

第27回全国高専プログラミングコンテスト
課題部門 10024



Knee's Needs

～英姿颯走～

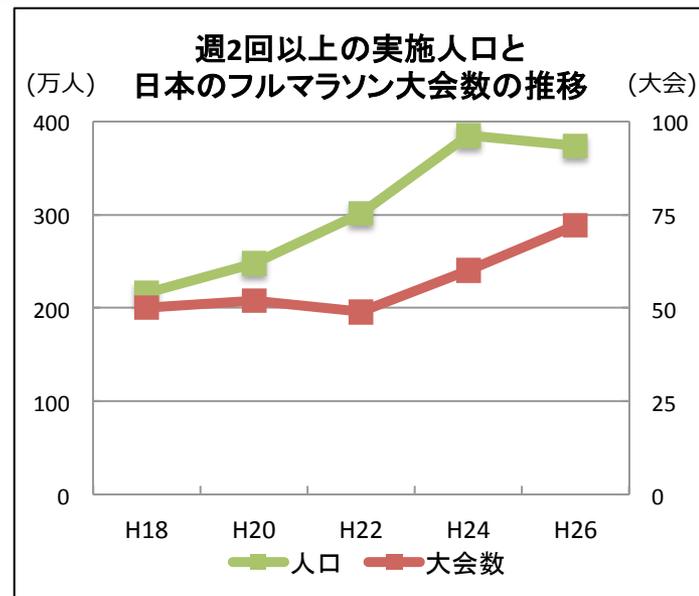
はじめに -ジョギングに新時代到来！-

□ 日本は今ジョギングブームにある！

- 初心者でもすぐに取り組むことのできるスポーツとして人気なのがジョギングです。日本のジョギング人口は、東京マラソンなどをきっかけに増加して2012年では1,000万人を突破したといわれています。

□ 走ることはスポーツの基本中の基本

- ジョギングはウォーミングアップに取り入れられているほか、ダイエットや健康維持などの効果が注目されています。
- しかし、怪我や膝の痛みなどの体のトラブルを経験し、挫折してしまう人も多いのが現状です。それらの原因の多くは、準備運動不足から生じた膝のひねり・ねじれによる過負荷からきています。



怪我なく、長くジョギングを続けるためには？



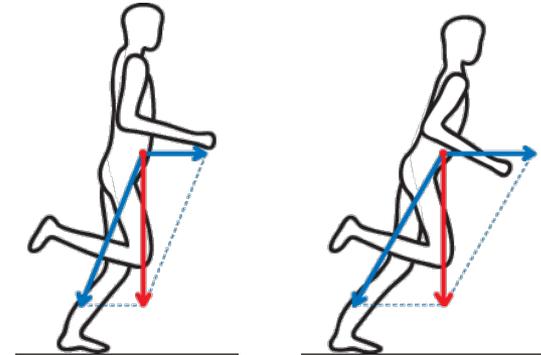
はじめに -ランはエンジョイするべし-

□ まったく新しい走法「エンジョイラン」

- 近年注目されつつあるのが、楽に長く走ることをモットーにしたエンジョイランという走法です。これは体重移動で体を前へ進ませる走り方で、マスターすれば体力消費量を極限まで抑え、膝への負担も小さくすることができます。
- エンジョイランには姿勢や足運びなどの注意すべきポイントがたくさんあり、実際にできているのか確認・改善する必要があります。

□ 大切なのは評価してくれる存在

- ランナーひとりひとりにコーチをつけるのが理想ですが、そういうわけにもいきません。ランナーを支援するシステムも世の中にたくさん存在しますが、走った距離や時間を計測するだけのものや、研究で使うような設置型のカメラを利用した大掛かりなものなど、ジョギング中に持ち歩いてフォームのアドバイスを指示してくれるようなものはありません。



体重移動の力で膝に負担をかけることなく走ることができる

楽に長くジョギングするための支援システムを提案します



システムの提案

- ❑ 本システムは3軸加速度センサーとスマートフォンを利用して、ユーザーが正しいフォームで走れているかを確認するための手段を提供します。
- ❑ 背中と両膝3箇所に小型の3軸加速度センサーを、手首に心拍計をそれぞれ取り付けて、Bluetoothでスマートフォンと接続することで、姿勢や膝の状態をリアルタイムに収集・分析、また心拍数から運動強度を計算して、それぞれ表示します。

