

## 1. スポーツパフォーマンスを決めるもの

かつて猪飼(1973)は、 $P = C \cdot f E(M)$ との回帰式を示し、パフォーマンス(P)が、サイバネティックス(C)の制御系と総体としての化学的エネルギー系(E)及び意欲(M)によって決定される概念を提示した。しかしこの概念はあまりにも包括的過ぎて、いわゆる「心・技・体」という漠然とした概念を生み出し、その複雑な相互作用や関連性を曖昧にしてしまう。

「精神力至上主義」や「体力至上主義」とされる不適切なトレーニング内容の存在がたびたび指摘される背景には、このパフォーマンスを決定するとされる「心・技・体」の相互関係に関わる「共通性」と「個性」との解明が極めて困難であることに起因するものと思われる。このことは、「暴力」や「ハラスメント」などの問題外の行動だけではなく、日常的なスポーツ指導やトレーニングの実施においても「共通して改善される側面」を持つもののその一方で「不必要」で「不適切」な課題や内容を課している可能性も否定はできない。一方、人体の解剖生理学的「共通性」を考えたときは、「身体の経済効率性の高い選手」であれば、例えば不適切なトレーニング課題であっても自身の身体の適応性との関連から課題解決に向けての何らかの肯定的な選択肢を選ぶことができる。

また、発育期のスポーツ実施に関わり、 $\pm 3$ 年とされる成長段階の推定も重要であるが、育成システム上は同学年で異なる指導内容を展開することはある意味で困難である(差別意識の醸成となる?)。

子どもの機能発達の順序性は、一般に男子であれば「10歳までの神経系の発達」「身長 of 急成長期の持久的筋機能の発達」「それ以降の瞬発的機能の発達」という段階を経るとされている。特に身長 of 急成長期に強度の高い運動を反復実施するとスポーツ障害を誘発するとされており、山崎(2001)は、発達段階の暦年と生物学的年齢の違いの問題は、獲得対象とすべき運動スキルの性格とも大きく関連すること。そして、身長 of 急成長期に遅れてスピードやパワーといった筋機能の発達が続くことからトレーニング内容の「適時性」が存在することを指摘した。

ウオンフォートら(2021)は、子どもの運動能力の発達に関わり、旧東欧圏で実施されていた広範な運動の基礎力のカリキュラムの優位性と生物学的な発達段階(暦年齢と $\pm 3$ 年とされ「早熟」「標準」「晩成」と区分される)を考慮したアスレチックスキルモデル(ASM)の重要性を指摘した。

ASN では、(1)運動に楽しさを見いだせること、(2)全体的に良く身体を動かせるようになること、(3)この良く身体が動く人がアスリートに成長すること、(4)このアスリートが一つの競技を専攻すること、(5)最終的にはこのアスリートが先行した競技の専門家になること、と指摘する。

また、システマティックな選手育成に関わり、ヨーロッパでも子どものスポーツ実施に関わる問題が指摘されている。オランダでも、各国と同じように「子どもの体力低下」や「運動不足」が懸念される一方、発達段階を考慮しない運動経験の「早期教育」の弊害も指摘されている。そして、子どもの運動能力の発達に関わり、旧東欧圏で実施されていた広範な運動の基礎力のカリキュラムの優位性と生物学的な発達段階(暦年齢と $\pm 3$ 年とされ「早熟」「標準」「晩成」と区分される)を考慮したアスレチックスキルモデル(ASM)の重要性を指摘した。

確かに ASM の構成要素は優れたものではあるが、植田(2023)が究極の「制約主導アプローチ」と

する子どもの遊びの「ストリートサッカー(ペラダ)」は、きわめて多様なコートサイズ、ゴール形状、サーフェス、ボール規格・人数制限などが存在することが自然な制約主導アプローチ(ドナースポーツ)であることも子どもの発達過程と「子ども文化」の意義を考えるうえでも極めて重要な指摘である。

## 2. パフォーマンスを支えるエネルギー供給系と運動スキル

猪飼の  $P = C \cdot f E(M)$  との回帰式モデルに対し、山崎(1986)は、 $p = s1 \times r1 + s2 \times r2 + s3 \times r3 + \dots + sN \times rN$  という重回帰式を示し、ハイパワー系(ATP-PCr系)やミドルパワー系(解糖系)、ローパワー系(有酸素系)などから構成されるエネルギー供給系(resource)が、それぞれに応じたスキル(skill)と密接に関連してパフォーマンスを決定するモデルを提示した(図1)。

$$Y = \begin{bmatrix} \text{PCr0} \\ \text{PCr1} \\ \text{PCr2} \\ \vdots \\ \text{PCrN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Gly0} \\ \text{Gly1} \\ \text{Gly2} \\ \vdots \\ \text{GlyN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{Mtc0} \\ \text{Mtc1} \\ \text{Mtc2} \\ \vdots \\ \text{MtcN} \end{bmatrix} \left\{ \begin{bmatrix} \text{Sm} \alpha \\ \text{Sm} \beta \\ \text{Sm} \gamma \\ \vdots \\ \text{Sm} \omega \end{bmatrix} \right.$$

図1 スポーツパフォーマンスのマトリクスモデル

3つのエネルギー供給系の供給モードに対応してスキル系モードが適応制御する(2015)

そして、3つのエネルギー供給系と2種類の速筋系(Type II a と Type II b)と遅筋系(Type I)の3種類とから構成される「3×3システム」のモデル(図2)を提示した(2015)。そしてこのモデルは、動作発現に関わっては「単一筋」ではなく、個々の関節を介した拮抗筋や協同筋と連動した「マルチレイアウトシステム」として機能することを指摘した。

しかし、この3つのエネルギー供給系は運動の継続的实施によって個別に変動(減少)することから、全く同一の運動スキルに依存しては運動システムに破綻を招き、最適なパフォーマンス発揮は実現できないこと。つまり、運動の高次な自動化は、環境系の外乱への対応だけではなく、身体状況の変化(エネルギー供給系の減少など)にも対応して総体としての運動経過に破綻をきたさないためにも必要なものと考えられる。

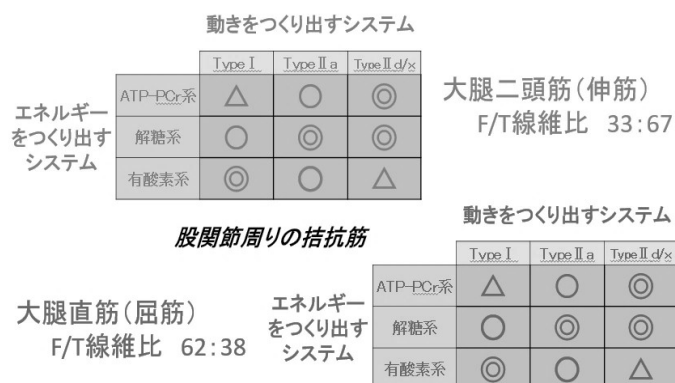


図2 マルチレイアシステム

速筋:遅筋比の異なる拮抗筋が、運動経過の進捗に伴い、重みづけを変えながら最適なモードに「適応」して支える

(山崎、2024)

山崎(2024)は、エネルギー供給系と運動習熟がそれぞれの状況に対応して適応し高度に組織化された運動遂行状態を生み出すことによって「連関(Linkage)」や「調和(Harmony)」という概念が実

現されること。「ある時点」では効率的なスキルモードであっても、エネルギー供給系が変容(様相の変化)すれば「ミスマッチ」を生じ運動経過に破綻をきたすこと。このため運動経過に破綻をきたさないためには「適応制御」が必要となりこれが「コーディネーション」や「巧みさ(デクステリティ)」を「生起」させる要因であり、パフォーマンスを改善するトレーニング課題はエネルギー供給系の様相に合わせて適切な運動スキルを変容させることが求められると指摘した。このことから実際のトレーニング場面を想定すれば、疲労の進行に適応させた運動スキルの獲得や発揮もトレーニングの「リアリティ」を高めるために極めて重要なものと思われ、3×3のマルチレイアモデル(実際にはもっと多くの階層によって構成されている)の「エネルギーを作り出す」供給系のモードと「動きを作り出す」スキル系のモードとが反復される適切なトレーニングの実施によりダイナミックなパフォーマンスが完成されるという概念を示している。

