HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	スポーツにおける「からだ」の時空的対応
Author(s)	矢野, 徳郎
Issue Date	2023-04-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/89355
Type	learning object
File Information	undou_to_kankaku.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

スポーツにおける「からだ」の時空的対応

矢野徳郎

—Biomechanical Physiology—

はじめに

先に書いた『スポーツの世界の物語性』は、色々の要素を取り込んだためか、理解するのが難解であったようです。それで、主要な課題の各論の説明をすることと、その課題を深めたいと考えました。『スポーツにおける「からだ」の時空的対応』『スポーツにおける「からだ」の表現性の言葉的解析』『知と命から見たスポーツ』の三つのシリーズで、スポーツと生物的なヒト、文化的な人、社会的な人間としての理解を始めたいということです。

この本では、生物的なヒトの動き、行動について解析します。それで、一つの大きな仮説を設けました。私達は日常的には、外界が存在していて、その存在は形や位置や色を持っていると感じています。しかし、実際は感覚や知覚は外界からの受動的な刺激を受けて、それらを統合されたものが知覚です。つまり、脳内の出来事なのですが、外界があたかも存在しているように感じます。これは投射と呼ばれています。ここでは投射を詮索せずに我々が受け取る常識的な出発点から始めます。

私が、この投射的外界にこだわるのは、この投射があるので、その投射に関わって、我々の行動や動きができるのであろうと思うからです。

このような実在的外界存在は多分、幼少期の経験と共にできてきたものであろうと思います。これを実証するのは困難です。しかし、この実在的外界存在を前提として、新たな外界存在を行動や動きと共に形成する経験はスポーツの学習の中で観察できるのではないかと思います。例えば、バスケットでは、コートやリングがあることは、バスケットを初めて行う人でも理解できます。この事実から出発して、スポーツでは何を学習しているのかを考えると言うことです。ただし、外界が実在していると言うのは、知覚のレベルです。外界の色々の情報は必ずしも全てが知覚されているわけではありません。意識へ届かない感覚が多くあり、この感覚には、行動や動きが関わっていのではないかと想像します。スポーツの学習は主としてその場の動きおよび場所を変える移動のあり方を学習していると考えられます。この動きと移動の仕組みを説明することがこの本の最終目的です。

そこで、最初は、スポーツの研究で既に到達している概念や体の各部位の初歩的理解から始めます。この後半では、動きや移動が外界と私との相互作用から行動や動きを構成している要因およびその機構を解析していきます。

令和５年４月１日

目次

第１章、現在の到達点とその問題――――――――――――――――――――――――――ｐ３
１．運動生理学の体力的側面
２，運動の数理的、社会的側面
３，発生運動学
第２章、体の部分的な運動と可動性――――――――――――――――――――――――ｐ９
１、胎児、乳児、幼児と運動
２、手と脳
３、上肢と脳
４、足(脚)と脳
５、顔と脳
６、頭部、胸部、腹部と脳
７、体の部分の働きの可動性
第３章　相即と多様で動的な形――――――――――――――――――――――――――ｐ２４
１，形態学（モルフォロジー）
２，現場に必要な動き
３，相即と重力圏
４，相即と知覚・運動の円環
５，人と人の相即と動的な形の多様性
第４章　動きとスポーツの創発――――――――――――――――――――――――――ｐ４６
１，感覚、知覚に運動を加える意義
２，コモンセンスの中のセンス
３，運動学習中の創発
第５章　動きの原則　（まとめ）
１，システムの目標、目的
２，動きとその形成の原則

第１章、現在の到達点とその問題

１、運動生理学の体力的側面

現在の運動生理学は、呼吸、循環、骨格筋、脳などの研究へ分化して、さらに各分野が細分化されてきています。これらの機構を研究すること、トレーニングとの検討をすること、健康増進との関係を検討すること、へと分かれていますので、現時点での到達点を簡潔に書ける状態ではありません。また、運動生理学が他の生理学とどこが違うのかを、まず述べます。その一つは、運動時の生体の各器官や器官系の機構を検討すると言うのが特徴であると言えます。また、他の生理学にはない特色として、機能の差が個人間で異なること、およびトレーニングによって増強されると言う点が挙げられます。これは一般的には体力として理解されています。そこで、ここでは体力についての視点と問題点を述べます。

運動生理学では、体を呼吸循環器系、筋神経系、および中枢神経系に分けています。この分け方は、体力の行動体力を分けるときの根拠となっています。呼吸循環器系は持久力、筋神経系は筋力、中枢神経系は調整力と関連付けられます。過去においては体力測定として筋力は握力、背筋力、持久力はハーバードステップテスト（日本版)、調整力はその成分としての反復横跳びや柔軟性を測定していました。また、運動能力テストとして、５０ｍ走やボール投げ、立ち幅跳びなどが、走、跳、投の基本的運動能力として体力とは別個に測定されていました。これは体力が知能、運動能力が学力という考え方と等価な考えにもとづいていたからでした。つまり体力概念は、「からだ」のポテンシャル（潜在能力）という意味です。この能力は、具体的には各器官系の機能の差異を意味しています。例えば、各器官系の機能は、トレーニングや学習によって高められる可能性を有しています。あるいは、個人間で差異があることも前提にしています。過去の学校体育では体のポテンシャルを高めるためにスポーツがあったように思えますが、現在はスポーツを習得することに目的が変わってきたように思います。しかし、高齢者の健康問題や生活習慣病との関係では、今でも運動は健康や体力を促進するための手段です。

体力概念の調整力というのは、昔から我々は疑問に思ってきました。なぜ疑問かというと、この調整力が運動やスポーツと関連性が乏しいからです。例えば、体操競技で見事な演技をした時に調整力が高い選手であったとは言えますが、具体的にその高い能力は何であるかが見えません。言えたとしても、中枢神経系の機能との関連付けを言うのがせいぜいです。単に言葉の表現性を鵜呑みにしなければならないという事であって、言葉以上のことがありません。例えばテニスのストロークと調整力がどのように関係しているのか、具体的に理解することはできません。

このように運動生理学では、解剖学を基礎として、生理学的機能系を分割して、それを体力概念まで押し進めてきましたが、中枢神経系の理解が十分ではないと思います。この問題は、筋がどういった機能を持った器官であるかという事と関わっています。筋は力を発揮する器官か、あるいはエネルギーを消費して仕事をする器官か、という事が過去に問題となりました。現在では後者の立場で理解しています。このことは、後に説明するような作業原理（動きの原則）という考え方の導入で、中枢神経系の在り方を見直すきっかけに私はなりました。その一部を紹介しま

すと、ある運動は関係する神経支配がその運動に特有であると普通は考えるのです（これを伝導原理という）が、作業（仕事）を成し遂げるために神経系のネットワークが様々に組織化されるという考え方へ変わりました（下記の本、ゲシュタルトクライス（注１）や現代的な自己組織化や複雑系に私は影響されています)。つまり、着眼点が中枢支配から作業の成立という方向性へと変わったということです。ただし、この考えでも、まだ問題の全てが解決したわけではありません。

現在では新体力テストとして、体力や運動能力に分けないで測定が行われています。この体力概念と運動能力概念の融合は、たぶん、体育がスポーツを教えるという事と関連していると思います。スポーツは現実的な体力や運動能力が必要です。これらを個別に分ける必要性が現場では有効ではないと思われていることから、現状が生まれていると思います。例えば、サッカーのフィジカルという言葉は、体力とは異なる概念です。体力概念を動的に捉えたようなニュアンスがあります。例えば、ウエイトリフティングの人が、サッカーでいうフィジカルを持っているかというと疑問があります。フィジカルには技術的要素が含まれています。

もう一つ、体力概念で問題があることを指摘しておきます。体力概念は体のポテンシャルを言っているので、スポーツや運動と直接関係があるわけではないのです。運動と関係づけるには、その中間的概念、運動能力というのを挟まないとなりませんが、現在的な到達点からいうと運動能力は、走、跳、投などの基本的な運動の形態があって、それがスポーツのような組織だった形に発展するということでした。しかし、この考えでは成り立たないスポーツが今では沢山あります。先に運動能力が学力と等価だと書きましたが、各教科に共通の学力がある分けではありません。各教科には特質がそれぞれあります。これと同じように各スポーツ種目にも、それぞれに特有の特質があるはずです。

こういったことを考えると体力と技術を単純には分けられないと言うことになります。現代的には技の成分として伝達可能な技術とその技術を個体の技能（能力）で習得するというような解釈をしている人たちがいます。技は動きとは異なり、伝承されてきた技術と人の能力の産物です。それ故に技には伝統的な価値や意味が含まれていると言うことだろうと思います。しかし、バスケットではバスケットが出来た初期にはドリブルがありませんでした。ドリブルは、ある契機から創発されたもので、それに伴い初期のルールも変わっています。このタイプの創発は技の考え方とは異なるものです。この観点は後の章で議論します。私の個人的な感覚では、こういった考え方は体操競技（主として機械体操）の人たちの発想であろうと感じます。一方、体力概念は、陸上競技の各種目が身体運動の基本と考えているので、陸上競技に人たちが大切な概念として捉えています。球技では戦術が中核的な概念であると考えています。自分が行ってきた、種目に関して、理論ができているように思います。この辺りの統一的な概念構成が必要であろうと思います。

注１：ゲシュタルトクライスの概要は HUSCUP に掲載されている『スポーツの世界の物語性』の第 6 章に記載されています。参考にしてください。

- ヴァイツゼッカー　『ゲシュタルトクライス』木村敏　浜中淑彦　訳　みすず書房　1975年
- 宮村実晴　編　『新運動生理学（上巻）（下巻)』　新興交易（株）医書出版部　2001年
- 矢野徳郎　『運動生理学序説』　北海道大学大学院教育学研究院紀要125、p11―62、2016年 URI: http://hdl.handle.net/2115/61884
- 水谷豊　『バスケットボール物語－誕生と発展の系譜』　大修館書店　2011年

２、運動の数理的、社会的側面

運動生理学では、運動を必ずしも個別に扱うことを行わず、体のポテンシャルとして運動を理解していました。それは、動きや動作に関する数は無数にあるので、それらを個別に扱うことができなかったからです（ただし、筋電図による解析は個別の動きについて行っています)。しかし、それにチャレンジする分野もあります。

現代のバイオメカニクスは、多分、20世紀の初めにAV Hill やWO Fennといった筋生理学者が始めたのだと思います。その時の問題意識は一定速度で走行していても、エネルギー消費が必要であると言うことでした。これは力学の法則に反します。それで、二つの可能性があったと私は考えています。一つは筋の粘性抵抗にエネルギーが消費されるということです。もう一つは体の部分の動きに関連して、エネルギー消費があるということです。後者の立場における手法としてバイオメカニクス的な方法がとられたと言うことです。歩行時には、その移動サイクルに応じて体の重心の位置エネルギーと運動エネルギーの増加と減少が起きます。これらの各エネルギーレベルの変動は位相（注１）が異なります。このことは位置エネルギーを運動エネルギーに変えて、またその逆も行うことでエネルギー効率の良い移動が生じていると推論されています。これに対して走行では、位置エネルギーと運動エネルギーの位相差がないことが発見されました。このために歩行は走行より移動距離当たりのエネルギー消費量が少なくなります。この事象は、バイオメカニクスの初期を開拓した、マルガリアにより解明されました。これは対象とする運動を力学的に解析する方法を使っています。各スポーツにある動きや動作は、力学的に分析されてきています。このことが可能になるのは、手段が力学ということで統一しているからです。その後、骨格筋の制御は、床反力計を使った研究や関節周りのトルクを計測すると言うように、分析が細分化してきました。ただし、私は、詳細な事実が分かることは大切ですが、初期の時にあった仮説の検討という部分が不明確になってきていると思います。また、力学に分析基準を限ると他者との関係性は分析できません。

バイオメカニクスばかりでなく、心理系の人にも数理科学的、生理学的な研究が広がっています。例えば移動速度を徐々に上げていくと歩行から走行に相転移すると言うような問題も検討されてきています。ダイナミカル・システム・アプローチなどの新分野が展開されています。詳しくは以下の本（スパー、や三嶋博之）を参照して下さい。しかし、この問題は、例えば、移動が歩行と走行だけれれば良いのですが、テニスではサイドステップもあり、ベースライン上からサ

ービスライン上へ移動するキャリオカという移動方法もあります。これをもって、実験的なあり方より実際的な生態学的な研究が正しいとは思っていません。また、生態学的研究はその適応範囲が大きすぎると思っています。私が取り扱っている範疇では予め断っておきますが、生態系より小さい日常的な範囲で、かつスポーツのように目的や目標がある世界での話です。ここでは知覚や運動が直接的な経験を与える範囲です。経験を越えた論理的な生態系のあり方は考えませんが、日常的な生態的あり方での経験を取り扱います。

二つ目は、ナンバ歩き（走り）というのが日本の過去の歩き方にあったということです。右足が出る時は、右手が前に出るという歩き方です。それが軍隊を導入する様になって、整列して多人数が歩くための歩行が生じたとされています。その歩き方が現在のような歩き方へと変わったと考えられています。また、体育座りが日本独自の形だそうです。これらの動きや姿勢を総称して「身体技法」と呼びます。この身体技法とは、身体そのものを道具として、ある目的のために使うための方法のことです（マルセル・モース）。つまり、水の中を移動するためには泳ぎ方を知らなければなりません。これと同じく社会を生きるためには、ある種の身体技法が潜在的に生きることを支えていると言うことです。詳しくは下記の本（三浦雅士；斎藤孝；石岡丈昇）を参照してください。

注1：ここで言っている位相は振動や波動のような周期運動で、例えば、二つの波の頂点の差を言っています。後に出てくるトポロジーの位相とは異なります。

- ロドルフフォ・マルガリア　『身体運動のエネルギー』金子公宥　訳　ベースボール・マガジン社　1978年
- 金子公宥　福永哲夫　編　『バイオメカニクス　身体運動の科学的基礎』杏林書院　2011年
- W.A.スパロー　『身体運動学　行動選択の基準と運動の経済性』　松尾知之　など訳　大修館書店　2006年
- 三嶋博之　『エコロジカル・マインド　知性と環境をつなぐ心理学』　日本放送出版会　2008年
- 麓信義　編　『運動行動の学習と制御』　杏林書院　2006年
- 三浦雅士　　『身体の零度　何が近代を成立させたか』　講談社　1994年
- 斎藤孝　『身体感覚を取り戻せ　腰・ハラ文化の再生』　日本放送出版協会　2001年
- 北海道教育学部　『ともに生きるための教育学へのレッスン４０　明日を切り開く教養』　石岡丈昇　『身体技法：教育をからだの次元から考える』　明石書店　2019年

３、発生運動学

ここでは発生運動学という概念の概略を示します。それで、関心を持った方は専門書を読んで理解してください。

まず、身体知という概念が出てきます。金子明友は身体知を「新しい出来事に対して適切に判断し解決できる身体の知恵」としています。「覚える身体知」の内訳として、「今ここの身体知（始原身体知）」「形づくりの身体知（形態統覚化身体知）」「形仕上げの身体知（形態修正化身体知）」を挙げています。また、「教える身体知」の内訳として「素材づくりの身体知（動感素材化身体知）」「処方できる身体知（動感処方化身体知）」に分けています。これらが運動形態を習得するときに働いているということです。

次に、キネステーゼという概念が出てきます。これは、フッサールの現象学の後期で対象を認識する在り方に関わっています。キネステーゼとは写真の様な形ではなく、身体を使って物へ働きかけて得た物の素材を総合して無意識的に構成する作用のことです。このことが可能になるには、物の認識に伴う時に身体の働きかけが不可欠だということです。つまり、生活世界と身体は相関関係であるということです。

発生運動学では、たぶん、上記の説明で行った外界の対象への働きかけは、対象を感覚すると同時に自己の体も感覚しているのですが、発生運動学では特に体に注目しているのだと思います。感覚しつつあることと同時に、それを引き起こす運動の意識でもあります。また、私たちによって生み出される私たちの運動も同時に意識します。これを全身運動の「運動感覚あるいは動感」と呼んでいます。つまり、対象認識が体にあるということですので、フッサールのキネステーゼと少し異なるように私には思えます。

このキネステーゼと身体知とを仮定しないと、自己自身が内から動きを作り出すということが出来ないということだと思います。動く感覚だけでは運動の形ができません。この動感によって形を構成する知（身体知）や知識が必要だという事です。この意味で、動きの形成過程を教えられるというより、自己の「創発」が作用していると言っています。

自然科学でも創発や自己組織化という概念があります。この場合は、外界に関わらず、ある形ができるということですが、身体運動では目的とする運動をすでに取得した人が必要です。模写する動きがすでに存在していて、それを学ぶという行為が必要です。ですから、覚える身体知やキネステーゼのみでは動きを作り出すことが出来ません。すでにある動きを取得した指導者が必要となります。しかし、自己の創発が前提ですので、教えるということは困難であると考えているのだろうと思います。そこで、自己の創発を促すような考えが生まれます。それを「促発」という言い方をしています。「即発」の身体知として、教える身体知を位置付けています。

発生運動学において、体育は身体知に到達しました。一般的に身体が認識や記憶に対して役割をはたしていると言うことは、多くの人が現在では認めています。しかし、スポーツに関係する身体知があると言うことは私には受け入れがたい考えです。なぜならば、スポーツが生まれる前から身体はあったからです。ですので、発生運動学で言っている身体知全部を受け入れると言うことはできません。少なくとも、個体が持っている身体知と社会にある身体運動に関する知識の中核的概念とは区別した方がよいと思います。私にとっては後者を身体知と呼ぶのは違和感があります。

以上、現在の到達点は身体知や体力概念や技術も個体に還元できると言う考え方です。しかし、ハビトスで見たように生活世界全体と関わる身体運動もあります。また、集団スポーツでは、個人から成り立っている以上の全体性があります。この全体性は、全体を構成する部分には還元できない現象です。ゲシュタルト心理学で言われているように、視覚の特性として外界の形態はそれを見ている人が秩序ある方向へ構成するということです。運動でも例えば、集団スポーツでは個人技、フォーメイション、戦術と階層があります。この階層が下の階層の単純な和であれば、還元論的に説明できるのですが、階層間の相互作用があります。これが多様性を生み、要素還元論（注 1）にならなくなります。このことは個人競技の動作の組み合わせでできた動きでも同じことです。これらの点を考えますと個人を越えた集団の秩序ある行為のあり方があっても良いと思います。これは軍隊のような司令官が指令することで、成り立っているような考えではありません（脳が司令官で、体はそれに従う兵隊的な考え方)。各人の行動が、各人との相互行為から生まれるという考え方もできます。ここにある種の形態が生まれるのだと思います。現在の問題点の中核は個人に還元することです。我々は無自覚に要素還元主義に従っています。この点を以下、体の要素の働を検討して、次に体全体とそれを取り巻く環境との相即（注２）について検討していきます。

