

補助事業番号 2023M-251

補助事業名 2023年度 ペダリング動作向上のための多軸力覚センサを活用した
足裏圧測定インソール開発補助事業

補助事業者名 岩手医科大学 歯学部 口腔保健育成学講座

小児歯科学・障害者歯科学分野 熊谷美保

1 研究の概要

自転車の走行は、下肢(足)筋が収縮することで生み出された力をペダル→クランク→チェーン→タイヤへと伝達し、地面に対して仕事を行うという特性があります。よって、ペダルの“こぎ方”のよっては、下肢(足)筋が収縮することで生み出された力が適切に地面に対する仕事に反映されないことが生じるため、ペダルの“こぎ方”は自転車競技においては重要な要素です。さらに、高速で走行する自転車で生まれる空気の抵抗は、速度の二乗に比例して増加するため、自転車競技での高速度での走行では、空気抵抗を低減するための“姿勢”が同時に重要とされています。自転車競技の向上という視点からは、ペダルに上手に力を伝える“こぎ方”と空気抵抗を小さくする“姿勢”という2つから構成される“ペダリング動作”が競技成績に大きく影響を及ぼすとされています。

自転車競技はヨーロッパを中心に人気のあるスポーツであり、日本においても知名度の増加に伴い、サイクリングを楽しむスポーツサイクリスト層は増加傾向にあります。これに伴い、速く走ることを目指したトップ・プロが監修した講座の開設や動画などが多くのアクセス数を稼いでいますが、ペダリング動作に関しては主観的且つ定性的な表現が多いのが現状です。そこで、走行中のペダリング動作の“今”を見えるようにし、修正点をその場で評価できるシステムを目指して研究開発を行いました。“今”をリアルタイムに評価することで、自転車競技者の動きへの有用なフィードバックを実現し、自転車競技向上に多いに繋がることが期待されます。

2 研究の目的と背景

ペダリング動作では、下肢(足)筋が産み出すパワーを無駄なく自転車の推進する力に変換することが求められます。無駄なく推進する力に変換する変換効率の“見える化”は競技力向上に直結すると考えられます。そこで、ペダルに触れる足裏の荷重を、インソール内に配置した多軸のセンサを介して足裏圧として検出し、リアルタイムに確認出来るシステム開発を目指すことを本事業の目的としました。

現在までに、競技成績に大きく影響を及ぼすとされるペダリング動作を数値化することを目指した技術開発は検討され、パワーメーターとして市場展開されているが、ペダルに加わる力のみでは競技能力向上には十分な情報とは言えません。そこで、走行中のペダリング動作の“今”を色んな方向から“見える化”し、その動作を瞬時に評価可能なシステム実装を目指して研究開発を行いました。インソール内に配置した多軸のセンサからのデータは、Bluetooth接続したスマートフォンアプリやサイクルコンピュータにデータ送信をすることで、リアルタイム評価を実現し、競技者

へのフィードバックに繋がります。

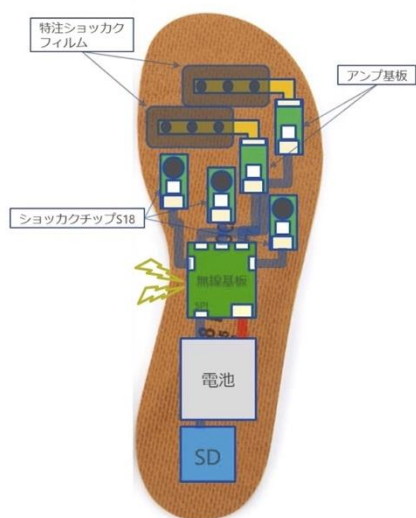
3 研究内容 <https://iwate-oralphysio.net/contents/jka/index.html>