### 3. 運動習熟と「ダイナミック・ステレオタイプ」

佐々木(1994)は、ブーツマの卓球選手の高速スマッシュの分析から結果の正確性とともスマッシュの最終局面でのボールの視覚情報からの微妙な修正による制御のデータを示し、柏野(2022)は桑田真澄選手の外角低めへの30球の正確な投球について頭の位置やボールのリリースポイントが14センチもずれていることを指摘している。つまり結果の正確性を実現するため運動経過(動作)は冗長性を持っており、このことが「巧みさ」を生起させるメカニズムを支えているものと考えられる。

山崎(2015)は、エネルギー系の変容にあわせてスキル系を変容させるメカニズムが本来の「コーディネーション」ではないのか、「変えなければ破たんする」という強制力があってはじめてコーディネーションが必要とされる(「構造」ではなく「生起」の問題)。「状況に応じて柔軟に対応できる」ことをコーディネーションと規定するならば、状況の変化とはエネルギー供給系の変容への対応をも含むスキル系の適応ということになり、適切に対応した時にエネルギー供給系とスキル系の運動効率が一定の関係に入り込み「最適値制御(その時点での適当な運動遂行)」が実現するとの可能性は否定できないことを指摘した。その意味では、コーディネーションのトレーニングはエネルギー供給系とも密接にかかわるゲームモデルを前提としない限り限定的なものとなる。バングスポ(2008)は、7:7などのゲーム形式でのサッカーの有酸素能力のトレーニングについて、ボールタッチ数や連続パス数の制限によるメニューを例示している。

山崎(1986)は、旧東欧圏のスポーツ科学の概念である「ダイナミック・ステレオタイプ:力動的常同性」について、条件変動に応じて無意識的に動作系を補正して適切に対応する運動習熟のモデルを示した。その後、伊藤(1992)の「動作の熟練は、制御対象の動特性Gに対し小脳が $-1/G$ の逆動特性補正(学習)を行うことによって実現される」との理論から図3のように修正した(2007)。

大脳皮質運動野が160億個のニューロンから構成されているのに対し、小脳は690億個のニューロンから構成されており(理化学研究所プレスリリース、ヒトの脳全体シミュレーションを可能とするアルゴリズム、2018年)、大脳皮質運動野の動作のプロトタイプに対して、小脳外側部からの多様な補正を実現しているものと考えられる。

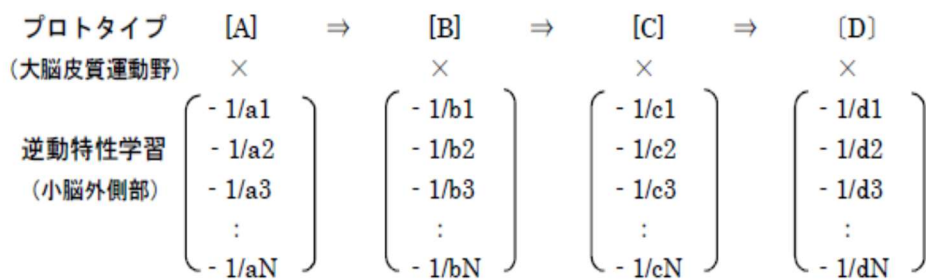


図3 ダイナミック・ステレオタイプのモデル

例えば、A:テクバック、B:フォアワードスイング、C:インパクト、D:フォロースルーの動作について、小脳外側部が逆動特性学習で補正する(反復により補正幅が拡大する)

更に、例えば図3の小脳での $[-1/a1] \sim [-1/b2] \sim [-1/c3] \sim [-1/d3]$ という運動経過で運動野プロトタイプの連続的補正(別条件下でも同様に他の連続的補正も瞬時に選択される)を行うメカニズムは一体「どこ」が選択しているのだろうか?

丹治(1999)は、大脳皮質から多くの入力を受ける大脳基底核の線条体の機能は、細胞一個当たり1万個のシナプス入力を受けているが容易に興奮信号を発生しないことから、多数の入力情報のなかから特定の意味のある情報を取り出す仕組みとしての「脱抑制系」と「抑制強化系」の両者がブレーキ制御をコントロールすることを指摘する。大脳基底核は、大脳皮質から多くの入力を受け、そのほとんどをダムのように「止めて」いて、必要な時にある回路(最善の動作)のみをリリースしているのではないかと考えられている。木村(2000)は、大脳基底核の線条体に投射するドーパミン作動性ニューロンが「報酬の予測誤差信号」を担い、個々の動作ではなく「運動連鎖」を引き起こす可能性を指摘する。

このことから、複数の補正回路を抑制し、必要な補正回路のみを脱抑制するモデルが考えられる(図4)。

マルチレイアウトで切り替えて対応する?

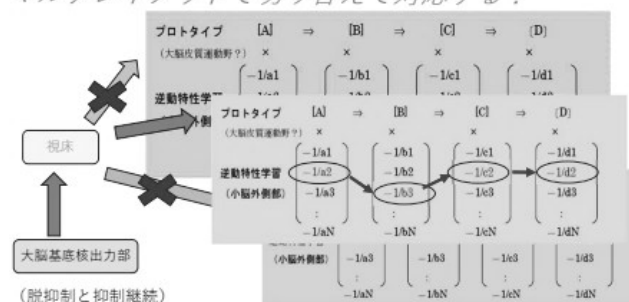


図4 大脳基底核－視床ループでの脱抑制と他の経路の抑制継続

運動経過に対する瞬時的的確な連続補正、例えば $[-1/a1] \sim [-1/b2] \sim [-1/c3] \sim [-1/d2]$ は、大脳基底核－視床系により脱抑制され実現される(他の補正はすべて抑制が継続している)

そして、トレーニングのプロセスでの「3×3 システム」と「ダイナミック・ステレオタイプ」と「パフォーマンス」の関係性を図5のように示した(山崎、2024)。



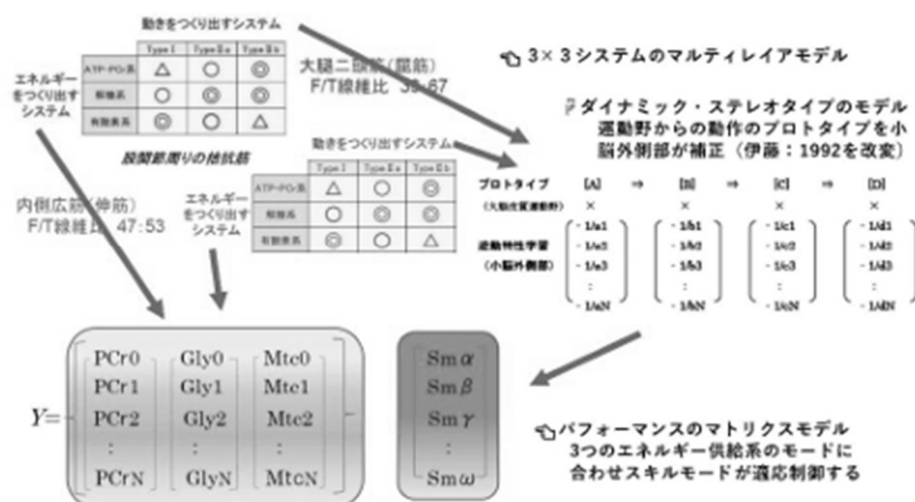


図5 トレーニングプロセスでの「エネルギーを作り出すシステム」と「動きを作り出すシステム」により「パフォーマンスが決定される」シエマ(山崎、2024)