注１：要素還元論とはある複雑な事象を理解しようとするとき、その事象をいくつかの単純な要素に分割し、それぞれの単純な要素を理解することで元の複雑な事象を理解しようという考え方です。
注２：相即とは、二つの対立するものが、実は相互に融合しあい一体となっていることです。

- 佐野淳　『ゲーテ形態学とスポーツにおける発生運動学的運動分析』　モロフォロギア：ゲーテの自然科学　2007 巻 29 号 45　p 45-62、2007 年
- 王水泉　『教育における身体知の研究』　広島大学大学院教育学研究紀要　第１部第５９号　p 59-67、2010
- 清水博　『生命知としての場の論理』　中公新書　1996 年
- 竹田青嗣　『現象学入門』　NHK ブックス　2006 年

第２章、体の部分的な運動と可動性

１，　胎児、乳児、幼児と運動

普通、スポーツや体育に関連している人への教育では、あまり触れられない現象があります。それは胎児や出産後の乳児や幼児の運動です。この時期はスポーツのような多種多様な運動が生じる前段階ですが、あまり紹介されていません。それで、まず、この分野の身体運動に関する知見を見て行きます。

最後の生理が始まった日を妊娠０週０日として、妊娠週を数えます。最近では超音波によって胎児の大きさから、受精時期を推定しているそうです。この場合は胎齢と呼びます。ここでは古い呼び方での妊娠週を使います。この数え方では、人の月経日数が違うと個人差が生まれてきます。それで、以下の動作や感覚の獲得には日数には幅があると考えてください。

胎齢７週目ごろには、胎児の口唇部を刺激すると、それを回避するかのように刺激とは反対方向へ首や身体を曲げます。妊娠 10 週をすぎると手掌への軽い刺激に反応し始め、14 週ぐらいになると全身の触覚反応が見られるようになります。妊娠 12 週には、体や手足の骨、筋肉などを発達させていきます。妊娠５ヵ月になると、脳が発達して体の制御機能が高まり、動きも活発になってきます。手を口元にもってくるなどのしぐさや指しゃぶりをする姿が見られます。また、赤ちゃん自身で体の向きを変えて羊水の中で、キッキング（腕や足を曲げたり伸ばしたりする動き）、ローリング（体全体を回転させるような動き），シャックリの様なリズミカルな運動が生じます。これら胎児の動きは母親へ胎動として伝わります。視覚器が機能し始めるのは、妊娠 18 週目で、視神経が後頭葉にある一次視覚野と結びつき視覚情報を感じ取ることが可能になります。聴覚は、妊娠 20 週目には内耳は聴神経から側頭葉にある一次聴覚野へと配線され、音を感じ取る機能が始まります。胎児はこの時までに様々な感覚器官や中枢神経系の大枠を発達させ、子宮環境や自分の体についての知識（身体図式、注１）を子宮胎児の動作と自己受容感覚（骨格筋、関節から生じる運動感覚と前庭器より生じる平衡感覚）を介して、学び始めているようです。

最近、次のような報告がなされています。フランス語圏とドイツ語圏の発話時のイントネーションの違いがあります。赤ちゃんの泣き声のイントネーションがその言語圏で育った赤ちゃんのイントネーションに類似するとされています。このことは胎児が母親の胎内環境の中で学習しているという事実と共に、胎内以外からの音声が胎児に伝わっていることを示唆しています。

35 週になると呼吸様運動（11 週ぐらいからみられる）の機能がほぼ完成に近づきます。これは鼻からの呼吸様運動です。呼吸は、横隔膜や外肋間筋や内肋間筋（骨格筋）によって、胸郭の大きさを変えます（ただし、腹式呼吸です）。このことによって、呼吸が可能となります。とはいっても胎児は羊水の中にいますので、酸素を吸収し、二酸化炭素を吐き出しているわけではありません。呼吸に合わせて肺へ出入りしているのは羊水です。また、顔の表情が現れます。顔も顔面筋（骨格筋）によって、表情を作ります。あくびをしたり、泣いたり、笑ったりしているそうです。だだし、五感の発達や呼吸様運動や表情は、誕生した後に必要とされる機能ですので、胎児が何のために行っているか、今のところ分からないようです。それで、誕生した後の訓練を

しているのであろうと思われています。

少し余談になりますが、胎児の腎臓や消化器官はどのような働きをしているのかを成人の機能と比べると、理解できない事態がでてきます。胎児は羊水を鼻から肺へ吸入しますが、同時に口から消化器官へと吸入しています。このことは新生児が母乳を摂取しながら、呼吸ができるのと同じです。これは、成人とは違います。消化器官では、羊水に含まれている脂肪（胎児由来と思います）を消化するものと思います。便には胆汁から分泌されるビリルビンが含まれているので、胎児が出産後に青い便を排出することから、このことが分かります。しかし、胎児は小便をします。成人であれば、腎臓は電解質の調整とタンパク質から生じる窒素をアンモニアとして排出します。もし、胎児も同じアンモニアを輩出していたら、羊水は浄化されません。羊水は、胎児にとって恒常性を維持すべき対象です。この意味で言うと腎臓は胎児では成人とは異なる機能を発揮しているようなのですが、私の調べた限りではよく理解できる説明はありませんでした。成人であれば、外部環境は生態系全体で安定化する方向に維持されています。しかし、胎児にとっての内部環境はある程度、恒常性を維持するシステムはあると思いますが、子宮内における胎児の外部環境はどう維持されているかは興味深い問題です。

誕生後には、胎児では保証されていた、体温維持、栄養摂取、排泄行動に加えて、重力空間での随意的運動が求められます。新生児では、仰向けで手や足（脚）はランダムに動かします。これは重力空間では、手足の動きは空気抵抗が小さいので、この動きに対する反動は、自分自身に向かいます。この反動は、背中の皮膚の圧変化や動かしている四肢間へ向かいます。つまり、自分の運動プラス、その運動による反動運動が生じます。たぶん、この両者の運動は時間的遅れを持っているので、別々の筋感覚が生まれると思います。つまり、四肢の運動が自己に影響するので、このことによって自己と四肢の関係性が生まれます。同時に皮膚感覚とも結合して、体の部位間や皮膚との関係性を作ります。このことは、自己と皮膚、骨格筋システムを作ります。胎児のときに引き続き身体図式を形成しているものと思います。3-6 ヵ月目には寝返りが出来るようになります。ここでは寝返りに必要な四肢の使い方を覚えます。その時の感覚は、視覚的には仰臥位（仰向け）での 2 次元的な世界が、高さと奥行きのある 3 次元の世界に変わります。6-11 ヵ月目には、ハイハイが出来るようになります。これは全身の移動の始まりです。大概は、親の元へ移動するのですが、親という目標に対しては無自覚かもしれませんが、目標に向かう移動運動となります。また、自分が興味を引かれるものへの接近も伴います。6-8 ヵ月目には、お座りが出来るようになります。この時には上肢は自由になります。この時期の前にも上肢の運動はありますが、この時に上肢の随意運動が成立します。この時に特に重要なのは、まず、生後 4 ヵ月ぐらいから始まる手指し（リーチング）という自由になった上肢と手を使って目の前にある物を探る行動（探索行動）です。次に生後 9 ヵ月ごろの指差し（ポインティング）です。手指しとは異なり、指さすことにより対象を親に示すということです。つまり、乳児と親が視線を共有するということです。１２ヵ月ごろから、一人歩きできます。この時には体の姿勢維持と歩行の運動の協調が必要になります。姿勢維持に必要な前庭システムと歩行に必要な骨格筋システムが結合します。もう一つ大事な点は、ハイハイでも述べた、親しみのある場所を中核として、自由な空

間への探索が出来るということです。ただし、ハイハイは上肢が主に働き、歩行は下肢が主として働くという違いがあります。また、シャッフル（shuffle:移動する）という例外的な動きも見つかっています。シャッフルとは、ハイハイをしないで、お座りの姿勢のままお尻に弾みをつけて浮かして前進する方法です。

神経細胞と神経細胞とをつなぐ連絡場所をシナプスと言います。常識的に言うと発達に伴って、脳内のシナプスが増加すると考えます。なぜならば、神経の連絡が密になるほど、色々な情報の伝達網が出来るからです。けれども、実際は生後 8 ヵ月でピークを向かえ、その後、10 歳ぐらいまでにかけて、シナプスが減少します。そして、一定数を維持します。この 8 ヵ月時には立位が可能になり、親指と人差し指で細かな物をつまめるようになる時期です。また、10 歳時ごろには随意運動が完成される時期です。つまり、過剰な結合をもっていて、それが多く使われるシナプスが残るということです。これは環境適応によって、脳内のシナプスが選択的に生き残るということです。

最近の発達心理学の下記の明和正子の本では､身体性が大切であるとしています｡その理由は、身体が情報を個体にとって意味のあるものを選択し、構造化するからです。また、これを可能にしているのは、三つの感覚である外受容感覚（五感：視覚、聴覚、触角、臭覚、味覚)、自己受容感覚（筋、骨格、関節から生じる運動感覚および前庭器官により生じる平衡感覚)、および内受容感覚（自律神経の反応を含めた身体内部（内臓）状態の感覚）からなる身体感覚です。この身体感覚は、身体レベルで自己とそれ以外を区別する基本的感覚です。

また、他者の身体なしにヒトは育たないとされています。その重要な一つの例として、次のような行動システムを明和正子の本では挙げています。ヒトを含む哺乳動物や鳥類の多くは発達過程において、自分で制御できない不安や恐れに対する情動や身体状態の変動を、養育者の身体を使って鎮静化し、一定化する行動システムを進化の過程で獲得してきたとしています。具体的にはヒトでは養育者が乳幼児の皮膚をなでることによって、鎮静化させるとしています。

スポーツでは、四肢や体幹部が主として働いていますので、脳においてもスポーツに関わる体の部位が大切であると考えられるのですが、少なくとも一次運動野ではそのようになっていません。一次運動野の部位を電気刺激するとその部位に対応した体の一部が動きます。この体の各部分の大きさと一次運動野の各部位の大きさは同じではありません。運動制御が緻密である場所は一次運動野では大きな場所を占めています（ペンフィールドの脳地図)。その運動制御が緻密になっている場所は 3 ヶ所あります。一つは顔です。ここは情動の表現の舞台です。二つ目は手です。手の制御が緻密であるので、行為により大きな緻密さが生まれたのではと思います。三つ目は発声の部位の制御部位が広範であるということです。この三つは、生物的ヒトが社会的人になることと関係していると思います。この三つの現象は、元々は全身的にあった情動や行動が顔や手に収束していき、また声は情動と行動にあった表現性が発話へも表出したのであろうと私は考えています。

このことは、子供は嬉しいとなぜ飛び跳ねるのかという疑問から考えた私の仮説です。子供や自閉症の人は、「からだ」全体で喜びを表現します。「からだ」全体に情動や行為や発話の前状態

があると思えたので、上記のような発想になりました。また、この収束する前の行為や情動や発声がスポーツにはあります。したがって、スポーツはヒトを発達の前状態へと引き戻し、社会から解放された感覚を与えるのだと思います。

幼児の発育発達は、ここでは全身的な問題を扱ってきました。スポーツも全身運動です。しかし、スポーツの中の動きは多種多様ですので、まずは、主として関節の運動を次の節から検討します。ただし、この試みは体の部分の運動が全身の運動につながるという考え方（要素還元主義的考え）だと受け止められるかもしれませんが、第３章で議論する、部分には還元できない全身の運動（全体論的考え方：注２参照）へ向かう準備段階だと捉えてください。

注１：身体図式の詳細は、簡単には説明できませんので、HASCUP に掲載されている『スポーツの世界の物語性』の第 3 章 3 節を参考にしてください。
注２：全体論（Holism）とはある系（システム）全体は、それの部分の算術的総和以上のものである、とする考えのことです。例えば、文（センテンス）を考えると文は単語からできています。またその単語は形態素の要素ができています。この要素（形態素）の総和から文の意味は理解できません。要素の集まり方や単語の順番などがないと文章になりません。

- 榊原洋一　『ヒトの発達とは何か』　筑摩書房　1994 年
- 最相葉月　増崎英明　『胎児のはなし』　ミシマ社　2019 年
- 明和正子　『ヒトの発達の謎を解く―胎児から人類の未来まで』　筑摩書房　2019 年
- 東田直樹　『自閉症の僕がとびはねる理由』　角川文庫　2021 年
- 東田直樹　『自閉症の僕がとびはねる理由２』　角川文庫　2018 年
- 東田直樹　『自閉症の僕がとびはねる思考』　角川文庫　2021 年
- W・B キャノン　『体の知恵　この不思議なはたらき』舘 隣、舘 澄江 翻訳　講談社 1994 年

２、手と脳

上肢は前腕と上腕からなりますが、手は手首から先を指しています。哺乳動物も手を持ちますが、指の利用はあまりなく、いわゆる「サル」になってから、手の利用が本格的になります。「ひっかける」機能と「つかむ」機能を持ちます。これに高等霊長類では、手の「にぎる」機能や「つまむ」機能が付け加わり、ヒトでは精密な「マニュピレーション：巧みな操作」ができるようになります。ヒトは親指と他の指が対向できるので、より複雑な手の機能が可能となっています。手の機能は大きく分けて、精密把持と握力把持に分類されています。これらの動作を可能にするために、脳の一次運動野の広範な部分が手の運動に関わっています。

手には、反射が二つあって、脊髄を介在するものと大脳まで達する反射があります。前者は、手の指を伸ばすと伸展反射を起こすものと、手の皮膚が刺激されると上肢が屈曲する反射

からなります。後者は、手の手掌部にものが触れると刺激の方へ手が近づき、握る反応です。大脳皮質の体性感覚野を除去するとこの反応はなくなります。

この反応を利用して、ボールをつかむ訓練を赤ん坊に学習させると自主的にボールをつかむようになるそうです。これは、反射(反応）を利用した学習です。昔から、運動学習は、反射を利用すると言われてきていましたが、実験的に、これが一部、確かめられたということです。現在では、自己組織化などを考えているので、反射という最小単位からの運動形成のイメージは消えてきていますが、やはり、反射は大切な学習の概念の出発点にあるということを、上記の実験は示しています。ただし、スポーツでは反射に近い動作と反射とは相反する動作があります。したがって、動きのすべてが、反射を基礎としているとは言えません。また、上記の事例を一般化して、スポーツの動きが反射を中心にした運動学習で論じるのは危険でしょう。

手は、手さぐりの機能（認知）を持っています。皮膚には感覚受容器がありますし、筋や腱には固有受容器（自己受容器）があります。これらを総称して、体性感覚と呼んでいます。手でこの機能が大切な理由は、手が動くことと関係している点です。視覚による認知との組み合わせにより、より詳細な対象認知ができるようです。

右手は左脳に関係しています。左脳は言語野に関係した脳であるとされています。論理的な脳です。右の脳は空間認識や身体図式に関係しています。感覚的な脳です。この区分は８０％の人に当てはまるようです。遺伝的に決まっているそうです。これに関連して、右手と左手の機能の相違も多少ありそうです。右手で字を書き、左手では字を書く用紙の感覚を取るといったような区分です。陶芸家は、右手で形を作り、左手で手触りを感じているようです。

手は、錐体路を切断すると動かなくなります。錐体路は、精密な動きや握力に関係しています。前頭前野では、意志を発動して、その信号は補足運動野に行きます。補足運動野では、記憶や体性感覚と関わって、両腕の協調性を作ります。そしてその信号を一次運動野に伝えます。補足運動野が壊れると、手足を動かしたりしなくなります。手からの求心性神経の信号は皮質の感覚野に上行します。そして、頭頂連合野で視覚の情報を得ます。その後、前運動野へ伝わります。前運動野は運動の手順を作っています。この手順は一次運動野に伝わって骨格筋の時空的な運動が実行されます。

手を使うスポーツは、例えばカーリングとか、ピッチャーが変化球を投げるときとか、テニスや剣道での握り方とか、バスケットのボールのさばき方とかにありそうですが、手がスポーツの中で重要な働きを持っているという認識は余りないと思います。一次運動野のすぐ後方に一次体性感覚野があります。この感覚野でも手の感覚を受ける部位は、一次運動野と同じように、広範囲です。ですので、スポーツは全身運動ですが、手の感覚は微細に得られるので、手の微細な感覚と全身の広範な筋感覚との関係性を探求すれば、全身の中の手の役割あるいは手から、全身の動きへのあり方がより分かるようになると思います。日常においては手が重要な働きを持っています。この時、手だけが動くのではなく、四肢の運動や姿勢保持のための頭部や腹部や胸部の運動も伴います。したがって、手の動きに応じたこれらの骨格筋群が反応していると考えられます。スポーツにおいてはこの逆方向である場合が多くありますので、手で得

られる感覚を注意深く観察すると全身の動きに新たな発見があるかも知れません。ただし、手の感覚と言っても、感覚が道具使用で広がる場合もある（例えば、手の感覚ではなく、テニスのラケット面の感覚が取れます）ので、手そのものの感覚だけではないことに注意が必要です。

久保田競　『手と脳』　紀伊国屋書店　２０１２年
丹治順　『脳と運動―アクションを実行させる脳』　共立出版　２０００年
松波謙一　『運動と脳　脳は体の動きを自在に操る』　紀伊国屋書店１９８６年

３、上肢と脳

下肢は、体重がかかっているので、姿勢維持が第一義的にあります。それで、姿勢維持ができる限りにおいて、下肢の自由度が担保されます。歩行も身体重心をうまく調節しながら、可能になっています。私の経験からはこの歩行の学習経過は思い出せませんが、スキーを指導していると姿勢保持が大切であるということが分かります。初心者が始めて緩やかな斜面でスキーを履くと、斜面の下の方向へ落下します。これを防ぐために斜面の在り方やスキーの斜面に対する置き方やスキーが移動したときの対処の仕方を事前に説明します。しかし、その説明は何の役にも立ちません。「からだ」は重力に従って移動を始めるからです。やがて、転びます。意識的にスキーを操作できるのであれば、移動は止まるはずですが、その意識は他者からは推測できるものの、現実的には脚は突っ立ったままで移動します。どう考えても意識は「からだ」を調節しているとは思えません。この時には意識より姿勢維持が優先されています。同様に、スキーでハの字で滑るボーゲンを練習している初心者は次のような障害（ハードル）に出会います。斜面においてボーゲンで回転しようとするときに、他者から見て明らかに回転動作をしようとしていると見える場面があります。しかし、転ぶのを避けるために山側に体を傾けてしまい、その結果、谷側のスキーのエッジがたってしまって、回転を阻止しています。この様子は、曲がろうという意識があることは、上半身の姿勢から分かりますが、エッジが引っ掛かってしまって、決して曲がることがないということから、姿勢維持（転倒しない）を無意識的に実行していると判断できます。意識で「からだ」を調節することが出来るのは、他に障害がなく、意識のみによって、「からだ」を自由に動かせる状態でのみ可能になっていると思われますが、こういった、運動を覚える初期状態のことは、指導者は忘れてしまっているようです。

