

Apple Watch を利用した  
地域包括ケア支援システムの構築に向けた  
医療ビッグデータを利活用するための研究提案

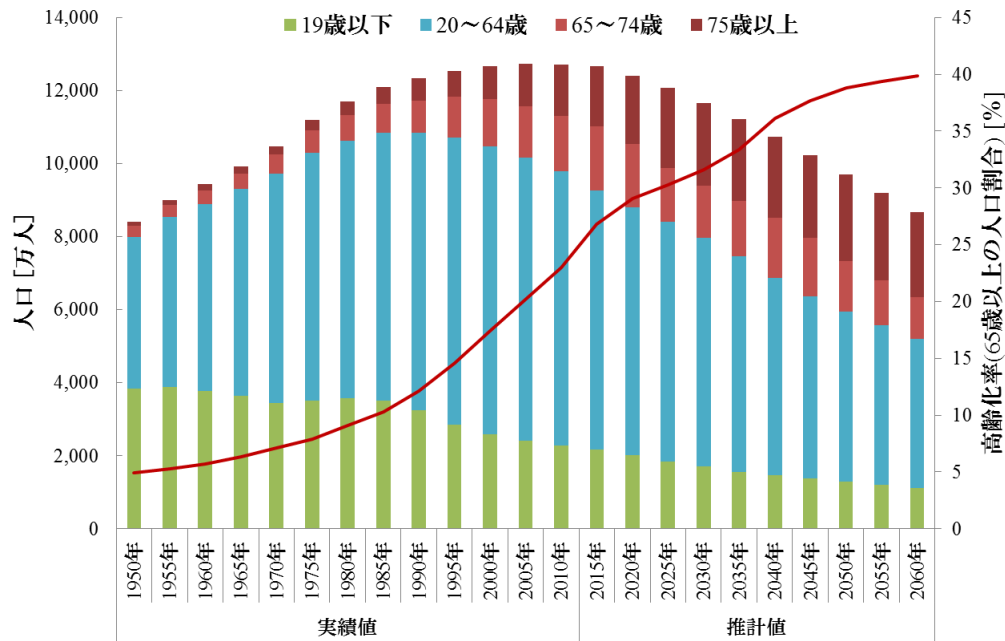
木下史也

名古屋大学未来社会創造機構  
研究員

# 背景

世界的な社会の高齢化に伴い、ヘルスケア分野への関心が高まっている

日本の高齢化率は世界トップレベルであり、諸外国の医療・ヘルスケア企業からも注目



## 高齢化社会の問題

要介護高齢者の増加

医療費の増加

介護負担の増大

生活習慣病を予防するためには日常生活における生体基礎データ集積が重要

① 生体内情報 (心電・血圧・内臓脂肪など)

② 生体外情報 (運動・睡眠・食事など)

を同時に収集し、関連付け、解析を行うことが必要である

# 地域包括ケア支援システム

写真省略

「地域包括ケアシステム」は、高齢者が可能な限り住み慣れた自宅や地域で安心して自立した生活を営めるよう、医療・介護・予防・住まい・生活支援サービスなど地域の包括的な支援やサービスを提供する体制である