#### 4. 運動司令は結果を予測して発せられている？

藤井(2005)は、「予測脳(Predicting Brains)」という概念について「次に生ずる未来を常に予測して、絶えず流入してくる自動処理された外界環境情報と自己が予想した未来とを比較することが、脳の本質的な機能である(太字本文)」と規定し、それはエネルギーを有効に使うためであろうとしている。そして、未来に起きる事象を予測するために、自己をとりまく空間情報をベースとした「テンプレート」とその空間に付随して学習により蓄積された「オブジェクト」を用いて予測を行っている、と指摘する。また「テンプレート」は、空間を表現するのに必要な三次元情報に加え、確立や時間の情報も含まれているが曖昧なものであるため、自分が注意を払っている対象をカバーする「フレーム」という概念を提示する。また「予測脳」を実感するための誤差信号が快・不快と感じられるシステムは、我々が進化と発達の過程で身につけてきたものであることを指摘し「テンプレート」と「フレーム」との距離を調整すること(フレームの移動)により「予想脳」が実現されるとしている。

乾と坂口(2020)は、2007年にフリストンが示した「能動的推論(Active Inference)」にかかわる「自由エネルギー原理」について、「脳は推論するシステムである」との視点から、「ボトムアップ処理」と「トップダウン処理」のサイクル(仮説生成と仮説検証)により、予測の誤差を最小にするように「信念」とその「信念更新」を繰り返すというプロセスの存在を指摘する(図3)。そして、知覚の無意識的推論と運動の能動的推論の関係について、予測誤差信号を最小化する過程と理解できること(図4)。また、このプロセスを実現するためには「感覚器の感度調整」が重要であり、ドーパミン作動性の信号変調(精度制御のメカニズム)が必要であることを指摘する(図6)。

つまり「反射弓」での入力-出力関係の感度調整が「反射量」を調節して適切な運動を遂行しているものと考えることができる。

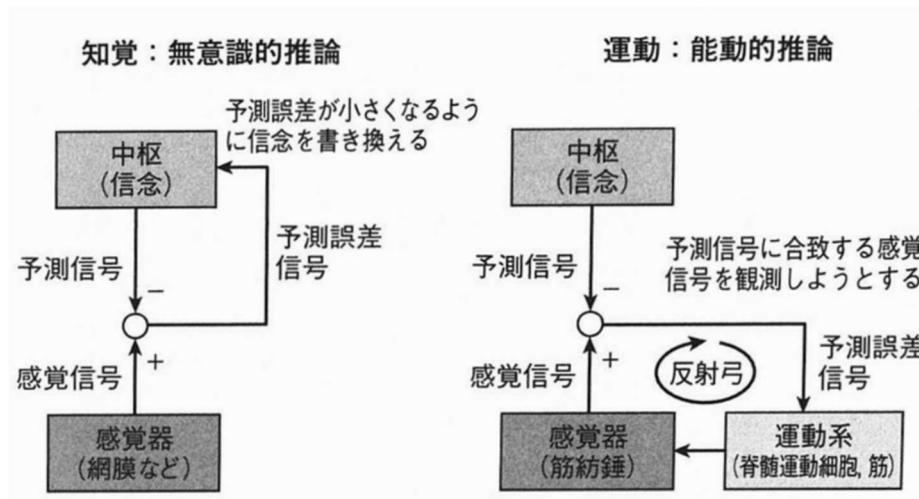


図 6 知覚の無意識的推論と運動の能動的推論(乾と坂口、2020)

## 5. コーディネーショントレーニングの意味するもの

ライプチヒ学派のハルトマン(2009)は、「定位能力」「反応能力」「連結能力」「分化能力」「リズム化能力」「バランス能力」「変換能力」といったカテゴリーとの関連を指摘している。しかし、このシステムは「動作の発現と制御」に関わるもので「エネルギー供給系」は入っていない。

須佐(2024)は、「コーディネーショントレーニング」について、①空間を把握する、②時間を調整する、③強さ・速さ・リズムを調整するというポイントから「動感＝キネステーズ」を身体内で体幹制御・運動制御ができる状態にし、能動的対応力を高める重要性を指摘する。そして「初動負荷トレーニング」～「コーディネーショントレーニング」～「BC トータルバランストレーニング」という流れから「身体支配力」を高める効果があることを指摘する。

シュライナー(2002)は、サッカーのコーディネーショントレーニングについて、「技術的要素を取り入れたコーディネーショントレーニング」と「コーディネーションの要素を取り入れた技術トレーニング」との両者に関わり、様々なプレッシャー条件下(バランスと身体のコントロール、ボディプレッシャー、ボール感覚、時間のプレッシャーなど)での実施の重要性を指摘する。

では、これらのコーディネーションに関わるトレーニングの結果獲得された「身体運動能力」が、ボールゲームなどの「複雑系」のプレー場面ではどのような役割を果たしているのだろうか？

対人的 1:1(A)の状況からどこへどのようにボールをパスするかは他の 1:1(B)や 1:1(C)の状況(ディスプレイ)によって決定され A のプレーヤーには状況に応じた適切なパスを出す能力が求められる。また、前半と後半での身体運動遂行能力のレベルは A のプレーヤーも B のプレーヤーも個別に変容しているものと考えることができる。この際の状況に応じてプレーヤー A に求められる適切なパスを実現する能力はある意味では「コーディネーション能力」と定義されるのかもしれない。

## 6. トレーニング理論の最近の動向

ボイル(2007)は、トレーニングマシンの利用などに代表される個別動作でのトレーニングに対して“Functional Training” という概念での全身運動を基本としたメソッドを提示し、「いわば燃費を改

善させる」重要性を指摘した。

ボッシュ(2020, 2024)は、運動学習・運動制御理論に基づく統合的アプローチとしての Coordination や Agility といった概念から、要素還元主義に対する複雑系システムの意味やアジリティトレーニングにおける「制約主導アプローチ(constraints-led approach:CLA)による動作改善の重要性を指摘した。

小林(2001, 2013)は、「認知動作型(QOM)トレーニング」として、実際のスポーツ動作であるスプリントランニングマシンや楕円軌道式多動自転車など実際の動作をシミュレートしたマシンを用いたトレーニングを示している。

このようなパフォーマンスとトレーニングに関わる基本的概念の再構築は、従来の個別の機能評価(筋力やパワーや持久力や巧緻性)は、いわば「要素還元主義的」であるとして「構造化トレーニング」の優位性を指摘する理論が展開されてきた。

実はこの問題は、ヴィゴツキー(1962)も指摘する「全体の性質が失われた要素(Element)」ではなく「全体の性質を失わない最小限のまとまり:単位(Unit)」をどう設定するのかという研究上の根本的な問題でもある。

トレーニングの進捗状況とパフォーマンス改善の確認には、実際のゲーム場面の結果や主観的判断だけではなく身体機能やゲーム展開などの何らかの「数値化」が重要である。

トレーニング状態のモニターとして実施されている様々な身体機能の測定も、ある意味では「要素還元的指標」であるため、実際のトレーニング課題やゲーム内容との対応関係が模索される。

単純と考えられている長距離走のパフォーマンスについても、持久的能力の指標には「最大酸素摂取量(自転車エルゴメーターとトレッドミルランニングではデータが異なる)」という「数量的指標」はあるものの、現実的には800mビルドアップ走などでの「乳酸性作業閾値での疾走速度(いわゆる4Mmol速度)」等の項目が活用され、研究者と指導者・コーチとが連携してコンディションの把握と調整が模索されている。ましてや複雑系とされるボールゲームでの選手の「持久的能力」を「何によって推定するのか」さらに「どのようなトレーニング課題によって改善するのか」は極めて困難な課題である。

ボイル(2007)は、ファンクショナルトレーニングの科学的背景について、関節の「屈曲」「伸展」「内転」「外転」といった動きではなく「キネティックチェーン」というGrayの指摘する概念から、歩行時でも下肢の筋すべてが関節で着地動作時に屈曲運動が減速するように機能していることを例に、トレーニングは多関節運動であることを指摘した。

