

区 分	課 程
-----	-----

論 文 の 和 文 要 旨

博士論文の題目：

ウェアラブルセンサーによる外的・内的運動強度のモニタリング
ー特徴量エンジニアリングと年代別テニスプレーヤーへの応用ー

学 籍 番 号：220D06

氏 名：丸谷 賢弘

指 導 教 員：前島 悦子

本論文は、背部に装着されたウェアラブルセンサーの加速度から非定常運動での分布形状を明らかにし、分布形状から得られる外的運動強度と心拍数による内的運動強度を用いて非定常運動の時系列変化と加齢による特徴を明らかにすることで運動強度のモニタリング手法とテニスプレーヤーへの応用について考察した。

近年、競技スポーツを対象とした研究では、外的運動強度（走行距離など）と内的運動強度（心拍数など）を定量的に評価する手法が数多く提案されている。中でも、外的強度は移動距離などを指標とすることから、ジャンプや加速減速を伴う高強度運動では強度が過小評価されることが懸念されており、ヒトの動作を評価する指標として加速度を用いた評価手法が提案されている。しかし、従来の評価手法では、対象区間の加速度の平均値が運動強度の指標として用いられており、時間とともに変化する非定常な運動では、これが運動強度を示す代表値として適切であるかは不明である。また、外的・内的運動強度の評価は、傷害予防やパフォーマンス向上の観点から若年層を中心に広く実施されているが、近年では、若年層に限らず、競技スポーツを実施する中高齢者や高齢者も多いことから、中高齢者のプレー中に生じる外的・内的運動強度の時間的変化と年齢による特徴を明らかにすることは、スポーツに起因する疾患リスクの軽減と健康寿命の延伸にとって有用であると考えられる。そこで本研究では、ウェア型ウェアラブルセンサーデバイスを用いて、以下の3つの研究課題に取り組んだ。

・研究課題1：スポーツウェア型ウェアラブルセンサーを用いた運動強度評価の有用性の検証

先行研究において、ランニング中のウェア型ウェアラブルセンサーによる心電図信号の記録が可能であることは示されているが、ウェア型ウェアラブルセンサーを用いた物理的および生理的な運動強度に関する同時評価は未だ行われていない。本研究課題ではコントロールされた実験室環境において、さまざまな運動強度でウェア型ウェアラブルセンサーの有用性を検証した。本研究の結果から、(1) スポーツウェア型ウェアラブルセンサーで記録した心拍数は酸素摂取量と強い相関関係があること、(2) 加速度指標は運動強度の上昇に伴い増加することが明らかになった。我々は、スポーツウェア型ウェアラブルセンサーが、異なる運動強度における評価の有用性を示した。

・研究課題 2: テニスプレーヤーにおける外的運動強度の評価のための加速度由来信号の混合正規分布モデリング

研究課題 1 において、本研究に用いるウェアラブルセンサーの有用性を示した。

外的運動強度を評価する手法の多くは、対象区間の平均値を用いることが多い。しかし、歩行からスプリントまで様々な強度を含むスポーツでは、加速度由来の外的運動強度の分布は一樣ではない。そのため、平均値を用いる評価は、加速度を用いた運動強度の評価として不十分であると考えられる。そこで本研究では、様々な強度を含む非定常運動の中でもテニス競技に着目し、一定時間内で得られる加速度データの分布の特徴とその特徴を用いた評価の有用性について検討した。本研究の結果から (1) 非定常運動であるテニス競技の加速度分布は二峰性の分布を示すこと、(2) 二峰性の分布の中でも高強度側の加速度指標を示す分布は、年代の異なる集団の身体活動を鋭敏に分類できることが明らかになった。

・研究課題 3: テニスプレーヤーの公式戦における内的・外的運動強度の年代別時系列変化

研究課題 2 において、混合正規分布モデルを用いた加速度由来の分布から高強度の指標を抽出することで非定常な運動においても年齢による動きの特徴を評価できる指標を提案した。そこで、課題 3 では生涯スポーツとして幅広い年代で、低強度なレクリエーションとしてだけでなく、高強度な競技としても実施されているテニスを対象として、公式戦における外的・内的運動強度の時系列変化とその加齢による特徴の違いを明らかにすることを目的とした。本研究の結果から、(1) 加齢に伴い外的強度は低下しているにも関わらず、内的強度は上昇する傾向であること、(2) 外的・内的強度の双方で、試合開始直後から 10 分間は、年齢に関わらず相対的に低強度でプレーしていることが明らかとなった。

まとめ

本研究の結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) スポーツウェア型ウェアラブルセンサーは、心拍数や加速度指標といった身体活動の評価に有用性のあるデバイスである。
- 2) 非定常運動であるテニス競技では、加速度分布が二峰性の分布を示し、二峰性の分布の中でも高強度側の加速度指標を示す分布は、年代の異なる集団の外的強度の特徴を捉えることができる指標である。
- 3) 外的強度は、加齢に伴い低下するとともに、外的・内的強度の双方で、試合開始直後から 10 分間は、年齢に関わらず相対的に低強度でプレーしている特徴が確認された。

従来のウェアラブルセンサーによる評価では、定常的な動きを想定した加速度の評価が一般的であった。本研究の結果から、加速度の分布を考慮することで非定常運動においても鋭敏な運動強度の評価が可能であることを明らかにした。(以上 2104 字)

(2000 字程度)