-動作学の立場と運動行為の質的な変化、生体の機能システムの質的な転換として記述するトレーニング学のパフォーマンス理論の立場との違いが明確になった。トレーニング学をパフォーマンスの洗練に向けた指導のための実践学と捉えるならば、この点に特に留意することが必要である。生体が複合的な機能システムの相互作用の上に成立する動的なシステムであること、絶えずその動的平衡を乱しつつ、より質的な高いレベルの適応性を持つシステムに変化していくこと、こうしたシステム統合過程を視野に入れることが必要である。前報で示したパフォーマンス構造モデルに対応して、図8には、構造発達の全体を視野に入れるためのモデルが示されている。

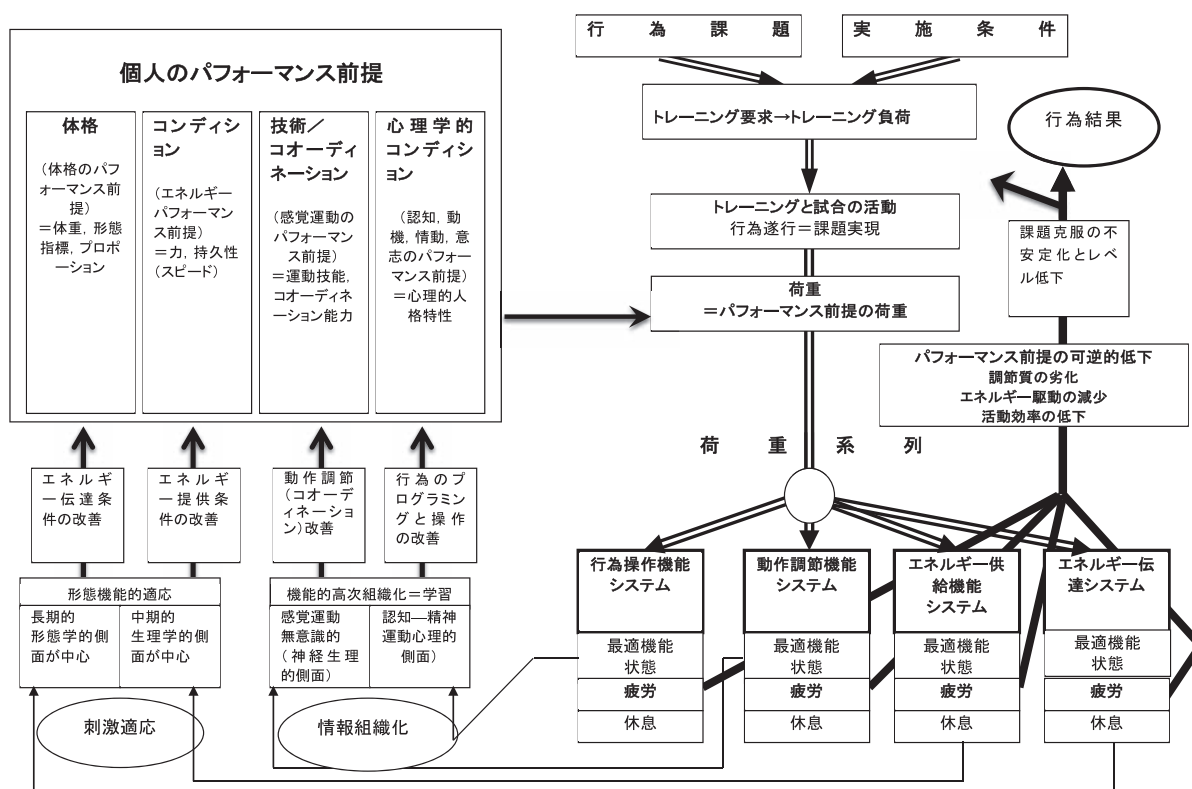


図8：スポーツ活動の機能モデル

右下に示されているように四つの機能システムのうち行為操作と動作調節の機能システムでは、情報の処理と結合・統合(カップリング)ー個人内での情報カップリングと環境とのカップリングーが重要で、いわゆる運動学習と言われている機能的な高次組織化としての情報組織化である。この組織化は動作調節機能による(運動)学習と最高次の行為調節からなっており、神経系の質的な変化(“回路構成”, より高次に組織された多重のフィードバックをもったネットワーク化, 事前情報処理など)が基礎となっている。エネルギーの供給と伝達システムでは、エネルギー過程が決定的な働きをし、スポーツ活動での変化を導く基礎が形態-機能的適応としての刺激

適応である。スポーツ活動の負荷－荷重効果によって、次の四つのパフォーマンス前提とその相互関係が発達する（図8の左側）。1. 行為・行動のプログラミングと操作の改善, 2. 動作調節の改善, 3. エネルギー提供条件の改善, 4. エネルギー伝達条件の改善