ジョギング中

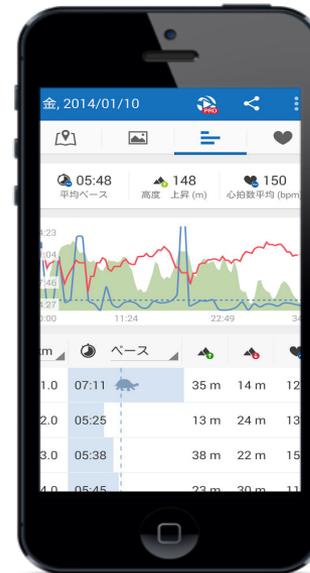
- ❑ エンジョイラン支援機能
- ❑ 対象者：ランナー



- 姿勢・膝負荷可視化機能
 - 前傾度・膝負荷を各軸方向別可視化
- ジョギング支援機能
 - 走行距離・時間を計測・記録
 - メニューの提案
- 緊急対策機能
 - 休憩頻度をナビゲーション
 - 119番通報

ジョギング後

- ❑ ジョギングデータ分析機能
- ❑ 対象者：ランナー・データ分析者

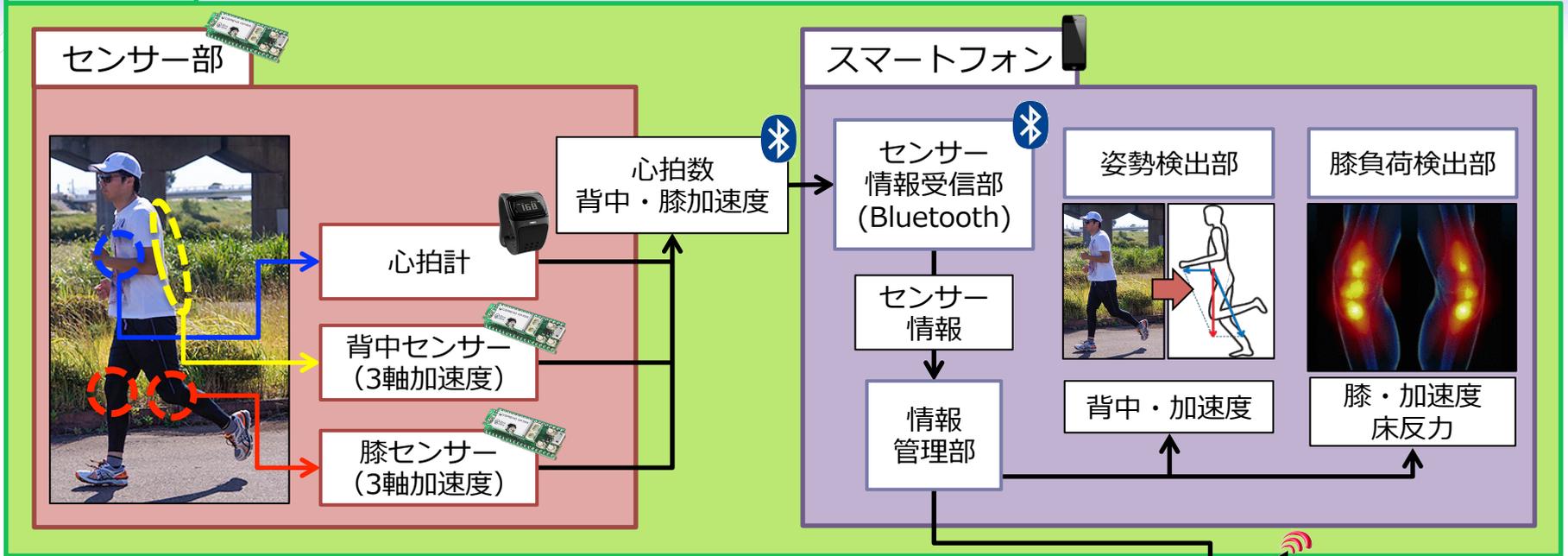


- 復習支援機能
 - 姿勢情報や膝負荷などを確認
- スポーツオープンデータ
 - 姿勢情報や膝負荷、走行速度情報をWeb上に蓄積
 - コース分析



室外

システム構成図

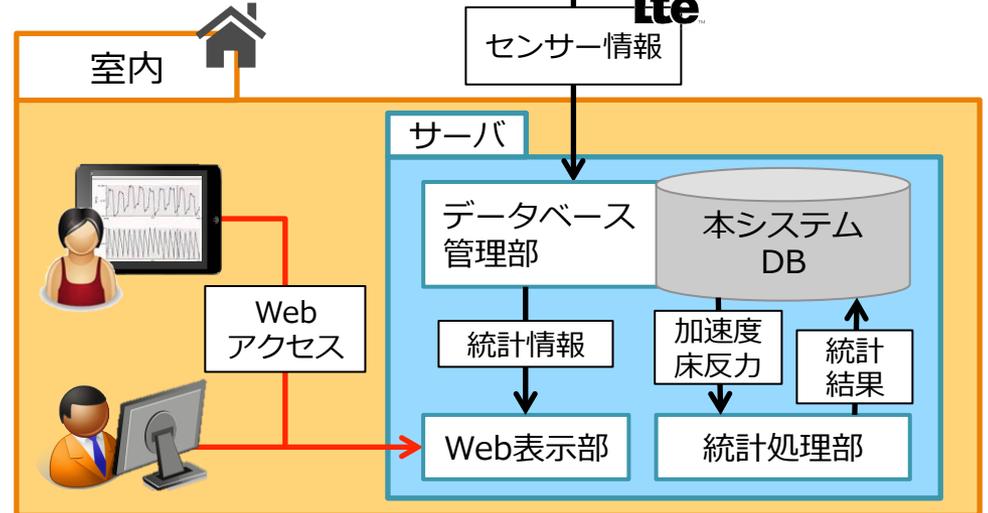


Bluetoothを利用



LTEを利用

| 実行環境 | 開発環境 |
