

# 心拍を利用した中強度運動判定の検討とその可視化の実現

130441061 小島 海斗  
渡邊研究室

## 1. はじめに

健康を保つためには常日頃の適切な運動が重要である。[1]によると、1日 8000 歩の歩行と 20 分の中強度運動を行うのがよいという研究結果が公表されている。これは長年のデータ蓄積による結果であり、信頼度が高いものと判断できる。このため、中強度運動の時間を可視化することで健康を保つための手助けとすることができる。本稿では心拍を用いて中強度運動を判定し、歩数と共に可視化する方法を提案する。

## 2. 既存の中強度運動判定方法

中強度運動判定には活動量計の加速度センサを利用しているものが多い。加速度センサを用いることにより身体の動きを検知し、それを元に運動強度を推定する方法である。しかし、加速度センサは同一の活動であっても装着位置によって得られる値が異なる。また、乗車中などは運動とは別の振動が加わり、誤差が大きい。このため、加速度センサによる中強度運動判定は正確性に欠けるという課題がある。

## 3. 心拍による中強度運動判定

### 3.1 中強度運動判定手法

本研究では心拍測定機能を持つ腕輪タイプの製品 Smartband2 を利用した。心拍数を用いて中強度運動を判定するにはカルボーネン法を用いる。カルボーネン法では年齢と安静時心拍、運動強度から中強度運動における目標心拍数を算出することができる。測定心拍数が目標心拍数を超えていれば中強度運動と判断する。

本研究では、この機能を TLIFES (Total LIFE Support system) に組み込む。TLIFES はスマートフォンの通信機能とセンサを利用したオリジナルの見守りシステムである。取得した心拍数をスマートフォン経由で TLIFES サーバ上に送信し、歩数と中強度運動の時間をグラフにより可視化する。

### 3.2 TLIFES によるフィルタリング

心拍数は運動のみに影響されるものではない。飲酒や過度の緊張、体調不良などにも左右される。このため、運動をしていないのにも関わらず心拍数が目標心拍数を超え、中強度運動だと判定されることがありうる。これを回避するため、TLIFES の行動判定機能を利用する。TLIFES はスマートフォンの通信機能とセンサを利用した見守りシステ

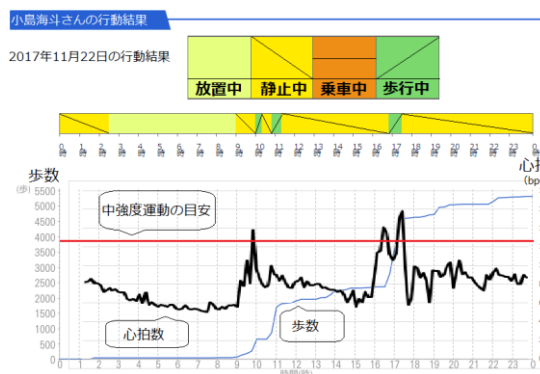


図 1 中強度運動の可視化画面

ムである。TLIFES はスマートフォンの加速度センサを用いることで歩行状態を検出することができる。これを心拍計測と併用することで、歩行時のみの中強度運動と判定するようフィルタリングを行う。

## 4. 中強度運動の可視化と画面情報

TLIFES サーバでは、現在位置や移動経路、歩数などの情報を閲覧することができる。本提案は TLIFES のサイトに心拍数のグラフと中強度判定結果の可視化機能を追加する。図 1 は中強度運動の可視化結果である。歩数のグラフや行動判定結果の帯と合わせて一日の心拍数グラフが表示され、時間軸を揃えて確認できる。行動結果の帯によりどの時間帯にどのような行動判定結果が出たかを確認できる。グラフ上の中強度運動の目安を示す線を越え、なおかつ TLIFES の行動判定が歩行判定であれば中強度運動と見なす。この画面を確認することにより、毎日の生活を管理することが可能になる。

## 5. まとめ

本稿では、心拍数から中強度運動を判定し、グラフ表示で可視化する提案を行った。今後は提案方式の実装と性能評価及び課題の検討を行っていく。

## 参考文献

- [1] 青柳幸利, あらゆる病気を防ぐ「一日 8000 歩・早歩き 20 分」健康法, p.32, 草思社(2013).

# 心拍を利用した中強度運動判定 の検討とその可視化の実現

130441061

小島 海斗

Watanabe Lab.