上肢は姿勢維持に束縛されていません。むしろ、事態は逆です。上肢を動かすと体の重心が変わるので、体幹部や下肢の運動で姿勢維持が行われます。ただ、まったく上肢の運動が姿勢維持から影響を受けないということではなさそうです。例えば、転びそうなときに上肢を自由に動かすということにより、バランスを取るような行動が起きます。

真似をすると言うときには、上肢が中心です。これは、上肢の自由度が確保できているという点からきているのであろうと思います。また、「からだ」が意識によって調節可能であると思

い込むのも上肢の運動の自由さからきているのだろうと思います。このことが飛躍して、動き方を知識として脳で理解すると動きができると思ってしまいます。この勘違いは、下肢の運動の不自由さを考えると分かるのですが、スポーツではサッカーやスキーなどの限られた種目でしか、下肢の運動が主題とならないので、この点が分かりにくいのだと思います。

運動が言葉の文法で表せるということを少し説明します（注１）。下肢は、移動というのが主題です。移動は英語で言うと walk や run などの自動詞で、副詞句を取ります。上肢は他動詞で目的語を取ります。意識は対象作用があるとされています。それは、上肢について言っているのだと思います。ボールを投げるというのは、ボールへの作用で、対象はボールです。作用を起こしているのは、動作です。これは一見、場所を表すような副詞句がないように思われますが、例えば、I throw the ball at the catcher.　野球のピッチャーがボールをキャッチャーに投げる場合は、決まった場所、キャッチャーがいます。投げる点が、１塁とか２塁とかに増えると空間的広がりを持ちます。市川浩の表現を借りますと、これは身の延長（拡がり）と言えそうです。

注１：HUSCUP に掲載されている 『スポーツの世界の物語性』の第９章、第 10 章の 1，2 節およびと第１１章を参考にしてください。また、これから HUSCUP に掲載される『スポーツにおける「からだ」の表現性の言葉的解析』は『スポーツの世界の物語性』の言葉的解析をより深めますので、参考にしてください。

- 市川浩　『＜身＞の構造』　講談社学術文庫　１９９３年
- 斎藤孝　『身体感覚を取り戻す』　NHK ブックス　２００１年
- 樋口貴広　森岡周　『身体運動学　知覚・認知からのメセージ』　三輪書房 2008 年

４、足(脚)と脳

脳と足(脚) との関係を考えると、まず思い出すのは、ペンフィールドによって示された、一次運動野の身体各部の機能局在性でしょう。この部位を電気刺激すると、それに関連した部位が動く。これだけだと足と脳との関係は簡単です。しかし、移動するということを考えると、脳の他の部位を考えなければなりません。動物では、生まれて数時間の後に四足歩行ができます。したがって、四足歩行は生得的であると考えられています。下位脳の一部を刺激すると歩きはじめ、刺激を止めると歩くのを止めます。したがって、下位脳に生得的な四足歩行の中枢があるようです。

哺乳動物だと生まれた時に四足歩行を行うと言いましたが、これのみでは生きていくことが出来ません。生まれた時に母親を認識して、授乳を受けること、および母親と行動を共にするということが、生きてい行くための初期条件です。これは単純な法則です。最近、このように単純な法則に従って行動すると、見かけ上複雑な構造ができることが分かってきました。例えば、シロアリの巣づくりです。この巨大な巣は最初から計画されたものではありません。シロ

アリがランダムに排泄し、その排泄によりフェロモンの場が形成されます。このフェロモンに他のシロアリが接近し、また排泄すると巣ができあがるということです。規則は単純ですが、できる巣は複雑な設計図があたかもあったようになるということです。これと同じように、生まれた四足動物は複雑な行動をしているように見えますが、単純な法則に従っているのかもしれません。また、母親と行動を共にするという単純な法則が、色々な場面や状況での母親の行動を学ぶことになります。子が独り立ちした時に、この経験が役立つかもしれません。スポーツではスキーのトレーンという練習があります。この練習は、数人で１列になって前の人の動作をマネするものです。スキーでは斜面の変化が逐次変わるのですが、先頭の人が（熟練者）がそれをどう捌くかを真似ることによって、外界の変化に対応する仕方を学ぶというものです。ここでは、意識というより「真似る」が大切な要素です。

ヒトの場合は、１年ぐらいの訓練期間を経て、二足歩行を学習します。したがって、生得的であるとは考えられません。多分、他の動きと同様に、大脳基底核や運動野が働いて、二足歩行ができるのだろうと思います。これに、外界の変化に応じるように小脳が制御しているのだと思います。

移動ということを考えますと、日常的には目的地に向かって移動するということが一般的です。この時に、地図を持っていて、地図上の道筋をあらかじめ計画して目的地へ行くと一般的に考えられています。地図は、海馬にあるようです。地図上の企画は、前運動野で行われると思います。目的地は前頭葉の前野による意志で決まると考えられます。目的地へ行こうとする動機は大脳辺縁系に関係する場合もありますが、一般には動機というより習慣という場合が多いと思います。例えば、歩いて、学校に行くという場合です。英語で書くと　I go to school on foot. です。on foot は、たぶん基底核と運動野でできる動作です。to school は前運動野の企画と海馬の地図で決められるでしょう。go の意思は前頭前野にあるのでしょうか。補足運動野では、行くか行かないかを大脳辺縁系(体調)と相談して決めるのでしょう。

サイバネティクスでは、上記のような事前の企画は想定していません。例えば、月にロケットを打ち上げるときに、事前に全部の工程を決めるというのは困難であるそうです。ロケットに人が乗っていて、逐次、途中の目的地を想定して、そこに近づいているか否かを測定して、進路を新たに決める方が、うまくいく方法のようです。サイバネティクスでは、これよりもっと困難な課題を考えています。つまり、目的地が移動する場合です。簡単な例をあげますと、それは散歩です。この場合には目的地が逐次変わります。サイバナティクスの研究では、飛んでいる飛行機を打ち落とすという原理を考えたことから、このような事前の企画ではない、フィードバックシステムを考えるに至ったそうです。このフィードバックシステムでは、大雑把な目標を決め、その目標と対象の飛行機との誤差を最小化するように修正する方法がとられます。

話を元に戻すと我々の移動は事前に計画しているのではなく、最終目標までに、いくつかの下位目標を持っていて、それに接近すると次なる目標へ向かうというものが一般に行われている移動であると思います。ユクシュキュルも鳥の渡りについて、下位目標に達すると次なる行

動が生まれ、最終的に目的地に行けるとしています。この戦術は、記憶としてはターゲットの場所記憶です。

私達は、脳だけを取り上げて、機能の局在を考えても、現実的な回答は得られないので、外界との関わりを考える必要があるということをここでは言いたいのです。外界を考えると脳の諸部分との連携を考えなければなりません。go は単独では成り立っていません。スポーツをイメージするとこの go の動作のみを学習すると考えがちです。しかし、目的地や部分的地図を作りつつ、go が作られているのではないでしょうか。もし、このようなことが実際に行われているとしたならば、脳の中で整然と出発前に順路が決まっているというのではなく、脳の諸部分の相互関係から、順路が適時に決定されている戦術をとっているといえます。特にスポーツでは環境条件や対戦相手のあり方が次々と変わるので、この戦術でないと試合が成り立たないのではないでしょうか。

- 三嶋博之　『エコロジカル・マインド』　日本放送協会　２００８年
- 丹治順　『脳と運動―アクションを実行させ脳』　共立出版　２０００年
- JV　ユキュスキュル　G クリサート　『生物から見た世界』日高敏隆　野田保之　訳　新思索社　1995 年

５、顔と脳

顔を動かす筋肉は、ペンフィールドのホムンクルスで知られている様に一次運動野に広く分布しています。このことから、一般には、情動（笑う）、あるいは随意に関わって顔面筋が動くと考えてしまいます。また、この顔に関する分布範囲は固定したものであると考えています。しかし、これらの一般的な考えは少々、修正が必要なようです。

腕を切断しても、切断された腕があるような錯覚や、幻肢痛があります。これは、一次運動野や感覚野に固定した位置が残っているためであると考えられていますが、実は上肢と顔の位置関係が近く、腕の部分が顔に乗っ取られてしまっているという考えもあります。例えば、腕を切断された人の顔の一部を刺激すると腕に刺激された錯覚が生じます。これは、腕の切断後に脳の中の腕と顔の一次運動野内の分布関係に変化が起きることを意味しています。

顔面筋は、進化の過程では、もともと魚類のえらに相当する位置が変化したものだと考えられています。無脊椎動物のえらの筋肉は、腸管に関連しているので、食べ物を飲み込むときに海水を同時に飲み込み、えらからは余分な海水を排出します。このえらの筋肉は平滑筋です。しかし、水中にいる脊椎動物になると水呼吸をするようになりますので、横紋筋となります。生物が陸上に上がるとえらの筋肉は、もはや呼吸とは関係なくなり、顔面にせり出し表情や嚥下や発声などの運動をします。これらの運動は、下位中枢レベルでの調節に、上位中枢が間接的に関わっていることから生じています。

笑いは自然に起きた場合と、作り笑いの場合があります。自然な場合には大脳辺縁系が関係します。作り笑いでは運動野が関係しますが、この場合は先に述べたような不随筋は働きません。

顔面の筋肉の作用は、他者に対する表現です。赤ん坊が泣くとそれ自体には何も意味がありません。泣いても、赤ん坊が抱えている問題は解決しません。自分でどうしようもない事態を自分で解決できないときに泣く。つまり、他者の助けを求めています。鶏においても、子どもと親鳥の間を見えなくする壁を設けても、子供の鳴き声に反応します。しかし、透明な樹脂で子供を覆って、鳴き声を聞けなくすると親鳥は探索をしません。つまり、この場合では視覚が全ての事象に関係しているのではなく、音声も大切な要因であると言えます。スポーツでは野球でホームランを打つときには、打撃音で理解されます。硬式テニスでも打球の音は大切です。テニスの打ち方が適切であると言うことと関係しています。これ以外に言葉というより「エイ、ヤア」という叫びという発声が起きます。この例として、ハンマー投げの室伏選手やテニスのシャラポア選手の叫び声や卓球の張本選手の「チョレィ」が挙げられます。もっと意味が在るものもあります。ナイスバッティングとかです。これは選手だけでなく、観客も発します。これらはスポーツの全身的表現と関わっていると思います。つまり、人のレベルで言うと会話した時の言葉やその時の表情が大切です。これに対して、生きていくための状況性や文脈や情動に関わって、その一つを考える手掛かりが、顔の表情として現れる以前の言葉にならない発声があると思います。つまり、スポーツには情動的状況に思わず出る原初的な発声があると言うことです。スポーツは原初に帰る場面があるように思います。これがスポーツの一つの大切な良さだと思います。

この原初的な発声に加えて、運動にはもっと秩序的な言葉的なこともあります。脚の時に　I go to school on foot と言う例を出しました。これは、文法的にいうと SVA (S:主語、V:動詞、A：副詞句)です。感情表現では、例えば、　I am sad では、文法的には SVC (C:補語) です。先の go には私と学校との「あいだ」に地図がバックグランドとしてありました。正確にいうと地図というよりターゲットです。土地にターゲットがあり、それに対して道ができてくるのだから、地図ではありません。一方、赤ん坊の例でみた泣きでは、感情表現は、S=C という私の状態です。しかし、よく考えて、なぜ泣いているのかということを問うと、私と状況性の間に生じる気分を表していることが分かります。英語では、主語があるので、この状況性は出てこないのですが、日本語では、「悲しい」というのは全体の雰囲気を含んでいる様に思えます。日本語では何か包まれたものの中で生きていて、その状態を表現しているようです。

文型と足や顔の筋運動が関係しているというのは、偶然なのでしょうか。私は、活動が言語と密接に関係しているので、このようなことが生じていると考えています。他の文型では SVO が残っていす。これは、上肢と関係しているのではないかと思います。

また、顔の骨格筋の運動は、表情として理解されています。なぜ、顔の筋活動だけを表情と理解して、他の骨格筋の活動は表現だと理解しないのか、この区分は私には分かりません。先

に延べたように、私は全身の表現あるいは情動が主に顔に収束してきたと仮説しています。この仮説は私からの問題提起でもあります。

- 浜田寿美男　『意味から言葉へ』　ミネルヴァ書房　1995 年
- 池上嘉彦　『＜英文法＞を考える』　ちくま学芸文庫　1996 年
- 浜田寿美男　『ピアジェとワロン』　ミネルヴァ書房　1994 年
- 三木成夫　『ヒトのからだ―生物史的考察』　うぶすな書院　1997 年

６、頭部、胸部、腹部と脳

頭部や体幹（胸部と腹部）の脳制御がどの様に行われているかは、脳神経系の本を読んでも載っていません。四肢の制御が中心です。それで、経験から、まずは、体幹と頭部の制御を考えていきたいのですが、体幹の役割を考える前に、脳より生体の重心が大切であるということを説明します。

テニスラケットで打つ時の感覚や字を書くときに鉛筆の先の感覚が分かるという経験を持っていると思います。これは生理的には不思議なことなのです。なぜならば、ラケットにも鉛筆の芯にも神経はないからです。つまり、感覚神経の受容器がない部分の感覚をとることが出来るということです。これは次のように考えられます。ラケットはボールを打つように操作されます。これは、手や前腕の筋肉に因ります。この筋の操作とともに感覚を得ていて、かつ、筋による操作が、その目的を達成させる方向へ感覚統合が起きているためであると考えられます。

前腕を前後に屈曲、伸展することができます。この時に前腕の屈伸運動の動かしにくさの度合いを感覚的に得られます。これはテニスの例と同じですが、異なる点もあります。運動しているのは、前腕です。しかし、筋の活動は上腕部です。この場合に前腕を運動させる対象とすると、上腕は運動を起こす主体であると捉えられます。漸次、この対象と主体を「からだ」の中心部に向けていきます。上腕を運動させる対象にしたら胸部の筋が主体です。頭部を運動対象にしたら、胸部が主体です。胸部を運動の対象にしたら、腹部が主体です。下肢を運動対象にしたら、腹部が主体です。つまり、生体の重心あたりが、運動のキーポイントになりそうです。つまり、脳で体を制御していますが、体（筋）は物理的な時空間に上手く反応できるようにできているようです。ただし、筋だけで運動はできません、感覚や知覚を伴います。

生体の重心は、四肢の位置関係で変わってきますが、ほぼ体幹の中心部にあると考えられます。走行を考えると、足からの地面反力が重心へ影響します。この時に重心に直接影響していれば、生体の回転運動は起きませんが、地面反力が重心の位置とずれていますので、一般的には３軸方向に回転が起きます。例えば、下肢に対して腹部（腰）が回転します。このために、下肢と腹部は骨盤で繋がれていますが、胸部とは捻じれを作ります。その結果、腹部の回転運動が胸部の逆方向の回転運動で相殺されます。頭部は前方を見るうえで、前方方向を向いています。これは、胸部との捻じれを起こします。頸部が捻じれると頚反射が起きるのでしょう

が、そんな単純な反応は走行時には起きません。一般的には、頸反射が抑制されて、もっと上位の中枢が働いていると考えられています。

胸部は少し、特殊です。胸郭の運動は呼気に関わっています。前節で述べましたようにシャウトが運動能力に関わると考えています。つまり、一般的には、この発声は大きな力を出すために発せられていると考えられています。普段の最大努力での力は、筋断裂を防ぐために抑制されていますが、いざというときにその抑制がとれて、普段の最大力より大きな力が出ると考えられています。普段の最大力を心理的限界、いざと言う時の最大力を生理的限界であるとされてきました。この抑制を取る方法としてシャウトやピストル音で脅かすなどがあるとされています。しかし、５０ｍ走を全力で走るときに呼吸を止めています。呼吸が止まっているのですから、声は出せません。全力走の時に胸郭が呼吸するために運動をすると胸郭が固定できません。この状態で腕振りとかは困難です。また、走行時に起きる腹部の捻じれにより、横隔膜も呼吸に参加することが、困難になります。したがって、多くの場合、シャウトするのは、情動的な事項と関係していると思います。特に日本人はお祭りの神輿を担ぐときとか野球では声を出せと言われています。これは一つには日本文化に関係していると思うことと、集団で一つの作業を成し遂げるときの情動的な他者との協調を狙っているのだと思います。

シャウトに関する私の考え方と科学的に明らかにされてきた考え方の違いが、上記のようにあります。これは、科学が意味や価値を消し去った中で得られた考え方から生まれたことに起因すると思います。運動の意味や価値を取り戻すには、スポーツにある言葉的なあり方を解析する必要があると私は考えています。もし読者が、この観点に興味があるのであれば、先に出版した「スポーツの世界の物語性」の後半を参考にしてください。

数理科学的な話に戻しますと、体はシステム論的には、頭部、胸部、腹部が要素と考えられます。ねじれを起こす部位は、頸部とウエストです。これは、各要素の相互作用を起こす場所です。走っている時に捻じれは意識しませんので、この関係性は、自律的に起きていると思われます。ただし、この関係性の一部は学習から起きていると思われます。例えば、テニスのストロークで、ボールの軌道に平行に生体を位置して、テイクバックを取りますと腹部と胸部で捻じれが起きますし、ボールを見る方向に頭部は向きますので、頸部でも捻じれが起きます。しかし、初心者は頭部の方向に体幹を向けます。この初心者と上級者の相違は、学習の相違からきていると考えられます。

サイバナティックスは、飛行機を打ち落とす制御理論から生まれました。飛行機は自律しているので制御できません。制御できるのは大砲の向く方向です。砲弾を打つと飛行機との誤差が計測できます。この計測に基づき次の制御を行います。飛行機は自律していますので、大砲の制御のあり方を学べば、砲弾から逃げられるようになるかもしれません（逃げ方のパターンを予測する装置を制御装置に加えると砲弾が飛行機に当たる確率は高くなります）。これと同じことが体育の授業でもあります。もし、攻め方を教えるとその場にいた対戦相手は、どう攻めてくるのかが分かります。それで、防御はやりやすくなります。自律系が単純な制御系と戦うと、自律系の方が最終的には有利になるということです。

運動学習は指導者と学習者から成り立ちますが、飛行機の例のように敵対するものでは、ありません。同じ到達目標を持っています。しかし、前もって指導理論が成立していると、飛行機の例からも分かるように、その理論で学習者を上手く制御できると考えてしまいます。個人の多様性や自由さを考慮した指導が必要です。運動学習理論による制御ではなく、指導者と学習者の間のインタラクションが大切です。指導者も自律したあり方で学習者と向かい合うのが必要だと思います。