# ウェアラブル端末

腕や頭部など、身体に装着して利用することが想定されたデバイス総称

装着を前提としたネットワーク対応機器

写真省略

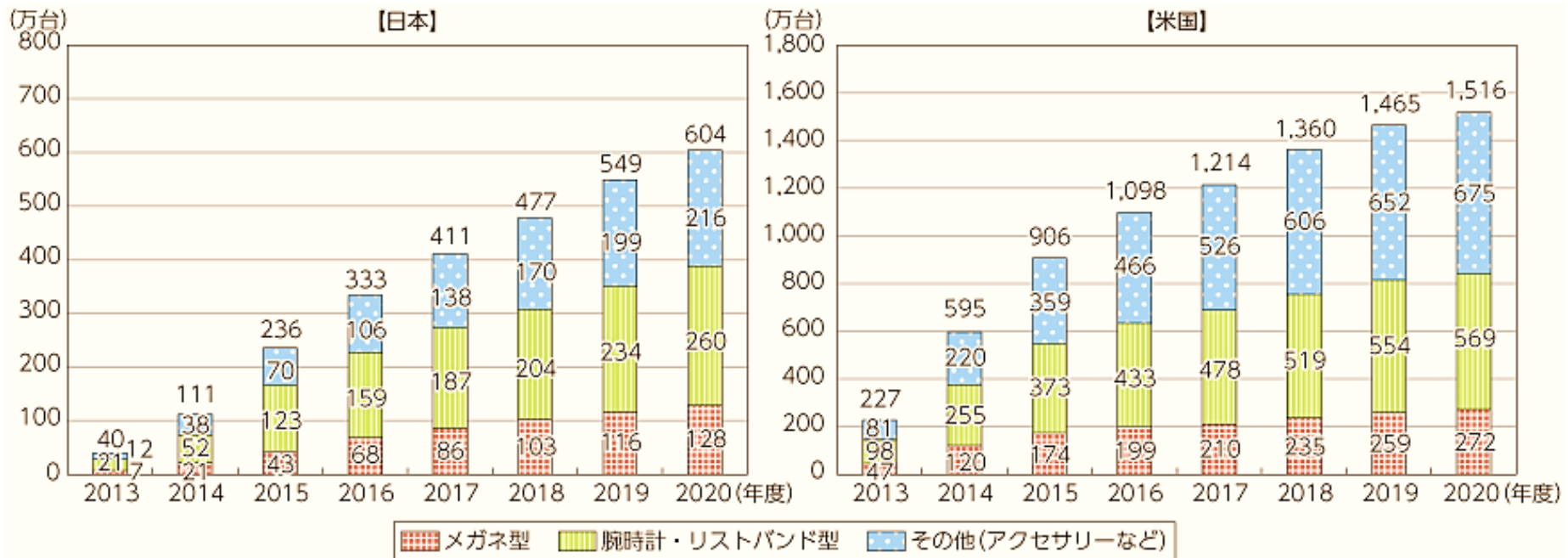
+

生体/身体情報モニター機能

- 活動量
- 消費カロリー
- 睡眠状況
- 心拍数
- 血圧
- 脈拍数
- 足圧分布
- 他バイタルサイン

# 市場予想

MM総研によると、我が国においては2013年度40万台だったウェアラブル端末市場は2020年度には600万台を超えるまでに成長し、米国においては1,500万台を超える規模になると予測されている



# Apple Watch を利用した 医療ビッグデータを利活用するための研究提案

ウェアラブル機器によって得られた心拍数などのビッグデータは、  
医療機器を用いて測定した生体情報とは様相が異なる



ビッグデータを統括的に処理する方法は確立されておらず、  
数学的手法による解決が必要である

- サンプリングレートは十分か
- 医療機器との測定誤差はどの程度あるのか
- 既存の解析手法は適用可能か
- 測定時の環境要因に依存しないか
- 安全性は十分か

# 目的

ウェアラブル機器と脈波計の同時測定を行い、  
記録した心拍数について検討を行う

アシュネル試験<sup>注1</sup>による除脈反応・副交感神経の亢進が  
ウェアラブル機器でも確認され得るかHRV<sup>注2</sup>を用いて検討を行う

## アシュネル反射(眼球心臓反射)

眼球圧迫刺激により三叉神経を介して延髄の副交感神経を刺激し、  
**除脈反応**を引き起こす反射

## HRV (心拍変動解析)

HRVは、循環機能の自律調節活動を表す指標とされており、自律神経系活動の解析手法の一つである。HRVの変動は、急性心筋梗塞後の死亡率などの予測因子としても利用されている

# Apple Watch



Apple Watch の心拍センサーは、  
光電式容積脈波と呼ばれる方法  
を用いて手首を流れる血流量を  
検出し、心拍数を推定する

米Apple社による腕時計型端末

2015年4月24日発売

大きさ (mm): 38.6 × 33.3 × 10.5

重さ : 40 g

連続動作時間 18時間(公称)

## センサー機能

- ・ 加速度センサー
- ・ ジャイロセンサー
- ・ 生体センサー
  - 赤外線センサー
  - 緑色脈波センサー

## モニタリング機能

- 活動量 (消費カロリー)
- 体温
- 血中酸素濃度
- 心拍(脈拍)数



# 光電式容積脈波記録法



容積脈波



微分

速度脈波



微分

加速度脈波

(心臓の収縮期の波形とされる)

脈波には圧脈波と容積脈波がある

圧脈波

心拍変動に伴う動脈内圧の変化

容積脈波

任意の部位の容積変化

# 実験方法



被験者

若年男性9名(22-26歳)

眼圧負荷

右眼 60 mmHg



脈波計(株)ユメディカ

アルテットC

時間分解能 200 Hz

時間精度 0.01%以下

前安静

眼圧負荷

後安静

120秒

120秒

60秒

# 時系列の抽出

## Apple Watch

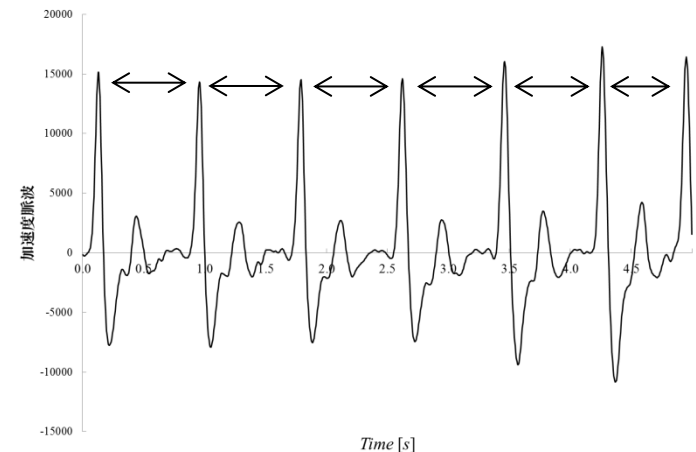
計測される心拍数データは、ワークアウト時では約5秒間に1回の頻度でApple WatchからiPhoneに送信される

