補助事業番号　2024M－418
補 助 事 業 名　2024年度　スポーツ障害をなくせるウェアラブル筋肉疲労・貧血センサの開発補助事業
補助事業者名　信州大学 繊維学部　機械・ロボット学科　山口昌樹

1　研究の概要

痛みが少なく誰でも安全に自己採血できる専用採血アプリケータと，スポーツ障害の指標を血液から即時分析できるユーザーフレンドリーな携帯型スポーツ障害センサのプロトタイプを開発することで，スポーツ障害の定量的，客観的な評価技術を構築した。

2　研究の目的と背景

青少年にとって運動は健全な発達に欠かせないものであるが，運動に起因する障害は小中高生で毎年58万件も発生しており，その社会的損失は計り知れない。もし，スポーツ障害マーカーによるモニタリングにより，個人で異なる運動能力や日々変わる体調・許容能力を，体の中から測って可視化できるようになれば，スポーツ障害の予防・診断・治療に大きな利益をもたらすことになる。このインパクトは，プロスポーツ選手だけでなく高齢者や児童生徒でも極めて大きい。

本研究の目的は，血中の筋肉疲労マーカーと貧血マーカーを自己測定できる携帯型スポーツ障害センサを開発することで，スポーツ障害を防ぐ。このセンサが備える特長は，①携帯型サイズのバイオセンサで筋肉疲労マーカーのクレアチンキナーゼと貧血マーカーのフェリチンの濃度を即時分析でき，②操作に習熟する必要なく誰でも簡単・安全に使用でき，かつ痛みが少なく確実に自己採血できることであり，世界初となる次世代ウェアラブルデバイスである。

3　研究内容

課題(1)　スポーツ障害センサのセンサ部の開発

(https://fiber.shinshu-u.ac.jp/yamaguchi/labtopics.html)

①スポーツ障害マーカーの検出原理の考案

②スポーツ障害センサの設計，試作及び分析精度検証

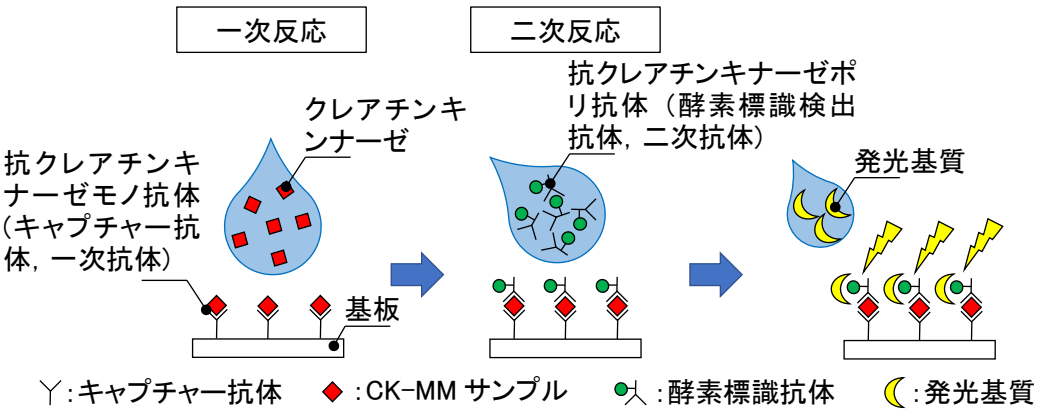

図１　考案した酵素免疫法を用いたクレアチンキナーゼ（CK）の検出原理

課題(2) スポーツ障害センサの採血チップの開発

(https://fiber.shinshu-u.ac.jp/yamaguchi/labtopics.html)

①専用アプリケータの設計

②3Dプリンタによる専用アプリケータの試作，及び使い勝手の評価

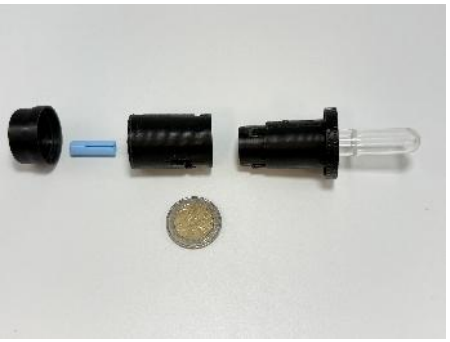

図 2 設計・試作したスポーツ障害センサ専用の採血アプリケータの外観
(比較対象の 2 ユーロコインの直径: 25.75 mm)

課題(3) スポーツ障害センサの性能検証

(https://fiber.shinshu-u.ac.jp/yamaguchi/labtopics.html)

①臨床計画の立案，臨床研究のヒト倫理委員会への申請と承認取得

②アスリートを含めた健常被検者の採血による臨床研究の実施，及びデータ解析

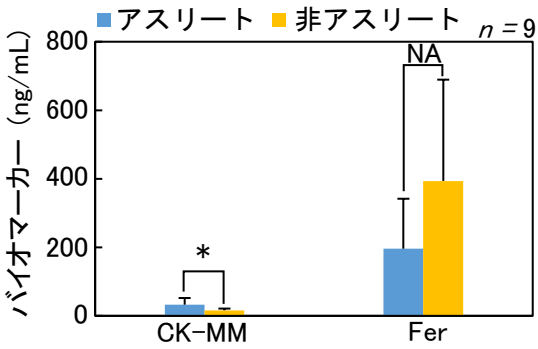

図 3 スポーツ障害マーカーの Mann-Whitney 検定によりアスリートと非アスリートの間で有意差があることが明らかとなった

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

携帯端末でスポーツ障害センサの測定結果を自動的に収集し，正常範囲との差異を確認したり，自己の経時データから変化や異常の兆候を判断して次のアクションに繋げられるアプリケーション，すなわち「人・場所・時を繋ぐ仕組み」を提供することで，スポーツ障害を無くせる可視化技術として社会実装されていくことが期待される。さらに，測定項目をスポーツ障害マーカーだけでなく疾患マーカーにも拡張することで，人々が日常生活の中で自律的に健康を手にするスマートライ

フケア社会の実現に寄与できる。

5　教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

申請者は，生体医工学分野の研究として，ヒトの疾患の有無・進行度合いや健康状態を定量化して見えるかする生体センサの研究に20年以上携わってきた。スポーツ障害マーカーによるモニタリングは，実際にワールドカップやオリンピック選手の管理で効果を上げているものの，一般で広く活用されているとは言えない。そのボトルネックは，誰でも容易に使用できるセンサデバイスが欠落していることが主要因として考えられる。そこで，申請者の今までの研究知見を活かし，携帯型スポーツ障害センサのプロトタイプ開発に挑戦することとした。

6　本研究にかかわる知財・発表論文等

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

なし

（2）（1）以外で当事業において作成したもの

なし

8　事業内容についての問い合わせ先

所属機関名：　信州大学　繊維学部（シンシュウダイガク　センイガクブ）
住　　所：　〒386-8567
上田市常田 3-15-1
担　当　者：　教授・山口　昌樹（ヤマグチ　マサキ）
担 当 部 署：　山口研究室（ヤマグチケンキュウシツ）
E－mail：masakiy@shinshu-u.ac.jp
URL：https://fiber.shinshu-u.ac.jp/yamaguchi/TOP.html
https://fiber.shinshu-u.ac.jp/yamaguchi/labtopics.html