

「トレーニングの原理・原則」に関する一考察

著者	齋藤 健治
雑誌名	名古屋学院大学論集 医学・健康科学・スポーツ科学篇
巻	5
号	1
ページ	1-14
発行年	2016-10-31
URL	http://doi.org/10.15012/00000779

〔原著〕

「トレーニングの原理・原則」に関する一考察

齋藤健治¹

要 旨

「トレーニングの原理・原則」は、多くの研究成果や実践成果をもとに築かれた、トレーニング科学理論における基礎的法則であり、多数の著書、解説書の中で記述されている。しかし、「原理・原則」の個々の項目については、著者や研究者のとらえ方が多様で、統一された法則として記述されているとはいえない。本研究では、「原理」および「原則」の意味を確認したうえで、機能的適応に関するRouxの法則を出発点として、「命題論理の意味論」的に「トレーニングの原理・原則」を整理した。その結果、原理として「可塑性」「低減性」「適時性」「特異性」を、原則として「過負荷」「漸進」「反復」「個別」「専門」「全面」を配置することが妥当であると考えられた。

キーワード：トレーニング、原理・原則、命題論理、意味論、機能的適応

はじめに

体力トレーニングやスポーツトレーニングの理論の枠組みは、スポーツ生理学などの基礎的分野で明らかにされた科学的知見をベースとして構築されたものである。それら理論的枠組みに、応用的研究や現場でのトレーニング実施経験の知見が加わり、現在の理論が体系化されたといえる。トレーニングとは「一定の目標に到達させるための実践的教育活動」[16]であるため、その理論は「普遍」である一方で、個々に対応することを強く要請された「特殊」な成果、知見の集まりでもある。したがって、その体系は整然堅牢としたものというよりは、むしろ常に新しい知見や考えを受け入れる柔軟な体系といえる。とはいえ、その体系の基本的な部分は、前述のように多くの経験（基礎、応用実験を含めた）をもとにした帰納的推論により裏打ちされた説であり、中でも、「トレーニングの原理・原則」は、多くの研究者・実践者が、研究や実践を展開する際の拠り所とする根拠的理論である。つまり、種々の新たな理論、実践論が展開されようとも、それらは、常に「トレーニングの原理・原則」と呼ばれる基礎的理論に支持されている。そのため、多くの著書、解説書等のスポーツトレーニング

1 名古屋学院大学スポーツ健康学部

Correspondence to: Kenji Saitou

E-mail: saiken@ngu.ac.jp

Received 1 July, 2016

Accepted 20 July, 2016

に関する著述には、「トレーニングの原理・原則」が、理論の基本として必ず記述されている。

しかし、その記述はトレーニング論の根本理論でありながら必ずしも統一されていない。例えば、高等学校保健体育の教科書「現代高等保健体育」[32]では、
「練習やトレーニングによって技能や体力を向上させるためには、それまでにおこなっていた運動より難度や強度が高い運動をおこなう必要があります。これをオーバーロード（過負荷）の原理といいます。脳や筋肉は環境の変化に適応して自分をつくり変える能力（可塑性）が高いので、（中略）。またこの適応のしかたは動作パターンや負荷条件に対応した性質（特異性）を示すことをふまえ、練習やトレーニングを考えることが重要です。」

と記されており、「過負荷」を基本原理とし、「意識性」「個別性」「全面性」「反復性」「漸進性」を原則として紹介している。

その一方で、「トレーニング科学」において船渡 [7] は、Rouxの法則、1) 活動性肥大の原則、2) 不活動性萎縮の原則、3) 長期にわたる機能向上制限による器官の特殊な活動能力減退の原則、を引き合いに出したうえで、

「身体トレーニングにおける、ある一定の強度（閾値）を越えた機能に対する刺激をオーバーロード（overload, 過負荷）といい、これに関する三大原理（特異性、可塑性、適時性）やトレーニングの五大原則（全面性、個別性、意識性、反復性、漸進性）は、このルーの法則に基づいて発展させた考え方である。」

と述べている。また、大橋 [23] は「トレーニング科学」の中で同様にRouxの法則を引いたうえで、「過負荷」「特異性」「個別性」「可逆性」をトレーニングの原則の一例として記している。海外における研究者のとらえ方も異なっており、例えばAmmannら [1] は、「特異性」「過負荷」「漸進性」「初期値」「可逆性」「低減性」を六つの原理として紹介している。