# 研究背景

- ▶ 運動と健康には密接な関係がある
  - 無思慮に運動をしても効果は薄く逆に身体を壊すこともある  
→ 適切な量の適切な運動を継続して行うことが重要
- ▶ 一日8000歩と20分の中強度運動(速歩き)を行うことで鬱病や認知症, ガンや高血圧などさまざまな病気を予防する効果があるという報告がある(※)
- ▶ この中強度運動の判定には加速度センサを用いている
  - 加速度センサには装着部位の影響を受けるという問題がある

※東京都健康長寿医療センター研究所所属,  
青柳幸利氏の研究

# 研究の目的

- ▶ 中強度運動の可視化による健康促進の補助
- ▶ 心拍を利用することでより正確に中強度運動を判定



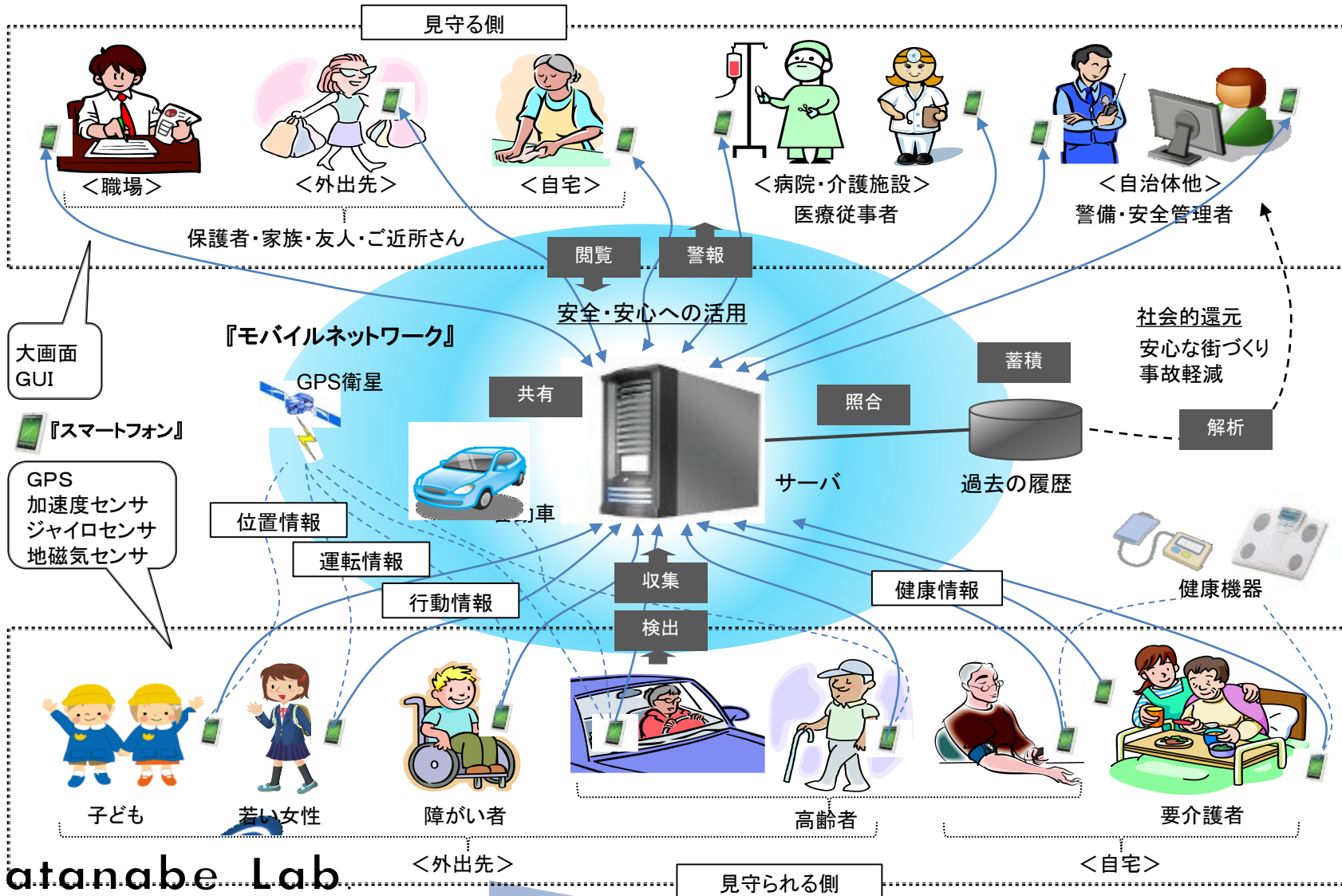
- ▶ TLIFESとの連携により, ログ機能による中強度運動の可視化を実現
- ▶ 心拍数による判定の処理をTLIFESサーバで実行

