

特集「スポーツ動作におけるモデルの活用」によせて

小池 関也^{1†}¹筑波大学体育系

身体動作のしくみを捉えるための最初のステップは、その動作の観察を行うことである。ここで、スポーツ動作は、全力であったり、高速であったり、空中であったり、はたまた水中であったりと、日常生活の動作からは大きくかけ離れた動きの状態や環境の中で行われる。その上、種目によっては、観察や測定さえしにくいものが多々存在する。例えば、水泳のような身近な動作であっても、水中の動作であることから、地面からの大きな反力を得られる陸上動作とは異なり、水に大きな力を作用させようとしても、水が逃げてしまうことになる。このため、泳者が如何にして水からの反力を得て進むか、すなわち身体のどの部分でどれくらいの推進力をどのように水から得ているのかを把握することは容易ではない。

また、陸上競技の棒高跳びでは、地面に埋め込まれたボックスにポール先端を点接触させたまま、大きくしならせた後のしなり戻りをする不安定なポールを土台として身体の倒立および捻りにより、男子一流選手に至っては6[m]を越える高所に掛けられたバーをクリアするという極めてアクロバチックな動作を行っている。

さらに、これらの運動の駆動源である筋は、関節の自由度数に対して冗長に存在するため、その発揮張力を測定するには、侵襲的な処置が必要であることから、各筋の発揮張力の定量化は一般に困難となり、パフォーマンスを高めつつ、障害が生じないような運動を生成するためには、どのように動作を変えていけば良いのか、あるいは環境の変化に対して身体がどのように動作を変更して適応していくかなどを、何の手がかりも無く予測することは困難である。

このような非日常的な動作を分析、評価、そして改善、さらには予測しようとする際に、その特殊性の中にある動きのしくみのエッセンスを抽出して、シンプルで組み合わせがし易い概念に置き換えたもの、すなわちモデルが有用となる。

スポーツ動作を対象としたモデル化手法の例を挙げると、まず一つ目は、対象とする動作の徹底的な観察から、

観察量を説明するのに適した実験式を導出あるいは考案して活用するものである。観察された複数のデータ間に潜在する意味のある関係を読み取る際にも、この実験式が有効となる。すなわち、主に統計をベースにして導出した数式を介することによって、観察による把握が困難な関係までも捉えることができる可能性をモデルは有している。二つ目は、動作の力学的な側面が物理法則に従っていることを利用して、現象の基本的な特性を支配する原理を、物理学に基づいて表したモデルを、身体の高自由度的な振る舞いを説明するために拡張して適用する方法である。これにより、観察から得られた内容の抽象化を行うだけでなく、そのモデルの持つ力学的あるいは数学的な特性を利用して、観察からだけでは導きにくい関係をも明らかにでき、スポーツ動作の解析に対するシステム論的な取り扱いが可能となる。三つ目は、身体動作生成の制御的な支配則をアルゴリズムによって表すものであり、バランスの維持、パフォーマンスの向上、あるいは運動の生成など、目的を遂行するために必要な動きの生成アルゴリズムにモデルが活用される。以上、どの手法であっても、動きを適切に表す有効なモデルが一旦構築できると、それを様々な対象に拡張・応用することができる。

本特集ではスポーツ動作を対象として、このモデル化による現象の定量化、簡略化、および抽象化などが、動作の分析、評価、改善、さらには予測などに対しても有用となり得ることについて、各種目あるいは考え方を中心に最前線でご活躍されている先生方に、その有効性と課題を含めて、ご解説いただいた。

石井先生には、野球ピッチャーの投球動作における投球肩の病変、動作、球速間の統計的なモデルに基づいて、投手のニーズに合わせて理想とする動きを生成し、その場で提示可能なモーション・シンセサイザという動作生成シミュレータについて解説いただいた。

門野先生には、陸上の格闘技とも称される800m走において、レースパターンに対する膨大なデータの分析から導き出されたモデルを活用することによって、15年も破られずにいた日本記録が更新された過程について解説いただいた。

大島先生には、陸上棒高跳びにおける力学的な特殊性を考慮するために、ポール変形モデルおよび身体モデルを連成させて、ポールの剛性分布と跳躍者の動作の同時最適化を実現するためのシミュレーションを行った例について、その方策を含めて解説いただいた。

2014年12月9日受付

† 〒305-8574 茨城県つくば市天王台1-1-1

筑波大学体育系

小池 関也

Tel: 029-853-2677

E-mail: koike@taiiku.tsukuba.ac.jp

中島先生には、水泳を対象として、流体力算出のための計算効率の高いモデルにより、泳動作シミュレーションによる関節運動の最適化を行い、さらには、筋骨格モデルに基づく筋の張力発揮シミュレーションを併用することによって、筋特性をも考慮した泳動作の最適化を実現した例について解説いただいた。

長谷先生には、走動作を対象として、筋骨格モデルおよび神経系モデルからなる神経筋骨格モデルをベースに、生体の運動制御の機序および意志による制御変更などを考慮して、走動作シミュレーションを実現した例について解説いただいた。

スポーツにおける動作の改善，記録の向上，障害の予防

などにモデルを活用することによって、スポーツ動作に対する理解がより一層進み、これにより関連する多くの領域において研究の活性化が進むことになるものと期待している。なお、個人の記録を競うスポーツに対して、チームスポーツの動作では、フォーメーションや戦略といった、各人の相互作用的な効果の把握にもモデル化が有効となることが考えられるとともに、各種スポーツシーンでは、用具と用具、あるいは用具と環境との相互作用についての物理現象の把握においてもモデル化が有効活用されているが、本稿ではこれらの相互作用については取り扱わずに、個人の身体動作に対するモデル化に限定した。