これらの例のように、「トレーニングの原理・原則」については、研究者、著者によってその記述に差異が見られ、研究者や著者の経験に基づいた主観、現場におけるトレーニングに対する思いやこだわりが影響している感は否めない。ここに紹介したような差異が、現場においてトレーニングを実施するうえで何らかの問題を引き起こすことはないとしても、トレーニングの理論体系として合理的に整理することは、この学問分野の存在意義を高めるうえでも必要であると考えられる。

「トレーニングの原理・原則」に関する記述の統計的概観

表1および下表に、著書、教科書に記述されている「トレーニングの原理・原則」について、また図1に、それぞれの「原理・原則」の記述回数を参考著書数16の中での「出現率」を示した。合わせて、「原理」として記述される割合も示した。時代をさかのぼると、「原理」として記述される項目はなく、当初「原則」として記述されているものが、徐々に「原理」として記述されることが増えたり、「原理」と「原則」を分けて説明する記述が一般的になったりしたようである。また、英文書でのprincipleが、和訳の際に「原理」と訳されたり、「原則」と訳されたりというバラツキも散見された。記述数が多い（出現率が60%以上）項目は「個別性」「漸進性」「全面性」「特異性」「過負荷」であった。その中で、「原

表1 トレーニングに関する著書における「原理・原則」の記述

書名	著者	発行年	原理				原則						
			なし	漸進性・ 連続性・ 逐次性	漸進性	周期性 (期分け)	全面性	意識性	漸進性	反復性	視覚教育	個別性	
1 スポーツマン教科書	Ozolin, Romanov (岡本) [24]	1966	なし				なし	漸進性	反復性	視覚教育	個別性		
2 スポーツコッチング学	Martens (大森・山田) [18]	1981	なし				特異性	漸進性	適応低減	バリエーション	可逆性	個人差	
3 運動とからだ	朝比奈一男 [2]	1981	なし				過負荷	漸進性	運動順序	特殊性			
4 現代体育・スポーツ体系 8 トレーニングの科学	金子公有 [16]	1984	過負荷	特異性			なし	漸進性	反復性	個別性			
5 スポーツトレーニング教 本	窪田登 [17]	1986	なし				SAID	漸進的過負荷	個別性	意識性	全面性	超回復	
6 スポーツ・トレーニング 理論	村木征人 [19]	1994	一般性	専門性	漸進性・ 連続性・ 逐次性	波状性	周期性 (期分け)	なし					
7 公認スポーツ指導者養成 テキスト	日本体育協会 (戸辺) [30]	2005	過負荷	特異性	可逆性	適時性		全面性	意識性	漸進性	反復性	個別性	
8 競技力向上のトレーニン グ戦略	Bompa (尾縣・青山) [3]	2006	意識 性・積 極性	全面性	専門性	個別性	モデルン ク	なし					
9 最新スポーツ科学事典	日本体育学会 (坂井) [27]	2006	なし					漸進性	漸進性	漸進性	漸進性	波状性	
10 トレーニング指導者テキ スト実践編	日本トレーニン グ指導者協会 (長谷川) [9]	2009	超回復 モデル	フィットネス -疲労理論				期分け	個別化	積極性	漸進性	全面性	専門化
11 スポーツ・健康科学	樋口満・福永哲 夫 [6]	2009	過負荷	特異性	可逆性			過負荷	特異性	個別性			反復性・周期 性
12 トレーニング科学ハン ドブック	トレーニング科 学研究会(金久) [15]	2009	過負荷	特異性	可逆性			意識性	全面性	専門性	個別性	漸進性	反復性・周期 性
13 筋力トレーニングの理論 と実践	Zatsiorsky, Kraemer(関子) [34]	2009	なし					過負荷	特異性	個別性			
14 スポーツ生理学からみた スポーツトレーニング	Hoffman (福林・ 小西・佐藤) [12]	2011	なし					特異性	過負荷	漸進性	個別性	収獲適 減性	可逆性
15 トレーニング科学	船渡和男 [7] 大橋二郎 [23]	2011	特異性	可逆性	適時性	上位概念として「過負荷」		全面性	漸進性	反復性	意識性	個別性	
16 現代高等保健体育	和唐正勝他 [32]	2014	過負荷	(可逆性)	(超回復)	(特異性)		意識性	個別性	全面性	反復性	漸進性	