このようなインタラクションは、看護や介助の世界でキネステティックという学問分野を作っています。介護によって、生活行動を回復させるというときに、主体的な運動を重視しています。それは、からだが自律系であるからです。物の様に人を扱うと自律した運動が回復しません。介護の目的は、援助だけでなく、運動の回復です。運動の回復が健康の増進であると考えています。普通、運動は健康になるために手段であると考えています。つまり、予防医学です。これに対して健康の増進という概念では、増進があることを概念化しなければなりません。それをキネステティックでは患者と看護者（介護者）の関係性において、患者の自律性を重視した改善ということを大切にしています。

話を元に戻しますと生体システムの生体間のインタラクションや他者とのインタラクションによる運動学習のあり方を考える必要があるということです。このことは学習では運動構造のみにあるのではなく、人と人との関係が必要だということです。この関係性自体は見えないので、理解しがたいのですが、実践的にはこの関係性は働いています。しかし、この関数（独立変数を指導者、従属変数を学習者と考えるときに、その関係性を与えているのが関数です。また、この関数は両者の関係性で変わるものと考えています）を入れた運動学習は現実的には気が付いていないだけだと思います。

出発点に戻りますと、腹部を中心とした骨格筋の配列があり、これは重力空間に適していると考えてきました。ただし、知覚を考えるともっと複雑な空間を理解しないといけないと考えました。この筋の配列を脳が制御していますが、その制御は筋の配列特性を考慮する必要がありました。言い換えると、外界との関係性がこの制御には不可欠であるということです。また、看護の例から自律を支援するという考えを示しました。これは運動指導でも同じです。さらに、動きと外界（介護者や学習者）、人の動きの学習支援という複雑性を、それぞれに扱うのではなく、その全体をその部分の相互作用からできたシステムとして捉えるべきだとこの節では提案しました。システムの要素として、本節でこの節の主題との関係で、頭部、胸部、腹部をとりあげましたが、もちろん上肢と下肢も要素に含まれています。

- Ｆハッチ、Ｌ　マイエッタ　キネステティク　健康増進と人の動き　そして、その介護への応用　澤口裕二訳　日総研出版　２００４年

７，体の部分の働きの可動性

以上、それぞれの体の部分の運動特性を見てきました。このままだとそれぞれが自由に動ける

と思うのですが、そうではありません。例えば、膝や肘の関節は 180 度以上に伸展できません。各部位の運動は解剖学的に特徴づけられています。図 1 に示したように関節毎に動きがあります。バトミントンで言いますと手で垂直にラケットを持った場合（サイドアームの打ち方）、前腕を軸にした回転運動（回内）を使うとラケットが後方に寝た位置から前方の寝た位置まで回転させることができます。運動の移動が大きいので、強い球を打つ一つの方法となります。この前腕の回内はドアーノブを回転させる運動と同じです。上腕部も肩を軸とした回転（回内）が出来ます。この前腕と上腕の回内運動と上腕の肘を動かす運動をタイミングよく使うとシャトルへのインパクトを大きくできます。

テニスでは、ボールの来る方向に対して、平行な位置に体を保ちます。この時に、両足は開いています。両足の開きは外転と言います。また、ボールを見るために頭はボールの方句を見ます。これは解剖学的な用語ではないのですが、頸をねじります。また、打つ前には胸部をねじってラケットが後方に行く様にします、これもねじりです。

走る時には膝関節を中心に下腿が伸展し、着地します。その後、膝は屈曲して下腿を「くの字」にします。その後、膝は伸展して、後方への蹴りになります。この間に地面反力が重心に作用します。走行の 1 歩の前半ではブレーキがかかっていて、後半に加速しています。この加速と減速によって、一定スピードを維持しています。また、上肢の腕振りで推進力を得られるとされています。しかし、私は、地面と全身との力のやり取りからから生まれる形の秩序が上手くいくことが先に合って、その次に腕のスイングが全身に関わる後方への蹴りに影響していると考えています。あるいは頭部と胸部回転の回転運動量の相殺にの時に、腕の振りは頭部が前方を向くように調節しているのかもしれません。

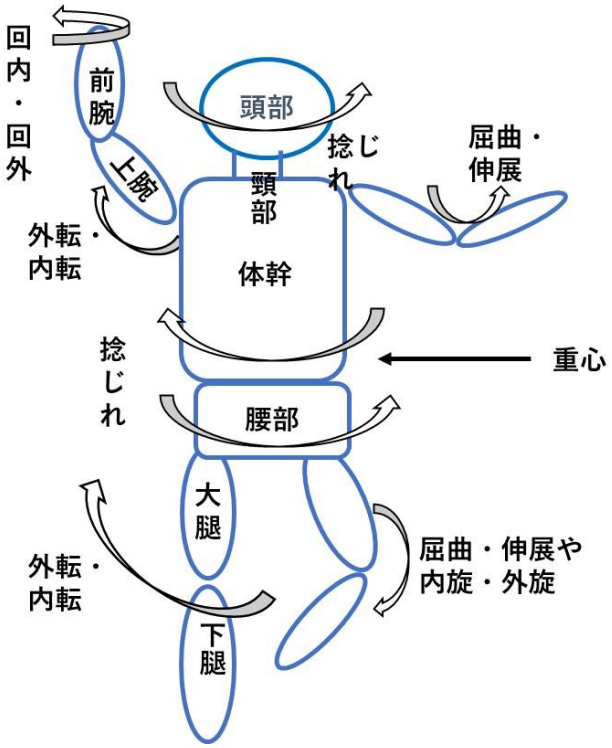

図 1。体の各部位の可動性

ここで言う形は、例えば陸上競技でも短距離走者と長距離走者では形が異なります。短距離走者はどちらかというと跳ねるような走りで、長距離走者は地面を這うような感じです（後にこのことは吟味します）。もっと違うのはラグビーの選手です。私の経験では、ラグビーを行うと短距離選手は腰が高いので、接触するとすぐ倒れますが、ラグビー選手は左右に動き、かつ、倒れにくい走りをしていると思います。

ここで言いたいことは二つあります。一つは体の各部分の可動範囲があると言うことです。完全に自由な部分の動作はないと言うことです。「屈曲、伸展」「回外、回内」「内転、外転」「外旋内旋」などがあります。詳しくは下記の本を見て下さい。もう一つは運動時の体の各部分ですが、各体の部分が動作するには関節間の筋が働いていると言うことです。これは一つの関節を考えると筋が働くと原則、両部分が、大小の差はありますが、動くと言うことです。また、体の部分は、例えば意識的に前腕を動かせますが、これに関わる上腕二頭筋を意識して動かすことはできません。この意味で、筋は数学で言うと従属変数と独立変数を関係づける関数と似ています。体の部分は実在ですが、それを操作可能な筋が関数的に働いていると言うことです。筋も実在ですが、私にとっては実在の意味が異なります。この関数的筋のあり方が潜在的に私たちの生き方と関わっています。その結果の体の部分の動きは、外界との介在的な存在です。先取りして言うと体全体の部分が外界と意味ある動きをして初めて、意味が論じられます。これは後に徐々に述べます。さらに、体は部分ごとに独立していませんので、体のどこかを動かすと全体に影響します。体の部分は、相互に関わり合っていると言うことです。相互に関わっているからと言って、それで意味が生じるわけではありません。運動の機構を認識するとか外界を認識するとかではなく、生きていることとどう関係しているかが問題なのです。つまり、体の各部分を総合した動きが外界と意味ある関係性を作ります。その関係性の根本は骨格筋です。この骨格筋は体の部分の全体の統括する、隠れた要素です。スポーツの全身運動は、どこかの単一筋が原因で何かをしていると言うより、体の部分の動きが相互作用した結果としてできた全体的な形であると思います。つまり、各関節の可動範囲による拘束力はありますが、体の各部分が全体を背後でシステマチックに動きを創発しているということです。

- 金子公宥、藤原敏行『スポーツ・バイオメカニクス入門』4 版　杏林書店　2021 年

第 3 章、相即と多様で動的な形

１， 形態学（モルフォロジー）

ドイツの詩人、劇作家、小説家、自然科学者（色彩論、形態学、生物学、地質学、自然哲学、汎神論）であるゲーテは、1817 年に「形態学のために（Morphologie, モルフォロジーはギリシア語の morphé(形態)と lógos(言葉、学問、理性)の合成語）」という学術雑誌を創始しました。そして氏は、植物の原形を求めてイタリア旅行をしたようです。ゲーテと同時代のシラーにこのことを告げると、原形とは実体ではなく、理念であると言われたそうです。それに対して「自分が知らずに理念を持っていて、それを目で見ているということはとても嬉しいことです」と答えたそうです。これは、ゲーテが経験的事実ではなく、かつ客体としての原型ではなくい、主観を取り込んだ中で、「おもかげ」「らしさ」としての原形を見いだせると考えたのであろうと私は思います。

三木成夫は、動物の体の解剖学的形態学を研究した人です。氏は１）動物と植物に共通した生物一般の原型、２）脊椎動物と無脊椎動物に共通した動物の原型、３）脊椎動物の原型、４）哺乳類の原型、５）ヒトの原型とに分けていたと、高橋義人が氏の「ヒトのからだ」の本の中の概要で言っています。私の読書感では、ヒトの原型を魚類（脊椎動物の原型）と考えて、その魚類を抽象化したものを原型と考えていたのではないかと思います。例えば、円筒を考えて、円筒の外層に動物軸、内層に植物軸を抽象化して捉えています。外層には動物軸を、その軸の前方に感覚（鼻）、後方に運動（尾）があり、内層には植物軸を捉えて、前方には口を後方には肛門を捉えています。餌を口からとらえて肛門から排出すると考えていたように思えます。この原型がメタモルフォーゼ（変容）して、ヒトが系統発生したという印象を私は氏の本から強く持ちました。

形態学的に考えると、解剖学では以上のように説明されています。現在では、体の形態の原形があるというようには考えていないようです。遺伝子と細胞質により生体の形態が決まるというようになっています。しかし、ゲーテの考え方は、植物や動物が単独で存在していると考えるのではなく、人との関係から植物や動物を捉えええるという事です。その時に人にある面影という原形から対象を捉えるという事で、この考え方は今でも生きています。形態学的捉え方は、現在では科学の発展によって、かき消されたようですが、「からだ」（注１）を捉える視点からは、もう一度、再考する必要があるかもしれません。

三木成夫の考えに、私は強く感銘を受けました。形を越えた、「おもかげ」は考え深いものだと思います。氏は「おもかげ」を生命記憶と言っています。科学万能の時代に解剖学という、いわば死体という物体を種ごとに比較検証しているのですが、その考察は、生命が復活した思いがします。

一方、先に述べたゲーテの形態学を運動学に持ち込んだのが、マイネルです。運動学は生物学のように形が固定されていませんので、多少の違いがあります。

マイネルは運動形態を上手く捉えています。この後に金子明友によって発生運動学に発展さ

れています。しかし、私は発生運動学の方向にはいきません。ここでは運動の形にこだわっていますので、まずは運動形態（モロフォロギー）について説明します。

現在の我々は、スポーツの動きにフォームがあると常識的に捉えています。一方で、運動学では動きは一回ごとに違っていると考えています。これは一見すると矛盾しています。例えば、歩行は手足を前後に振って行っていると見えます。しかし、地面が上下している道の歩行の場合は、平たんな道、上り坂の道、下り坂の道、およびそれらが複雑に絡んだ道を歩きます。この時には同じ筋を使っているとは考えられません。それにもかかわらず、同じ歩行であると見なしています。これは科学的事実としての筋運動から来た歩行ではなく、観察者が一定の枠内で捉えたものです（注２）。

運動学では、まず、運動の原型があると考えています。その原型には運動構造があるとしています。例えば「投」です。投では投げる方向とは逆の方向に動作します。これを準備局面と呼びます。次に何かを投げます。これを主要局面と呼びます。投げた後は姿勢を整えます。これを終末局面と呼びます。動きはこの 3 局面からなると考えられています。しかし、歩行では、準備局面と終末局面が重なっているので、3 局面には分かれません。このような動きは、周期運動と呼ばれています。周期運動以外にも終末局面と準備局面が融合している場合があります。例えば、マット運動で前転を繰り返すと周期運動のように準備局面が終末局面と重なります。これらの場合は連続する運動形態が同じ場合です。しかし、次に来る動きが前の動きと異なる場合にもこの局面の融合があります。例えば、走り幅跳びです。走るという循環運動から跳ぶという動きが続きます。この時には跳ぶ時の準備局面が、走るという終末局面と融合します。ただし、子供に走り幅跳びを行わせると、ある年齢以下の子供では走るという動きと跳ぶという動きが分離しています。つまり、走る動きを一旦停止して、その後に跳ぶという動きを行います。

次に運動の原型について説明します。解剖学でも人の原型は魚類を抽象化したものと考えました。この時に動物にも、原型が複数あると考えました。これと同様に運動の原型も、走、跳、投などが原型です。幾つあるのかは私には分かりません。これらが組み合わされて、運動形態が発展すると考えます。つまり、運動進化の系統樹があるということです。直立二足姿勢から歩くと走るが分離して、走るのに跳ぶが加わると走って跳ぶ、走り高跳びと走り幅跳びに分けられます。走るのを移動と考えると、走るからスケートやディスタンススキーが、類として分けられます。それにスキーのジャンプは走って「跳ぶ」の類です。このように脊椎動物の系統発生的進化（魚類、両生類、爬虫類、鳥類、哺乳類）と同等な運動の系統発生が考えられます。系統発生に対して、個体発生としては、生まれて、直立姿勢を作り、その後、歩と走に分化すると考えられます。走り幅跳びは、子供では走ると跳ぶが分離していますが、発達すると両者が融合します。

解剖学と運動形態学の形態学との違いは、前者は細胞とか器官とかの静的な形態です。時間軸は系統発生です。これに対して、後者は体の各部分が時間的に変化しているが、全体としてある纏まりのある運動として捉えた意味での形態です。それに加えて、運動の系統発生を捉えようとしています。しかし、最近現れた、スポーツでは、系統発生というより多様なスポーツが人によって創発したと考えられます。

注１：体と表記する時には物質的な意味です。「からだ」と表記する時は生きた状態の意味で用います。

注２：言葉の大事な特性の一つは、世界を差異化して、区分できるようにすることです。これは一般的には分節化と言われています。例えば、歩行は競歩と運動の形が異なります。この差異化を歩行と競歩として表しています。抽象化すると記号で歩行を１００とすると競歩を１０１として区分していることと同じです。

- 三木成夫　『生命形態学序説』　うぶすな書院
- 三木成夫　『ヒトのからだ―生物史的考察』　　うぶすな書院　2008 年
- 三木成夫　『海・呼吸・古代形象』　うぶすな書院　2013 年
- 木下圭　浅島誠　『新しい発生生物学』　　講談社　2015 年
- 岸雄三　松田岩男　宇土正彦　編　『序説運動学』　大修館書店　1970 年
- K マイネル　『スポーツ運動学』　金子明友　訳　大修館書店　　1983 年

２，現場に必要な動き

「はじめ」で述べましたように､外界に物の存在を感じるという性質を｢感覚の外界への投射」と言います。この投射は外界を感覚、知覚してできた情報が脳で処理してできる事柄です。なぜならば、脳が損傷するとこの投射は正常から逸脱するからです。この投射のメカニズムは、身体図式で説明されていますが、その機構は十分には分かっていません。しかし、この本では、投射した感覚が実在しているということを前提にします。

街角や村で見られる風景は、近寄ると触れることができます。したがって、投射は日常的には疑いません。街角を移動すると異なった街角が現れます。このように運動を起こすと異なった投射が現れます。これは当たり前であると受け取れます。言い方を変えますと運動を行うと感覚や知覚の像は変わります。

この本では外界と自分の相即（注１参照）を保っている限り、投射像は一定であると考えています。というのは、街はこの瞬間の連続的な反映ですので、ある一定の形を保持しているように捉えています。つまり私たちは街全体の投射は安定していて、私が運動していると理解しています。

この本では外界との相即を三通りに分けました。重力圏と私の相即、街角のような物的知覚と運動でできる相即、および人と人の相即です。なぜ三通りに分けたかを単純に説明します。

まず初めは重力圏との相即です。重力は地上にいる限りにおいて常に相即しています。この相即からは逃げられません。しかし、この相即に単純に従っているようではありません。また、重力が相即しているとは感じていません。例えば、垂直に位置する黒板に字を書くときに、手と前腕は前腕の長軸に関して、その部位への重力が生じます。これに対して、黒板を水平に置くと手

と前腕は手と前腕の長軸に対して９０度違った形で重力が生じます。ですが、同じような感覚で字を書くことができます。つまり、重力に対して我々の筋は異なった対応をしています。同一的な字を書くことが重要で、重力の在り方を消去するような制御があるということです。スポーツでは動きに伴う力感は得られますが、その中の重力を分離して、得られることはありません。ただし、全身的な加速度は、感じます。例えば、遊園地の遠心力を感じるような用具や飛行機の離陸時の加速度は身体的に感じます。

物との相即はもう少し複雑です。先に述べたように、自分が運動するとその風景も変化するはずです。これにもかかわらず、風景の基にある物資的構造は一定だと解釈して、自分の運動が自覚されます。つまり、地上にある固定物は視覚に入ってくる変化と直接関わっているのではなく、自分の運動と固定的な物とに区分されています。

物との相即は、ある対象に対しての作用とその対象の知覚から構成されます。この構成は、外界では筋の作用と対象の知覚や感覚がループ（円環）を形成するとともに、生体内では脳の一部を含む「からだ」においてループ網を作っていないと成立できません。この両者は基本的には私の目的（目標）に沿った筋作用とその対象の両側面から成り立ちます。それが経験によって、目的地が身近な土地にそれぞれできます。このことによって、目的（目標）の対象物あるいは作業する場所が目の前になくても地域の地図ができます。ここで言っている地図というのは、作業目的に関連した地域の機能図です。この機能図は現実の地域であり、それを成り立たせる「からだ」の記憶です。機能図上で目的地まで行くには歩行などで移動します。この時には要所、要所にランドマーク（下位目標）をもっていて、それぞれのランドマークを通過することによって、目的地へ近づくというものです。これも、「からだ」に刻まれた記憶です。また、実際にランドマークに近づく時には、風景の変化を知覚あるいは感覚しながら、移動という運動を行っています。風景が移動に伴い段々とランドマークに近づく時に、運動と知覚あるいは感覚の連続的なループ（円環）が働いています。

次のようなことを考えると第３番目の相即が分かると思います。それは「石を蹴ると石は遠くへと飛んでいきますが、イヌを蹴ると噛みつかれます」です。これは、生物間の相即は重力や物とはことなるということを端的に示しています。

スポーツでは重力圏との相即と外的物的存在との相即があります。前者は重力圏と筋神経系のループ網によって成立する相即、後者は対象物と知覚と知覚物に関わる筋作用とによって成立する相即です。人が外界の時の相即は単純ではありません。また、スポーツでは、この人と人の相即を破ることをします。そうしないと勝敗が決まりません。これを議論は、後の節でおこないます。