図8は2008年版で初めて示されたモデルであるが、部分的な改変が加えられている。その中でも、特に注目すべきところは、「刺激適応」という用語は、「超（過）補償」という用語に代わって、2011年版から採用されているという点である。こうした用語や考え方は1980年代前半に論文などで示されていたものであるが、30年にわたる検証を踏まえて、教科書の記述に初めて登場することとなった。トレーニングの基礎原理として一般に受け入れられている「超補償」という考え方の転換がはかられており、この点についての詳細な資料分析が必要である。

1 Schnabel, G., Harre, D., & Krug, J. (Hrsg.): Trainingslehre – Trainingswissenschaft, 3. aktualisierte Auflage, Meyer & Meyer Verlag, 2014

2 Neumann, G., Pfuetzner, A., Berbalk, A. : Optimiertes Ausdauertraining, 7. Auflage Meyer & Meyer Verlag, 2013, S.33

3 同上, S.32

4 同上, S.34

5 アクチャル順応の位相

アクチャル順応は、パフォーマンス要求に対する生体反応である。順応状況のなかで、生体の機能システムは、パフォーマンス要求を克服する試みる。機能順応の規模はパフォーマンス要求、トレーニング負荷の種類、強度、持続時間に左右される。トレーニングによって引き起こされた分解過程はその絶えざる反復によって、生体の再生に影響し、生体の再生は達成した適応の高さを決定する。

再生（回復）の位相

再生の位相では、負荷－荷重調節によって攪乱された平衡状態（ホメオスターシス）が身体機能のなかで再構築される。再生は、個々のシステムで異なるスピードで経過する。再生時間（休息）のなかで分解過程がはどまる。消費されたエネルギーストックが充填され、消耗した細胞組成が再構成され、免疫システムは再び機能準備性をもつようになり、心理面が解緊される。短い再生後の負荷継続は適応過程を遅延させてしまい、生体は、トレーニング刺激よりも、疲労の克服と多く対峙しなくてはならなくなる。

適応の位相

規則的で、数週間にわたるトレーニングによって、より高い負荷荷重レベルが発達する。特徴的な点は、負荷条件での機能順応が、再生過程の進行と漸次的に大きくなる適応という土台の上で進行するという点である。トレーニングのなかで、再生過程と攪乱克服状態がひろがっており、これらをまとめて適応過程といわれる。器官や機能システムの適応は、トレーニング刺激の強度を減弱し、より高い身体的なパフォーマンス能力に対する基礎となる。

6 綿引勝美, 高橋日出二, 上田憲嗣訳, Hartmann, C.: 初歩の動作学－トレーニング学, Lehmanns, 2014, S.91-94

7 2の前掲書, S.38-44

8 Stark, Gottfried: Zur Weiterentwicklung des Trainings der akrobatischen Sportarten und Disziplinen, Dissertation zur Promotion B, Eingereicht an der Deutschen Hochschule fuer Koerperkultur Leipzig, 1978

An Introductory Theoretical Approach on the Developments of the Applied Training Science in the GDR (4)

WATAHIKI Katsumi

The aim of this paper as a fourth literature review is to discuss the theoretical problem, especially central categories of the independent applied training science (Trainingslehre – Trainingswissenschaft) in the GDR. Sport training is connected to objectives that are related to the development of sport performance capacity or to the presentation of sport performance, especially in athletic competition. Chapter 2 “Performance structure, performance capacity, and performance development” in the textbook “Trainingslehre–Trainingswissenschaft” (2014) discusses central categories of training science.

In this article, a theme called the development of sport performance is discussed. The standard of sport performance is raised primarily by training and competition. Sports training causes various reactions in the body which represent demands on it. Load can be seen as the sum of all external events affecting a person which change physical and psychological functions. Because of that the sporting load leads to an internal load of the total organism. All high and repetitive psychophysical demands must be interrupted by breaks. The length of the break is determined by the amount of residual tiredness. The successful handling of load always means an increase in the degree of load tolerance. The deciding factor for higher load tolerance in sport is the adaptation achieved through training, which requires longer than generally thought. Before adaptation takes place (after four to six weeks) various phases of changed state in the body must be gone through. These three phases are: Current adjustment, Regeneration (Restoration) and Adaptation.

The aim of the organism’s adaptation is to reduce internal taxing and to make use of the taxed functions to deal with load as economically as possible. Before adaptation can take place, the organism has to be forced to make regular adjustments in its functional systems over longer periods of time. The structure which is most taxed in sport and also the first to adapt is the muscle. With a mass of 23 to 28kg the muscular system is the largest organ. Training of biomotor abilities is directed to the muscular system first. According to current findings, adaptation takes place gradually and can be divided into four stages

- 1 st stage of adaptation : changes in the movement programme
- 2 nd stage of adaptation : increase in size of the energy stores
- 3 rd stage of adaptation : optimization of regulated systems and structures
- 4 th stage of adaptation : co-ordination of systems influencing performance