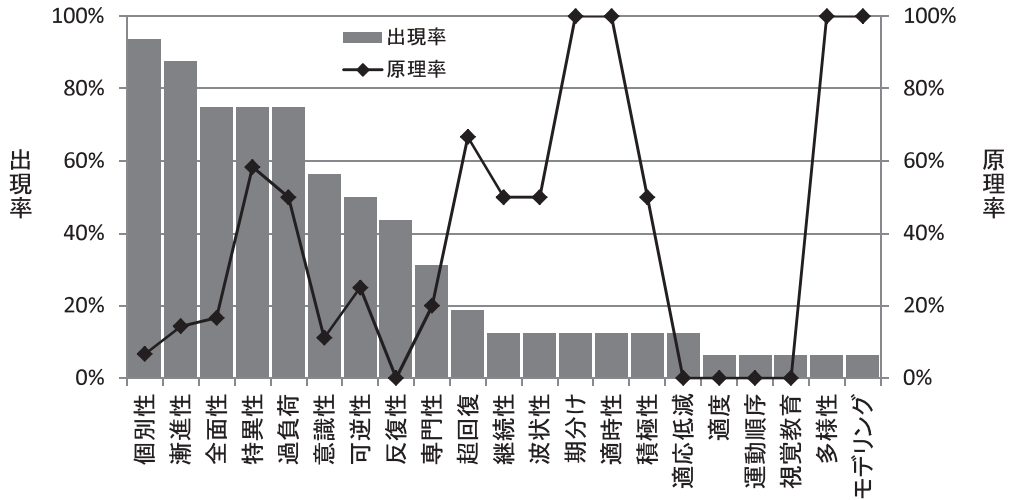


図1 トレーニング関連著書における「原理，原則」としての出現割合と「原理」として記述される割合

理」として記述されることが多かったのは「特異性」(58%)と「過負荷」(50%)であった。

「原理」, 「原則」の意味

広辞苑 [21] によると、「原理」とは、「①ものの拠って立つ根本法則。認識または行為の根本にあるきまり。②他のものがそれに依存する本源的なもの。世界の根源，ある領域の事物の根本要素」とある。一方、「原則」とは、「①他の諸命題がそこから導き出される基本の命題。②人間の活動の根本的な規則。基本的なきまり。原理とほぼ同義に用いられるが、原理はむしろ存在の根拠を意味する」とある。

また、「哲学・思想事典」によると、「原理」とは、「哲学や数学において学問的議論を展開するとき、初めに置かれるべき言明」である [13]。歴史的に最初の証明的な学問の例といわれるユークリッド原論では、その冒頭で「定義」、「公準（要請）」、「公理（共通概念）」などの諸原理を前提として推論を展開している [13]。

例えば、

定義1：点とは部分をもたないものである

定義2：線とは幅のない長さである

などの定義にはじまり、

公準1：任意の点から任意の点へ直線を引くこと

公準2：および有限直線を連続して一直線に延長すること

などが要請され、

公理1：同じものに等しいものはまた互いに等しい

公理2：また等しいものに等しいものが加えられれば、全体は等しい

などの共通概念が公理として記されている [20]。ここでの「公理」と「公準」の区別は後になくなり、後世では「公理」にまとめて考えられているが [14]、いずれにしても、これらのような前提命題の集まりを公理系（132個の定義、5個の公準、5個の公理）として、幾何学を中心とした468の命題が演繹的に証明されている。

このような典型例が示しているように、数学においては、原理は自明なる真理または単なる仮定であり、かつ推論の出発点に位置づけられるものである。そして、演繹的に推論を展開することにより、新たな定理を導き出すことができるものである。

自然科学においては、一般的に、実験・観察結果の帰納的推論から何らかの帰結としての「仮説」が導かれる。この「仮説」を導く一連の流れは、「仮説演繹法」と呼ばれる [29, 31]。「仮説演繹法」の手順・流れは次のようである。何らかの観察、実験などにより得られたデータをもとに帰納的推論を通して「仮説」が立てられる。そして、この「仮説」をもとにした演繹的推論により「予言」が導かれ、「予言」を確かめるべく「実験・観察」がおこなわれる。最終的に、「実験・観察」の結果により「仮説」が「検証」あるいは「確証」される。これらの作業が多くおこなわれ、「仮説」の確かさがあるレベル以上に達すると、「法則」と呼ばれるようになる¹⁾。さらに、この「法則」がより本源的なものであれば、「原理」と呼ばれるようになるかもしれない。そして、この「原理」をもとに、より新たな「法則（定理）」が演繹的に導かれることもある。

