

Title	スポーツ動作の最適化と動力学解析
Author(s)	望月, 義幸
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/42184">https://hdl.handle.net/11094/42184</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	望 月 義 幸
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 15517 号
学位授与年月日	平成12年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科システム人間系専攻
学位論文名	スポーツ動作の最適化と動力学解析
論文審査委員	(主査) 教授 井口 征士  (副査) 教授 田村 坦之 教授 新井 健生 講師 井上 健司

#### 論文内容の要旨

本研究は、人間の身体的機能の数理モデル化手法と、スポーツ動作の最適化シミュレーション手法、及び最適化を応用したシミュレーション手法により、スポーツ動作の研究における、コンピュータによる新たな科学研究手法の確立を目標として行ったものである。本シミュレーション手法の根底には物理学や数理解析学といった、ある種、確立された理論体系があり、本シミュレーション手法によれば、この確立された理論体系を背景とした信頼性の下で、理想的な動作生成を含む予測的結果を得ることができる。研究対象としたスポーツ動作は、球状の道具を投げる動作として投球動作と遠投動作、棒状の道具を振るという動作としてバッティング動作、機械式の複雑な道具による人間-機械系の動作として競技自転車のペダリング動作である。これらのスポーツ動作は、スポーツにおける基本的な動作パターンの多くを含み、身体部位も上肢、下肢に渡る。投球動作の最適化では、種々の目的関数を構成し、実験と解析を行い、新たな知見を得た。最適化を応用したシミュレーションでは、投球速度変化、ボールの質量と形状変化、上肢の質量と形状変化の影響について実験を行い、新たな知見を得た。また、投球動作に関連して、投球コントロールの学習過程の戦略モデルの実験と解析を行い、新たな知見を得た。遠投動作に関しては、投擲角度の変化に関して、最適化を応用したシミュレーション手法による影響解析を行い、また習熟目的が複数あるときに、それらの重要度を習熟過程で動的に変えたときの収束動作について解析し、新たな知見を得た。バッティング動作に関しては、バットと上肢間の相互作用として起こる、「屈曲-伸展-屈曲」現象に着目し、動力学解析と最適化を行い、新たな知見を得た。競技自転車のペダリング動作については、人間-機械系システムとしてのモデル化と、シミュレーション実験による動力学解析を行い、新たな知見を得た。また、解析結果の提示と学習の観点から、スポーツ動作の可視化について考察し、スポーツ動作の可視化例を提示した。以上により、本論文の主張するところの研究手法が、スポーツ動作の研究において、従来の実証的研究手法を十分に補完し、かつ非常に有効な手法であることを示した。

#### 論文審査の結果の要旨

本論文は、人間の身体的機能の数理モデリング、スポーツ動作の最適化シミュレーションを通じて、スポーツ動作研究の新しい研究手法の確立を目指したものである。ここで述べているシミュレーションの根底には物理学や数理解

析学の理論体系があり、この確立された理論体系を背景とした解析により、理想的な動作生成を含む信頼性の高い結果を得ている。

研究対象としては、投げる動作として投球動作と遠投動作、棒状の道具を振るという動作としてバッティング動作、機械式の複雑な道具による人間-機械系の動作として競技自転車のペダリング動作を扱っている。これらのスポーツ動作は、スポーツにおける基本的な動作パターンの多くを含み、身体部位も上肢、下肢に渡っている。

第1の主張である投球動作の最適化では、種々の目的関数を構成し、実験と解析を行い、例えば、間接トルク関数の2乗総和が、動作の滑らかさを実現するうえで重要であるといった、従来のスポーツ指導では得られていなかった、多くの新しい知見を得ている。最適化を応用したシミュレーションでは、投球速度変化、ボールの質量と形状変化、上肢の質量と形状変化の影響について実験を行い、手先軌道の描くループ形状に特徴が現れること、およびボールの種類によって投球動作の最適動作が二つのグループに分類できることなどの新たな知見を得ている。

また、遠投動作に関連しては、投擲角度の変化に関して、最適化を応用したシミュレーション手法による影響解析を行い、また習熟目的が複数あるときに、それらの重要度を習熟過程で動的に変えたときの収束動作について解析し、その効果が練習の順序に大きく依存するなどの新たな知見を得ている。

第2のテーマであるバッティング動作に関しては、バットと上肢間の相互作用として起こる、「屈曲-伸展-屈曲」現象に着目し、動力学解析と最適化を行い、遠心力とコリオリ力の2つの慣性力が重要な役割を果たすこと、一方重力はほとんど寄与しないなどの重要な結論を得ている。

第3のテーマである競技自転車のペダリング動作については、人間-機械系システムとしてのモデル化と、シミュレーション実験による動力学解析を行い、股関節の3自由度が重要であることを示すとともに、3次元モデルの有効性を示している。

以上のように本論文は、スポーツ動作の可視化に基づいた、スポーツ動作研究の新規な方法を提案し、スポーツ工学に対して大きな貢献を与えるものであり、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。