## 7. 「制約主導アプローチ」という概念

ボッシュ(2020, 2024)は、統合的アプローチとしての Coordination や Agility といった概念から、要素還元主義に対する複雑系システムの意味やアジリティトレーニングにおける「制約主導アプローチ(constraints-led approach:CLA)による動作改善の重要性を指摘する。制約主導アプローチは、運動制御と運動学習の下位概念であり、「生体」「課題」「環境」の3つの制約により動きのコントロールを自己組織化して最適化すること。そして、オープンスキルにおいて主要な動きであるアトラクターと変異をもたらす数の限られたフラクチュエーターの結合によりアジリティが実現されることを指摘する。そして、筋力トレーニングとコーディネーションのトレーニングに関わって、文脈依存のコンテクスチュアルな筋力とコーディネーションの関係について、スポーツ動作で発揮される筋力は「コーディネーション

的適応」であるとして「運動制御における力発揮の制限」が重要であることを指摘する。

しかしこれらの構造的指標は、いずれも「全身運動課題」を用いた「定性的な指標」であり、「課題達成時間」や「課題達成度評価基準」や「完成度評価基準」などの「定量的な指標(=どの程度できたのか?)」との対応を検討したうえでの適用は困難な課題となっている。

植田(2023)は、「エコロジカル・アプローチ」という概念について、「生態心理学」と「動的システム理論」を統合した学習理論であるとして、テニスのバックハンドストロークを改善するためにコートのセンターラインをバックハンド側で広くするという Fitzpatrick の研究を紹介している。

「制約主導アプローチ」は、「主体」「タスク」「環境」の実施条件の制約によって自己組織化されるシステムで、(1)代表性、(2)タスク単純化／スモールサイズゲーム、(3)機能的バリアビリティ／運動学習は非線形的なプロセスであり適切なバリアビリティのレベルが必要、(4)制約操作、(5)注意のフォーカス、から構成されるアプローチであるとしている。

トレーニングアイデアとしては、1.スモールサイドゲームの開発、2.ボールの制約操作、3.一度のセッション内で制約を操作する頻度(同じスキルの再使用不可)、4.タスク分解をする場合はディファレンシャル・ラーニング、5.既存のトレーニングの制約主導化などが適応される。

そして知覚と動作との密接な関係での生態心理学的領域として、生体と環境との「アフォーダンス」の存在を指摘する。

制約主導アプローチのゲームモデルとして、①グローバル(双方向型のチームづくり)、②適切な制約レベル、③モデルからプロセスへ、④言語化より環境化として固有のチーム制約を生かすこと。ゲームモデルの制約操作についてもベルンシュタインの指摘するいわゆる「繰り返しのない繰り返し(経過の冗長性と結果の正確性:山崎)」を課題とすべきことを指摘する。

## 8. 複雑系スポーツにおける個人的運動形態と集団的運動形態

ボイルやボッシュの提起する「構造主義的運動」は全身運動を基本として構成されている。ある意味ではいわゆる個人的運動形態としての「クローズドスキル」としての性格をもつが、ボールゲームなどで求められる対人的状況下での多様な課題に対応してのいわゆる「オープンスキル」への対応はどう考えるべきなのだろうか。ボッシュは、オープンスキルにおいて主要な動きであるアトラクター(クローズドスキルを構成する基本的動作?)と変異をもたらす数の限られたフラクチュエーターの結合によりアジリティが実現されることを指摘する。

かつて江刺(1970)は、身体運動の階層を、①生理学的運動形態、②個人運動的運動形態、③対人運動的運動形態、④集団運動的運動形態、と区分した。

それぞれの課題は、①生理学的運動形態では「単関節性」の対応が、②個人運動的運動形態では全身運動での外部への出力による対応が、③対人運動的運動形態では1対1の状況下での相手との位置関係での「フェイント」や「フェイク」での位相やタイミングの「ズレ」、「パス」か「ドリブル突破」かの複数の可能性の選択による1対0.5(対人的状況下ではボール保持者側にアドバンテージがある?)へと至る対応が求められ、④集団運動的運動形態ではフォーメーションなどにより2:2や3:3の状況から2:1.5や3:2.5などを経て最終的に得点に至る対応が求められるものと思われる。

ボールゲームである集団的運動形態では、1:1の対人的状況ではなく複数対複数の状況が想定される。しかし、バスケットボールの5:5とサッカーの11:11やラグビーの15:15(7人制との対比で明

確?)の状況ではゲーム展開も得点経過も戦術も大きく異なってくるものと考えられる。

陸上競技のような「定型的」なスプリント能力とは異なり、ディフェンスとの関係が求められるボールゲームでのランニングは、個人運動的運動形態でのボールコントロールを伴うランニングを実現しながらディフェンダーとの「フェイント&フェイク」が求められる。このことは、運動経過は「左右」や「前後」への「一定以上(相手との位相ズレを生み出す)の速度・方向変換」が求められることを意味する。ボッシュの例示するアジリティのドリルはこのことを前提としている。

## 9. 対人的運動形態から集団的運動形態への「ゲームモデル」

しかし例示されるどの運動モデルも「対人運動的運動形態」での課題を例示してはいるものの 2:2 や 3:3 での状況を想定はしていない。三苫(2025)の「サッカードリブル解剖図鑑」に代表されるようなボールゲームで求められる個人的スキルの獲得ドリルも対人的運動形態でのモデルであってサッカー場面でのチームフォーメーションとしての集団的運動形態までは反映されてはいないものと思われる。

このことは、ゲーム中に 1:1 の対人的状況が複数存在してそれぞれがどのように「連関(Linkage)」して集団的状况を変容させ得点を生み出すのかが課題となってくる。

対人的 1:1(A)の状況からどこへどのようにボールをパスするかは他の 1:1(B)や 1:1(C)のプレイヤーと相手との位置関係などの状況(ディスプレイ)によって決定され、個々の 1:1(A)の状況から 1:0.5 の状況を生み出し“かろうじて”「パス」を出したケースで「どの方向へどの位」のパスを出すのかは、直前の状況(ディスプレイ)でのパスを受ける側の 1:1(B)の状況判断(味方のプレイヤーがディフェンスをかわしてどの地点でパスを受けようとしているかの予測など)とさらに展開してパスを繋ぐ次の 1:1(C)までの展開(多分この状況まで予測する必要がある?)までも想定することによってなされているように思われる。また、このパスからの連係プレーでは、前半と後半とではプレイヤーのエネルギー供給系は変動している(このことを単純に“疲労の進行”という概念でとらえることは運動生理学的には疑問?)ことからいわゆるスキルの「コーディネーション的適応」が求められるものと考えられることができる(図7)。

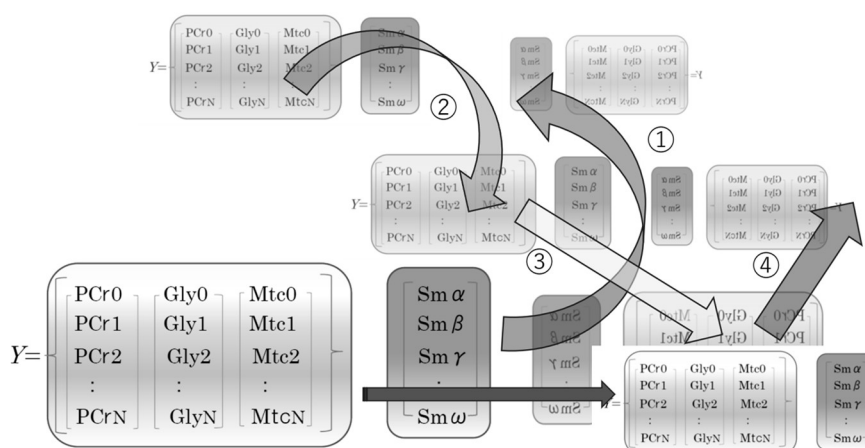


図7 複数の 1:1 の状況下でのプレーのイメージ(①のパスから④のシュートまで)