乳幼児の発達で示しましたように、初期は脳内の神経シナップス結合が増えます。その後、四肢などの運動に関わって、使用するシナップス結合だけが残っていきます。このことは、四肢などの運動が脳内のシナップスの結合を継続させていると言うことです。このことは、また脳がトップダウン的に四肢の運動を調節しているだけではなく、四肢が実際に起こす運動で脳内のシナップス結合をきめるボトムアップ的関係があることを示唆しています。

それではこれらの四肢等の運動は何のために起きているのでしょうか。私は、外界と私で決めることができる目的や目標に関わって、四肢等が動くのだと思います。例えば、私に食欲が生じたから、目的が生じるのではなく、その場に食物が無ければ行動しません。私と外界が一致しない時には行動は起きません。段々知恵がつくと過去の記憶から未来の目標が出来ます。例えば、食物を予め買っておくとか、その食物を買うスーパーやコンビニの位置を知っていて、先取りした行動が行えます。しかし、運動の基本は外界と私との直接的な現場にあるのです。これを先取りして間接化できるのは知恵と経験によります。周期的な未来は予測可能です。その予測には土地の知識が含まれています。例えばスーパーの位置などを知っていると言うことです。このように書くと当たり前ではないかと言われるでしょうが、スポーツに置き換えると、土地の知識はスポーツの世界で初心者が持っていない事柄です。それを学習するたびに土地の地図ができると言うことです。この地図（注２参照）ができないと計画的なスポーツ行動ができないと言うことです。

私は、運動形成は個人側だけでなく、相即する外界との間で創発されると考えています。創発された動きは相即を破ると新たな動きを生みます。この連続を行動と言います。この行動は生活世界でもスポーツの世界でも、動きの連続として、常に現場で起きているのです。視覚や聴覚は離れたところの音や映像を得られますが、動きは、発話を除いて（注３参照）、その現場で必要なものだけが創発されます。換言しますと他者から見える人の運動（他者運動）は絶対空間内を動いているように見えますが、私を座標軸にするとこの座標軸での動き（自己運動：注４）が私にとっての運動です。この座標軸は他者から見ると絶対空間内で動きますが、私にとっては私的座標軸です。この場合には知覚の変化との統合で私の座標軸に現場に必要な動きを構成します。この構成は、過去の経験が含まれていますので、過去の知覚や感覚も含まれています。また、この経験が生活では地図のようになっています。例えば、近くのコンビニなどへ行く経路を持っています。したがって、過去、現在、未来を含んだ現場の動きだと言えます。スポーツではこの現場の動きは、地図の様には成りませんが、これに似た事柄を取得する過程が見ることができますので、次にこの点を説明していきたいと思います。

注１：先に述べた説明と重なりますが、相即とは二つの対立するものが、実は相互に融合しあい一体となっていることです。ただし、相即はいつも同じ対象ではなく変化します。これをゲシュタルトクライスではこの相即の変化を転機と言っています。また、寝ている時でも外界と相即しています（例えば、寝返りとか、熱帯夜でかく汗とかです）ので、意識に収束できない概念です。

注２：ここでは地図と言いましたが、私たちが知っているカーナビのような距離や位置が正確な地図を言っていません。後に述べるような関係性を重視していています。つまり、具体的な形をもった地図ではありません。位置や距離は考えないで、地図上での要素の関係性を重視する地図です。バスケットやサッカーでいうポジションではなく、ポジション間の関係性を重視しています。

注３：発声は呼吸時の呼気時に声帯を振動させて、かつ顎や舌などを変形させて、音の違いを形成しています。呼気には胸郭や横隔膜の骨格筋のほか、顎や舌などの筋を動かす必要があります。発声では、音の違いによって言葉の差異を表します。これに加えて、人に意味が伝わるには、この差異に意味が付加されていなければなりません。意味については言語学の本等を参考にしてください。スポーツにも意味性がありますが、本編と話題が異なりますので、下記の『スポーツの世界の物語性』や次に HUSCUP に掲載予定の『スポーツにおける「からだ」の表現性の言葉的解析』を参考にして下さい。

注４：自己運動という立場から運動を以下の章では捉えます。ただし、他者との関係性は、相即の概念で捉えます。この人との相即は、スポーツにおける協調と等価です。

- 矢野徳郎　『スポーツの世界の物語性』HUSCUP 2022 年
- ヴァイツゼッカー　『ゲシュタルトクライス』木村敏　浜中淑彦　訳　みすず書房　1975 年
- MAGOROH MARUYAMA　『THE SECOND CYBERNETICS. Deviation-Amplifying Mutual Causal Processes』American Scientist 5:2, pp. 164--179.

３，相即と重力圏

宇宙ステーションの中では重力がないので、体の重心は変わりませんが、下肢の回転などで、回転運動はできます。並進運動、つまり、移動はステーションの壁を蹴って加速しないと移動できません。加速後は一定のスピードで移動します。逆に手（腕）で壁を押すと移動の並進運動の方向が変えられます。ただし、腕で壁を押せば、脚側に進行することはできますが、外部感覚、特に視覚は頭部にありますので、視覚で周囲を確認しながら移動することができる態勢で移動するのが容易いと言えます。このように移動の形は地上と無重力状態とでは大きく変わります。つまり、移動の形は個体のみで決定しているのではなく、重力にも依存していることが、このような単純な比較からもわかります。

無重力状態では、体の重心を自己の運動で変えることはできませんが、自己の体の部分を回転することによって、全身の回転はできます。これは、体の部分の回転の角運動量を相殺するために全身の回転が生じることによります。この回転の様子を地上で見ることができます。図２に示したように、ヒトがターンテーブルに乗って、頭部が円を描くように上半身を回転させると、ターンテーブルがその回転とは逆の方向に回転します。私が大学院生の時（1973 年）に、天井からボールベアリングを介して、ロープを垂らした装置に捕まり、足は地上につかないようにして、下肢を足が円弧を描くように動かすと体全体が、足の回転とは逆回りになる実験を経験しました。もうかなり前からこの回転の研究はされていました。

最初スペースシャトルは、宇宙に行くと上下の関係性が無くなるので、船内の装置配列と住居

が逆さまにならざるを得ない状況がありました。指令室から住居へ人が移動すると上下が逆になっており不快を感じたそうです。要するに何を手掛かりにして自分と周りの空間との位置関係がどのように決定されているかが問題として起きました。ある時は外的座標を利用したり、自分自身が持っている内的座標（個人を座標軸にした場合です）を利用して、空間を定位しているようなのです（このことは重力だけでなく次の節で説明する知覚と運動と外界との相即があることを示しています)。

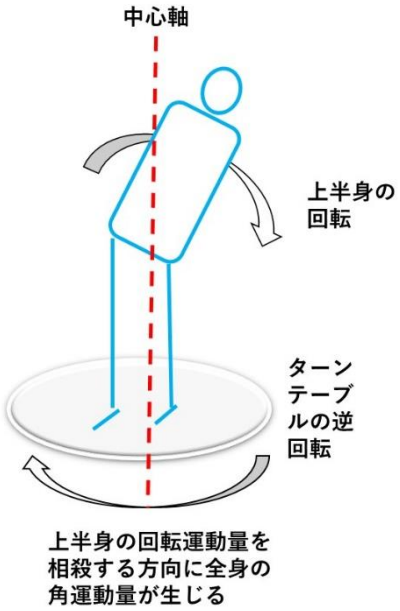

図２。ターンテーブル上の上半身の回転がターンテーブルの回転を作る様子。

宇宙飛行士が前もって目を開けていた時に覚えていた真正面を目をつぶって指さすとかなり低いところを指すようです。腕が無重力のために軽くなったために腕の重さを補正できなくて、このような事態になると考えられています。さらに、このテスト直前まで周囲の状況を意識的に確かめておくと、このような事は起こらないようなのです。つまり、脳が周囲と自分の位置関係を正しく認識していないためにこのようなことが起きるようです。言い換えると自己と重力という関係性では地上の影響がでますが、周囲と私の関係性を持っていると誤動作を防げるということです（無重力とはいえ空間との関係性を持つと異なった結果が得られるということです)。

宇宙飛行士の足を固定して目を閉じて直立姿勢を保たせると 10-20 度、前に傾くそうです。地上では 5 度程度前傾しているそうです。立位を保つためには抗重力筋（ふくらはぎ）が働いているのですが、無重力空間ではこの抗重力筋の働きによって、余計に後方へ行くのを防ぐために前に引き起こす反射が起こります。この反射のために大きく前傾するのだと考えられています。

ここまで説明してくると重力空間では、気にしていない周囲の状況が大切であると言えます。

アポロ計画で月に人が行きました。月は地球の重力の 6 分の 1 です。ここでの移動がマルガリアによって予測されています。その予測の一つは、キックする時の角度が地上にいるときより大きくなる（63.5 度）と予測しています。もう一つは地上で走る時のエネルギー消費量は体重 1kg 当たり、走行 1km 当たり 1 000cal/kg/km ですが、月では 170cal/kg/km であるとしています。このようなエネルギー消費が少ない走行では地球上の２０km/時間(マラソンに相当する速さ)が、月では 50km/時間の速度と同じであるとしています。もう一つは片足ごとの交代で走るより、両脚跳び（カンガルーのような移動方法）の方が効果的であると予測しています。月面での移動の映像がネット上で見ることができます。地球のような歩行はかなり困難であるようですし、両脚

跳びの方が移動し易そうには見えますが、宇宙服という重量や行動を束縛する中での結果ですし、また、マルガリアの予測を確認するための実験ではなく、宇宙飛飛行士が自由に動いている映像なので、まだ、結論は在りません。

地上での移動についての知見を述べます。歩行時は一歩ごとに体が右左に変動しています。それに加えて、上下動があります。上下動に関わり、体が上昇した時に頭部が斜め下方に傾きます。体の下方時には頭部は斜め上方に傾きます。この頭部の下方と上方との傾きの向く方向の先はある一点に収束します。これを「Head Fixation Point」と呼んでいます（下記の平崎鋭矢のネットを見よ）。これは歩行者の約１ｍ先にあるそうです。この頭の上下動に関わる頭の変動は耳の奥にある耳石が関係する耳石頸反射によります。しかし、歩行時の 1m先というのは目標として近すぎるように思います。目の動きをみますと頭部の上下動とは逆の方向へ眼球が上下動します。この目の運動は「前庭動眼反射」と呼ばれています。耳石と同じく耳の奥（内耳）にあって、回転や加速度を検出する「半器官」から生じる反射です。この頭部の上下動と眼球の頭部とは逆の上下動で、視線が前方の一定の方向になります。頭の変動だけで言うとその変動の先に不動点があるようですが、視覚まで加えると不動点というより、スペースシャトルで空間定位と同じく、外界の何かを定位していると思われます。この考えはアフォーダンスの光包囲における不動点という考えとは異なります。知覚と運動が可能な範囲内では、不動点というより、外界と自分との間、および重力との関係で空間の基準を決めているように思います。

また、歩行時の重力圏内で感覚で見逃しがちなのは、足裏の感覚です。浅井仁は自分自身の足底全体を冷却して感覚機能を低下させる実験を行いました。立脚時に足底の接地に関する感覚が非常に少なく感じられ、フワフワと体全体が浮遊しているように感じたそうです。しかもしばらく歩行していると踵部接地から立脚するのではなく、足底全体を無意識的に強く接地させて立脚していたことに気づいたそうです（以下の本『移動と歩行』より）。足底の感覚はかなり重要なようです。

重力圏で移動するには、歩行も走行も筋の作用が必要です。地面を蹴って、上方への力と水平への加速を必要とします。走行の場合には頭が上下動しているか否かはなかなか判断できません。普通、バイオメカニクスでは頭に注意を払っていません。ネット上のランニングの画像やバイオメカニクスの本に使われている図では、ランニングの時に頭が上下動している映像や頭が上下していないような映像や図がみられます。たぶん頭の上下動は好ましくないと思っているのだとは思いますが、私の調べた限りにおいては、長距離走者や短距離走者の走りや走るのが早い人と遅い人でまで、頭の上下動を捉えた研究はありませんでした。また、眼球の運動までは研究があるのかないのか分かりません。バイオメカニクスではあまり、感覚について興味がないのかもしれません、しかし、頭部には五感（視覚、聴覚、味覚、嗅覚、触角）の内の４感覚があります。さらに、前庭器官という自分の姿勢に関わる器官があります。このあたりの興味を持ってもらいたいと思います。

図３。走行時の一定速度時の脚が後方へ加速するときと着地時に減速する状態を示しています。また走行時の空中動作と頭部や視覚の変化の予想図を示しています。現在、走行時では頭の位置や方向や目の方向は測定されていませんので、矢印は頭の方向を仮に示しています。この予測は歩行時の研究から推測しています。

一定のスピードで走行する時には、後方へキックする時に加速して、着地時にブレーキをかけています(図３)。力学的には一定のスピードで物体が移動している時には力が働いていません。したがって、このヒトの走行時のブレーキと加速は無駄な動きだと思われます。この無駄な動きをなくせればより効率的に走行できると思えます。

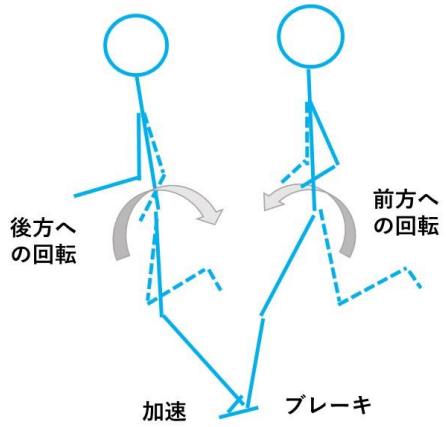

図４。走行時の加速とブレーキによる身体縦軸の回転

しかし、ブレーキ時に体の縦軸（矢状面）で回転が起きます。この回転はブレーキを掛けた時の地面反力が重心と異なる位置に作用しているから生じます。この関係でこの回転を放置していると倒れてしまいますので、加速に逆向きの回転を起こしています。したがって、このブレーキをなくすことはできません（図４：下記の伊藤章の論文を見よ)。

さらに、加速時には図５に示したように、腰を回転させます。この回転を相殺するために、胸部の回転が起きます。また同時に頭部の回転も起きます。ただし、この頭部の回転は視覚が前方を向くように調整されていないと走行の前方が揺らいでしまいます。たぶん、頭部の回転は揺らがないように腕の振りによって、調節しているのではないかと思います。腕の振りは一般的にはキック力を大きくするように振っていると考えていますが、私は頭部の視覚の方向性にも関係しているのではないかと考えています。でも、このことは、証明されていませんので、将来的な課題だと考えてください。

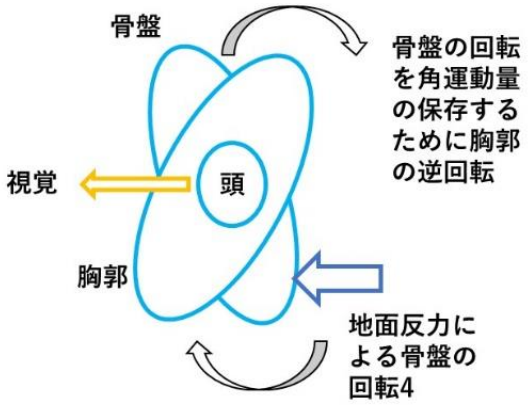

図５。走行時に地面を後方へ蹴った時に地面反力が骨盤（腰）や胸部の回転を生む様子。

次に、歩行と走行の形の変化を考えます。ヒトで言うと歩行速度を速くするとある時から走行になります。馬では歩行、速足、疾走と速度に関わって、運動の形が変わります。これは、重力圏でのエネルギー効率と関わっているとされています。この場合は走行スピードと関わっていると言ことですが、実験的な結果であって、自然に行う時には、その時の状況性が大切です。歩くというのんびりした状況があるので歩いているので、状況が逼迫すると走るのです。実験で得た結果や解釈と現実的な情況とは異なる場合が多々あります。このように言うと非科学的だと言いわれてしまいますが、前にも指摘しましたが、テニスではサイドステップやキャリオカという移動方法があります。これは状況に応じた移動方法です。この点には注意が必要です。

以上から、移動という現実には、筋作用だけではできない要素、つまり、重力の要素と相即して可能に成っていると言うことです。この時に、ゲシュタルトクライシス流にいうと重力圏内の移動では、体の筋作用と重力による作用との相即から、動きの形ができると言うことです。なぜ形ができるかというと重力圏内で同じ移動をするには、同じ形を繰り返す（パターンの繰り返し）と言う必然性を保つことが必要であるからです。逆に言うとこの形態あるいはパターンが、外界からその移動中に見いだせると言うことです。

- 森滋夫　『宇宙とからだ』　南山堂 1998 年
- ロドルファ・マルガリア著　金子公宥　訳　『身体運動のエネルギー』ベースボール・マガジン社　1978 年
- 伊藤 章『接地のブレーキは必要不可欠 ： ヒトの二足全力走行』日本体育学会第 53 回大会　大会号　2002 年
- 平崎鋭矢　京都大学ヒト行動進化研究センター　歩行中の頭の動きと目の動き（kyoto-u.ac.jp）
- 奈良勲　高橋哲也　浅井仁　森山英樹　編集『移動と歩行』　医学書院　2020 年

４，相即と知覚・運動の円環

まず、スキーのパラレルターンの回転について考えてみます（注１）。一般的には回転するために低い姿勢から地面をけって立ち上がり、その後、沈み込みます。立ち上がる時には筋の作

用がありますので、主体的な動作です。その後、沈み込むときには、体重が地面にかかっていないので、スキーを操作しやすくなります。極端に言いますとこの沈み込みを利用して、回転しています。回転し始めると遠心力が生じて、体重と遠心力の合力で脚には普段の直立姿勢時事より大きな力だかかります（図６）。骨格筋はそれに対応した受動的な力を発揮していると考えがちなのですが、我々の主観はそういう風には受け取っていないのです。主体的に荷重していると思っています。

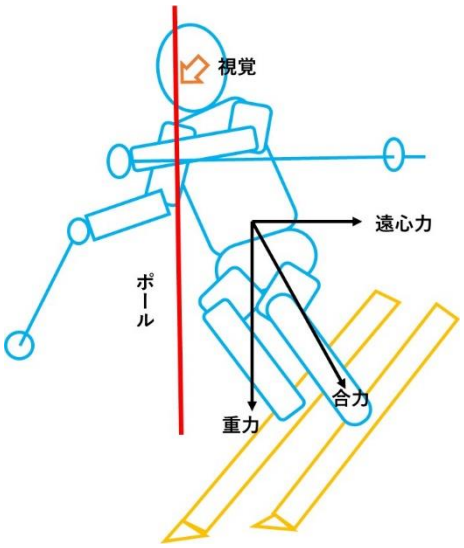

図６。スキーのスワローム時の様子

この物理的矛盾を解決するには次のような理解が必要になると思います。この現象はある一次的な現象から理解しているのであって、全体的な情況まで受け取っていないからこういった現象の受け取り方をするのです。