このような手続きで発見される法則は、根本的なものから先に発見されるとは限らず、最初は根本原理だと考えられていたものが、後にそうではないことが明らかになることもある。また、ケプラーの法則やガリレオの法則から総合的に導かれたニュートンの法則のような第一原理とみなされる法則を、後世にさらに根源的な観点から説明する原理が見つかることもある [28]²⁾。

このように、「原理」は理論体系の「根本」「根源」「本源」、あるいは、推論の出発点としての「仮定」であることもあれば、実験・観察により帰納的に得られた「仮説」であることもある。そして、推論の出発点でありながら、それより根源的な「原理」が潜在する可能性があり、それが将来発見される可能性もある。一方で「原則」とは行動規範であり、「行為の根本にあるきまり」としての「原理」から導かれるものである。つまり、「原則」は「原理」によってその存在の根拠が示されるものである。

「トレーニングの原理・原則」を考える

(1) 機能的適応と「可塑性」

「トレーニングの原理、原則」は、Rouxによる「機能的適応」に関する知見 [25] を根拠としている [7, 11, 16]。

Roux, Wilhelm (1850-1924) は、ドイツの解剖学・発生学者であり、形態学が記載科学であった時代に、実験的方法を取り入れた「因果的形態学の開拓者」といわれている [26]。彼は、形態の発生の原因をつきとめる初期の研究の中で、血管系の発生が、主として機能的要請に対する直接の適応として決定されることを示した。例えば、血管内膜は血流の抵抗をできる限り小さくするように適応が起こり、筋層は圧の増加に反応して肥厚するといった適応が起こる、などである。彼はこのような

実験的発生学の研究を通して、ヒトの骨格筋や骨などの機能的適応に関する成果も公開している[25]。

スポーツ科学の分野では、Rouxの機能的適応に関する研究成果をトレーニング刺激に対する身体の適応ととらえ、以下のような「Rouxの法則」としてトレーニング理論の根拠的理論に位置づけた[7]。

①活動性肥大

②不活動性萎縮

③長期にわたる機能向上制限による器官の特殊な活動能力減退

これら三つの法則は、Rouxの発生機構学的実験を通して帰納的に得られた「仮説」であり、その後、多くの研究者の追試により確かめられ「法則」のレベルまで強化（確証）された命題である。

一般には、仮説から具体的で検証可能な予測や帰結が演繹される時、仮説だけから演繹されるのではなく、仮説と初期条件（あるいはその他の条件）との連言から演繹される[31]。したがって、ここでの帰結とは「適応」の結果としての「肥大」「萎縮」「能力減退」といった現象であり、仮説は、「刺激を加えれば適応（肥大）する」「刺激がなければ適応（萎縮）する」「過度な刺激で適応（能力減退）する」である。そして、条件は、「刺激を加えた」「刺激がない」「刺激が過度」と設定できる。これら適応に関する法則を、命題論理の論理式で記述すると、連言（かつ）を「 \wedge 」、含意（ならば）を「 \rightarrow 」として、

(機能的適応の仮説 \wedge 条件としての刺激) \rightarrow 帰結としての適応 (1)

と表すことができる。つまり、法則のそれぞれは「適応性」と「条件」との連言から演繹されたものである。Rouxの法則のそれぞれを論理式に表現し直すと、

(刺激を加えれば適応（肥大）する \wedge 刺激を加えた) \rightarrow 肥大 (2)

(刺激がなければ適応（萎縮）する \wedge 刺激がない) \rightarrow 萎縮 (3)

(過度な刺激で適応（能力減退）する \wedge 刺激が過度) \rightarrow 能力減退 (4)

となる。これらはmodus ponensの論証であり、つまりトートロジー（妥当な演繹的推論、結論は常に真、恒真関数）である。

ここで、適応のそれぞれを、

定義1：刺激が加えられて適応することを「可塑性³⁾」という。

定義2：刺激がなければ適応することを「可逆性」という。

定義3：過度な刺激で適応することを「疲労性」という。

のように定義し、また、初期条件のそれぞれを、

定義4：刺激を加えることを「負荷」という。

定義5：刺激がないことを「無負荷」という。

定義6：刺激が過度であることを「過負荷⁴⁾」という。

のように定義すると、上式 (2) ~ (4) は、

(可塑性 \wedge 負荷) \rightarrow 肥大 (5)

(可逆性 \wedge 無負荷) \rightarrow 萎縮 (6)

(疲労性 \wedge 過負荷) \rightarrow 能力減退 (7)