# TLIFESとは

TLIFES (Total LIFE Support system)  
統合生活支援システム

- ▶ スマートフォンとモバイルネットワーク環境を利用した統合生活支援システム
- ▶ ユーザが所有するスマートフォンで情報共有し、誰もが安心して生活できる社会を作るためのシステム

# TLIFESの全体像



# TLIFSの機能

- ▶ 行動判定
  - ・各時間帯の行動を放置・静止・歩行・乗車に分類
- ▶ 現在地・移動経路表示
  - ・現在の居場所や移動経路を地図上に表示
- ▶ 歩数記録
  - ・歩数を記録
- ▶ アラームメール
  - ・普段の移動経路から行動範囲を算出し、  
そこから出たときに指定した相手に通知メール送信

# 中強度運動

## ▶ METs

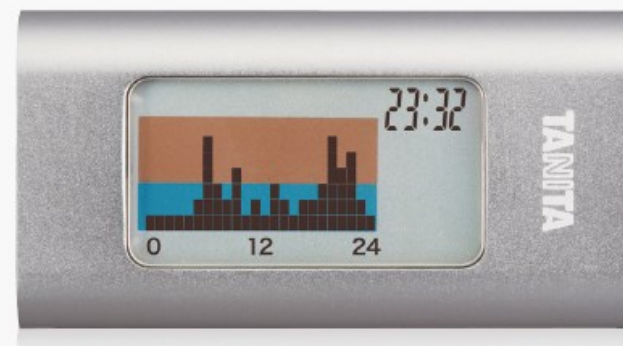
- 厚生労働省が2006年に策定した身体活動の強さを表す単位
- 安静時の状態を1METとし、その2倍であれば2METs, 3倍であれば3METsとする
- 中強度運動とは、METsが下記の範囲となる運動を指す
  - 20～30代: 5.0～6.9METs
  - 40～50代: 4.0～5.9METs
  - 60代以上: 3.0～4.9METs