脚は力を発揮して、その情報を感覚として脳へ送ります。この力発揮と感覚のループを主体的に調節していることが、能動的であると受け止めるのだと思います。このループは力を大きくしたり小さくしたりできます。その方法はスキーの回転の内側に下肢を傾けることによってスキーのエッジ（スキー板の傾き）を変えて、円弧の大きさを調節するものです。

一方、視覚はポールを見ています。この視覚と下肢の骨格筋の力とその感覚のループ網（体内部のループ網）とで、上手くポールを通過します。通過するある時点から視覚は次のポールを見ています。次のポールへの適切な軌道を視覚と体のループ網で、調節します。これらが基本です。スキーのスワロームでは二つ注意する点があると私は思っています。ポールの全体のリズムを仮想的に作っていて、その仮想が現実的になった時に、体と視覚のループが作動すると言うことです。もう一つは、大会ごとに傾斜やポールの設定が異なります。それで、内部感覚や外部感覚が状況性を捉えていると言うことです。この場合の状況とはポールの設定位置や傾斜や雪の状態です。また、全体には文脈があります。前半の文脈が悪いと後半に影響します。

また、私の動作は私以外から見えません。ですので、円弧がうまく描けているかいないかは、外面的には得られません。そこで重要なのが遠心力の大きさです。これを知覚すると円弧が上手く描けたかが間接的にわかります。失敗するとスキーの板が横に滑って雪煙を上げます。この場合は雪からの力が小さくなります。このことを利用して、内部感覚から動作の良さを判断しています。この判断が、主体的にスキーを荷重しているという錯覚になっているのだと思います。

以上から分かりますように、内部のループ網と外部の知覚・運動のループの主体的な調節（錯

覚）が自分のスキーの軌道と関わっているので主体的に操作していると本人は受け取ります。また、状況性という問題も大切であると考えます。

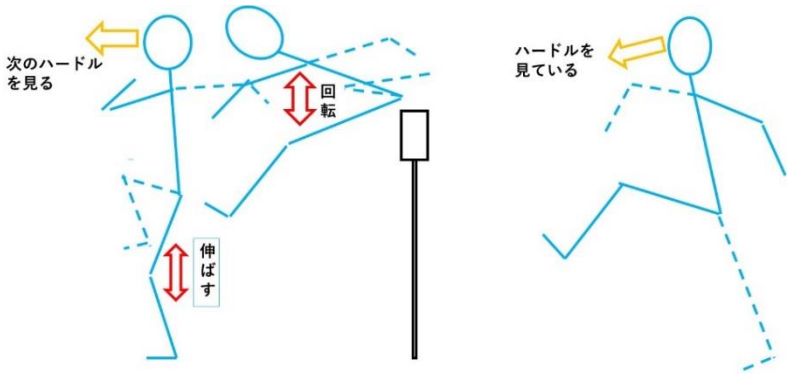

図７。ハードルを跳びこえる時の様子。

違う例を挙げます。１１０ｍハードルを考えてください。ハードルを越える時にハードルの天辺を見ています。これによって、ハードルに対する動作パターンが形成されます。つまり、行為を行う時の知覚情報を集めていると言うことです。ハードルを跳んでいる時、つまり空中時では体の重心は放物線を描いています。しかし、踏切足の脚は空中では体の外側で円運動を行っています。したがって、この円運動に対する反対の角運動量を得る必要があります。それは主として胸部と腕の回転で補っています。上体と下腿との運動も起きます。踏切時には上体が下方へ移動します。この逆に下腿が上方へ移動して、体が折りたたむ形になります。着地時にはこの逆が起きます。着地は脚がまっすぐと伸びていると感じますが、もし脚がまっすぐである時には、着地時に大きな衝撃を受けます。少し、脚は曲がって、その衝撃を和らげています。ただし、脚が大きく曲がると次のインターバルでの走りに影響を与えます。

着地時には、次のハードルの位置を知覚しています。この知覚は行為を行うための知覚です。３歩で次のハードルに上手く近づくことと最後の踏切が適切な位置になるように知覚しています。この知覚は意識できませんが（後にこの問題を議論します)、確かに３歩でいけるように行為的知覚を行っています。その証拠はあるのかといわれると経験からしか言えません。私が大学生の時、大阪の長居競技場でみた高校生の１１０ｍハードルの観察からそう言っています。この時、走る前には気づいていませんでしたが、何代目かのハードルの位置が所定の位置からずれていました。それでも全選手はハードル間を３歩で走っていました（この時にはハードルの位置は一か所しか違っていませんでしたが、インターバルで言うと２か所に影響します)。なぜ、ハードル間が間違っていたと私が気づいたかというとその問題のハードルの前後のインターバルでの３歩のリズムが著しく変わっていたのです。これは予めインターバルが同じ１１０ｍハードルで練習しているので、次のハードルを見るとその行為的感覚場（注２）ができるのですが、実際的には、この場は可変可能であると言うことです。これは心理学のアフォーダンスとは異なります。場を作るには練習を重ねないといけないからです。また、スキーと同じく文脈や状況（コンテクスト）があります。もう少し、突っ込んでいうと、熟練者にはリズムがあらかじめ作られていて、そのリズムが現実的に実現できない場合には変化させることができるということです。後に述べるコモンセンス（共通感覚）と個人のセンスがあるので、

こういった、リズムの全体性と現実的な個人の対応が可能になるのだと思います。

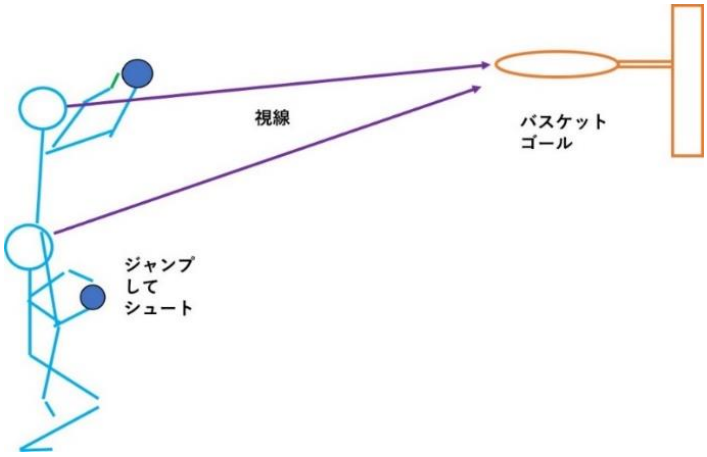

図８。バスケットのシュートの様子

バスケットに関して私は素人ですので、詳しい技術は分かりません。バスケットの基本的なことは知っています。ネットを見ると詳しい説明がありますので、理屈の上では私の技能を超えった、バスケットの在り方は理解しています。ただ、今までの考えとは異なる観点で理解していということです。それはゴールとの関係性をここでは問題にしたいということです。図８ではジャンプしてシュートすると言う場面を示しています。ジャンプからシュートという繋がりが文脈です。状況はゴールとシュートする時の位置関係です。スキーのスワロームや１１０ｍハードルとの相違は、体全体のループ網と外部感覚とのループが関係していた点が、図８の場合には地面にできる下肢の力発揮とその感覚のループ網と上肢の力発揮とゴールを見る視覚とのループに分かれると言うことです。ただし、この両ループ網間には相互の関係性が生まれていないと上手いシュートができません。

上肢でバスケットボールをリングにめがけて、シュートすると失敗する時もあります。この時にはゴールとボールの誤差をフィードバックして上肢の力や力の方向性を調節します。ここにおける基本は上肢の働きと視覚で得られるボールの軌道からできているループの調節です。

この図はバスケットボールの一場面ですが、バスケットボールには多くの動きがあります。この動き（プレー）によって、バスケットボールのコート上に、3 次元的な場ができます。この場はかなり流動的です。

野球だともう少し、ポジションがバスケットより固定されていますので、野球について考えて見ます。

野球の外野手の動作を図９の左を見て下さい。外野手の捕球時の体の右半分は随意運動で、左半分はボールを見るために頭を右に向けることによる頸反射の例として示しています（この図は、私の１９７０年代の大学院生時代にみたもので、その当時でも古い本だったと思います。記憶によるものですので、不確実ですが、現代的に意味がある図です）。それで、右の図のように全身を二つの部分の違いに分けられるのではないかと発想しました。つまり、身体全体が必ずしも同じ機構で動いていないということです。現代風に言うと自律分散システムです。これに従うと、先に説明した、重力圏内での動きの適応と随意運動に分離できると言う考えです。ただし、体全体を考えるとこのような単純化はできませんが、この二つの世界が体の部分間で相互に関

わり合って、体全体の動きができていると私は考えるようになりました。ただし、随意運動と言っても、練習を重ねてできた無意識的な運動であろうと思いますが、ここでは、仮に随意運動と呼びます。図９はもう一つのことをも示しています。それは走って行って、ボールをキャッチすると言う文脈があると言うことです。ただし、全てのスポーツが必ずしも下肢が重力圏内と関わっていると言うことではありません。体操競技の鉄棒や平行棒などでは上肢が重力と関わって全身を調節していますし、サッカーでは片足は重力圏と関わって、もう一方の足はボールを調節すると言うことがおこなわれています。したがって、スポーツのあり方によってこの両者は形を変えて現れます。これらの体の問題と並行して、外界にある対象としての物との関係性が外界の知覚と運動とのループからできています。このように体の問題と外界の対象物とは相即しています。

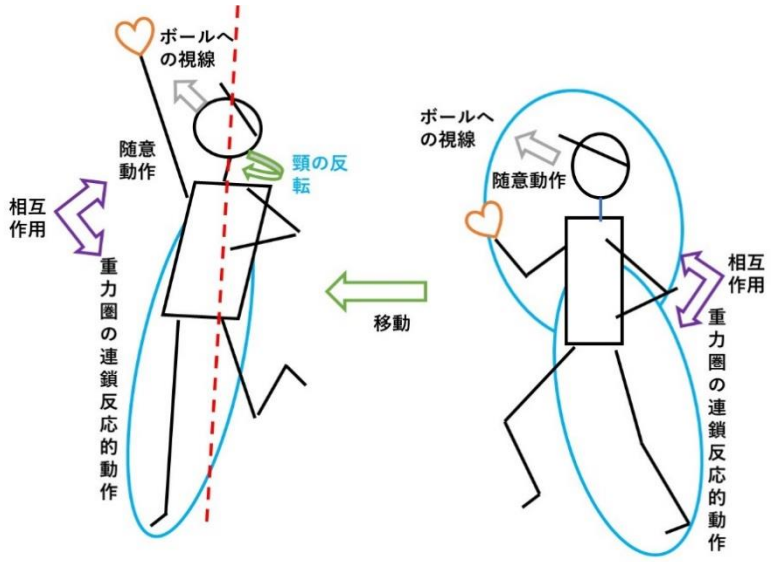

図９。文脈に続く野球の捕球の頸反射と随意運動

以上を簡略化して纏めますと、例えばボールを対象にして腕や手と視覚でループ（円環）が出来ます。このループの精度を高める方向へフィードバックが生じます。手や腕の運動は身体重心に影響を与えます。姿勢を維持するために、下腿が運動します。この運動は、筋からの感覚や前庭核からの感覚でループ網を作っています。これもフィードバックで姿勢の維持の向上に貢献します。このように体を２分しましたが、この両者は密接に関係していますので、上肢の外界への作用と感覚器とのループが目立ちますが、「からだ」と外界の対象の関係性を作ると言うことに関わっています。この関係性は固定されていません。時間経過とともに外界の対象は連続的に変わります。したがって、これらの状態を拡大してみると「からだ」と外界との相即が常に生じていると言うことです。同時に体の姿勢と重力圏は常に相即関係です。

ここまでに文脈（コンテクスト）というと意味があまりはっきりしないので次にこの点を明らかにします。

図１０の（A）は外野手の正面にボールが来たときのキャッチの様子です。（B）は外野手の後方にボールが来たときの様子です。この図は文脈というより状況性の違いとボールをキャッチする時の動作の違いといった方がよいのですが、暗黙に文脈も入っています。

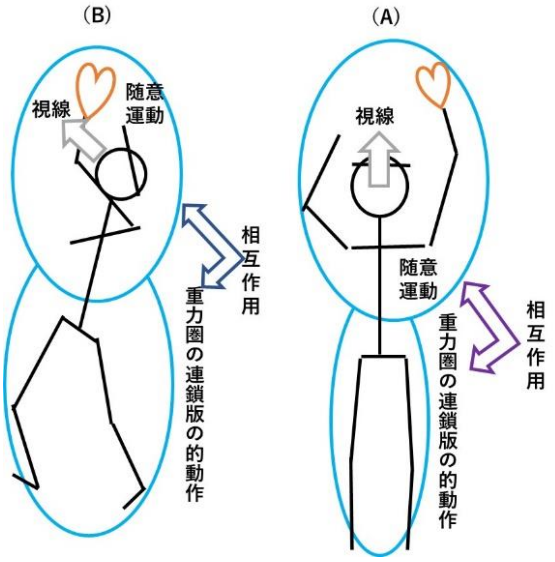

図１０。野球の外野種の補給の相違

実は、このことに気づいたのは、現日本ハムの新庄監督（2022 年）が、現役の時に(A)の形で構えていたのです。その時に対戦相手が 2 塁にいました。野球のルール上、キャッチした後に 2 塁から走塁しないといけないことになっています。このことを上手くトリックしたのです。実はボールは構えているよりも深い位置に飛んでいたのです。しかし、新庄選手は通常のフライであると見せかけたのです。その結果、2 塁走者はタッチアップと思い、2 塁にとどまったために、本塁まで行けませんでした。

私は、選手は物理的にボールの打球と選手の位置関係から、それに伴う塁走者の判断があるものだと思っていました。内野では、このトリックはできなかったかもしれませんが、まんまと引っかかったのです。

私はこのことから、姿勢や動きは単なる物理的動きではなく、相手を読むことができる表現を内在していると知りました。この点を次に考えていきたいと思います。

注１:最近のカービングターンでは、ここで述べているような動作では必ずしもないと思います。しかし、本文で述べたように、ここで言いたい内容は、昔のパラレルターンの方が説明しやすいので、古い在り方を採用しています。

注２：行為的感覚場というのは、ある場所に行くとある特定な動きをすると言うことです。こういった場がコート一面に 3 次元的に広がっていると言うことです。例えば、バトミントンでは、ネット際では、ヘアピンとロブとクロスザネットが打てます。中間位ではスマッシュやドロップやドライブが打てます。エンドラインではジャンピングスマッシュやハイクリアーが打てます。これらは相手が何処に打ってくるかによって決まりますが、大きく分けて、3 か所でできうる打ち方が決まっています。これを場と呼んでいます。ただし、この場は潜在的にあるので、打という動きをするときには、知覚でその場所を知る必要があります。その知覚によって、場にある動きの種類を選びます。この選択は場所を移動すると異なる打の動きの選択となります。このような打の選択、移動、移動した場での打の選択という連続を行為（行動）と言っています。つまり、行為（行動）とは運動と感覚の場がある場合に、その場に適した打を時系列に選択できることを言っています。もう少し例を挙げると、身近なレストラン（食堂）、コンビニ、スーパーや病院が何処にあるかを知っています。その知識のもとに私たちは適切な行動を行います。この場合は

潜在的に知っている私たちの場所の知識です。

４，人と人の相即と動的な形の多様性

先に述べたように「石を蹴ると石は遠くへと飛んでいきますが、イヌを蹴ると噛みつかれます」。この差は生物には自律性があり、生物の安全を確保するようなあり方を持っていると言うことです。集団スポーツでは、守りと攻撃という両面があります。この場合には人が自律していますので、前２節のような重力やゴールなどの物とは異なった、対応が必要となります。

まず、シングルスのバトミントンから見ていきます。バトミントンはシャトルを打つ打ち方やシャトルの飛行軌道によって、色々な打法を名称化しています。一見するとこれらはそれぞれコートの位置から独立した打法だと思えます。しかし、図 11 に示しましたようにコートの領域を 3 区分すると各領域で、打法がほぼ領域と関係していることが分かります。ネット際では、ヘヤピンやロブなどが使われています。中間位ではスマッシュ、ドロップなどが使われます。エンドライン際ではジャンピングスマッシュやハイクリアーが使われます。ですので、単なる領域ではなくプレーと大きくかかわった、領域です。この領域全体をここでは場（注１）と呼びます。バトミントンではこの場が３領域からなるということです。対戦相手が、この場のどこかへ打ってきますとそこに移動して、その領域で可能な打ち方の中から適切な打法を選択して、打ち返すということです。

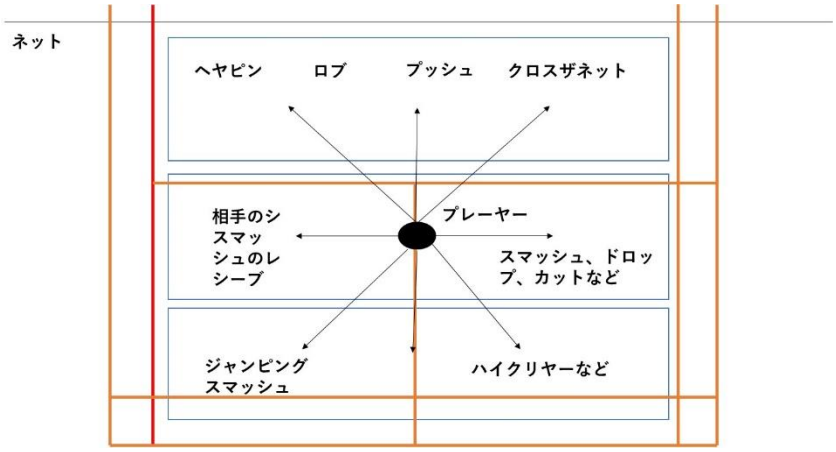

図１１，バトミントンのシングルスの時のプレーヤーが打つ打法の３区分領域。領域全体を場と呼び。場は領域からなっています。

バトミントンの打法の形は、重力と体の相即、知覚・運動の円環（相即）、体の拘束条件に関連してできていると前節で説明してきました。それでは、人と人でできるフォーメイションはどのような条件と関係しているのでしょうか。

テニスのダブルスでは、このフォーメイションは５つあるそうです。代表的なものをあげるとＩフォーメイション（前衛がセンターラインにいる）、雁行陣（前衛と後衛がそれぞれのサイドにいる形）、平行陣（前衛が二人いる形）などです。Ｉフォーメイションは、サーブ側が取ります。相手がリターンするときに右サイドにするか左サイドにするか、決めなければなりません。

それを予測して、サーブの後に前衛が移動します。上手くいけばボレーで、攻撃できます。上手くいかなければ、雁行陣の形になれます。また、相手側のグランドストロークが浅いと攻撃的な平行陣を作る（後衛が前にでます)、ことができます。