となる。ここで、「可逆性」を「可塑性」の負の性質、「疲労性」を「可塑性」の性質の一つととらえると、「可塑性」でまとめることができ、したがって、

(可塑性 \wedge 負荷) \rightarrow 肥大 (8)

(可塑性 \wedge 無負荷) \rightarrow 萎縮 (9)

(可塑性 \wedge 過負荷) \rightarrow 能力減退 (10)

となる。

以上のように、「可塑性(可逆性, 疲労性)」は負荷の強度に合わせたいくつかの適応のしかた(肥大, 萎縮, 能力減退)を含意する総合的仮説という意味において、また実験・観察の繰り返しにより「仮説」が強化された「法則」であるという意味において、トレーニング理論に関する推論の出発点としての「原理」に位置づけるのが適当といえる。それに対し、「条件」として配置した「負荷」「無負荷」「過負荷」は、実験・観察を通して帰納的に導かれる「仮説」ではなく、「実験を規定する条件」の一つであるということ、そして帰結を導き出すための根本的な規則、基本的なきまりであるということから、「原則」と位置づけるのが適当といえる。

さらに、上記の条件「負荷」「無負荷」および「過負荷」は「負荷(刺激)のバリエーション」ととらえることができることから、また、「萎縮」「能力減退」は「肥大」の負の性質、バリエーションととらえることができることから、Rouxの法則を表す式(8)~(10)は次のようにまとめることができる。

(可塑性 \wedge 負荷) \rightarrow 肥大 (11)

一方で、式(5)~(7)をトレーニングのための仮説(原則)と条件(原則)に、そして帰結を「肥大」に置き換えると、

(可塑性 \wedge 負荷) \rightarrow 肥大 (12)

(可逆性 \wedge 反復) \rightarrow 肥大 (13)

$$(疲労性 \wedge 休養) \rightarrow 肥大 \quad (14)$$

となる。ここで、式 (14) の「肥大」とは、狭義の肥大ではなく、トレーニングの帰結としてのポジティブな意味を表している。そして式 (8) ~ (10) と同様な考え方から、

$$(可塑性 \wedge 負荷) \rightarrow 肥大 \quad (15)$$

$$(可塑性 \wedge 反復) \rightarrow 肥大 \quad (16)$$

$$(可塑性 \wedge 休養) \rightarrow 肥大 \quad (17)$$

とすることができる。

(2) その他の原理・原則

式 (5)~(7), あるいは式 (8)~(10) における, 「萎縮」を促す「無負荷」や故障を引き起こす様な過度な負荷である「過負荷」は, トレーニングの条件としては通常設定されないため今後の議論では省く。ここからは, 「特異性⁵⁾」「漸進性」「反復性」「個別性」「全面性⁶⁾」などの, 表1や図1で取り上げた原理・原則を含めて検討する。

トレーニングの観点から演繹されるべき帰結 (期待される効果) をこれまでと同様「肥大」とすると⁷⁾, 上述と同様, 「仮説」になるものと「条件」になるものを区別すればよい。「仮説」とは何らかのデータから帰納され, 「予言」を演繹する命題であることから, Rouxの研究成果にならって, 筋がもつ性質を取り上げるのが適切である。つまり, 上記の原理・原則の中では「特異性」がそれに相当する。一方, 「漸進性」「反復性」「個別性」「全面性」はその言葉の意味から, トレーニングの「規則・きまり」, つまり「特異性」のような仮説と連言する「条件」として配置するのが適当である。すると, 式 (11) をもとにして, トレーニング効果としての「肥大」を帰結として導く推論は, 「適応低減性 (低減性)」と「全面性」の対概念としての「専門性」を導入すると,