|----------|--------------------|
| スマートフォン | Xcode (Swift) |
| センサー | Xcode (C) |
| Web + DB | Python3.5.1+Django |



エンジョイラン支援機能

本システムは楽に長く走るための支援機能、快適にジョギングをするための支援機能、ランナーの命を守るための緊急対策機能を提供します。

□ 姿勢・膝負荷可視化機能

楽に長く走る上で重要な前傾度と、膝にかかる負荷を3軸方向で全て可視化します。ジョギング中に背中と両膝につける3軸加速度センサーから取得したデータをもとに、スマートフォンにリアルタイムで表示します。

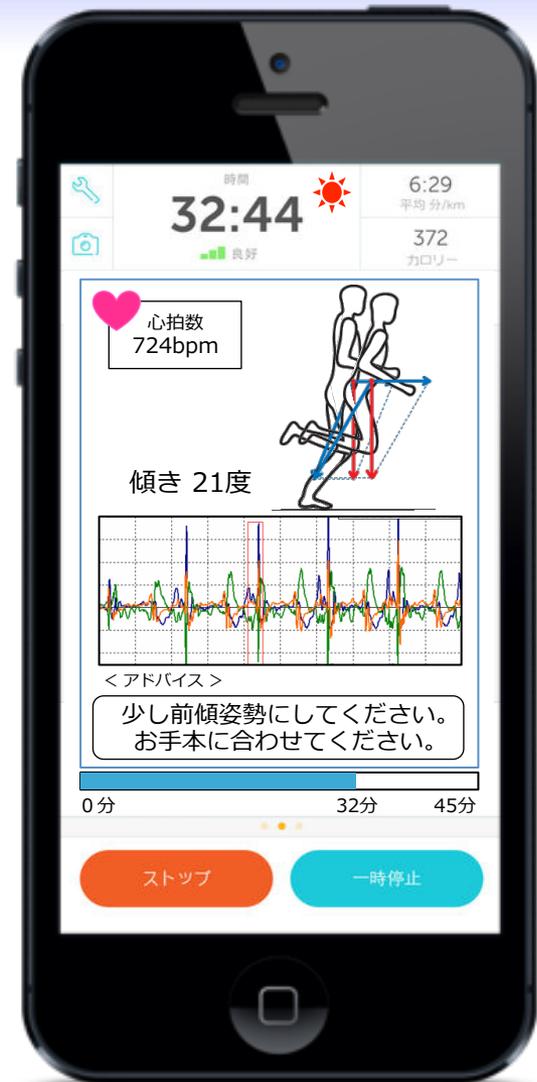
□ ジョギング支援機能

スマートフォンが取得したGPS情報をもとに、走行距離や時間を計測・記録します。また、ジョギング前に計測する心拍数とランナーが定めた長期的な目標をもとに、一日に取り組むべきジョギングメニューを提案します。