# 既存の中強度運動判定方法

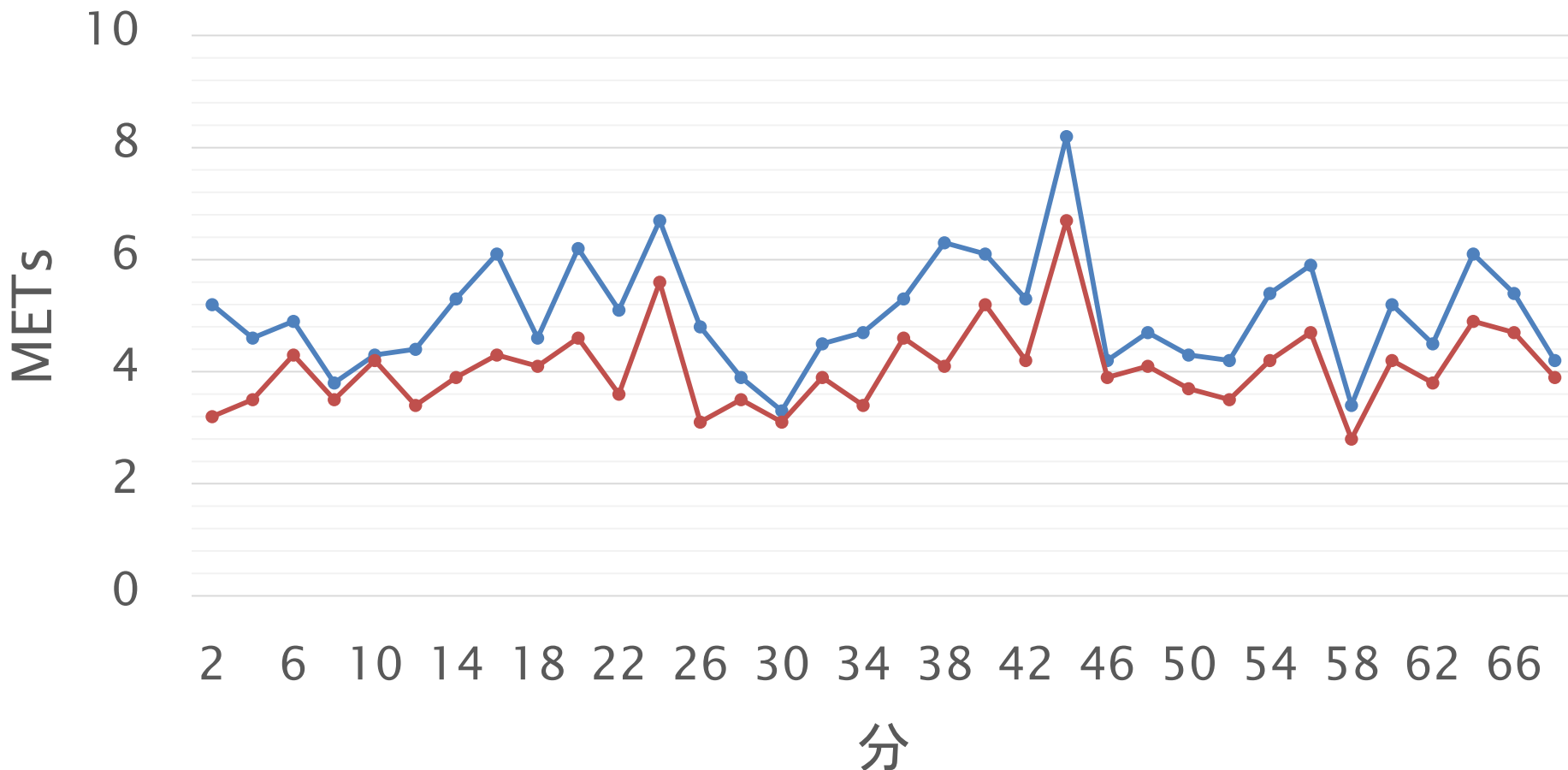
## ▶ 活動量計

- 3軸加速度センサを搭載することで歩数などに加え消費カロリーなどを算出する機器
- 一部機種はそれに加えて活動量(METs)を測定する機能を持つ
- 3軸加速度センサにより推測した身体の動きと入力した身長などの情報からメーカー毎の独自の計算式(非公開)を利用してMETsを算出