ルイス(2015)は、2007 年のサラゴサ対バルサの試合において、シャビが試合中に 804 回首を振

っていたとの TV3 のルポルタージュから「周りの状況を把握する周辺視野の重要性」を指摘した。2016年に NHK で放映された「ミラクルボディ:スペイン代表 世界最強の天才脳」では、「ティキタカ」と表現されるボール保持率(ポゼッションと定義される)が、スペインチームでは 70%という支配率を実現しているシャビとイニエスタのプレーが紹介された。イニエスタの「個人的運動能力(いわゆるストライカーとしての資質)」とともにそれを有効にプレーさせるシャビの「状況認知能力」から生まれる「適切なパス」の質的高さが、シャビのパス以前のゲーム状況の把握(視覚的ディスプレイ)によって実現されること、他の選手と比較してシャビの「ゲーム状況のディスプレイの認知能力」が格段に高いことが放映された。

複雑系ボールゲームであるサッカーなどでは、複数のプレーヤーの個人的パフォーマンスではなく「連携」することにより実現される「ゲーム性」の解明が求められる。

ボル(2023)は、バルセロナのフィジカルトレーニングメソッドについて、サッカーにおける「スピード」「パワー」「持久力」の発揮条件について、選手は統合された「ダイナミズムシステム」であるとして、単に個々のフィジカルな要因だけでは決定できないことを指摘する。

マロ(2025)、Mallo(2022)は、ポルト大学のフラーデやバルセロナのセイルーロらの「制約主導アプローチ」「動的システム理論」「自己組織化」「アフォーダンス理論」「戦術的ピリオダイゼーション」などの概念に基づく「構造化トレーニング」の重要性を指摘している。

実はこれらの理論は 1980 年代からすでポルトガルやスペインで実行されてきた歴史があるが、ラテン系の語学的制約から従来欧米や日本ではあまり知られておらず、日本からポルトガルやスペインに留学した指導者や研究者が翻訳や著書で紹介するようになった 2008 年以降から注目されてきたものである。

このようなプレーを実現させるためには、個々のプレーヤーではなく複数のプレーヤーが動いている状況下での「ゲームモデル」の設定(スモールサイズなのかミドルサイズなのかフルサイズなのか?)とそれに基づくトレーニング課題が必要となるものと考えられる。

マロは、ゲーム局面での「組織的攻撃」「トランジェション:攻撃→守備」「トランジェション:守備→攻撃」「組織的守備」「セットプレー:攻撃」「セットプレー:守備」という「自己組織化のダイナミクス」について、<自己組織化><自由度><創発><アトラクターまたは秩序変数><フラクチュエーターまたは制御変数><分岐、相移転、または臨界点><安定性と変動制>といった要因から「安定システム」←相移転→「不安定システム」←相移転→「安定システム」という性質を持つことを指摘している。

ボールゲームを前提としたトレーニングメソッドとしての「制約主導アプローチ」や「戦術的ピリオダイゼーション」もこのことと関連しているものと思われ、「非線形的プロセス」とされるゲーム状況を「どのように反映させるのか」にかかわって、ボールゲームにおけるいわゆる「カオス」や「フラクタル」といった概念での解釈を模索しているようにも思われる。

## 10. トレーニングにおけるゲームモデルの構成要素

Mallo(2022)は、セイルーロの指摘する「フェーズスペース」という概念で、次の要素で定義されることを指摘する。①ボールがどこにあるか、②ボールの状況、③相手がどこにいるか、④相手と自分の選手の距離、⑤各選手や相手、⑥ボールの軌道、⑦フロー、⑧プレーやローテーション、⑨プレーの組織。そしてこれらすべてが一回のプレー状況で 0.1 秒から数秒の長さを生み出すこと。ボールが動く瞬間、選手

は変わり、新しい状況が現れること。そしてその繰り返を指摘する。これは非常に高い複雑性を含み、熱力学やゲーム理論に基づいていること。ゲームはボールの位置と状況、プレーヤー間の距離、ボール保持、スペースの出入り、数的優位の生成と消滅など複雑な要因で推移することを指摘している。

山口(2020)は、ゲームモデルの構成要素について、「プレーヤーの資質」「クラブの構造や目的」「クラブや国、地域のサッカー文化」「フォーメーションや配置的な構造」が存在しそれらが、「自己組織化」「レジリエンス」「ヒエラルキー」「創発現象／創発性」といったキーワードから構成されること。を指摘する。

そして、仮想ゲームモデルによるトレーニングメニューについて、従来の練習 Vs 戦略的ピリオダイゼーションとの比較から、堅守速攻のAチームと縦に速いポゼッションのBチームを前提として、プレシーズン初期のトレーニング実例、プレシーズン中期以降のトレーニング実例、オンシーズン-対戦相手を想定したトレーニング実例などを示している。そして、具体的に例示された5対5などのメニューであっても、「攻撃方向」のないことやボール保持のみを優先させた「ポゼッショントレーニング」などの問題点(ボールを前進させるという意識の欠如など)を指摘する。

村松(2008:おそらく日本で初めてバルセロナメソッドを系統的に紹介した)は、戦術的ピリオダイゼーションの理論に基づき、1.個人能力を高めること(①ドリブル、②シュート、③パス&トラップ、④ヘディング、⑤フェイント、⑥視野、⑦声の重要性)、2.チーム力を高める(①スペースの使い方、②攻守の切り替えの早さ、③ポゼッションを高める、④数的有利・不利の状況下での対応力を高める、⑤勝っている時、負けている時の対応力を高める、⑥疲れている時の対応力を高める)、と展開するトレーニングメソッドを示した。

古賀(2025)は、エコロジカル・アプローチとしてのトレーニングメニューについて、1.運動学習理論、2.エコロジカル・アプローチ、3.知覚-運動カップリング、4.規定的組織化と自己組織化、5.制約主導アプローチ、6.5つの原則(①代表制、②タスク単純化、③機能的バリアビリティ、④制約操作、⑤注意のフォーカス)、7.転移の重要性、8.ディファレンシャルラーニング、9.ストリートサッカーとエコロジカル・アプローチ、10.指導者の役割、の理論的背景を指摘し、1:1(ボールキープ)から始まる、①ボールスキルの開発、②ダイバージェントディスカバリー、③ガイドッドディスカバリー、という7:7(6)に至るトレーニングプロセスを提示している。

実は「制約主導アプローチ」の概念が提示される以前から、ボールゲームのトレーニングや授業実践においてはコートサイズやボールの規格やゲームルールの変更などによる実践例は多く報告されてきた。7人制ラグビーや3対3のバスケットボールなどはこれらの課題から独立して競技化してきたものとも考えられる。

## 11. 複雑系スポーツでのゲーム分析と「説明変数」

マロ(2025)は、複雑系としてのチームスポーツについて、バスケットボール及びフットサルは複雑性が低く、ハンドボールは中間のレベル、フィールドホッケー、ラグビー、サッカーが高い複雑性を有するとして、選手間の関係性や介入可能性(相手の妨害)が多様かつ豊富であることによると指摘している。

そして、複雑系スポーツにおけるトレーニング課題について、「個人内の協調(個人プレー)」について、「動きと技術を教える古典的なモデル」から「身体的な学習とコントロール」「チームスポーツの文脈における機能的動作」「チームスポーツにおける技術的なアクション」「ゲーム中の戦術的相互作用」と発展すること、また「個人間の協調(集団的なプレー)」については、チームスポーツにおけるパフォーマンス分析

とインターパーソナル・コーディネーション(対人協調)の研究から、「個人間の協調の分析規模」「戦術分析:ゲーム中の対人間ダイナミクス」「チームスポーツにおいて対人的協調を測定するための変数」「状況変数」「運動・活動変数」「相互作用変数」の重要性を指摘する。