$$(低減性 \wedge 漸進) \rightarrow 肥大 \quad (18)$$

$$(可逆性 \wedge 反復) \rightarrow 肥大 \quad (19)$$

$$(適時性 \wedge 個別) \rightarrow 肥大 \quad (20)$$

$$(特異性 \wedge 専門) \rightarrow 肥大 \quad (21)$$

$$(特異性 \wedge 全面) \rightarrow 肥大 \quad (21')$$

と表すことができる。上式はそれぞれ,

(18) 低減性があるならば負荷の漸進 (漸増) で肥大が生じる

(19) 適応の可逆性があるならば負荷の反復で肥大が生じる

(20) 適時性があるならば個別の負荷で肥大が生じる

「トレーニングの原理・原則」に関する一考察

- (21) 特異性があるならば専門的な負荷で肥大が生じる
- (21') 特異性があるならば全面的な負荷で肥大が生じる

のような意味を含んでいるが、さらに、その意味を掘り下げると、

- (18) 適応低減性があるので、負荷を漸進（漸増）しなければトレーニング効果が得られなくなる
- (19) 適応の可逆性があるので、負荷を反復しなければトレーニング効果が消失する
- (20) 個々に適応のタイミングがあるので、個々に合ったタイムリーな個別メニューにすることでトレーニング効果が得られる
- (21) 特異性があるため目的に合った、専門的なメニューのトレーニングを取り入れることが重要である
- (21') 特異性があるため限られたメニューではなく、偏りのない幅広いメニューのトレーニングを取り入れることが重要である

ここで、「可逆性」を「可塑性」の特殊な例だと考えられることから式 (19) は

$$(\text{可塑性} \wedge \text{反復}) \rightarrow \text{肥大} \quad (19')$$

と表すことができる。

以上から、「原理」と「原則」について、表2、3のように整理することができる。

表2 トレーニングの原理・原則のまとめ

仮説（原理）	条件（原則）
低減性	漸進
可塑性	負荷
適時性	個別
特異性	専門、全面

表3 表2における可塑性について

仮説（原理）	条件（原則）	
可塑性	可塑性	負荷
	可逆性	反復
	疲労性	休養

おわりに

トレーニングに関する解説書や論文で記載されている「原理・原則」について、その「原理」あるいは「原則」としての妥当性について命題論理の意味論の点から検討したが、議論の対象としなかった原理原則がある。

「超回復」は、現場のコーチングやコンディショニングなどのトレーニング計画立案において重要視されてきたが、実験的に検討した研究はCostillら [4, 5] の水泳選手を対象にしたものが見当てるだけで、確たる裏付けとなる研究成果があるというわけではない [22]。しかしながら、ヒトの身体に、機能的に超回復の性質があるとするなら、上述のように「原理」に配置するのが妥当といえる。「継続性」は、「可逆性」の原理に対応する条件としての「反復性」に近い意味を持つ言葉であるため、「原則」に位置づけるのが妥当である。「期分け」や「運動順序」は「可塑性」「疲労性」「特異性」あるいは「超回復」などの原理を出発点として演繹を繰り返して導かれる項目、トレーニング計画の条件と考えられ、したがって「原則」に配置するのが妥当といえる。「意識性」「積極性」は同様にトレーニングの効率、効果を高めるための条件と考えられることから「原則」に配置するのが妥当である。ただし、これらは式 (1) のような「条件」にするとしても、連言する「原理」を新たに配置する必要がある。

「過負荷」は「特異性」に次いで「原理」として記述されることが多いが、その原因は、「過負荷は、トレーニング実施上の第一義的な注意点である」という考えにあるといえる。しかしながら、例えば柳谷 [33] のように、原理とは「こうすれば、こうなる」、原則とは「こうしなくてはならない」とするなら、言葉の意味から「過負荷」は「原則」と考えられ、「過負荷」を「原理」として配置することは妥当とはいえない。また、筋の「可塑性」や「特異性」などの、実験・観察から帰納的に導かれる「仮説」（これは筋の性質、筋に関する法則のようなものである）と同列に扱うという点においても同様である。

ヒトを対象とする実験的研究は本質的にそうであるが、その中でもトレーニングに関する実験的研究、帰結は、確証度を上げて「すべての～は～である」という形の普遍量化文にしがたい性質がある。被験者の成熟状態やトレーニング前歴、コンディション（栄養状態、睡眠、休養、怪我、病気、やる気）、その他の日常生活など、コントロールしがたいパラメータが不確定要素として影響するためである。つまり、仮説Aを用いた「AならばBである」という命題と、実験結果が「Bである」という命題の連言（かつ）から、「仮説Aは正しい」という帰結を導く演繹が論理的に非妥当な推論であり（帰納）、反証される可能性が高いということである。それは例えば、短時間のスプリント・インターバルトレーニングが、それよりもはるかに時間をかけた持久性トレーニングと同等の効果があるという研究結果 [8] などをもとに、「特異性」を見直す必要があるのではという議論 [10] にあらわれている。今後、トレーニングに関する実験や実践により得られた多くの知見をもとに、トレーニングの原理、原則を妥当な体系に再構築することは、トレーニング理論体系整備のための重要な課題の一つといえる。