□ 緊急対策機能

一日の気温・湿度から、水分補給や休憩を促すナビゲーションを行います。また、心拍数が急激に低下するなどの生死に関わる体の変化があった場合、119番通報やランナーのスマートフォンから居場所を知らせるブザーを鳴らします。

ランをエンジョイするためのサポートをします



ジョギング中画面 動作イメージ



実現方法

3軸加速度センサーを利用した姿勢取得

本システムを利用する際は右図の様に加速度センサーを取り付けてもらいます。このとき、3軸加速度センサーからの出力値($a[x, y, z]$)を利用した以下の式から、**前額面**(左右の体のブレ)方向姿勢角度(θ_1)と**矢状面**(前傾姿勢かどうか)方向姿勢角度(θ_2)を求められることが先行研究から分かっています。

$$\theta_1 = \tan^{-1}(z / y)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1}(-x / \sqrt{y^2 - z^2})$$

膝にかかる力の計算方法

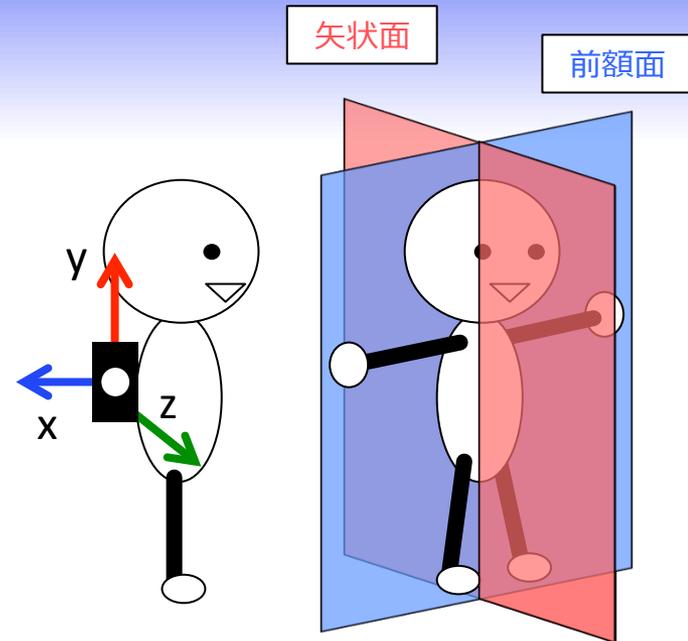
走っている際、膝には荷重・衝撃やひねり(各軸方向への力)の3種類がかかります。荷重は立っているだけでもかかっている力であり、支えている体重の重さに比例します(体重の3~5倍程度)。

衝撃・ひねりに関しては、先に人体の身体部分質量比を使いユーザの大腿部の質量を求めます(体重の0.2倍程度)。

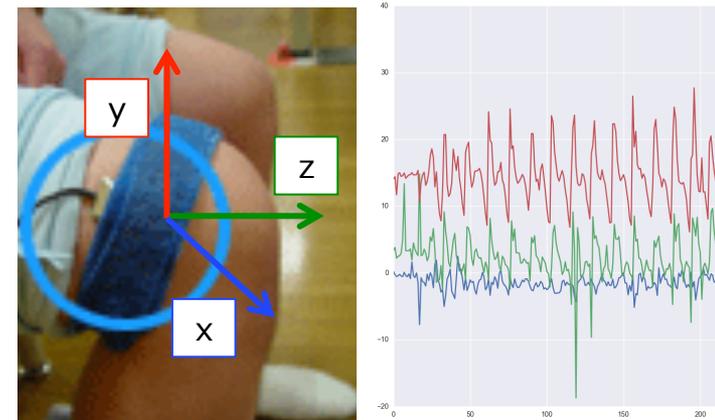
大腿部質量(m)と取得した加速度($a[x, y, z]$)をもとに運動方程式から衝撃と各軸方向の力が求められます。