標準機能には心拍数のCSVへの出力機能がないため、今回はHealthKitにて心拍数を出力するアプリケーションを作成

## 脈波計

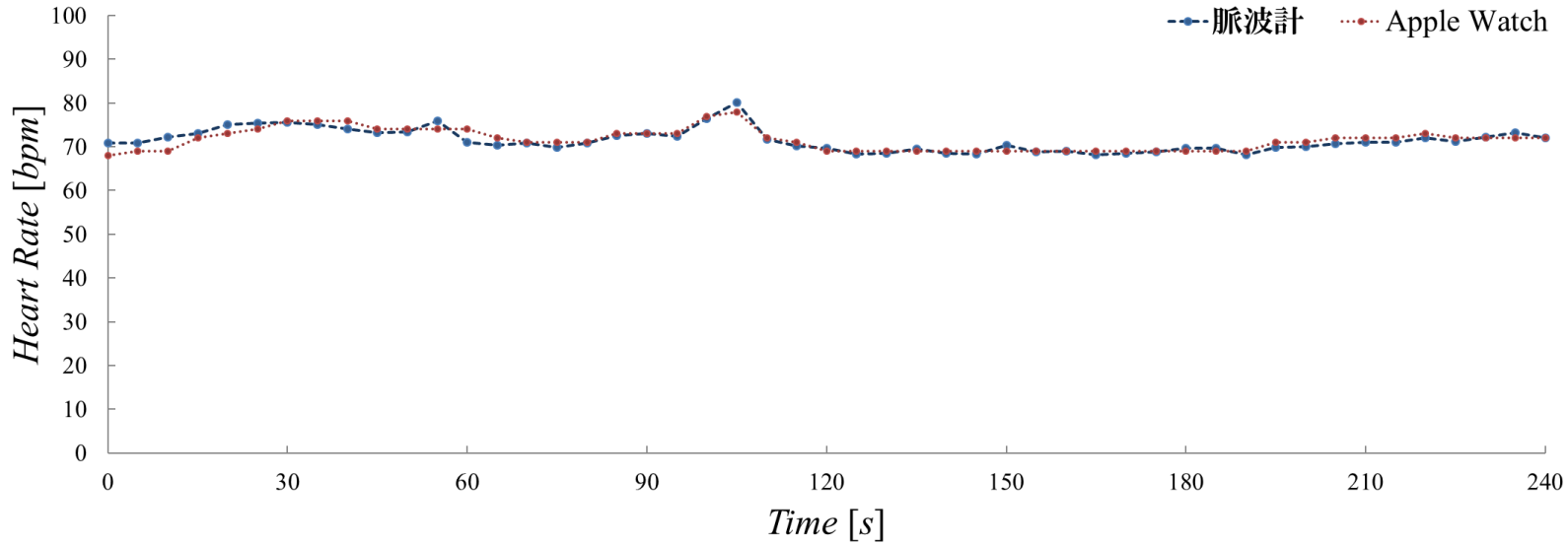
加速度脈波の時系列に対し、ピーク値からピーク値の間隔(A-A間隔)を算出  
Apple Watchのサンプリング時刻に合わせるため、5秒ごとに瞬時心拍数を算出

心拍数	時刻
88	12月20日 3:06
59	12月20日 3:06
59	12月20日 3:06
61	12月20日 3:06
65	12月20日 3:05
59	12月20日 3:05
59	12月20日 3:05
61	12月20日 3:05
65	12月20日 3:05

