立教大学学術推進特別重点資金（立教ＳＦＲ）
個人研究
２０１６年度研究成果報告書

	所属部局・職	氏　名
研究代表者	コミュニティ福祉学部・助教	今西　平　　　印
研究課題	テニスのサーブ動作に対する自己評価と筋活動の対応関係	
研究期間	２０１６　年度	
研究経費（1円単位）	（支出金額）718,200 円／（採択金額）724,000 円	

研究の概要（２００～３００字で記入、図・グラフは使用しないこと）

各々の身体パフォーマンスに対する身体感覚（自己評価）は、熟練者と未熟練者で違いがあると予想される。これを科学的に分析することで、新たなトレーニング方法や練習手段を開発できる可能性がある。先行研究の多くは単純な課題（ボタン押し、レバー操作など）を用いており、日常動作やスポーツ動作に反映する結果とは言い難い。そこで本研究はテニスのサービス動作を対象として検討することを目的としていた。

当初予定していた経費が減額となったため、研究対象とする動作を「テニスのサーブ動作」から、より基礎的な運動である「疾走動作」「跳躍動作」「等尺性筋力発揮」に変更し、これを筋電図および映像解析から検討している。

キーワード（研究内容をよく表しているものを３項目以内で記入。）

〔身体感覚〕〔筋力調節〕〔動的筋力発揮〕

研究成果の概要（図･グラフ等は使用しないこと。）

【研究課題の変更について】

当初、本研究課題はテニスの競技動作を対象とする予定であったが、研究環境の整備が不足したことによりこれを諦め、現状においても着手可能なヒトの基本的な運動動作「疾走動作」「跳躍動作」「等尺性筋力発揮」を対象として検討することとした。テニスのサーブ動作はスポーツ・パフォーマンスの優劣が顕在しやすく、熟練者と未熟練者の違いを解析しやすいと考えていたが、本研究ではより基礎的な運動動作を対象としてデータを分析することで、今後の研究発展に寄与させることを目的とした。

【変更した研究課題の着眼点】

多くの動物は、環境や状況に合わせて自身の身体運動強度を調節しながら生命活動を営んでいる。生体エネルギーを経済的に利用することは生命維持の観点からも重要であると考えられ、身体運動強度を適切に調節することは動物にとって必要な能力である。なかでも我々ヒトは、身体運動に多種多様な目的を付し、運動強度を随意的に調節する場面が多い。目的に合わせて身体機能を調節する随意的能力は「スキル」と呼ばれており、大築（1988）はスキルを「状況把握能力、正確さ、素早さ、持続性」の４要素に大別している。

自己の運動強度を随意的に調節し、高いスキルを要する場面の一つにスポーツ活動がある。一部の競技種目を除き、全力だけでなく、目的（技術や作戦など）に応じた適切な運動強度が求められる。こうした運動強度の出力調節はグレーディング能力と呼ばれ、正確な動作を遂行する為に重要な役割を果たすものと考えられている。

その一方で、ヒトは自己だけでなく他者の運動強度を評価する必要もある。例えばスポーツにおいては、相手選手の運動強度を正確に見積もって自身の行動に反映させることで、その試合を有利に展開できるという状況がある。また、技術練習や体力トレーニングの指導場面においては、指導者が選手の運動強度を観察し、これを見積もることによってコーチングがなされている。

こうした他者の運動強度の評価はスポーツに限ったものではなく、「あの人は半分くらいの力を出している」「８割くらいの速さで動いている」「全力を出し切っている」といった評価をする機会は非常に多い。外部からの視覚観察による他者の運動強度評価は日常的に実施されており、労働者と雇い主の関係においてはそれが仕事の評価につながり、舞踊や演劇ともなれば、随意に調節された自己の身体運動を他者である観衆に見せることによって、その評価を得ようとする活動に他ならない。

これらは、ヒトが文化的な社会生活を営んでいく上では、他者の身体活動を観察し、その努力度を評価する必要があることと、その評価の正確性が重要な要素となっていることが窺えるものである。

このように、ヒトは自己や他者が出力する運動強度を評価する場面が多いが、他者に対する主観的な努力度評価が実際の身体運動強度をどれほど正確に見積もることができているか調査されたものは少ない。

【実験１：疾走動作に対する自己評価と他者評価の対応関係】

身体活動として一般的な運動課題である疾走動作を対象として、その疾走速度を客観的出力と定義し、それに対する主観的努力度の評価を測定することとした。主観的努力度はグレーディング研究で用いられている%運動強度による分析方法を採用し、自己の身体運動への主観的努力度と、他者の身体運動から感じられる努力度との対応関係ついて検討することとした。

被験者に疾走動作の自己評価として 20m 走を行わせ、この努力度を段階的に調節（グレーディング）させた。

他者の疾走動作の評価には、被験者と同様にグレーディングした 20m 走を行なうヒトを撮影したビデオ映像を観察させ、その努力度を回答させた。

研究成果の概要（つづき）

【実験１による結果の解釈】
他者の疾走運動の努力度評価は、自己の疾走運動への努力度と類似したものとなり、主観的努力度をＸ軸、客観的出力をＹ軸として平均値をプロットすると、主観的努力度の増加に対応して客観的出力も増加し、両者は線形近似することが示された。また、この対応関係は共に対数換算することで強い直線関係になり、いずれもベキ関数関係にあった。その中でも他者の努力度評価と類似性が強かったのは、10m 地点における主観的努力度と客観的出力の関係であった。
このことは、ヒトは他者の疾走運動の努力度を評価する際は、「自己の疾走運動における、スタート局面の主観的努力度」をその評価の基準に用いている可能性を示唆するものである。