$$F_{[N]} = m_{[kg]} \times a_{[m/s^2]}$$

先行研究で確立された計算式を元に
現在、検証を進めています



3軸加速度センサの座標と前額面・矢状面



膝に加速度センサーを付けている状態



事前調査 -専門家からの評価-

スポーツバイオメカニクスを研究している専門家に、本システムの構想を説明し、評価を頂きました。

□ スポーツ研究の現状

- 高性能カメラなどが利用されているが、コストが高く、分析にも時間がかかる
- 基礎研究では精度が重要視される
- 加速度センサーを用いた研究も考えているがデータの分析が難しい

□ 本システムの所見

- ジョギングだけでなく様々なスポーツに応用できる
- 既存のシステムでジョギングしながらデータを取得するものが少ないため需要がある
- 研究への応用が期待できる
- データの精度を高める方法、センサー装着関係のトラブル対策を考える必要がある



専門家2名に調査する様子

今後も専門家と協力して開発を進めていきます！



開発スケジュール



完了



進行中

本システムは以下の開発スケジュールに従い、システム開発を行います。

- アイデア検討
 - ✓ 地元ジョギング大会参加
 - ✓ エンジョイランの調査
 - ✓ 先行研究の調査
- 予選資料作成
 - ✓ スポーツバイオメカニクスの専門家と意見交換
- 技術調査・設計
 - ✓ 加速度センサーBluetooth連動
 - ✓ 加速度センサーのテスト
 - 取得した加速度で計算式の検証
 - iOSにおける数値の見せ方調査
 - システム設計
- 開発・実装
- 実地調査・システム改善
 - 走っている人に利用してもらう
 - 専門家からのレビューを頂きに行く
 - システム改善
 - プレゼン・提出資料作成
- プロコン本選

| | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 |
|-------------|----|----|----|----|----|----|-----|
| アイデア検討 | ✓ | | | | | | |
| 予選資料作成 | | ✓ | | | | | |
| 技術調査・設計 | | | 🏃 | | | | |
| 開発・実装 | | | 🏃 | → | | | |
| 実地調査・システム改善 | | | | | | 🏃 | |
| プロコン本選 | | | | | | | 🏃 |



他システムとの比較

| | 姿勢 可視化 | 膝負荷 可視化 | ジョギング 支援 | トレーニング 支援 | リアル タイム | コスト | 携帯性 |
|--------------------------------|----------------------------|------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------|--------------|
| | それぞれ スマートフォンで 確認できるか | | GPSを利用した 走行距離・時間の 計測ができるか | 設定した目標を もとにメニューを 提供できるか | ジョギング中に 確認できるか | 誰でも簡単に 利用できるか | 持ち運びに 便利か |
| 本システム | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 約2万円 (試作機) | ○ |
| Run Keeper | × | × | ○ | ○ | ○ | 無料 | ○ |
| miCoach SMART RUN | × | × | ○ | ○ | ○ | 約5万円 | ○ |
| Stridalyzer | × | ○ | △ | × | ○ | 75ドル (約8千円) | ○ |
| JINS MEME | △ | × | ○ | ○ | ○ | 約2万円 | ○ |
| Enflux Exercise Clothing | ○ | × | × | × | ○ | 想定価格 399ドル (約4万円) | ○ |



まとめ

1. 基本的なジョギング支援をこれ一つで！

GPSを利用して、走行距離・時間の計測・記録をします。また、ランナーそれぞれに合わせた目標設定やプランを提案し、ジョギング中も音声ナビゲーションで快適なエンジョイランをサポートします。

2. ジョギングしながら指導を行います！

ジョギング中、姿勢や膝負荷などのデータを取得し、それらをリアルタイムで可視化したものをスマートフォンに表示します。また、ランナーに正しいフォームのアドバイスをします。

3. 取得したデータの活用も可能！

ジョギング終了後、取得したデータを蓄積・分析して復習することができます。またそれらのデータは、本システムにとどまらず他システムにも応用が可能です。



Knee's Needsで始めるエンジョイラン