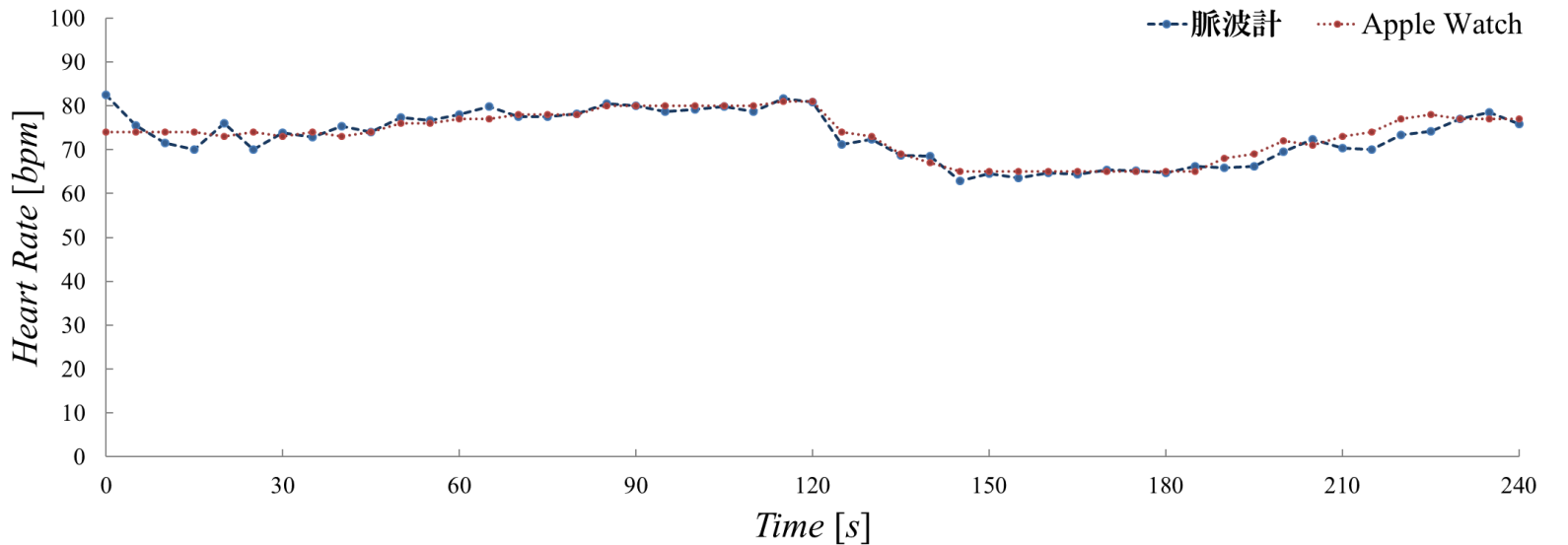


# 瞬時心拍数の典型例

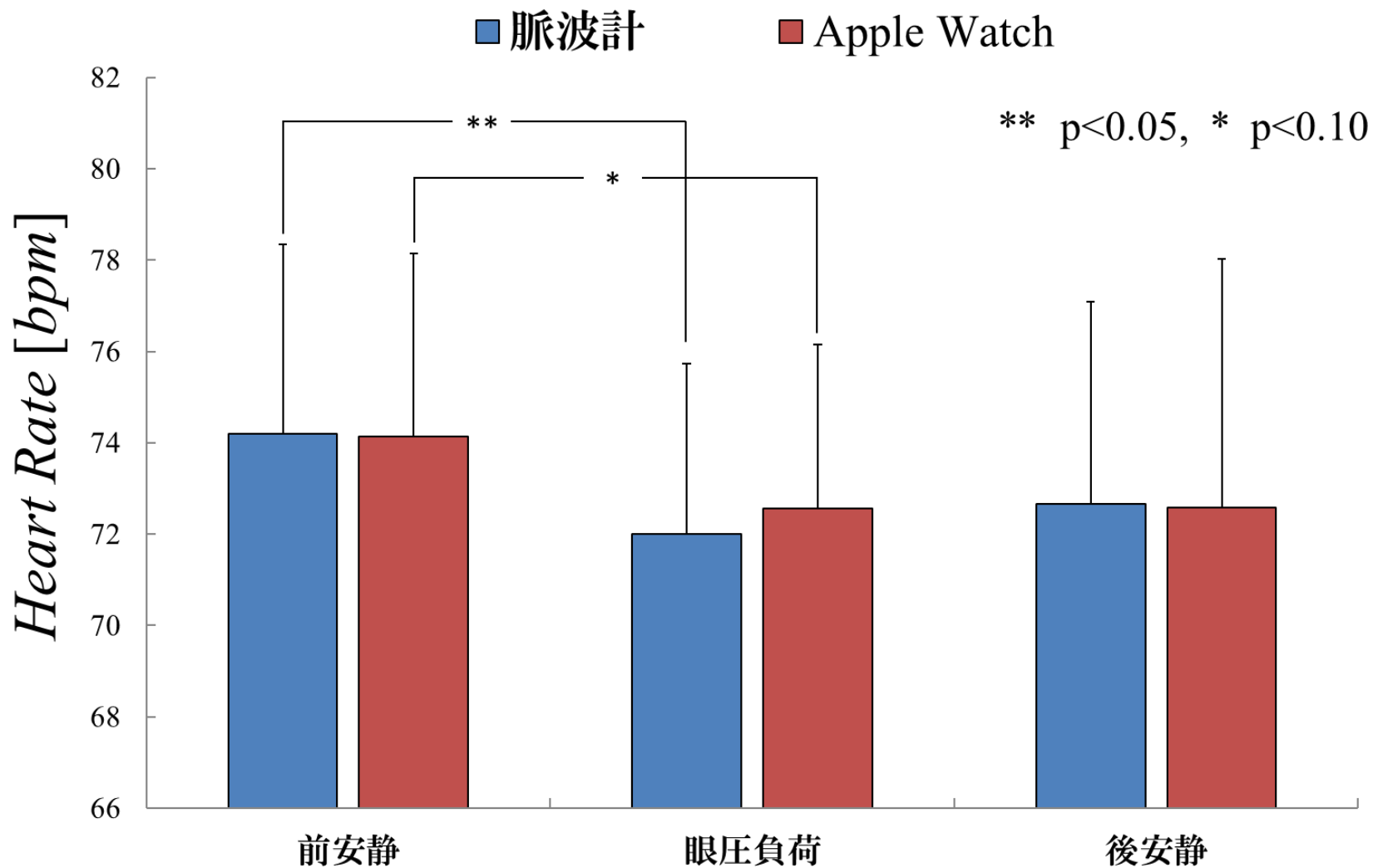
被験者A  
24歳



被験者B  
22歳



# 測定結果(心拍数の平均値+SE)



# 周波数解析

Apple Watch

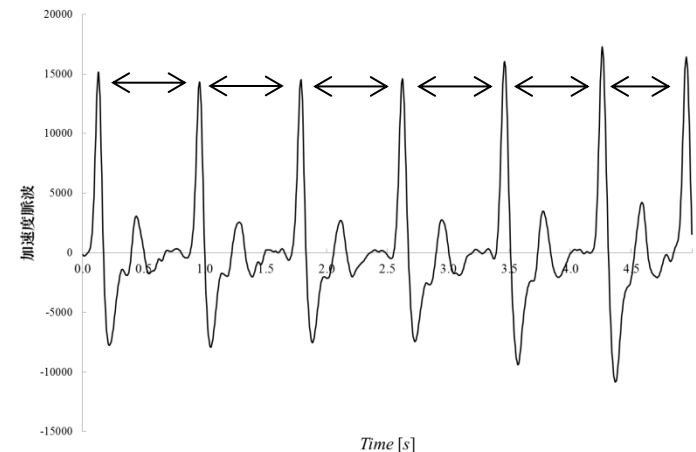