# 加速度センサによる中強度判定の問題点①

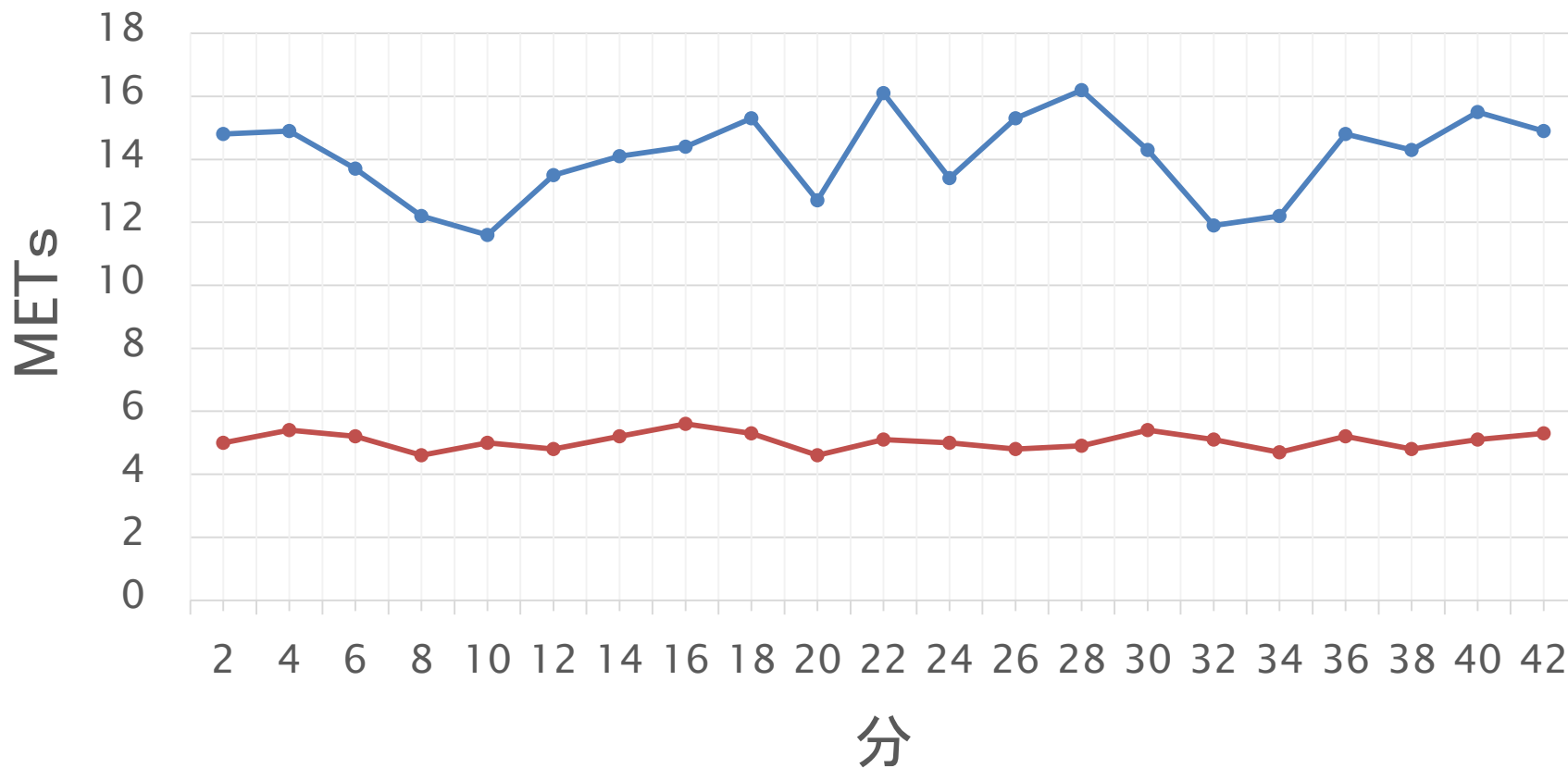
装着部位による測定結果の違い



Watanabe Lab. ● 下半身 (METs) ● 上半身 (METs)

# 加速度センサによる中強度判定の問題点②

手の振りによる測定値の違い



# 心拍による中強度運動判定

- ▶ 心拍計を備えた活動量計を使用
  - 取得した心拍数を利用し, カルボーネン法を用いて目安となる心拍数を算出
- ▶ 心拍は左右差や部位差がないことから装着部位の影響を受けない
  - 加速度センサによる中強度運動判定の問題を解決