また Mallo(2022)は、「複雑系」とされるボールゲームのトレーニング理論において、「要素還元主義」と批判される従来のチームスポーツ研究での「生理学」「生体力学」「心理学」「栄養学」といった分野や高度なゲーム分析によるデータの解析からの競技と競技者に関する情報に対して、「複雑系」とされるボールゲームでは、①マイクロ構造:元素デュエルでのプレーヤー個々の効率(1 対 1 の状況)、②メソ構造:部分的なデュエルでのグループ効率(2 対 2、3 対 3 の状況)、③マクロ構造:全体のデュエルでのチーム効率(全体の状況)へと至るプロセスにおいて、不確実性:複雑なシステムの振る舞いは長期的には予測できないこと。全体性:全体は部分の合計よりも大きいこと。相互依存性:すべての要素の間に相互作用があること。自発的緊急性:要素の相互作用が、部分の合計とは異なる新しい全体を生み出すことを指摘する。そして、複雑なシステムがどのように自己組織化するかを検討が非常に重要で、機械と異なり生物は出現特性を持っており、階層構造を採用するのではなくネットワークパターンに従って自らを組織化することを指摘する。そして、還元主義的アプローチと総括的なアプローチは、トレーニング内容がプレーヤー(アクション)に焦点を当てているのか、それともチーム(相互作用)に焦点を当てているのかを評価することで調べることができると指摘する(図 8)。

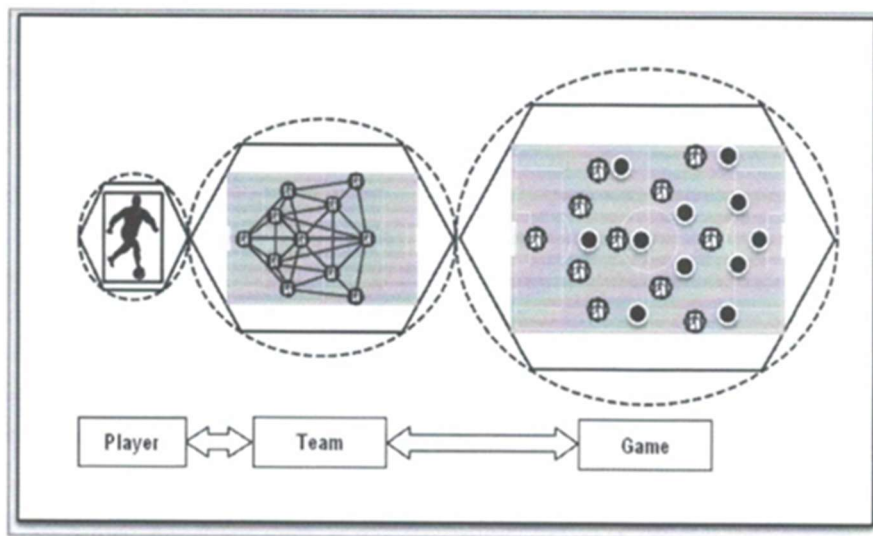


Figure 1.3 The player, the team and the game as complex systems. There is a fractal relationship between them: each system is contained in the following level of organised complexity.

図 8 プレーヤーの階層性(Mallo,2022)

## 12. スポーツトレーニングとピリオダイゼーション

スポーツトレーニングにおける「期分け(ピリオダイゼーション)」の概念は、旧ソ連・東欧圏のスポーツ科学で提唱されたものが原点であると考えられる。

1964 年の東京オリンピックに向けた取り組みの中で、ソ連のスポーツトレーニングが日本に紹介されてきた。1961 年に邦訳(原著 1958 年)された H.ヤコブレフ・A.コロブコフ・C.ヤナニス:栗本訳:栗本・長島校閲「ソ連・スポーツトレーニングの理論と方法—その生理学的・生化学的原理」が、おそらく日本



に最初に紹介された内容であり、その後ベースボール・マガジン社から「スポーツ・ライブラリーシリーズ」として、オゾーリンの2冊のトレーニング科学と「走幅跳(ポポフ)」「三段跳(ベルホシヤンスキー)」「走高跳(ジャチコフ)」の著作が邦訳されている。そしてオゾーリンら(1966)の包括的著作は「スポーツマン教科書」(講談社)として紹介された(N.オゾーリン:総括理論、L.マトベエフ:期分け理論、V.ジャチコフ;体力づくり、D.ドンスコイ:技術訓練、Z.ビリュコフ:神経活動、他11名)。

また1958年のヤコブレフらの著作ですでに「トレーニング計画」が提案され、「シーズン前:準備期の前半と後半・類似期」「シーズン中:競技会以前競技会直前」「オフシーズンでの生理と心理」という期分けが提案されている。

ボンパ(2006)は、ピリオダイゼーショントレーニングの戦略としての「プランニング」とトレーニングサイクルの重要性を指摘し、1週間単位の「マイクロサイクル」と2～6週間の「マクロサイクル」と年間トレーニングプランについて身体運動能力を含めた「ピリオダイゼーション(期分け)」の重要性を指摘する。そして年間トレーニングプランのピリオダイゼーションに関わり、「心理学的超回復」「身体的能力のピリオダイゼーション」「筋力トレーニングのピリオダイゼーション」「持久力のピリオダイゼーション」「スピードのピリオダイゼーション」「総合的なピリオダイゼーション」「年間プランのトレーニング周期」の存在及びその特徴(準備期・一般的準備期・専門的準備期・試合期・移行期)について、「年間プランのチャート」(1.短周期、2.ピーキング指標、3.二重周期のチャート、4.三重周期のチャート、5.芸術的競技の年間プラン、6.個人の年間トレーニングプラン、7.年間プランのチャートの実用性)を指摘する。そして年間プランをまとめるための基準として、1.導入、2.反省的分析、3.パフォーマンスの予測、4.目標、5.試合カレンダー6.テストと基準 7.ピリオダイゼーションのモデル、8.標準モデル、を示す。そして「長期トレーニングプランとタレント発掘」についても言及している。

シュナーベル(2022)は、ライブティツヒ学派のトレーニング理論の中で「トレーニング過程の構造」における周期構成について、1.トレーニング单元、2.マイクロ周期(MIZ)、3.メゾ周期(MEZ)、4.マクロ周期(MAZ)、5.複数年周期、と区分し「パフォーマンス操作」と「トレーニング操作」の指導指針作成、スポーツの「試合論」として、「スポーツ試合の操作・ステアリング」「試合パフォーマンスの組織化と分析」「試合パフォーマンスの予測診断」の重要性を指摘する。

### 13.「戦術的ピリオダイゼーション」と「モルフォシクロ」

「戦術的ピリオダイゼーション」の概念は、Mallo(2022)の指摘するように、ポルト大学のフラデーが提唱したもので、従来のシーズンにおける準備期－試合期－移行期といった「期分け」にとどまらず、ゲームモデル(試合模型)としての「戦術的ピリオダイゼーション」として構造化トレーニングでのマイクロサイクル(1週間単位での「モルフォシクロ」)の重要性を指摘する。

レイス(2025)は、1970年代末に陸上競技のコーチであったセ일러ロが「構造化トレーニング」を開発し、トレーニングプロセスを全体的かつ体系的な概念かこれらの要素の統合とその必要性を再認識させたこと。フラデーが「戦術的ピリオダイゼーション」を体系化し、さらにトレーニングの根底にある週ごとに継続する「モルフォシクロ」として、プレーイングアイデア(事前意図)をモデル化しその出現(行動における意図)を求めることの重要性を指摘したこと。そして「戦術的ピリオダイゼーション」におけるフラクタルな要素の表現としての「モルフォシクロ」を提示した。

そして「戦術的ピリオダイゼーション」の主要な核としての1週間単位の「モルフォシクロ」について、試

合スケジュールの過密化や複雑化が問題であり、「トレーニングを減らして回復を増やす」ほうが望ましいことを指摘しており、モルフォシクロの色分け(フラードの例え:青と黄は原色で混ざると緑になること、ゲームのダイナミズムとして特定の特殊性を与えるもの)による要素のフラクタルな要素の理解を示唆している。またトレーニングのプロセスにおける「特異性」とそれに対応した「強度」の設定についても実際の運動様式に対応した「管理能力」の重要性も指摘する(図 8)。

この「戦術的ピリオダイゼーション」は、従来のいわゆる「オイリオダイゼーション(期分け)」が、「身体的能力の改善」に関わって提唱されてきたのに対し、「技術」「戦術」「戦略」「コンディショニング」を含む「全体としてのチーム作り」を「モルフォシクロ」という1週間のサイクルで、トレーニング内容における「ゲームモデル(プレーモデル)」という概念を中核として構成されている。