本研究は、日本体育学会第 67 回大会にて発表し、現在、この実験を応用・発展させた実験を行い、データ解析を進めている。
また、本研究で得られた成果は、日本テニス協会が主催する指導者養成セミナーにて、「身体感覚とパフォーマンスの関係性」として発表している。

【実験２：跳躍動作と等尺性筋力のグレーディング能力の関連性】
実験１にて研究対象とした筋力調節の正確性、すなわち「グレーディング能力」について、その特性を詳細に検討し、今後の研究発展に寄与させることを目的とした。
グレーディング能力とは、身体運動の目的に合わせて、出力させる筋力やパワーを適切な強度に調節する能力のことである。本研究の目的は、跳躍動作である「垂直跳」と、それに関わる関節筋群のグレーディング能力に関係性があるか否かを調査することであった。
跳躍や疾走といった複数の関節が複合的に作用して生み出される運動動作のグレーディング能力が、その運動動作に関与する関節筋群のグレーディング能力の影響を受けている可能性が考えられる．関節筋群それぞれの主観的努力度と客観的出力の対応関係が、複合的な運動動作にも影響を及ぼしているとすれば、運動強度の調節能力を高めようとするスポーツ・トレーニングやリハビリテーション等における、効果的なトレーニングプログラム開発に役立つ知見となる．

【実験２による結果の解釈】
先行研究では、異なる跳躍動作（垂直跳と立幅跳）を比較した報告や、疾走運動の局面を比較した報告があり、運動動作や局面が違えば「ベキ指数（主観的尺度と客観的尺度から成る関係曲線）」も異なることが示されている．それに対し本研究の結果は、垂直跳という動的な運動と、下肢の等尺性筋力発揮という静的な運動を比較した場合、ベキ指数は統計学的にも異なるものであり、身体運動における主観的努力度と客観的出力の対応関係は、その対象となる運動動作に応じて異なるベキ指数が得られるものと捉えることができよう．
本研究で各関節筋群のグレーディング能力と垂直跳のグレーディング能力との間に関係性は認められなかったことは、各関節筋群におけるグレーディング能力の精度を個々に高めたとしても、関節を複合的に働かせる身体運動へ反映される可能性は小さいことが示唆されたと言える。

本研究は、学術雑誌『トレーニング科学27(4)』に掲載した。また、本実験を発展させ、ピアノ動作における出力調節と再現性について検討した。その成果は日本生理人類学会第 74 回大会にて発表し、テニス等のスポーツ動作への応用を検討している。

【まとめ】
本研究で得られた成果を以下の通りである
（１）筋力発揮を調節する際の主観的努力度には一定のパターンがあった。
（２）その主観的努力度の尺度は、他者の努力度を評価する尺度と関連性が強かった。
（３）筋力調節の尺度は各関節・筋群に固有の尺度があるわけではなく、動作に由来することが示唆された。

※　この（様式２）に記入の、成果の公表を見合わせる必要がある場合は、その理由及び差し控え期間等を記入した調書（Ａ４縦型横書き１枚・自由様式）を添付すること。

研究発表（研究によって得られた研究経過・成果を発表した①～④について、該当するものを記入してください。該当するものが多い場合は主要なものを抜粋してください。）

①雑誌論文（著者名、論文標題、雑誌名、巻号、発行年、ページ）
②図書（著者名、出版社、書名、発行年、総ページ数）
③シンポジウム・公開講演会等の開催（会名、開催日、開催場所）
④その他（学会発表、研究報告書の印刷等）

①雑誌論文
今西平・太田洋一、垂直跳と下肢等尺性筋力発揮のグレーディング能力の関連性、トレーニング科学 27(4)、2016 年、pp133-139

③シンポジウム・公開講演会等の開催
大阪体育大学大学院・スポーツ科学セミナー：講師、2016 年 9 月 26 日、大阪体育大学大学院 N202

日本テニス協会コンディショニング・医科学サポート養成講習会：指導講師
北海道地区（札幌）2016 年 11 月 20 日
北陸地区（金沢）2017 年 1 月 8 日
沖縄地区（那覇）、2017 年 1 月 21 日
東海地区（静岡）、2017 年 2 月 26 日
中国地区（三次）、2017 年 3 月 11 日

④その他
日本体育学会第 67 回大会・研究発表、今西平・梅林薫、走運動における自己と他者の主観的努力度の対応関係、2016 年 8 月 24 日、大阪体育大学

日本生理人類学会第 74 回大会・研究発表、今西平・坂内くらら・木村駿介・小松陽香・大石和男、ピアノ演奏時における上肢筋活動パターンの再現性、2016 年 10 月 22 日、和倉温泉観光会館