注

- 1) 「AならばBである」という予言命題と、実験・観察結果が「Bである」という命題の連言（かつ）から、「仮説Aは正しい」という帰結を導く演繹が論理的に非妥当な推論であるため、実験・観察を繰り返し「Bである」という帰結を帰納的に導かざるを得ない（確証度を上げるしかない）。
- 2) 例えば、最小作用の原理（変分原理）：Kepler, Galileo, Newton等を経て完成された力学を、解析学的に記述し直した解析力学の中でMaupertuisが数学的に導き出した（発見した）原理。物体の運動は、作用積分と呼ばれる量を最小にするような軌道に沿って実現される。したがって、力学はその軌道を求める数学の問題として記述されることとなる。物理学における基礎的原理の一つであり、ニュートンの運動方程式、流体力学の方程式、電磁気学におけるマクスウェルの方程式、ポアソン・ラプラス方程式、統計物理学におけるボルツマン方程式、熱伝導方程式、拡散方程式、量子力学におけるシュレーディンガー方程式、相対性理論におけるアインシュタイン方程式など数多くの方程式が、対応するラグランジアンとこの原理を用いて演繹的に導出される。
- 3) もとは固体力学、材料力学などの分野の言葉で、力を加えた後に永久変形を生じる物質の性質のことをいう。「塑性」ともいう。生理学や神経科学等の分野では脳の神経回路の柔軟なつながりの変化を「脳の可塑性」と表現することがある。
- 4) 「過負荷」は機械、電気・電子分野の言葉で、定格負荷（概ね最大負荷）を越える負荷ということである。そのままトレーニングに当てはめると、「> 100% 1RM (Repetition Maximum)」ということになり、現実的には0~100%の範囲で負荷を表すトレーニング強度の話と齟齬が生じるため、あえて今までの「過負荷」を「負荷」とし、定格を越える負荷について「過負荷」という言葉をあてた。
- 5) 刺激（動作パターンや負荷条件）の種類に応じた適応を示す性質とする。
- 6) 「特異性」の対概念ではない。「特異性」はこの議論の中では筋（適応を示す組織）の性質を指しているが、「全面性」はトレーニングの条件や方法を指す。
- 7) トレーニング効果は「筋肥大」以外に種々あり得るが、話の簡単化のために「肥大」という言葉で代表する。

参考文献

- [1] Ammann, B. C., Knols, R. H., Baschung, P., de Bie, R. A. and de Bruin, E. D. (2014) Application of principles of exercise training in sub-acute and chronic stroke survivors: a systematic review. *BMC Neurol.*, 14, 167.
- [2] 朝比奈一男 (1983) 運動とからだ, 大修館書店, pp. 214-216.
- [3] Bompa, T. O. 著, 尾懸 貢・青山清英訳 (2006) 競技力向上のトレーニング戦略, 大修館書店, pp. 20-37.
- [4] Costill, D. L., King, D. S., Thomas, R. and Hargreaves, M. (1985) Effects of reduced training on muscular power in swimmers. *Phys. Sportsmed.*, 13, 94-101.
- [5] Costill, D. L., Flynn, M. G., Kirwan, J. P., Houmard, J. A., Mitchell, J. B., Thomas, R. and Han Park, S. (1988) Effects of repeated days of intensified training on muscle glycogen and swimming performance. *Med. & Sci. Sports & Exer.*, 20(3), 249-254.

