



Title	キネマティクスおよびキネティクス側面からみた多関節運動の習熟
Author(s)	門田, 浩二
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/45728">https://hdl.handle.net/11094/45728</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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名	かど た こう じ
博士の専攻分野の名称	博士（人間科学）
学位記番号	第 19140 号
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 人間科学研究科行動学専攻
学位論文名	キネマティクスおよびキネティクス側面からみた多関節運動の習熟
論文審査委員	(主査) 教授 木下 博 (副査) 教授 生田 香明 教授 熊倉 博雄 助教授 橋詰 謙 講師 松尾 知之

### 論文内容の要旨

人間の持つ卓越した運動技能は、どのようにして獲得されるのだろうか？ そのメカニズムは多くの研究者の興味が集まるところである。これまでに行われてきた運動学習の研究は、ごく単純な日常動作を扱ったものが多い。他方、全身の関節運動の協調が必要である複雑な運動の学習に関しては、未だ不明な点が多い。そこで本研究では、身体運動の制約の少ない環境下で行われる新奇の複雑運動の学習過程を、モーションキャプチャを用いた動作分析を利用して、キネマティクスおよびキネティクスの両側面から解明することを目的とした。

第 1 章は緒言であり、この研究の背景と意義を述べた。

第 2 章では、これまでに行われてきた運動制御・運動学習の研究の中から、モーションキャプチャによる動作分析を利用したものを取り上げ、その成果と問題点を検討した。

第 3 章では、種々のキネマティクス変数を利用して、新奇の複雑運動の学習によって生ずる身体運動の変容の定量化を試みた。

第 4 章では、新奇の多関節運動の非熟練段階と熟練段階における運動の特徴を、3 次元の動力学分析によって明らかにした。その結果、学習初期段階では、身体の動きから生ずる慣性力と筋トルクの間の平衡性が崩れていることが明らかとなった。

第 5 章では、熟練に伴う運動の効率化を明らかにするために、第 2、3 章と同じ学習課題に対して力学的エネルギーを算出し、学習前後を比較することで検討を行った。特に、筋力以外の力（非筋力要素）の有効利用に注目し、運動の熟練をエナジエティクス側面から検討した。その結果、運動の熟練に伴って、筋力による仕事量よりも非筋力要素によって成される仕事量が増大することが示された。つまり、運動の熟練が非筋力要素をより有効に利用するように進行することで、運動の力学的な効率を改善していることが明らかとなった。

第 6 章では、第 4 章および第 5 章で得られた知見を実際の運動技能に応用した際の検証を行った。ここでは、高度に熟練した運動のモデルとして熟練した野球のピッチャーの投球動作を採用し、中級レベルの動作と比較検討を行った。

最後に第 7 章では、本実験で得られた知見をまとめ研究成果の要約を述べると共に、今後の運動学習研究に対しての提言を挙げた。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、身体運動の習熟のメカニズムを運動力学的な観点からの解明することを目指して、4つの実験的研究を実施し、個々の成果をまとめた力作である。研究Ⅰでは、諸種のキネマティック変数を用いて三次元的で新奇な多関節運動の学習に伴う運動の変容を解明している。研究Ⅱでは、同様の運動学習をキネティックス的観点から解明している。特に、関節部でのトルク量の変化について動作依存（慣性力）量、筋力依存量、重力依存量の観点から詳細な検討を試み、それらの関連性について新たな知見を得ている。研究Ⅲでは、同様の運動学習における身体各部位の運動効率の変化を力学的モデルに基づき計算し、身体部位間でのエネルギーフローについて詳細に検討している。その結果、運動学習に伴って筋力によって成される仕事量が減少し、非筋力性の仕事量が増大するように変化することを発見している。研究Ⅳでは、研究ⅠからⅢでの成果を実場面で検証することを狙いとし、野球のピッティング場面の動作分析を実施することから、投球能力の差の原因について力学的解釈を試みている。これらの4編の研究は、3編の欧文および和文の学術研究誌に掲載済みのもの、そして1編が現在欧文国際誌に投稿準備中のものであり、研究の独創性、実験方法の斬新性、考察の高水準性は証明済みである。本論文の研究成果は、ヒトが新たな運動を学習する過程において、重力や環境からの外力を最大限に利用するようになり、自らが発揮する筋力を最小限になるような運動パターンを形成することをみごとに証明したものであり、運動学習のメカニズムに関する新たな知見としての貢献度は十分に高い。