# カルボーネン法

- ▶ フィンランドの生理学者MJ Karvonen博士が提唱
  - ・ある強度の運動における目標心拍数を算出する式

目標心拍数 =  
運動強度 × (最大心拍数 - 安静時心拍数) + 安静時心拍数

運動強度: 該当の運動における最大心拍数に対する割合

例: 最大心拍数の40%の運動の場合0.4に設定

最大心拍数: 最も高い状態の心拍数. 220 - 年齢で算出

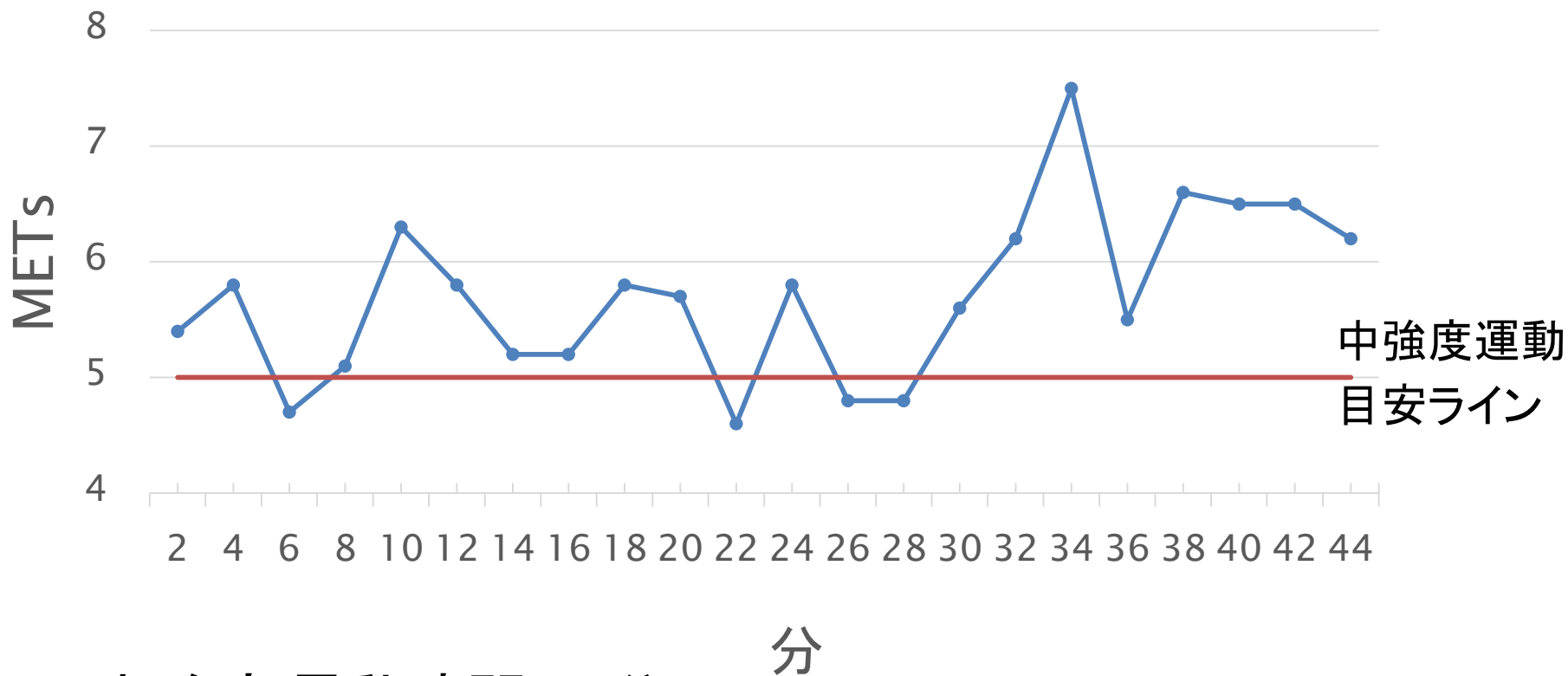
安静時心拍: 起床時, 身体を起こさず寝転がっている状態の  
心拍

# 運動強度の設定

- ▶ カルボーン法は、設定した運動強度の目標となる心拍数を算出する式
  - ・中強度運動(速歩き)の運動強度を算出することで中強度運動(速歩き)の目標心拍数を算出できる
- ▶ どの程度の運動強度が適切なのかを算出するために、同一の運動においてMETsによる中強度運動判定に近い判定結果が出る運動強度を調べる