- [6] 福永哲夫 (2009) 健康の保持・増進のための運動・スポーツの理論 (1) ートレーニング概論, 樋口 満・福永哲夫編 スポーツ・健康科学, 放送大学教育振興会, pp. 81-96.
- [7] 船渡和男 (2011) トレーニングとは, 北川 薫編 健康・スポーツ科学テキスト トレーニング科学, 文光堂, pp. 2-17.
- [8] Gibala, M. J., Little, J. P., van Essen, M., Wilkin, G. P., Burgomaster, K. A., Safdar, A., Raha, S. and Tarnopolsky, M. A. (2006) Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J. Physiol.*, 575.3, 901-911.
- [9] 長谷川 裕 (2009) トレーニング計画の立案 (総論), NPO法人日本トレーニング指導者協会編著, トレーニング指導者テキスト実践編, 大修館書店, pp. 26-37.
- [10] Hawley, J. A. (2008) Specificity of training adaptation: time for a rethink? *J. Physiol.*, 586.1, 1-2.
- [11] Hettinger, T. 著, 猪飼道夫・松井秀治訳 (1970) アイソメトリックトレーニング 筋力トレーニングの理論と実際, 大修館書店, pp. 79-91.
- [12] Hoffman, J. R. 著, 小西 優・佐藤真葵訳 (2011) スポーツ生理学からみたスポーツトレーニング 第6章 トレーニングの原則, 大修館書店, pp. 79-83.
- [13] 廣松 渉編 (1998) 哲学・思想事典, 岩波書店
- [14] 彌永昌吉, 赤 攝也 (2012) 公理と証明, ちくま学芸文庫
- [15] 金久博昭 (2009) トレーニングの基礎的概念, トレーニング科学研究会編トレーニング科学ハンドブック, 朝倉書店, pp. 18-27.
- [16] 金子公宥 (1984) I トレーニングの科学, 浅見俊雄・宮下充正・渡辺 融編 現代体育・スポーツ大系第8巻 トレーニングの科学, 講談社, pp. 6-15.
- [17] 窪田 登 (1997) スポーツトレーニング教本, 大修館書店, pp. 22-27.
- [18] Martens, R. 著, 大森俊夫・山田 茂監訳 (2013) スポーツ・コーチング学, 西村書店, pp. 200-202.
- [19] 村木征人 (1994) スポーツ・トレーニング理論, ブックハウス・エイチディ, pp. 161-171.
- [20] 中村幸四郎, 寺坂英孝, 伊東俊太郎, 池田美恵訳 (1989) ユークリッド原論, 共立出版, p1, p2, pp. 489-522.
- [21] 新村 出編 (1998) 広辞苑 第五版, 岩波書店
- [22] 尾縣 貢 (2002) 超回復の原理とトレーニングへの応用, 体育の科学, 52, 186-190.
- [23] 大橋二郎 (2011) トレーニングの条件, 北川 薫編 健康・スポーツ科学テキスト トレーニング科学, 文光堂, pp. 18-27.
- [24] Ozolin, N. G. and Romanov, A. O. 著, 岡本正巳訳 (1966) スポーツマン教科書, 講談社, pp. 19-27.
- [25] Roux, W. (1895) *Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen, Erster Band, Abhandlung I-XII, vorwiegend über Functionelle Anpassung, Leipzig*, pp. 458-722.
- [26] Russell, E. S. 著, 坂井建雄訳 (1993) 動物の形態学と進化, 三省堂, pp 328-347.
- [27] 坂井和明 (2006) トレーニングの原則, 日本体育学会監修 最新スポーツ科学事典, 平凡社, pp. 702-704.
- [28] 篠崎寿夫, 松森徳衛, 吉田正廣 (1991) 工学者のための変分学入門, 現代工学社
- [29] 戸田山和久 (2005) 科学哲学の冒険, NHK出版
- [30] 戸苅晴彦 (2005) トレーニングの進め方, 公認スポーツ指導者養成テキスト共通科目 I 第3章 トレーニング論 I, 日本体育協会, pp. 59-63.
- [31] 内井惣七 (1995) 科学哲学入門, 世界思想社
- [32] 和唐正勝他 (2014) 現代高等保健体育, 大修館書店, pp. 136-156.
- [33] 柳谷登志雄 (2016) トレーニングの原理・原則に照らし合わせて自身のトレーニングを再考しよう, コーチ

「トレーニングの原理・原則」に関する一考察

ング・クリニック6月号, pp. 74-78.

- [34] Zatsiorsky, V. M. and Kraemer, W. J. 著, 関子浩二訳 (2009) 筋力トレーニングの理論と実践, 大修館書店, pp. 3-11.

[Original Article]

A study on the “Principles of Training”

Kenji Saitou¹

Abstract

“Principles of training” is a fundamental theory, which was inducted with the results of many experimental and practical researches, is introduced through many books about sports training. However, the contents of the fundamental theory are described variously. For example, the overload, which is one of the principles or fundamental rule of training, is described as a principle and is described as a fundamental rule. In this study, after confirming the meaning of “principle” or “fundamental rule” and introducing Roux’s law about functional adaptation as the starting point of discussion, the contents of “principles of training” were arranged semantically with propositional logic. As the results, it was logically valid that the plasticity, the reduction of adaptation, the timeliness and the specificity are arranged as the principle, and the overload, the progression, the iteration, the individualization, the specialization and the multilateral are arranged as the fundamental rule.

Keywords: training, principles, propositional logic, semantics, functional adaptation

1 Faculty of Health and Sports, Nagoya Gakuin University