また「ゲームにおける科学的計画」について、プレーイングモデルは「事前意図」であり超次元的な計画であるとし、アイデアからモデルへのプロセスで、①発達の可能性:接続の形成、②モジュレーションの可能性:脳とその歴史、③修復の可能性:脳とその再生能力、④別の可塑性、を指摘し「形の出現と消滅」という相互作用と、①傾向性の原理、②特異性による水平交代の原則、③複雑な進歩の原則、といった方法論的原則の重要性を指摘する。

この点、でゲーム形式のトレーニングにおいて「制約主導アプローチ」を導入することは、複数の1:1の状況がダイナミックに変動するゲーム展開の「リアリティ」を学習することを目指している。

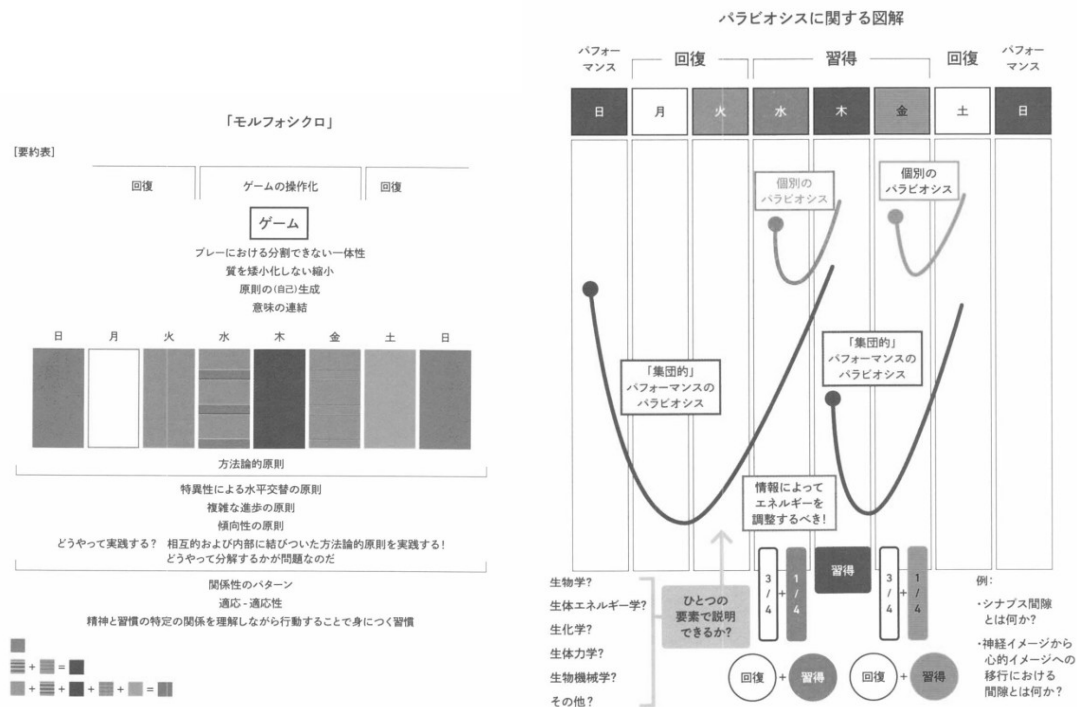


図 9 モルフォシクロとトレーニングのパラビオシス:併体結合? (レイス、2025)

山口(2020)は、トレーニングの公式について、トレーニングの原則として、①特異性、②運用、③ゲームモデルの分解と階層構造、④水平的バリエーション、⑤安定したパフォーマンス、⑥条件付きエクササイズ、⑦複雑な進歩、⑧戦術的疲労と集中力であり、これに基づいて一週間の負荷調整＝モルフォサイクルを提案する。中長期のプランニングでは、プレシーズンとオンシーズンの違いに応じてメニューを決

定し、①トレーニングする局面／原則、②曜日、③状況再現か構造再現か、④ポジション・フォーメーション、⑤人数、⑥フィールドサイズ、⑦セッションの実施時間とレスト比、⑧ゴールの設定、⑨ルールによる制限の原則に応じて決定すること。コーチング・介入のポイントは、①要素と要素の相互作用、②外部との開放性、③ルールのシンプルさとシステムの自由度、④自己組織化＝準原則の見直し、⑤システムの種原則の見直し、⑥システムのパラダイム＝常識を疑う、と要約する。

#### 14.「複雑系スポーツ」における構造化トレーニングの意味するもの

マロの指摘するように、古典的とされる「要素還元主義的アプローチ」に対して、複雑系スポーツのトレーニングにおける「構造主義的アプローチ」の有効性は明確である。しかしその「有効性」を検証するための適切なトレーニングの指標はその複雑性の性質上「複合的」である。現在のスポーツ科学からの指標はプレーヤーやボールにセンサーなどを設置することも可能であり、多角度からの VTR 画像等と同期させたデータ解析からは、従来の「総走行距離」や「スプリント回数」といった大雑把な指標と比較してより詳細なデータ解析が可能となっているが、試合結果との明確な対応関係（ボール保持率や総走行距離などとの関係性が薄いことは以前から指摘されている）は曖昧である。

マロは、不確実性：複雑なシステムの振る舞いは長期的には予測できないこと。全体性：全体は部分の合計よりも大きいこと。相互依存性：すべての要素の間に相互作用があること。自発的緊急性：要素の相互作用が、部分の合計とは異なる新しい全体を生み出すことを指摘する。

また、この「戦術的ピリオダイゼーション」にかかわって引用される概念である「カオス」や「フラクタル」という数学的モデルはいわゆる「複雑系」とされ「非線形的数学」といわれ、従来「戦術的ピリオダイゼーション」にかかわる「フラクタル」や「カオス」という概念は、厳密な数理の導入ではなく、いわゆる「複雑系」として予測しきれない状況（カオス）とそこに現れる反復的なパターンに推移する展開（フラクタル）として理解する「比喩」であると考えられていた。

しかし、木島ら（2014）は、2008 年の FIFA クラブワールドカップの準々決勝と、2011 年の Jリーグの試合における選手全員の位置とボールの位置の解析を行い、全試合時間にわたるボール位置とチーム前線の位置の変化を時系列グラフに表したところ 30 秒程度の「フラクタル性」を持つことを指摘した。そして再び新たなフラクタル性がやはり 30 秒程度生ずることも指摘した。

現実のゲーム展開を考えたときには、マロの指摘するように、攻守の 4 局面（攻撃・攻撃⇒守備・守備・守備⇒攻撃）は断続的に変容し、安定的状況⇒不安定的状況⇒安定的状況へと推移する。その意味では、ゲーム展開における「戦術的フォーメーションの実行」は、当初から明示的であれば相手側プレーヤーに状況を予測されることから、「何かわからない混沌とした状況（カオス？）」から、戦術的な意図を持ったパスプレーの連続により「最終的に明示的な攻撃にいたるプロセス（フラクタル？）」を持つものと考えることができ、その意味では「長期間にわたるフラクタル性の発現」というものは考えにくいのではないだろうか。サッカーでのチームトレーニングにおけるフォーメーション、例えば「ロングパス」⇒「ショートパス」⇒「ショートパス」⇒「ワンツーリターン」⇒「シュート」へと至るプロセスの反復練習は、攻撃側に一定のフラクタル性を形成するものと思われるが「必ずしも得点に結びつく」ものではない（バスケットボールなどのゲーム展開では「フラクタル性発現」と「得点」との関連は高い？）。

#### 15. おわりに

複雑系スポーツにおける「制約主導アプローチ」や「エコロジカルアプローチ」、「構造化トレーニング」や「戦術的ピリオダイゼーション」といった新しい概念が日本でも注目されるようになったのはこの20年ほどであると思われる。

従来、個別のトレーニング課題では、「エネルギー供給系と運動スキルとの連関」や「コーディネーショントレーニングにおける出力系の変容への対応」、「エネルギー効率の改善」や「適用制御」といった概念が検討されてきた。