# 運動強度の設定

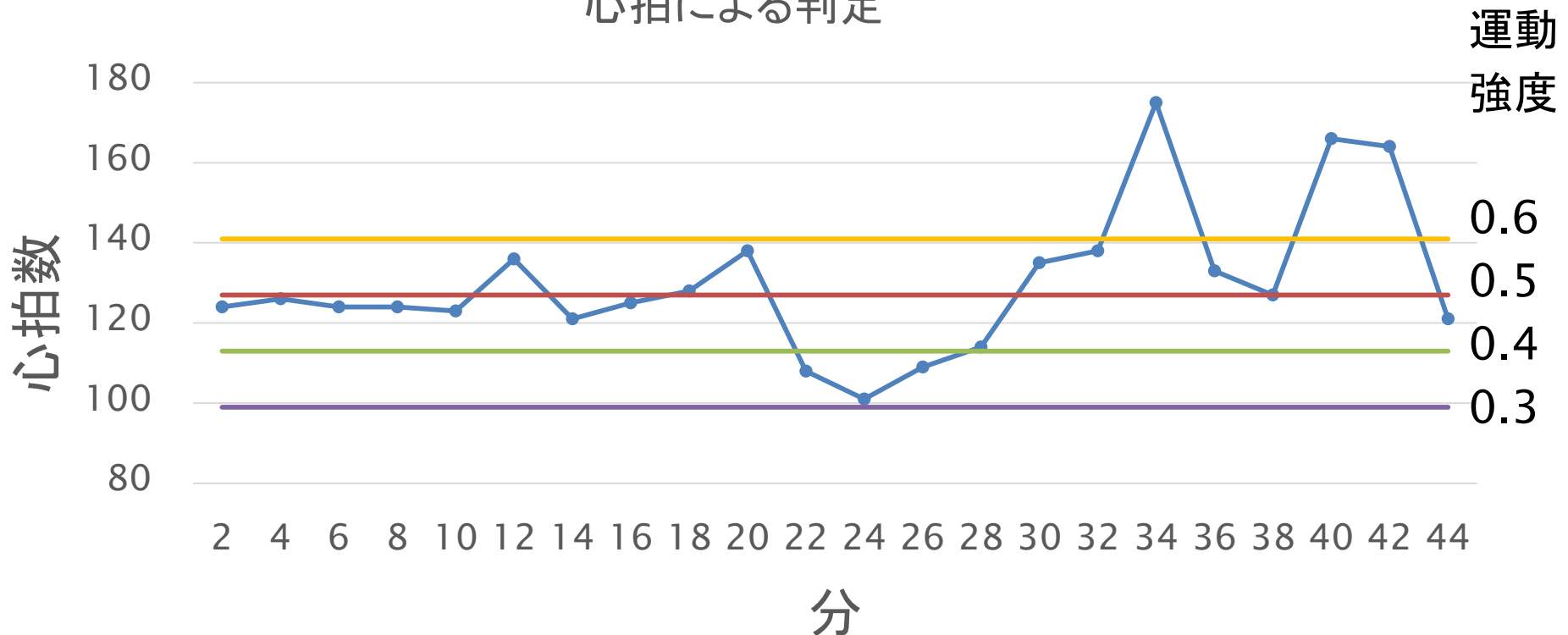
METsによる判定



中強度運動時間36分

# 運動強度の設定

心拍による判定



運動強度0.3(紫): 目標心拍達成運動時間44分

運動強度0.4(緑): 目標心拍達成運動時間38分

運動強度0.5(赤): 目標心拍達成運動時間20分

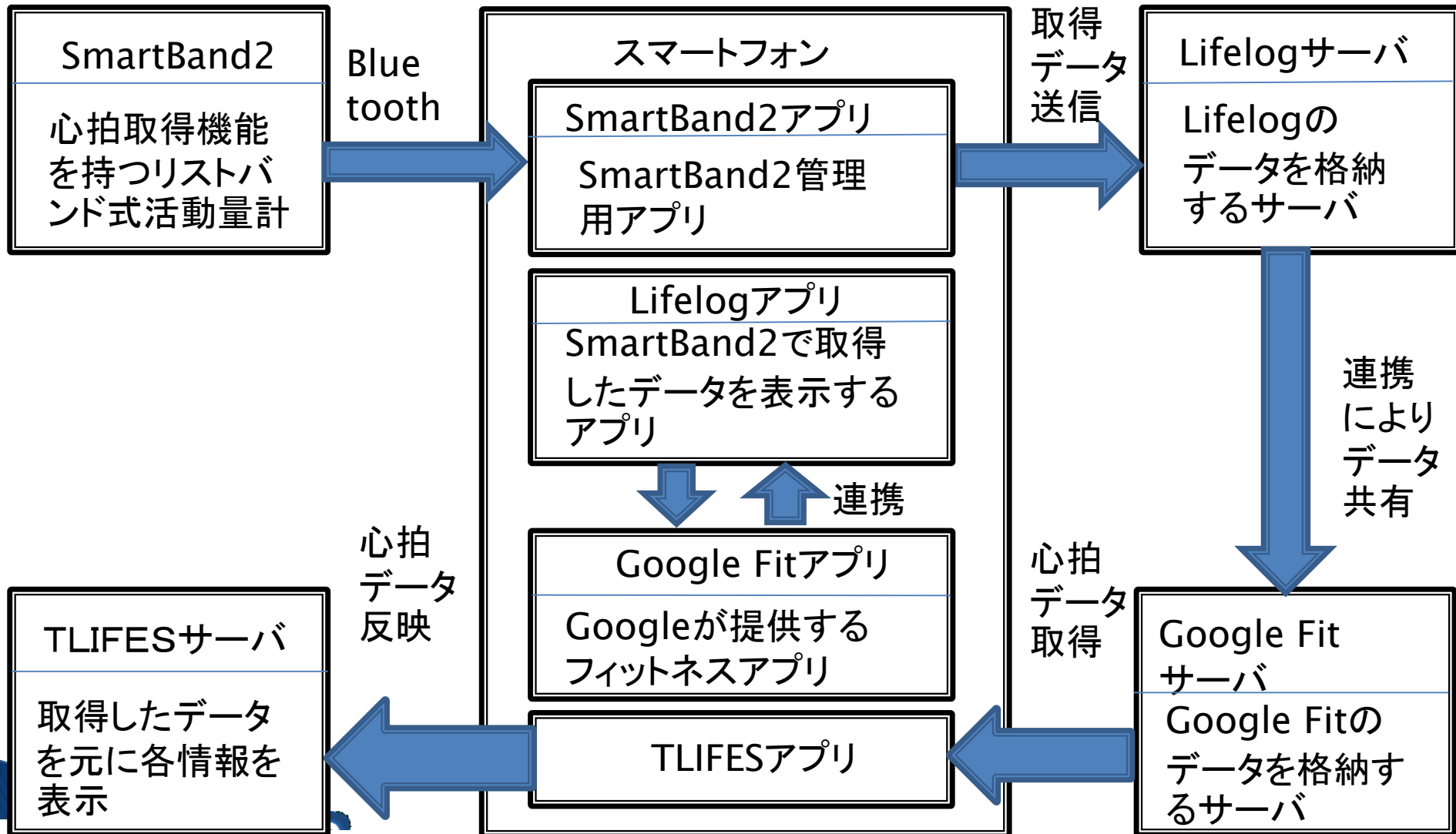
運動強度0.6(橙): 目標心拍達成運動時間6分



# TLIFESによるフィルタリング

- ▶ カルボーン法では目安心拍数を超えていれば条件を満たすものとする