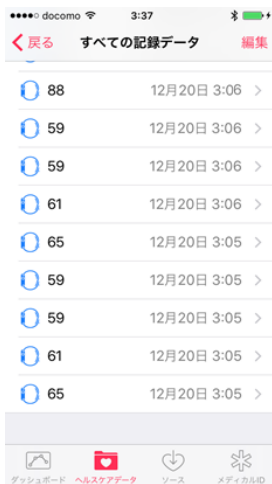
出力が5秒おきの心拍数のため、心拍数からA-A間隔時系列を推定して算出

心拍変動時系列の主な周波数成分

LF成分 (Low Frequency component) : 0.04 - 0.15 Hz

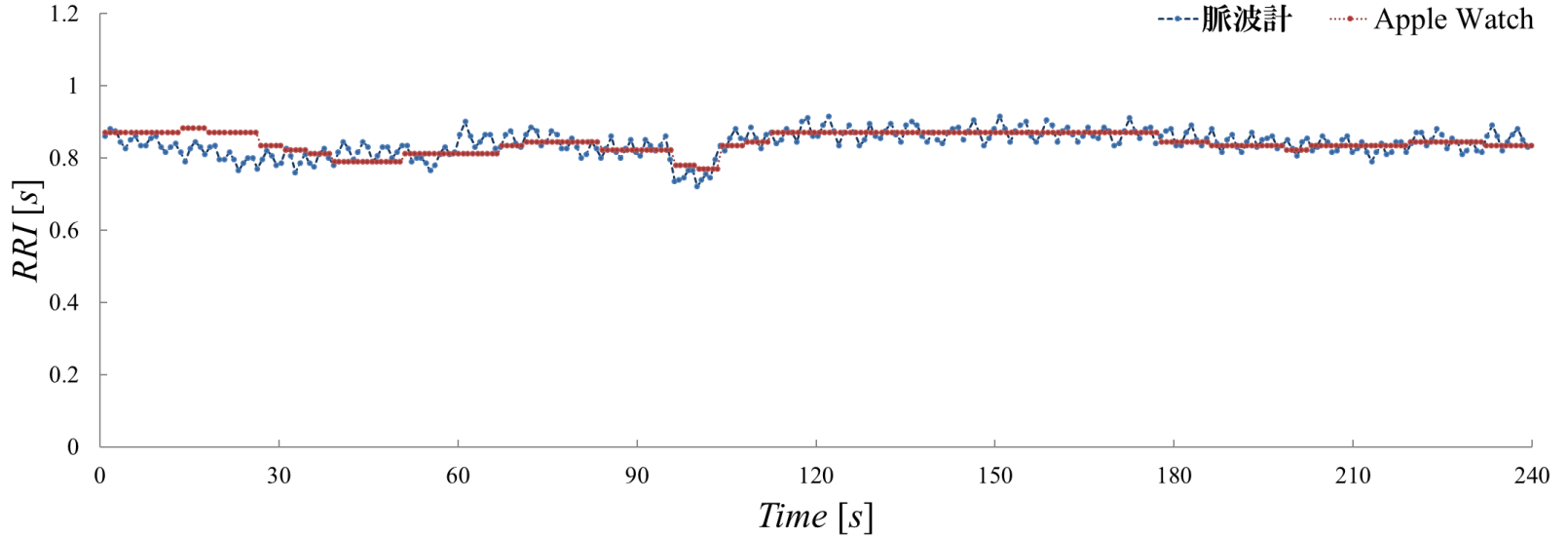
HF成分 (High Frequency component) : 0.15 - 0.40 Hz ← 副交感神経活動の指標