多軸力覚センサを活用した足裏圧測定インソール開発に関する研究

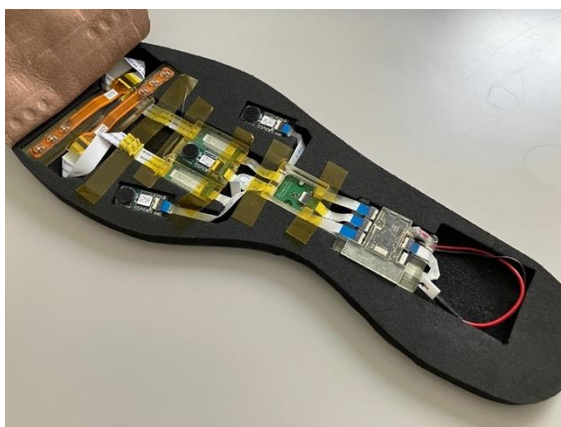
本研究開発では、すでに開発を行っていたセンサ入りシューズを改良することからはじめました。現在まで開発を行ってきたシューズは、歩行時での足裏圧を測定することを前提に設計しており、自転車走行時に加わると想定される圧(荷重)は歩行時よりも大きくなるのが想定されるため、既存シューズからの大幅なメカ設計変更が必要となります。ただし、単純にセンサが高負荷に耐えられるように設計するとインソールが硬く、厚くなり、ペダリング時の違和感やエネルギーロスに繋がってしまうため、バランスを取った設計が求められました。

そこで、**インソールのメカ設計開発**として(右図)、

- ① 足裏つま先部分の母指球、小指球、親指付近に 3 個以上のセンサを搭載する
 - ② ペダリング時の足裏圧でセンサが破壊されないこと
 - ③ インソール厚みは 7mm 以下とする
 - ④ 高速度(50km/h)に耐える耐久性を確保する
 - ⑤ 詳細な解析を実現するために500Hzサンプリングでの記録を可能とする
- を開発目標に設定しました。



センサの配置や荷重の調節を行い、右図に示す多軸センサを組み込んだインソールが完成させました。センサは、6軸の触圧センサを母指球と小指球、そしてその中間部の計3個設置し、3軸のフィルムセンサを計6個、母指球と小指球の付け根部分に配線しました。これにより、ペダリング動作時の詳細な運動解析が行えるデバイスの作成が実現しました。



4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本研究開発では、普段の移動手段として自転車を使用する方ではなく、スポーツサイクリストとして活動している方にとって有用なシステムの開発を目指しました。スポーツサイクリストは、速く走るために切磋琢磨しており、特に言葉では理解が困難であるペダリング動作技能向上に向けたトレーニングの指標となるツール/デバイスの存在は高いニーズがあると言えます。本補助事業によって開発を行った足裏圧のリアルタイム評価を実現するシステムは、サイクルコンピュータと

連携させることで、幅広いユーザのサイクリングダイナミクスのデータとして提供することが可能となります。これにより、ユーザの弱点や強みの特定・改善に向けたトレーニングの提案に繋がるかもしれません。我が国の自転車競技のレベルアップに貢献することが、本補助事業に申請する我々の願いでもあります。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

小児歯科学・障害者歯科学分野に22年在籍し、障害者臨床に携わってきました。その中で、2013年度より健康いわて21プラン口腔保健専門委員会委員となり、障害者支援施設及び障害者入所施設での歯科健康診査実施率の増加を目指した取り組みに、岩手県・歯科医師会並びに各種障害者施設と連携し積極的に関与してきました。さらに、県内特別支援学校における食育に関する研修会に講師として毎年委託され講演会を実施しております。2011年3月に岩手県を襲った東日本大震災では、沿岸部を中心に歯科医療が崩壊しました。岩手県は南北に長く、北上山地によって東西に分割されており、流通の大動脈の走る西側に対して、東側に位置する沿岸部は震災時に生じた交通網の寸断により長期間歯科受診を受けられない障害者が産まれるなど口腔衛生環境が大きく変化しました。このような障害者を取り巻く環境と口腔衛生環境との関連の調査研究を継続的に行っています。

一昨年より、JKAの支援を受けた小型粘度計開発(研究代表者:齊藤桂子、黒瀬雅之)に共同研究者として参画させて頂く機会を得て、臨床現場のニーズを叶えることを目指した研究開発に携わってきました。その中で、小型粘度計の核となる多軸触圧センサに触れ、自転車競技における圧裏圧の計測への応用に着想し、本研究開発事業の実施に至りました。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

該当なし

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

岩手医科大学病態生理学分野ホームページ JKA研究補助

<https://iwate-oralphysio.net/contents/jka/index.html>

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 岩手医科大学歯学部(イワテイカダイガクシガクブ)

住 所： 〒020-8505

岩手県盛岡市内丸19-1

担 当 者： 准教授 熊谷 美保 (クマガイ ミホ)

担 当 部 署： 小児歯科学・障害者歯科学分野

(ショウニシカ・ショウガイシャシガガクブンヤ)

E - m a i l : mkumagai@iwate-med.ac.jp

U R L : <https://iwate-oralphysio.net/contents/jka/index.html>

https://www.iwate-med.ac.jp/education/gakubu_in/dent_kouza/syonisi/