  - ・運動をしていない状態でも飲酒や興奮などにより心拍が上昇した場合、目安心拍数を超えてしまう可能性がある
- ▶ この対策としてTLIFESの行動判定機能を利用
  - ・歩行判定時のみ中強度運動と判定するようフィルタリングを行うことでこの問題を解決

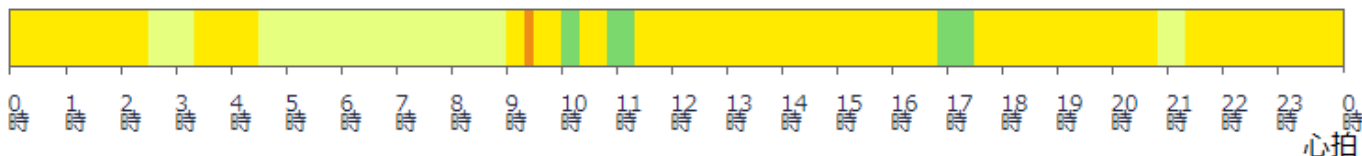
# 通信の流れ



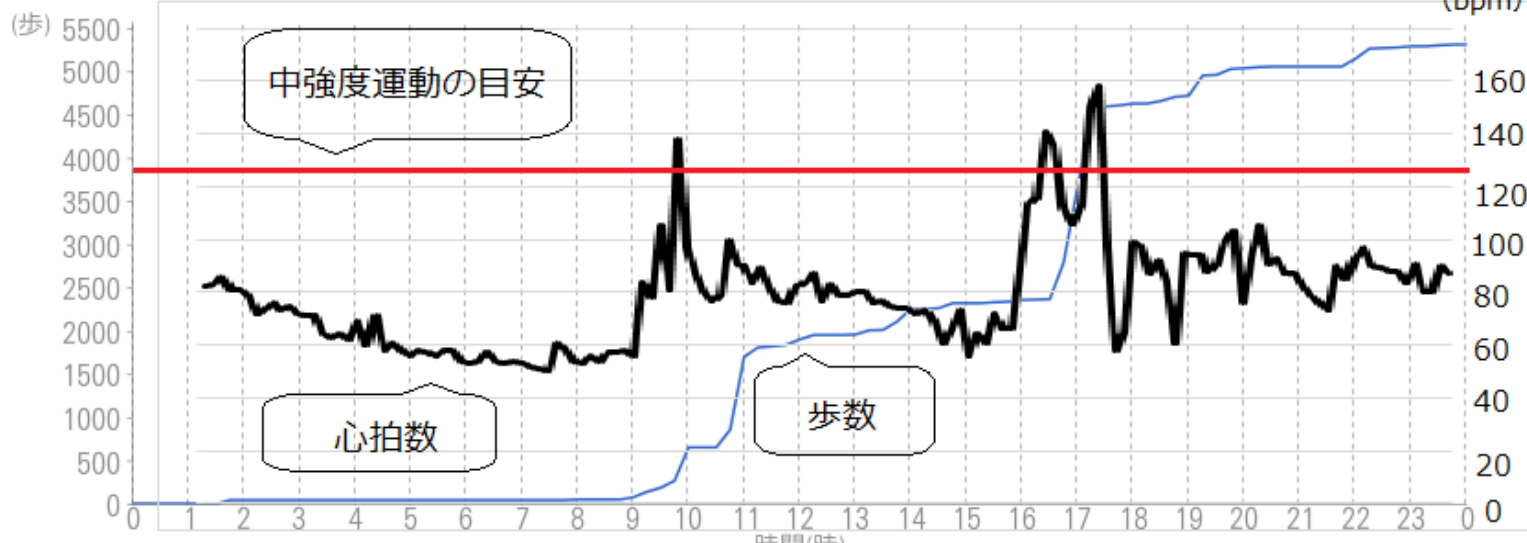
# 画面構成

小島 海斗さんの行動結果

2017年11月22日の行動結果



歩数



# まとめ

- ▶ 心拍数による中強度運動判定
- ▶ TLIFESによるその可視化
  
- ▶ 今後の課題
  - ・データ収集と評価