LF/HF成分 ← 交感神経活動の指標

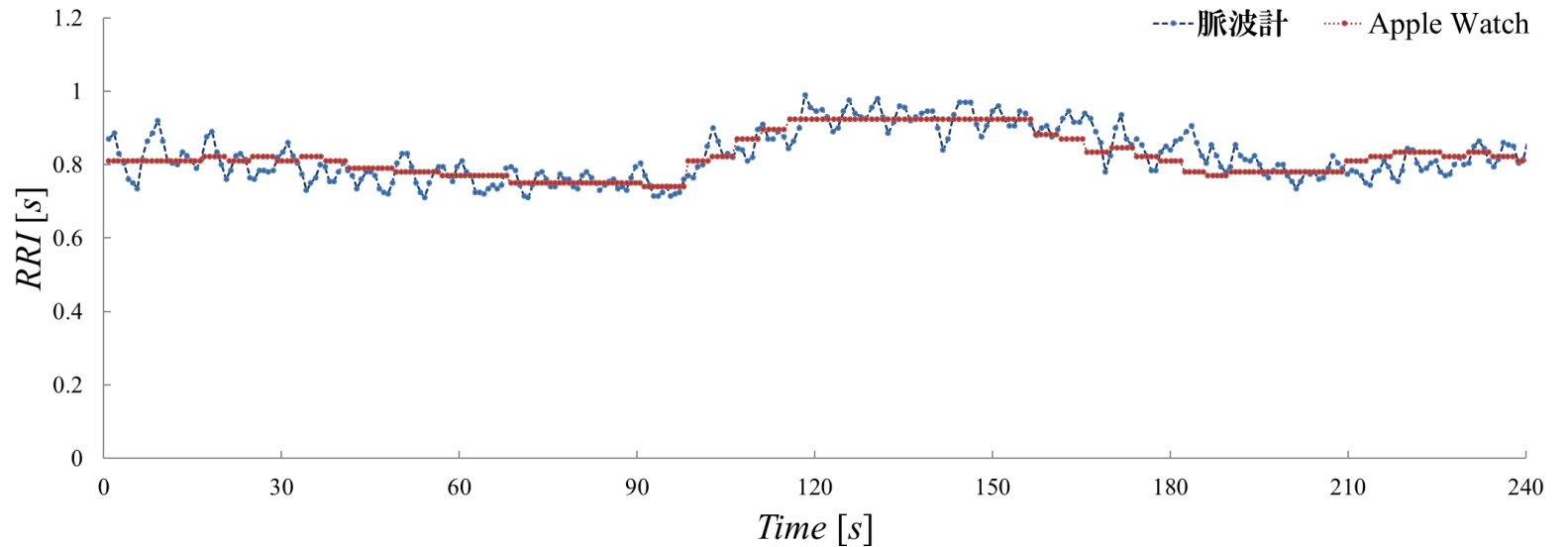


# 心拍変動の典型例

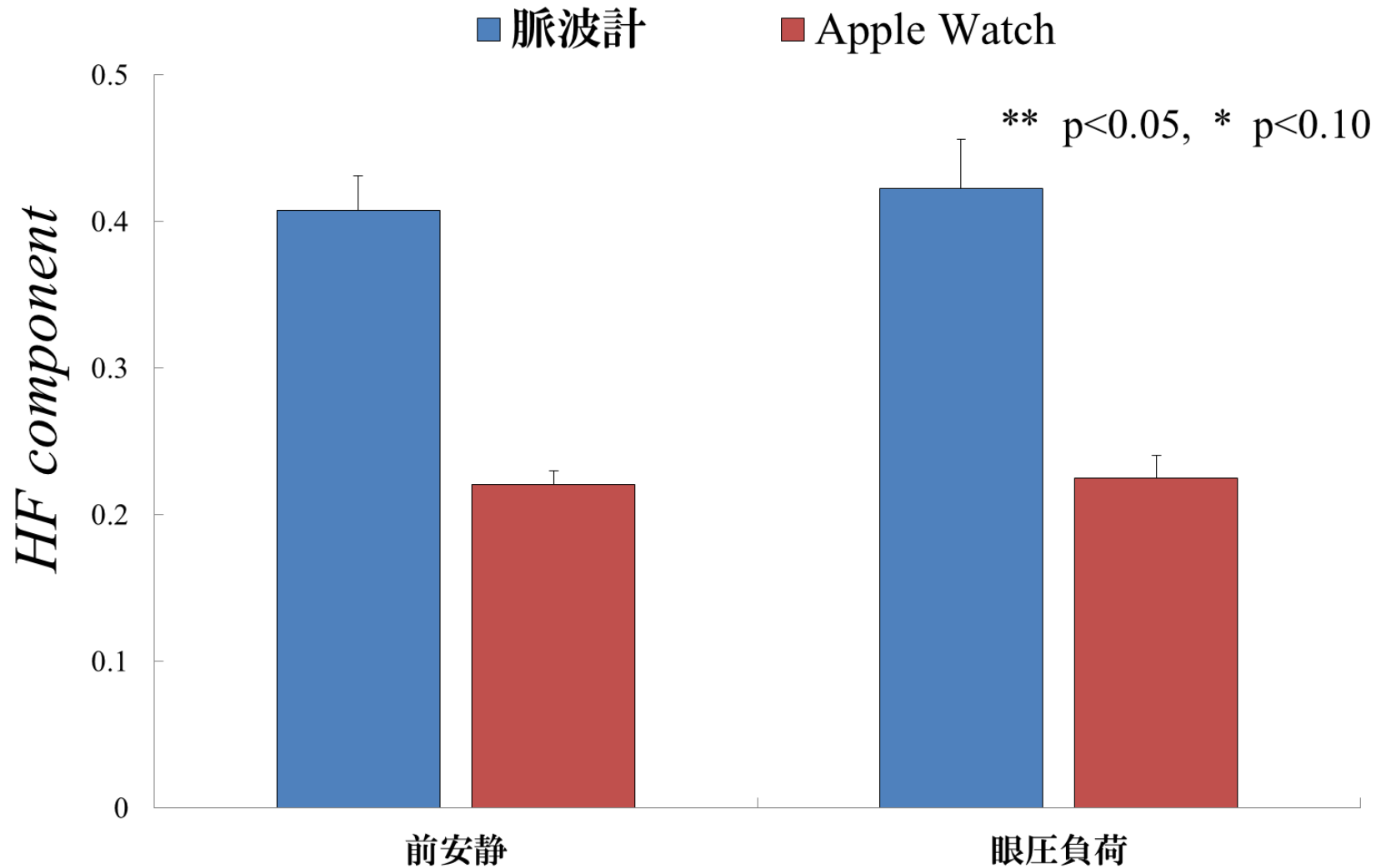
被験者A  
24歳



被験者B  
22歳

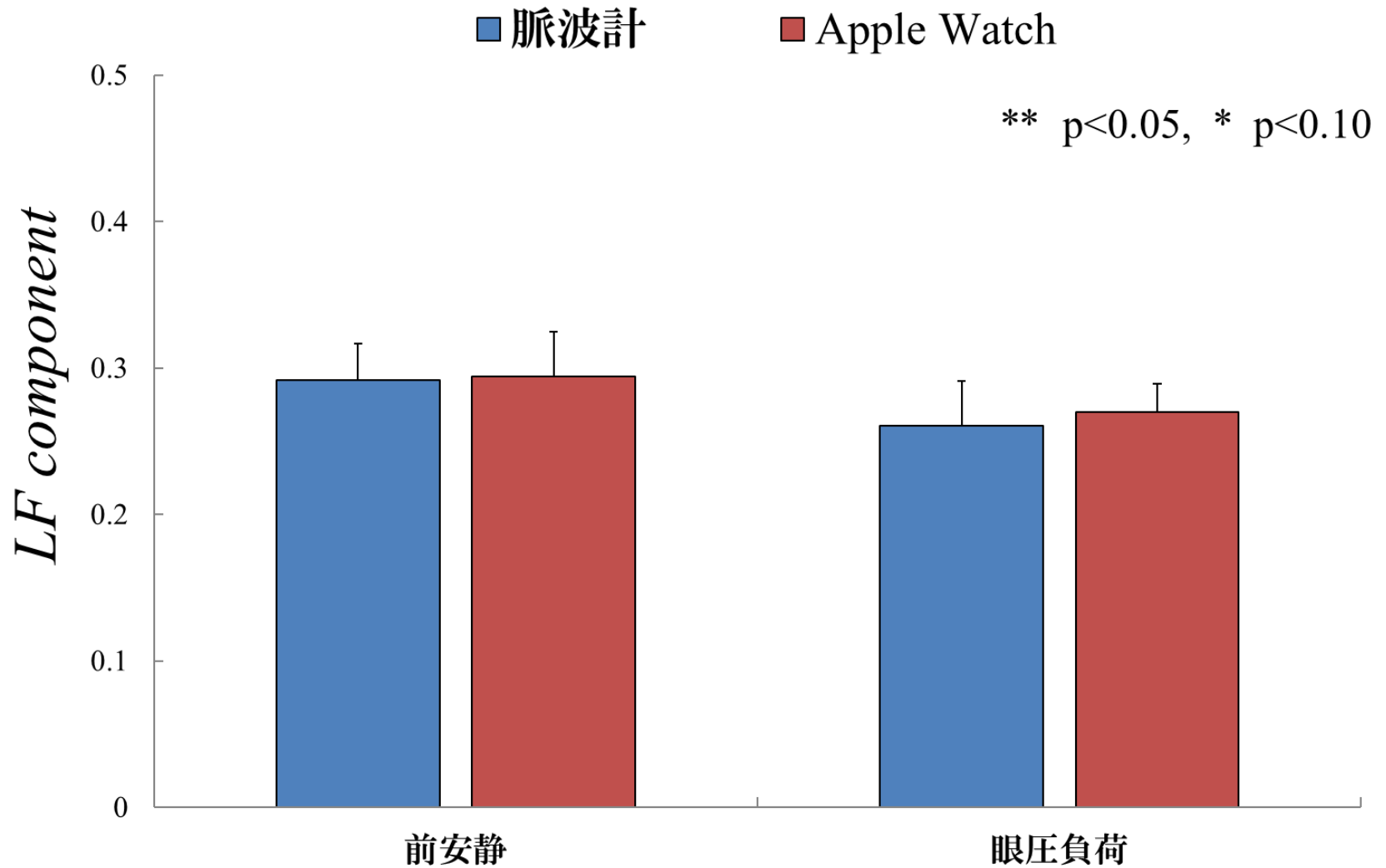


# 測定結果(HF成分の平均値+SE)

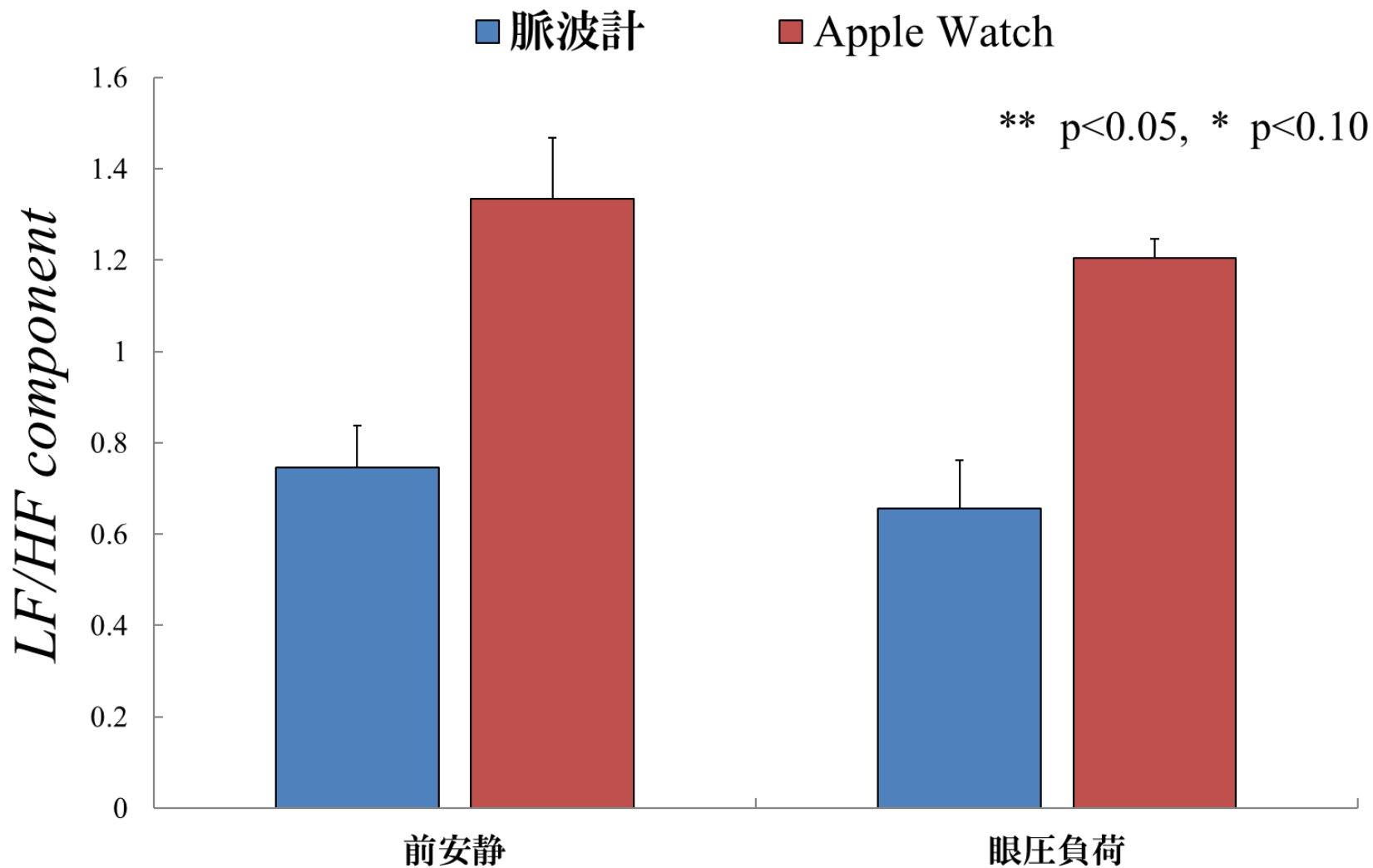




# 測定結果(HF成分の平均値+SE)



# 測定結果(LF/HF成分の平均値+SE)



# 結果・考察

Apple Watchと脈波計の同時測定を行い、アシユネル試験時での心拍数について検討を行った

心拍数の平均値では、Apple Watchと脈波計の誤差は小さいことが確認された

試験前後の両時系列においてHF成分・LF/HF成分を算出した

Apple Watchと脈波計で測定値は一致しなかったが、両成分ともに試験前後での傾向は似通ったものとなった

# まとめ

ウェアラブル端末から出力される心拍数の情報は、微少な変動をみる自律神経機能検査には難しいと想定された。

しかし、ウェアラブル端末においても一般医療機器認定のある脈波計と同様な傾向を示した。

本研究の結果から、自律神経機能検査の測定機器として、ウェアラブル端末を用いることの可能性が示され、今後はさらに被験者数を増やし、数学的手法を用いて多角的に評価することでウェアラブル端末の可能性について議論を行う。