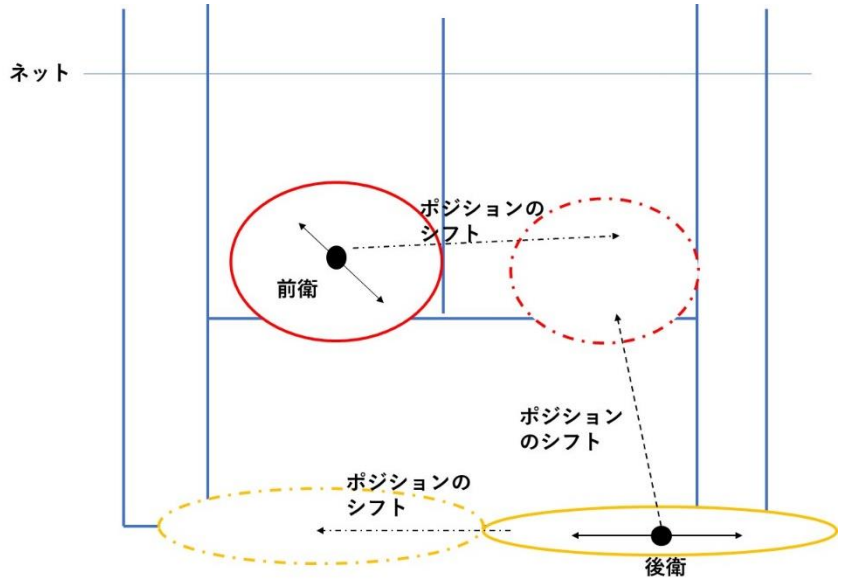

図 12。テニスのダブルスの一般的な形（雁行陣と平行陣）

図 12 には、雁行陣が描かれています。後衛は対戦相手が打ってきたボールに応じて（実線の矢印) 移動します。前衛は、ボールが対戦側にある時にはサイドラインよりに移動して、サイドを抜かれないようにします。ボールが味方の後衛にある時には、対戦者の前衛がボレーで攻撃してくるので、それに備えて、サービスライン上で、かつセンターよりに移動します（実線の矢印)。後衛にチャンスボールが来るとアプローチして前に出ます。これで、平行陣になります（点線)。もし、対戦者の後衛がロブで前衛の後ろに打つと後衛は図の一点鎖線の方向に移動します。これと同時に前衛も後衛と前衛が重ならないように反対側の領域に移動します。

これを見ますと各ポジションには役割があると言うことです。原則、前衛は攻撃で、後衛は守りです。これは役割です。しかし、両者の関係性は余り述べられることはありません。テニスのダブルスで言うとサーブする時に相手側のサービスコートの何処にサーブを入れるかを打合せします。センターにファーストサーブをいれ、かつ相手側がバックのコントロールが少し悪いと言う条件ですと前衛がポーチボレーに出ると言うことになります。これは普通は戦術と言っています。相手側もそれに備えて、ロブで返すこともできます。これらは相手の動きや状況性を読んでいると言うことです。読んでいないで、ただ単に形通りのことをやっている分けではありません。ポーチボレーをされても、その球筋をポーチに出た人の姿勢やラケットの向きで判断して防御すると言うことができます。これは中級から中上級クラスぐらいでよくあるパターンです（私がテニスクラブで経験した事項です。ただし Ｉ フォーメイションは見かけたことはありません)。

ここで指摘したいのは、フォーメイションという形があると我々は思っているのですが、人の場合の形は、体で繋がっていましたが、フォーメイションの場合はつながりが見えないというこ

とです。もう一つ指摘できるのは、バドミントンで見たように、領域があるということです。

前者の見えない形は、前衛と後衛の関係性という見えない約束事でつながっているので、形というより型があるということです。また、雁行陣において、前衛がロブで抜かれたときに前衛も後衛も左右に移動して、重ならないという約束事があります。また、平行陣では両者が攻撃的になっているということです。平行陣でもやや守りと攻撃に分かれていて、やや守りの人はもう一人の人が攻撃しやすいようにボールをコントロールする役割を担っています。つまり、役割分担というのは全体を構成していなければなりません。この全体を作るのに役割分担だけではなく、二人の関係性も必要になります。役割と関係性が、型として見なされているということです。ただし、これらの型は対戦相手との関係（相即）でできています。そうでない場合は型の意味が成立しません。

ここで、少し、考えをまとめます。デジタル大辞泉ではフォーメイションとは、「《構成・編成の意》バスケットボール・サッカー・ラグビーなどで、攻撃または防御の際の選手の配置。また、その配置からの展開の型」としています。つまり、ポジションによる陣形とその後の展開の型があるということです。またコートには動きの機能に関する場および場の中の領域があるということです。

そこで、バスケットを見ていきます。バスケットではコート全体が場になりますが、大まかに言うとセンターラインによって領域が分かれます。それらの領域は相手コートと自陣のコートです。その領域内でポジションがあります（図 13）。それぞれのポジションに役割があります（詳しくはネットを見て下さい）。しかし、ポジションの役割だけでは各選手の動きが統一できませんので、ポジション間の繋がりが必要です。この関係性を本編ではフォーメイションと呼んでいます。ポジションだけでは攻撃できません。カットイン（沢山の種類があるようです）やスクリーンプレーなどで攻撃します。一般的にはカットインなどは攻撃の技術と呼んでいますが、先のフォーメイションの定義では、ポジションから展開をも含めてフォーメイションと呼ぶのが適切なように思います。カットインは普通は 2 名で行うプレーですが、そうであるということで、ディフェンスの 5 名がそのカットインを防ぐということはありません。それは逆サイドで同じようなプレーができるからです。つまり、顕在化したプレーの裏には潜在化したプレーがあるので、ディフェンスは偏ったディフェンスができません。このことは、カットイン一つをとっても、全体としてオフェンスは攻めているということになります。

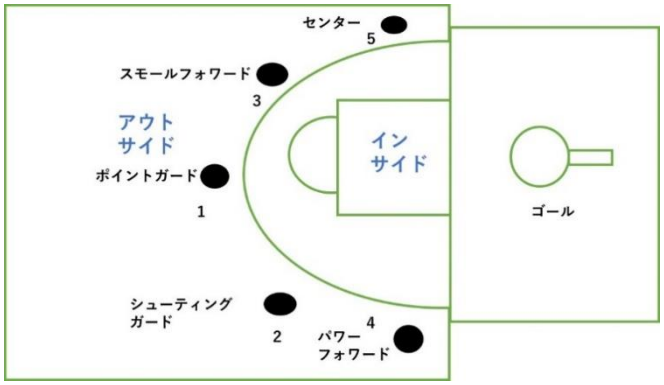

図１３．バスケットボールの基本的なポジション。

全体がどのように整合性がある形かを、素人にもおそらく、プロの選手でも自分の動きを言葉で説明するのは困

難です。上手くなればなるほど、その場で次に行う動きは自然に出てくるように思えます。ただ一つだけ言えるのは、常に、知覚として入る情報と動きのループ網が多数あって、状況性（意味ある空間性）や文脈（意味ある時間性）をみて、行動に移っているのであろうことは言えます。

このように考えると、陣形、技術（個人技術と集団技術）、戦術は実践的には区分できないものです。また、それぞれで形を持っていますが。それらが入り組んでいる状態であろうと思います。ここまでくると形というよりは関係性の仕方が大切な要素となると言えそうです。

バスケットでは関係性が複雑に絡まっていましたが、サッカーではどうでしょう。

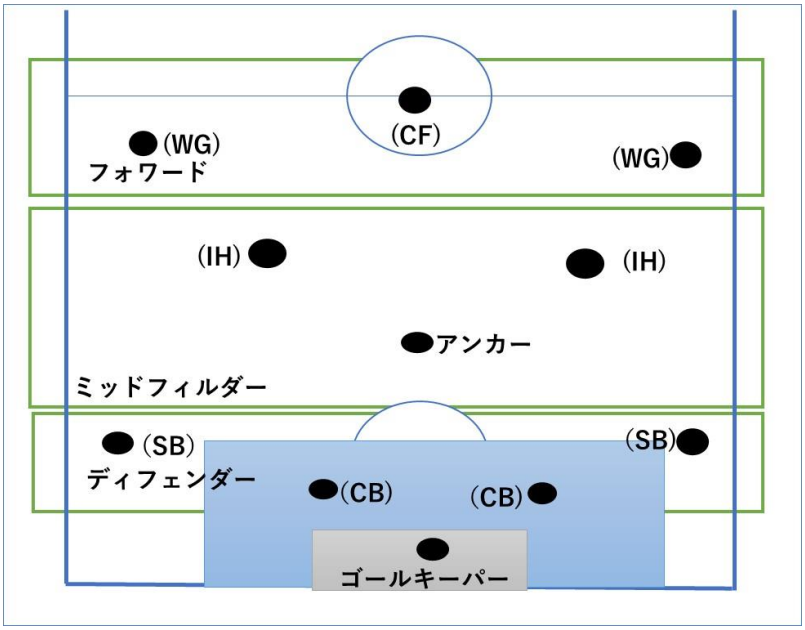

図１４.サッカーの中の一つの４－３－３のフォーメイションを示しています。サッカーではこれ以外のフォーメイションもあります。しかし、現行のサッカーではフォワード、ミッドフィルダー、ディフェンダーと領域が分かれています。領域がコートからはみ出していますが、コートの外でもボールがコート内であるとコントロールできるからです。

サッカーでは、図１４で示したように、ここで言う領域がディフェンダー、ミットフィルダー、フォワードと分かれます。この領域は、移動し、かつ領域の大きさが変わります。原則、ボールはこの 3 領域内ばかりでなく、領域間を移動（パス）します。領域内の選手はそれぞれ役割がありますので、役割を果たすための各関係性を持っています。領域何の選手が他の領域に行くと既に持っていた関係性が変化します。例えば、サッカーではありませんが、夫婦に子供が生まれると夫は父親になり、妻は母親になります。家族に一人増えると名称ばかりでなく、関係性の在り方も変わります。これと同じようにサッカーでも関係性の在り方は、領域を超えて選手が移動すると関係性を変えられます。11 名のメンバーに各関係性があります。これをシステム（場）内の複雑ネットワークとここでは呼びます。

攻撃側のチームはボールを中心に、目標のゴールに向かってネットワークを作ります。防御側は相手が所有しているボールを中心にネットワークを作ります。これら両チームのネットワークが相即しているとともに、自分のポジションに対する相手とも相即しています。これらが打ち破られる（相即に転機が起きる）とゴールと相即します。この相即はゴールにつながります。

従来的な考えでは、個人技の上にフォーメイションと戦術という階層的な概念を置いていま

す。この考え方は個人の集まり方、攻撃や防御の在り方を加えて、より効果的な攻撃や防御をしようとするものです。しかし、これは従来の要素還元型の考えが基本となっています。例えば単語の集まり方、文法があれば秩序的な文となるという考えです。これは単語が基本単位で、単語の集まりが上位概念と考える考え方です。この考え方は要素還元的です。けれども、単語を国語辞典で調べると文書で単語の意味を説明しています。これは単語より複雑であるはずの文で説明するという在り方です。説明文に用いられている単語を調べるとその説明も、また文で説明されています。この在り方は要素還元型ではありません。スポーツの考え方も上記に示しましたように、フォーメイションを位相幾何学（トポロジー：注２）的な要素（個人）のつながりと考えると上記のような階層性の独立は壊れます。ただし、階層性が悪いのではありません。理解の出発点では単純に考える方が良いのですが、到着点は階層間の関係性をも含むシステム（場）内の複雑ネットワークになるべきでしょう。

トポロジー的なフォーメイションは私の仮想の話です。ただし、従来から自然科学で生まれた新たな概念を利用しようと言うことは既にあります。例えば、谷釜 尋徳らはバスケットでは複雑系の理論を取り込もうとしています。松岡重行らは体育教授学でセカンド・サイバネティックスの概念（注３）を取り込もうという試みもあります。本で言うと『システム思考の源流と発展』です（この本ではシステム論とセカンド・サイバネティックスはほぼ同じであると見なされています）。論文では MARUYAM を参考にしてください。現実化しているものでは、林舞輝が欧州でのサッカーの二つのトレーニング論である構造化トレーニングと戦術的ピリオダイゼーションを紹介しています。詳細は下位の論文や本を参照して下さい。

注１：少し、見方を変えると、街は商業地域、歓楽街、居住地などに分かれています。これは街がある区分領域を持っていると言うことです。また街全体を各機能が分担されていると言うことでもあります。街全体は場所です。この場所が機能区分を持っているので、場と言えます。また、人から見たときに知覚や感覚や運動と絡めて議論できます。こういったイメージから上記のような名称を付けています。また、時間軸で言うとスポーツを行っている時の大切な状況的文脈を場面といいます。一方、上記の内容を機械的に説明するときに、システムと呼んでいます。この時にはフィードバック、ループ、自己組織化、ネットワークが強調されます。したがって、システムという時には数理的ですが、場や場所や場面というと日常の経験に根差した感じを表しています。したがって、場所論は定性的で、システム論は定量的な特徴があります。後に第５章の１節の注１も参照してください。

注２：位相幾何学とはユークリッド幾何学のように、長さや角度などを考えないで、繋がりを考えます。例えば、東京のＪＲの山手線の円状の路線図を考えて下さい。この図には、駅と駅の距離が配慮されていません。また、実際の山手線は円形ではありませんが、この路線図は円形で表されています。形を変えても我々は山手線の必要な情報は得られます。この情報は両隣の駅との

繋がりです。位相の相の字は形を表しています。ゴムのように形が変幻自在な形を言っています。位相の位の字は図形とその入れ物である空間との関係を表すものです。

注３：サイバネティクスは当初、目標値と実測値の差をフィードバック（帰還）して、目標値を維持する理論です。Maruyama はセカンド・サイバナティックスという論文を書きました。この論文で多様な要素が円環（ループ網）でつながっていて、かつその円環の中にプラスの要素（形態生成）とマイナスの要素（形態維持）がある理論を考えました。この場合には全体は各要素に還元できない挙動を示します。例えば、都市の人口は、働く環境の充実（近代化）で増大します（プラス要素)。しかし、人口が増えるとゴミが沢山出ます。このゴミの増加は衛生状態を悪くし、病気を誘発します（マイナス要素)。この時に、衛生施設（プラス要素）を作ると衛生状態が改善されます。この時に現れるループ網の中のプラスの要素をポジティブ・フィードバックとして氏は提唱しました。このポジティブ・フィードバックの他の例を挙げると、１）均一化している平野で、たまたまある人がある場所で畑を耕し始めた。そうすると、そこに人が集まってきて、農地ではたらく人、その人たちが住む家、その人達が買い物をする商店とかができるようになります。やがて集落が生まれ発展し、やがて大都市になります。２）自然では小さな雪の塊が斜面を落下する時に他の雪に影響を与えて、雪崩という大きな雪の流動に繋がります。３）体内の例では、分娩時には、赤ちゃんが出てくるために子宮頸管が伸びると下垂体後葉から「オキシトシン」が分泌されて子宮が収縮して赤ちゃんを押し出そうとします。それが間脳を刺激して、さらにオキシトシンが分泌され、より強い子宮の収縮を起して最終的に分娩にいたる仕組みがあります。このように、セカンド・サイバナティックスでは現象が帰還して、もとの現象より大きくなるポジティブ・フィードバックを加えたことによって、現象のより複雑な状態変化が説明できるようになりました。THE SECOND CYBERNETICS の論文中では、ループ網、Positive（正）and Negative（負） Feedback networks、形態安定、形態生成という語が出てきます。ネットワークといった場合は複雑な全体の繋がりを言っています。また、この繋がりが帰還する（フィードバック）ので、ループと言っていますが、そのループの繋がりには正の場合と負の場合があると言うことを含んでいます。また、全体が、安定している時には形態維持といい、生成している時には形態生成と言っています。このセカンドフィードバックでは、要素とその繋がり、繋がりの正負と全体の形態への影響を問題とします。

- 谷釜 尋徳　藤田 将弘　芦名 悦生　『複雑系的な思考からみたバスケットボールの練習における戦術と技術との関連性について』スポーツ健康科学紀要,(10),65-77（2013-03）　東洋大学スポーツ健康科学委員会
- 松岡重行　李 捷　『現代体育教授学の構想と展望(V)』広島大学教育学部紀要　第二部　第44 号　1995 年　p 103-111
- 北川 敏男 伊藤 重行 編集　『システム思考の源流と発展』九州大学出版会　1987 年

- MAGOROH MARUYAMA 『THE SECOND CYBERNETICS. Deviation-Amplifying Mutual Causal Processes』American Scientist 5:2, pp. 164--179.
- キャスティ著　中村和幸　『複雑系による科学革命』講談社　1997 年
- 林舞輝　『「サッカー」とは』ソル・メディア　2020 年
- 矢野徳郎　『スポーツの世界の物語性』HUSCUP　2022 年
- 名倉真紀　今野紀雄　『ざっくりとわかるトポロジー』　サイエンスアイ新書　2018 年

第 4 章、動きとスポーツの創発

１，感覚、知覚、に運動を加える意義

私は古い時代の者ですから、昔の本の記憶が今の考え方と交差して、混乱することがあります。その一つが感覚と知覚の相違です。時実利彦が書いた一般者向けの脳生理を説明した中で次のような説明があります。それは「感覚した内容をもとにして、知覚し、認識し、思考する精神活動が営まれる」と理解していました（「脳の話」より）。ここで言いたいのは、認識ではなく、感覚と知覚の違いです。単純化して言うとリンゴは赤いという印象が感覚であり、五感が対象に収束して、リンゴの全体像の知覚ができるということです。しかし、感覚、知覚、認識という階層に運動、つまり、骨格筋の働きを加えたらどうなるでしょうか。

自転車に乗れるようになるには、何度も練習をしなくてはなりません。しかし、一旦乗れるようになると自転車を自由に、かつ無意識的に操作できます。これは便利です。意識は自転車の操作自体とは関わりません。実際、自電車の操作はどのようにやっているかは、行っている本人でも説明できません。この無意識的操作は、自転車に乗っている人の視覚で見える外界の世界を、どのように行動するかということに集中することができます。もっと言うと日常では、この無意識的な行動が多くを占めています。だから、日常を難無く過ごせます。例えば、朝起きて、洗面をして、朝食をとるという中で、自覚的に行っているのは、どれかというと答えられません。もし、日常の習慣的行動に何かいつもと違う変化が起きたならば、日常が無意識にあって、それと違う場合に自覚できます。また、その違いを乗り越えることが必要であれば、思考して問題を解決すると言うことです。これとは逆に普段、自動車の運転をしている時に、突然、自動車の前に人が現れた時には、意識以前の行動として、ブレーキを踏みます。これらの例からも分かるように、外界の認識を行おうとしているのではないのです。認識する以前に、日常を生きるためのあり方があります。

