

# Raspberry Pi カメラを用いた運動時における血行動態変化の 定量評価システムの構築

Construction of a quantitative evaluation system for hemodynamic changes during exercise using a Raspberry Pi camera

佐藤亮太郎

指導教員 吉田 慧一郎

サレジオ工業高等専門学校 電気工学科 生体情報計測研究室

キーワード：血行動態変化、近赤外線画像計測、Raspberry Pi カメラ、野外計測

## 1. 緒言

世界で「運動不足」が蔓延している。世界の 14 億人が運動不足で、糖尿病、心血管疾患、がん、認知症などの危険性が高まっているという調査結果を世界保健機関(WHO)が発表した。また、コロナウイルス流行し始めて外出することが制限されるようになったことで、「運動不足」を感じた人は 58.6%、自粛期間の前と比べて体重が増加した人は 38.0%、体力の減退を感じている人は 32.2% であった。「運動不足」の状態になることで、血流が悪化し腰痛や冷え性・肌荒れ・肥満の原因にもなってくる。近年では、より運動意識が高まっている反面、体重増加や体力の減衰を感じている人が多い。

そこで本研究では、運動前後における足の血行動態変化を可視化し野外計測できるシステムを構築し、運動不足の解消につながる技術を確立することを目的とする。先行研究では、IR カメラ化改造を施した汎用一眼カメラを用いた。血行動態変化の可視化、靴種類別の血行動態変化の定量評価システムの検討を行い、ウォーキングを通して健康寿命の推移を上昇させることを目的とした[1], [2]。本研究では計測システムの簡便化を目標として、IR カメラ化改造を施した Raspberry Pi カメラを用いて血行動態変化を測定する。これらにより、足における運動による血行動態変化の影響度が判明し、世界的に問題視されている「運動不足」の解

消にも繋がると考えられる。野外計測システムの構築では、運動前後の血行動態変化がロスなく分かり、スポーツ分野でも需要のあるシステムになると考える。

## 2. 方法

本研究では、図 1 に示すランニングに用いるシューズ(ランニングシューズなど)を用いて、本校外周を約 30 分のランニングを行った実験前後の足側面の IR撮影を行った。そして、異なる撮影方法の比較検討を行う為、先行研究で用いた赤外線カットフィルタの除去改造を施した汎用一眼カメラ(Canon 製 EOS RP, 撮像素子サイズ: 35mm フルサイズ 36.0mm × 24.0mm および Canon 製 EOS5D Mark3, 撮像素子サイズ: 35mm フルサイズ 36.0mm × 24.0mm)ならびに、血行動態変化の野外計測システムとして構築している Raspberry Pi カメラ(HQ camera V1.0 2018)に IR カットフィルタを物理的に除去し可視光カットフィルタを付けることで Raspberry Pi カメラによる赤外線下での撮影を可能にしたもの用いた。また、各撮影方法の実験風景を図 2 に示す。どちらの撮影方法にも、光源として赤外線投光器(秋月電子通商製, AEL-LED56V2)を用い、Raspberry Pi カメラを雲台上に固定して撮影を行った。また、撮影したデータを PC 上に取り入れ ImageJ Fiji を用いて画像解析を行

った。画像解析を行う際に、撮影した画像を定常的に取り扱うため、グレーカード(銀一製、シルクグレーカード ver.2)を用いて反射強度の基準に出来るようにし、反射率を算出した。



図1 実験で使用したシューズ

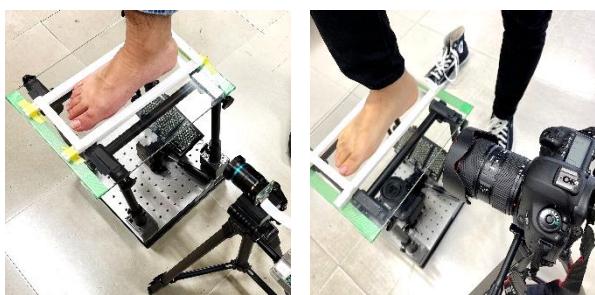


図2 各撮影方法での撮影風景

### 3. 実験結果

解析結果の一例として、10代被験者の足の側面解析結果を図3および図4に示す。

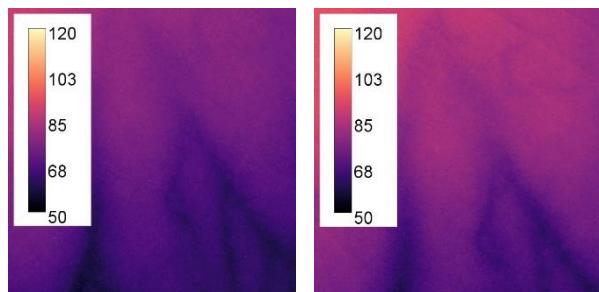


図3 IR化した汎用一眼カメラの解析結果

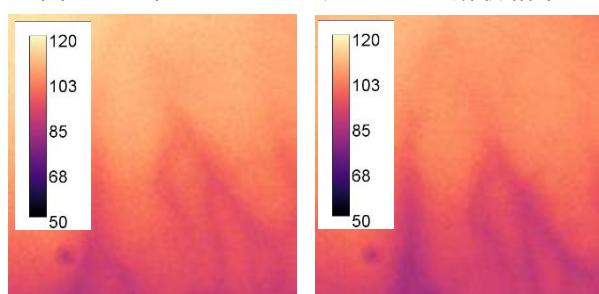


図4 IR化したRaspberry Pi カメラの解析結果

IR化改造を施した汎用一眼カメラを用いた解析結果ならびに Raspberry Pi カメラの解析結果である。どちらの解析結果も、運動前(図3(a)および図4(b))、運動後(図3(b)および図4(b))において血管領域と組織部分の差が明瞭に分かる結果となった。また、Raspberry Pi カメラでの解析結果は、先行研究で用いたIR化改造を施した汎用一眼カメラの解析結果と同等な結果が得られた。

本実験での、ランニング時における解析結果を図4に示す。ランニング開始前の図4(a)と比較するとランニング後における図4(b)の結果では血管部分において反射率の減少が確認された。これは血液中のヘモグロビンの増加による光吸収増大が反映されたものと考えられ、ランニングによって血流量増大が生じたものと考えられる。

### 4. 結言

本研究では、ランニングにおける血行動態変化の定量評価ならびに血行動態変化の野外計測を可能にするシステム構築を検討した。実験により、赤外線撮影を可能にした Raspberry Pi カメラで取得した画像を解析した結果では血管領域とその他の組織領域の差を確認することが出来た。また、ランニング前後においても血管領域での反射率の減少を確認でき、血行動態変化が光学的に確認された。これらは、先行研究と同等の結果であり、本提案手法である Raspberry Pi カメラを用いた血行動態変化の定量評価法の可能性が示された。今後の予定として、野外計測システムの構築ならびに野外実験を実施していく予定である。

### 5. 参考文献

- [1] 吉田慧一郎,「汎用一眼カメラを用いた血行動態変化の可視化による熱中症予防技術への応用」,日本油化学会オレオサイエンス, vol.21(2021), pp.19-25.
- [2] 佐藤亮太郎,吉田慧一郎,「赤外線カメラ改造を施した汎用一眼カメラによる靴種類別の血行動態変化の定量評価システムの検討」,第22回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会.