しかし、Mallo も指摘するように複雑系スポーツのトレーニングに関するセイルーロの「構造化トレーニング」やフラーデの「戦術的ピリオダイゼーション」は、より統合的で実践的な概念であり「チームスポーツのトレーニング戦略」として大きな意義を持っているものと考えられ、チームスポーツのいわゆる「要素還元主義的」「古典的」と指摘されるトレーニングシステムの再考と再構成を迫るものとなっている。

## 【参考文献】

1. N.ベルンシュタイン：工藤和俊訳(2003)、動作構築のレベル(In デクステリティ 巧みさとその発達)、金子書房、132-203
2. M.ボイル：中村千秋訳(2007)、ファンクショナルトレーニングをプログラムに取り入れる(In ファンクショナルトレーニング)、大修館書店、1-6
3. T.ボンパ：尾縣貢・青山清英訳(2006)、プランニング(In 競技力向上のトレーニング戦略：ピリオダイゼーションの理論と実際)、大修館書店、105-141
4. F.ボッシュ：谷川聡・大山卞圭悟訳(2020)、力と速度の基本概念&トレーニングの普遍的原則：コンテクスチュアルな筋力とコーディネーション(In コンテクスチュアルトレーニング～運動学習・運動制御理論に基づくトレーニングとリハビリテーション)、大修館書店、7-51&111-163
5. F.ボッシュ：谷川聡・中村豊・相良浩平訳(2024)、アジリティ(In 運動学習・運動制御理論に基づくアジリティトレーニング)、大修館書店、2024 年、29-65
6. 江刺幸正(1970)、科学的なスポーツ技術とコーチ学の確立、第1回全国体育・スポーツ総合研究集会報告集、84-86
7. C.ハルトマン：ライプチヒスポーツ科学交流協会訳(2009)、コーディネーション理論、コーチングクリニック 23 巻 4 号、48-52
8. 猪飼道夫(1973)、スキルの生理(In 猪飼道夫編著：身体運動の生理学)、杏林書院、334-335
9. 柏野牧夫(2022)、あとは体が解いてくれる(In 伊藤亜紗編、体はゆく)、文芸春秋、65-105
10. 木島章文・島弘幸・横山慶子・山本裕二(2014)、複雑な攻守のゆらぎに潜む単純な法則 -サッカーの試合展開をフラクタル理論で説明-、Press Release、名古屋大学
11. 木村 實(2000)、大脳基底核(In 西野・柳原編：運動の神経科学)、NAP、50-60
12. 古賀康彦(2025)、エコロジカルアプローチの理論的背景(In サッカーのエコロジカル・アプローチトレーニングメニュー編)、ベースボール・マガジン社、15-24
13. 小林寛道(2001)、認知動作トレーニングマシン(In ランニングパフォーマンスを高めるスポーツ動作の創造)、杏林書院、71-94
14. 小林寛道(2013)、QOMトレーニングとトレーニングマシン(In 健康寿命をのばす認知動作型QOMトレーニング)、杏林書院、132-149

15. J.Mallo(2022)、SEIRUL-LO' S STRUCTURED TRAINING&FRADE' S TACTICAL PERIODISATION(In COMPLEX FOOTBALL From Seirul-lo' s Structured Training to Frade' s Tactical Periodization), Javier Mallo Sainz, 63-123&125-181
16. J.マロ:マーレー志雄・結城康平訳(2025)、チームスポーツの新たなトレーニング理論と実践に向けて&個人間の協調(集団的なプレー)&チームスポーツのトレーニング戦略(In チームスポーツトレーニング ―複雑系スポーツにおける現代的トレーニング戦略―)、カンゼン、57-124&201-274&367-435
17. 三浦哲也:須佐徹太郎監修(2024)、須佐の眼:「基礎体力」=「身体支配能力」(In サッカー フィジカルのプレーモデル)、カンゼン、36-48
18. 三苫薫(2025)、突破への序章(In サッカードリブル解剖図鑑)、エクスナレッジ、11-22
19. 村松尚登(2008)、個人能力を高める&チーム力を高める(In バルサ流トレーニングメソッド)、アスペクト、29-112&117-174
20. N.G.オゾーリン・A.O.ロマノフ他:岡本正巳訳(1966)、スポーツトレーニングの計画化とその指標の計算(In スポーツマン教科書)、講談社、188-211
21. R.ボル:坪井健太郎訳・小澤一郎監修(2017)、システムメソッド(In バルセロナ フィジカルトレーニングメソッド)、カンゼン、141-196
22. G.レイス:村松睦・高野鉄平訳・安田好隆監修(2025)、ゲームにおける科学的計画(In 戦術的ピリオダイゼーション再考「モルフォシクロ」の体系的な反復がサッカー選手を最適刺させるのはなぜか?),カンゼン、429-492
23. L.ルイス:高野裕也訳(2015)、素早い動きを完成させる、周辺視野、隠れたプレー、腕、ひじ、手を使ったプレー(In バルセロナ トレーニングメソッド)、カンゼン、118-160
24. 佐々木正人(1994)、共鳴・同調の原理(In アフォーダンスー新しい認知の理論)、岩波書店、83-100
25. G.シュナーベル・H.ハル・J.クルーク:綿引勝美訳(2022)、トレーニングシステムとその操作(In トレーニング論 トレーニング科学 パフォーマンス・トレーニング・試合)、ふくろう出版、390-442
26. P.シュライナー:白石豊・泉原嘉郎訳(2002)、基礎理論(In サッカーのコーディネーショントレーニング)、大修館書店、90-93
27. 須佐徹太郎(2024)、サッカーのトレーニングに関する考え方 ―指導実践を通じた経験的トレーニング論―、スポーツ科学研究所通信第 25 号、2-11
28. 多賀巖太郎(2002)、運動と自己組織(In 脳と身体の動的デザイン)、金子書房、1-37
29. 丹治 順(1999)、大脳基底核の働き(In 脳と運動)、共立出版、107-117
30. Turvey, M. T. Kugler, P.N(1984).AN ECOLOGICAL APPROACH TO PERCEPTION AND ACTION (In Whiting, H.T.A. Ed Human Motor Action Bernstein Reassessed),NORTH-HOLLAND, 373-381
31. 植田文也(2023)、人はどう学ぶのか&実践法としての制約主導アプローチ&ストリートサッカーは自然な制約主導アプローチである(In エコロジカル・アプローチ)、ソル・メディア、17-73&113-183&218-252

- 32.LS.ヴィゴツキー：柴田義松訳(1962)、研究問題と方法(In 思考と言語(上))、明治図書、13-30
- 33.R.ウォンホート・G.サフェルスバーク・J.テウニッセン・K.デイビス：河合優年・幸野邦夫・木村牧子訳  
(2021)、若者の練習&アスレチックスキルモデルの構成要素 1・2(In アスレチックスキルモデル  
才能を適切な発揮させる運動教育)、金子書房、57-84&109-156
- 34.H.ヤコブレフ・A.コロブコフ・C.ヤナニス：貝出繁之訳(1961)、スポーツ・トレーニング計画の立案  
(In ソ連 スポーツトレーニングの理論と方法 -その生理学・生化学的原理-)、不昧堂、315-344
- 35.山口 遼(2020)、ゲームモデルとプレー原則＝自己組織化の触媒&これを覚えると楽。トレーニングには公式がある(In 「戦術脳」を鍛える最先端トレーニングの教科書「戦術的ピリオダイゼーション実践編」)、ソル・メディア、45-84&85-135
- 36.山崎 健(2001)、運動とスポーツ外傷・障害(In 藤田・数見・久保編、健康教育大事典)、旬報社、  
270-271
- 37.山崎 健(2015)、運動生理学の研究から見えてくる身体運動システムの複雑さ、スポーツ社会学  
研究 第23巻1号、35-46
- 38.山崎 健(2015)、運動習熟とダイナミックステレオタイプの再考ーエネルギー供給系と運動習熟の  
連関ー、陸上競技研究 第103号、2-11
39. 山崎 健(2024)、エネルギー供給系と運動習熟の「連関(Linkage)」、現代スポーツ研究 第8  
号、4-11