この生き方は、スポーツの例で示してきたように、重力圏と相即して、もう一方では外界を知覚しながら行動できる可能性を作っています。自転車の例では、重力圏の関係に道具が入り込んでいて、これをも含めた、無意識な自転車の操作を可能にして、外界知覚と共に生きたい方向へと行動できるのです。体も一つの道具だと考えると自転車は体を延長した体です。この無意識的な延長体をも含めた操作ができるので、我々は知覚を投射した世界の中で、自由に行動できるのだと思います。これはスポーツの世界でも同じです。

この無意識的な行動が可能になるのには、どういう仕組みが人にあるのかを考えなければなりません。私は、この仕組みを二方面から理解する必要があると考えています。

その一つは、感覚、知覚、認識において、感覚を出発点として各外部感覚（触覚、嗅覚、味覚、聴覚、視覚）の統合的感覚として知覚がえられるルートとは別に、感覚と運動が結びついたループ網もあると思います。それに加えて、先行する在り方を学ぶということです。例えば、私の中学生時代ではバレーボールは 9 人制で、前衛、中衛、後衛と別れていました。これを先行して学びました。この後まもなくというか、その時すでに東京オリンピック（1964 年）

ではローテイションがある 6 人制のバレーボールが生まれました。このように学ぶ対象が先行してあるということです。そこでの在り方は、先行して学んでいる人たちにとっては、コモンセンス（常識）でした。しかし、女子のバレーボールが東京オリンピックで金メダルを取った一つの要因として回転レシーブというのが日本にありました。誰が発明したのか知りませんが、その人はバレーボールのセンスが良いと言いと言えます。そこで、センスとコモンセンスにもう少し、次に立ち入ります。

もう一つは、スポーツにおける動きは、それを見たらいきなり、真似ができるというものではありません。この真似ができるというのは、どういうことかを以下に簡単に説明します。上位中枢は情報の世界なので、現実の重力圏や外界の物や他者に対する在り方が自由に作れます。しかし、現実では、上位中枢を除いた脳と体を合わせた「からだ」が、仮想の世界を実行しますが、これでは必ずしも適切な対応ができません。それで、仮想の世界を修正して、また「からだ」が実行します。この繰り返しで動きや行動が漸次、外界に適応していくと私は考えています。この点を含めて運動学習について３節で説明します。

- 時実利彦　『脳の話』岩波書店　1986 年

２，コモンセンスの中のセンス

まず、コモンセンス（共通感覚）ですが、この共通感覚には三つの段階の相があります。一つはコモンセンスの日本訳である常識という意味です。例えば、芸術家が便器を逆さまにして展示すると言うことに、私たちは、これでは便器として利用できないと思うと同時に、便器が常識としてのあり方を持っていると言うことを示します。中村雄二郎はこれを「場の約束事」と言っています。場にはその場にいる人達の暗黙の約束事があって、それを無自覚に守っているということです。これは地域の人が皆、地域特有の場所に関連した習慣や慣習を暗黙に守っていると言うことです。

共通感覚論の第２相は、外部感覚を主として考えています。外部感覚には触覚、嗅覚、味覚、聴覚、視覚です。この外部感覚と共通感覚のオリジナルな関係性が木村敏の著書『あいだ』にでてきます。それは次の通りです。「アリストテレスは、大体二つの観点から共通感覚というものを考えている。一つは運動・静止・形・量（大きさ）・数などのようにすべての感覚に共通しているものの感覚という見方である。そして彼はこれらすべての感覚に共通しているものの感覚という見方である。そして彼はこれらのすべての感覚が結局は「運動の感覚」に還元できるものとみなされている。量も形も運動によって感覚するのだし、静止は運動していないことによって、数は連続の否定によって感覚する（「霊魂論」III、４２５a)。もう一つの観点は各個別感覚に対してその感覚を感覚する根源的な感覚という見方である（「睡眠と覚醒について」II、４５５a)。例えば人間が視覚的に見たり、聴覚的に聞いたりしているのをさらに知覚している感覚はそれらの個別感覚自身ではありえず、すべての個別感覚に共通の部分によってであろう。そしてこの感覚のおかげでわれわれは異なった個別感覚（例えば「白い」という視

覚と「甘い」という味覚）を互いに比較することができる」とされています。

第３相は、ゲシュタルトクライスでは、「生命」というものを２重の位相で考えています。一つは生物の個体を構成する細胞は生命活動に還元されます。しかし、個々の個体はこの個体を超えた生命一般を分有し、それに根差しているかぎりでのみ、個体の生命体は生命を維持することができます。この意味であらゆる生命に共通の生命一般は、個体的生命の根拠であります。また、各個体はこの生命一般の根拠とつながっています。また、共通感覚はこの生命一般の根拠とのつながりは直感的にとらえるための感覚であるとされています（『あいだ』より)。

このように人間を含めた生物は共通感覚を中心に生命一般の根拠とつながり（根拠関係)、かつ、日常の習慣、慣習を無意識的に生きています。その中で個人はセンスが良い悪いという現象が起きます。このことは、スポーツの世界でも同じです。例えば、野球の世界での共通感覚は野球の一般的で常識的なプレーから成り立っていますが、一方でそのプレーは各個人の野球の受け止め方は異なります。つまり、競技者はその競技の常識的な在り方と各個人の相違したセンスの両側面から成り立っていると言えます。

- 中村雄二郎　『共通感覚論』岩波書店　1995 年
- 木村敏　『あいだ』　弘文堂　1990 年

３，運動学習中の創発

人と人がプレーする時に相即があることを言ってきました。これを仮定できるのであれば、指導者やコーチと学習者も相即していると考えられます。この現象は、両者の立場を等価として考えると共鳴や同期と呼ばれていますし、学習者側から言うと真似ると一般的にはいわれています。

共鳴や同期現象は、物から生物までに多く発見されています。メトロノームを紐で釣った板の上に何台か載せて、それぞれのメトロノームの振り子をほぼ同じテンポで時間差をつけて振るようにするとこの振り子は時間がたつと次第に揃ってきます（この現象をネット上で見ることができます)。これはメトロノームを置いている台の振動によって、各メトロノームが相互作用することから同期するのです。蛍は発光器が点滅します。この点滅は振動子があることによります。ある種の蛍では、この振動が同期することも知られています。ヒトでは、ミレニアム・ブリッジが出来た時に大勢の見物人がこの橋を渡りました。その時に各見物人の歩行のリズムが一致しました（これもネット上で見ることができます)。つまり、ある共通の土台あるいは相互作用ができるような何か（注１）があると共鳴できます。

人の動作を真似できることは経験的に知られています。対面であれば、下肢は重力圏と相即しているので、主として、上肢の動作で真似る時です。スキーではトレーン（他の人のすぐ後に、くっ付いて滑る事です）といって、先頭の人の動作を時間遅れ後に真似ることができます。これは後ろ姿を真似ると言うことです。大きな鏡の前で指導者と学習者が鏡を介して、動作を真似ることができます。これは鏡を介した指導者と学習者との交互作用で起きる現象で

す。

運動学習に、上記のような学習の方法が取り入れられています。それでは、この方法論に効果があるというのであれば、その仕組みもあるはずです。私は１節で述べたように、上位中枢とそれ以外の脳と体でできる「からだ」に二つに分けて考えています。上位中枢は外部感覚から得た情報を再編成できる場所だと考えています。情報には質量がないので、自由に組み立てられるということです。これは一般的には思考と呼ばれています。ただし、この思考は仮想の世界ですので、例えば、バスケットの３点シュートを見るとそれを組み立てられるという性質があります。この組み立てに、解説がついていて、手足の使い方や姿勢の在り方を区分して、構成できます。しかし、これは情報の組み立てなので、実際に、その仮想の世界を実行することはできません。実行しているのは、「からだ」です。この実行には先に述べた重力や外界の物的部分や人の行動の予期は入っていません。実践して、仮想世界と比べなければなりません。この比較は上位中枢の仮想世界と「からだ」の実践との相互作用から現実の動きに近づきます。このアプローチは人それぞれですので、個性あふれる動きができます（センス）が、真似をする対象が同じ、あるいは類似しているので、似た形になります（コモンセンス）。このことは自然科学の方法論と似ています。仮想世界は仮説で、それを実験するのが運動の実践です。ただし、自然科学の法則や現象の理解が真であれば、それらは変わるはずはないのですが、スポーツでは漸次、変化しています。この違いは、たとえ物の世界に閉じ込められている人でもコモンセンスの中に個人のセンスがあるから生じるのだと思います。

これらの共鳴や真似による動きの学習は、指導者やコーチが持っている現在の技能以上には真似られません。個人が動いている時に何かに気づいて、新しい動きをつくることもあります。バスケットボールが出来た時のルールでは、ボールを持った人は移動できなかったのですが、現在ではドリブルということが、大切な技術として認められています。これは誰だかわかりませんが、その当時のルールに違反しない形のドリブルに近い方法を創発したと言うことです。その後にルールが変わったのだと思います。また、フットボールはローカルルールで行われていたので、各地で異なるルールがあったようです。それを統一しようとした結果、サッカーとラグビーに分かれたようです。その後、アメリカではアメリカンフットボールに発展しています。これらの３種目はともにフットボールと呼ばれていますが、現在では異なる競技です。

繰り返しますが、現時点でのルールで認められていて、かつ普通に用いられている形が学習可能ということです。これに各個人が何かを創発するとプレーやルールが変わると言うことです。もう一つ、変わる要素があります。それは例えば体操競技の床が変わると以前できなかった技が創発されるようになると言うことです。スキーでもカービングスキーができて、滑り方が、変わってきました。したがって、技術、技能が技となると現在でも考えられていますが、技術は歴史的にはかわってきていますので、必ずしも同じ技術が伝えられてきたわけではありません。

最後に、日常の動きは、重力圏や五感の対象となる外界との関係から、形ができると思いま

す。この時に、身体技法のようなその地域の独特な動きや姿勢が影響すると思います。このような潜在的な学びはコモンセンスが見えない圧としてかかってきて、出来た形だと思います。一方、競技になるとある人の気づきや工夫がなされます。そして、より競技で効果的な形が残るのであろうと思います。

注１：木村敏は「この地球上には、生命一般の根拠とでもいうべきものがあって、われわれ一人ひとりが生きているということは、われわれの存在が行為的および感覚的にこの生命一般の根拠とのつながりを維持しているということである」と述べています。さらに根拠とのつながりで、「おのずから」という生命の繋がりがあり、かつ「みずから」という主体的なあり方があるとしています。指導者と学習者はこの「おのずから」を土台としての学びが可能になるのであろうと私は考えます。この考え方は少し大げさに思えますが、生態系が成り立っていることを考えるとこのような考えを受け入れないといけないように思います。『知と命から見たスポーツ』で述べますが、人が作った社会システムとは異なった、誰が作ったかわからない生命システムがあるのですから、こういった考え方に依拠することは、非科学的と排除できないものと考えます。

- 蔵本由紀　『非線形科学　同期する世界』　集英社　2014 年
- 水谷豊　『バスケットボール物語』大修館書店　2011 年
- 新井博　編者　『スポーツの歴史と文化』　後藤光将　第 6 章　スポーツの技術、戦術、ルールの変遷　　同和書院　2022 年

第５章　動きの原則（まとめ）

１，システムの目標、目的

サイバネティックスとシステム論は異なる人が創設したのですが、両者の類似性から、システムという言葉がよくつかわれています（注１）。

本編では３相のシステムを提案しています。第１相は、重力圏と体の相即において、生体内では重力に適応あるいは体の重心を保ち転倒しない目標の方向に筋作用とそれに応じた感覚のループを調節するとことによる系をシステムと呼んでいます。第２相は、外界の個物対して、知覚と筋作用のループ網によって、個物への目標を達成するような系をシステムと呼んでいます。例えばバスケットのシュートはゴールすることが目的です。失敗した時とゴールとの差異をフィードバックする知覚と運動のループ網を調整します。第３相は人と人との相即です。人と人の場合は、固定できないので、動くことを前提としています。これらの３相は互いに関係しています。また、第３相はコモンセンス（共通感覚）で説明した根拠関係、共通感覚、日常の慣習や習慣の３相からなります。

スポーツに限定しますと、目標はゴールすることです。また、その下位目標として、ディフェンスから逃れるために色々のトポロジカル的な形を作ります。この時の大切な事はフォーメイションという形ではなく、人と人の連携にあります。そして、フォーメイションからシュートに至る時には先のような知覚と運動のループ網の働きでゴールへシュートします。ゲーム(試合)にも目標があります。負けた時にはその要因を分析して、練習に生かせます。

最後に、システムで大切な事は人そのものではなく、人から人へ伝わる情報が大切であると言うことです。ただし、スポーツには次の特徴があります。それは人も個人技が上手くならないと情報の伝達（例えば、バスケットで言うとドリブルやパスやシュート）や目標が達成されえません。この点は自然科学で言っているシステムとは異なる点です。個人技が高いと言うことは、無意識に動ける動きが多くあり、その分、思考が自由に働ける優位さを持っています。ただし、試合時の多くの場合において、無意識的な動きが状況に応じて創発されることのほうが思考性より大切です。この動きには形がないと人と人の関係性が成立しにくいのだと思います。なぜならば、形には情報内容と情報形式があるからです。この意味でスポーツにおいて形が大切な一つの要因だと考えます。

注１：システムは「複数の要素が有機的に関係しあい、全体としてまとまった機能を発揮している要素の集合体、組織、系統、仕組み」と定義されています（広辞苑)。この本では、仕組みを場所（場）の機能、サイバネティックスのフィードバック、要素の関係性をネットワークやループ網として、表しています。

- 久保田浩行　『生物をシステムとして理解する』　共立出版　2018 年

２、動きとその形成の原則

１）ゲシュタルトクライスでは外界と私との間で相即がある限りにおいて運動の形ができるとしています。これは運動の原型（おもかげ）です。この原型は骨格の可動性に制約されています。また、原型はマイネルの運動学で言う、走、跳、投、などの原型とは異なります。

２）外界は重力圏、知覚と運動の円環が関わる外界、および他者との関係性としてあらわれる外界に分けられます。

３）この原型は生活世界ではコモンセンスの中で経験を介して、そこでの皆が行う身体技法になります。これはコモンセンスから生まれています。

４）この原型はスポーツでは競争を通じて技術を生み出し、スポーツに有効な効率的な動きになります。これは科学技術や個人の気づきと工夫から生れた動きを形成します。

５）この動きが習熟すると感覚だけでなく運動に関わって無意識に行われるものです。この無意識な動きが、思考的な世界を広げます。ただし、無意識的な動きは状況に応じて創発されますので、試合時には大切な事項です。これに対して、練習や試合を反省的にとらえるときには思考力や動きへの気づきが大切になります。

６）無意識的な動きが可能となるのは、動きだけが無意識になると言うことではなく、動きと外界との関係からできていると言うことです。これは外界に情報空間を作る作業でもあります。

７）コーチや指導者が学習者にスポーツを教えるためには、両者の関係のもとにゲシュタルトクライスで言う生命一般の根拠があることが必要であると示唆しました。この根拠関係をもとにコーチや指導者と学習者の間に共鳴現象や真似るという現象が可能になっていると考えました。

８）スポーツの習熟によって、「からだ」に感覚と運動からできた情報場ができます。この場は外界の情報場と関係していますが、顕在化していません。外部の状況性を知覚することから、「からだ」にある情報場が外部の状況に適した、動きが創発されます。これは無意識的です。また、状況の類似性は起こりうるのですが、全く同じ状況ということは起きません。したがって、状況に応じた動きは創発的です。

９）この創発は、フォームやフォーメイションといった形を持っています。この人が作る形には、記号内容と記号表現があります。また、ルールで決められた各種のラインやゴールはモノ的で変化しません。また、チームが作る形とルールのモノ的な事項で動的な情報空間を熟練者は作っています。この動的情報空間で動きの創発が生まれます。これがスポーツのプレーです。

終わりに

この本の目的は、技術や戦術と言われていることと関連した部分を解説するとともに、発展的な考えを示すことでした。フォームやフォーメイションを中心に考え方を示しました。形態（ゲシュタルト）は視覚の問題でよく取り上げられます。見えない部分も含めて全体の図形が見える現象やある図の見方を変えると見えるものが異なるとかという例はよく見かけます。このことは知覚が事実を再現しているというより、脳内で構成されて作られていると言うことであろうと思います。しかし、本編では視覚ではなく運動の形を考えました。

この運動の形は他者から見た形というより、外界との関係や、人の創発によって、より適切な動きとして生まれるものだと考えました。この適切な動きは外界との相即だけでは生まれなくて、人の気づきが動きを改善し、また、それを伝える人がいると言うことでした。ただし、この伝承は、スポーツでは良い形はかなりの速度で変わっていますので、発展を前提とした伝承です。

本編でも科学技術がスポーツに貢献していることを述べました。この科学技術の貢献はスポーツのスピードや難易度が高い技を可能にしてきました。しかし、昔のような牧歌的なフェアプレー精神は何処に行ったのでしょうか。サッカーを見ているとパンツを引いたり、シミュレーションをしたりという状況です。確かに日本のサッカーチームはロッカーを整理して帰ったという事実はあります。でも全体的にいうと熱狂的なプレーや困難なプレーに傾いています。これから先に人工知能（AI）が人の知能を越える（シングラリティ―）とそれを利用したスポーツが成り立つかもしれません。すでに、囲碁の世界ではAIが超一流棋士を打ち負かしています。でも、いまでも棋士同士の対戦の方が楽しく思えます。スポーツにAIが加わるとどうなるのかは不確かですが、人と人がスポーツをすると言う意義をもう一度考える時が来たのではないでしょうか。

これに対しての直接的な回答を私は持ち合わせていません。しかし、本編でも指摘しましたが、動きには表現性があります。その表現がスポーツを見ている人や対戦相手の動きの予測に必要です。つまり、表現には意味や価値が内蔵されていると言うことです。人間にとって、このことの重要性を今後考えたいと思います。

少なくとも、今のスポーツのあり方は、子供たちに夢を与えるとは言っていますが、その夢をスポーツで実現できる人はほんの一握りです。この現状は知るべきであります。私の考えは五輪で金メダルを目指すと言うことではなく、地域で人が交流したり、人生でよい経験をするということに私の力点があります。このことは皆がオリンピックを目指すのではなく、それぞれの固有の貢献を認め合うと言うことです。この認めあう過程で大事な事柄は表現性という交流の核心が大切であると私は思っています。

令和５年６月１日

矢野徳郎

著者紹介

東京教育大学卒業　東京教育大学大学院修士課程修了　博士（学術）

北海道大学大学院教育学研究院　名誉教授

- 呼吸―運動に対する応答とトレーニング：運動と二酸化炭素貯蔵　ナップ社　1998 年
- 新運動生理学：二酸化炭素動態　振興交易医書出版部　2001 年
- スポーツ科学辞典：緩衝、二酸化　炭素　平凡社　2006 年