

# 遠隔会議における複数参加者の心拍の可視化と共有

## Visualizing and Sharing Heartbeats of Multiple Participants in Remote Discussion

多田 有輝<sup>†</sup> 伊藤 淳子<sup>‡</sup> 吉野 孝<sup>‡</sup>  
Yuki Tada Junko Itou Takashi Yoshino

### 1. はじめに

腕時計型のスマートデバイスである、スマートウォッチの普及により、誰でも手軽に自分の心拍数を測定することが可能になった。スマートウォッチは、日常生活の邪魔をすることなく、手軽に心拍を測定することができることから、心拍を応用したシステムが期待されている。その一つが、遠隔会議を含むテレワークの場である。

コロナウイルス感染症の流行による影響で、テレワークなどの新しい働き方への移行が、政府により推奨されている。リクルートワークス研究所による調査 [1] によると、一度目の緊急事態宣言 (2020 年 4 月) が発出された際の、情報通信業、不動産業などの業種におけるテレワーク実施率は、40% を超えていた。二度目の宣言以降も、継続してテレワークを実施している割合が比較的高く、今後もテレワークが定着すると予想される。

テレワークにおけるコミュニケーションの手段として、Web 会議システムを用いた遠隔会議が用いられる。遠隔会議には、場所を選ばず会議ができるというメリットなどがある一方で、対面ではないためリアリティに欠け、表情や仕草の微妙な変化から、参加者の感情が読み取りにくいというコミュニケーション上の問題が生じる [2]。本研究では、遠隔会議中、会議参加者の心拍を可視化して、参加者同士で互いに共有することにより、コミュニケーション支援の一助とすることを目的とする。

### 2. 心拍の分析手法

心拍は安静にしている状態でも、自律神経系や内分泌系による調節、体位、運動、精神活動の状態によってたえず変化している [3]。そのため、心拍の変動をみれば、様々な生体情報の分析ができる可能性がある [4]。

心拍の分析手法として、心拍間隔 (RRI: R-R Interval) の時間変動を周波数解析し、得られる高周波成分 (HF: High Frequency component)、低周波成分 (LF: Low Frequency component) のパワーを用いて、交感神経活動、副交感神経活動の指標とする手法 [5] と、周波数解析を行う必要のない、時系列信号の分析手法として、RRI のポアンカレプロット (PP) による分析手法が提案されている [6]。PP とは、横軸に  $n$  番目の RRI、縦軸に  $n+1$  番目の RRI を座標とし、グラフ上にプロットして、心拍間隔の変動の様子を視覚的に表現する手法である。PP を利用すれば、RRI の変動を視覚的に捉えることができる。一般的に心拍数が低く、安静状態にあるとき、RRI のプロット結果はグラフの右上に集まり、心拍数が高く、ストレスを受けているとき、左下に集まる性質がある。また心拍が安定している、すなわち RRI が一定のとき、プロットは  $y=x$  線上に存在するが、心拍のゆらぎが大きい、すなわち RRI の変動が大きいとき、 $y=x$  線上から外れるという特徴がある [7][8]。このように、心拍の数値だけでなく、変動の様子を視覚化することにより、緊

張の度合いや、落ち着きの状態などを伝達できる可能性がある。本研究では、これらの情報を遠隔会議に適用する。

### 3. Web アプリケーションを通じた心拍の共有

#### 3.1 概要

本稿では、複数人の心拍数を収集し、リアルタイムで可視化と共有を行う仕組みを提案する。心拍数は LG G WatchR (LG) を用いて取得し、Nexus5 (LG) でデータ処理を行った後、サーバに送信する。LG G WatchR は心拍センサが搭載された腕時計型のスマートデバイスであり、Nexus5 は Android OS のスマートフォンである。クロスプラットフォームに対応するため、心拍数の可視化と共有は、ウェブブラウザ上で動作する web アプリケーションとする。

#### 3.2 機能

LG G WatchR と Nexus5 は Bluetooth を介して、互いに通信している。LG G WatchR は 1 秒に一度、心拍数の値を Nexus5 へ送信する。Nexus5 は受け取った心拍数を RRI に変換し、心拍数と RRI の値をサーバに送信する。RRI は心拍数 (HR) の逆数をミリ秒に変換し、計算する。式 (1) はその計算式である。サーバは複数の端末から送信されてくる心拍数と RRI の値を集計し、インターネット上で可視化と共有を行う (図 1)。可視化には、心拍数の時系列変動を表す折れ線グラフと、RRI の PP を使用する。図 1 では、測定参加者 2 名の直近 3 分間の心拍が可視化されており、参加者それぞれの折れ線グラフと、PP が表示されている。

$$RRI = \frac{1}{HR} \times 60 \times 1000 \quad (1)$$

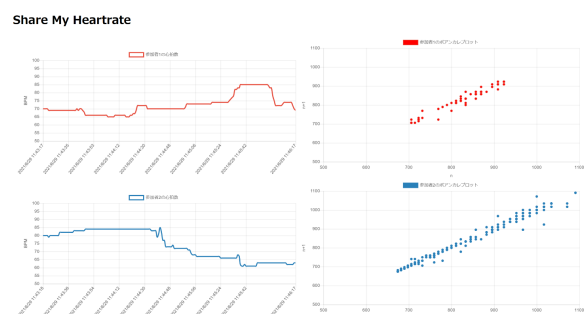


図 1: システム動作画面

### 4. 実験

3 章で述べた心拍可視化システムを用いて、測定実験を行った。この実験は、心拍数の折れ線グラフと RRI の PP から、参加者の感情を推察可能であるかを検証する。協力者は大学院生 4 名である。

複数の教員と学生の前で、研究内容を 15 分程度発表し、15 分程度の質疑応答を行う授業において、発表を行う学生に承諾をとり、発表中の心拍数の測定を行った。協力者 1 名の発表直前のグラフが図 2、図 3、発表中のグラフが図

<sup>†</sup> 和歌山大学大学院システム工学研究科, Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

<sup>‡</sup> 和歌山大学システム工学部, Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

4, 図 5, 発表直後のグラフが図 6, 図 7 である。なお, 事前に測定した安静時の平均心拍数は 75bpm であった。



図 2: 発表直前の心拍数

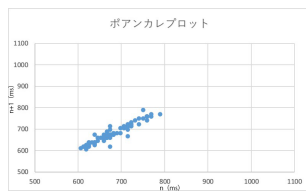


図 3: 発表直前の PP

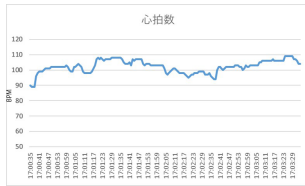


図 4: 発表中の心拍数

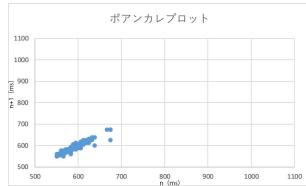


図 5: 発表中の PP

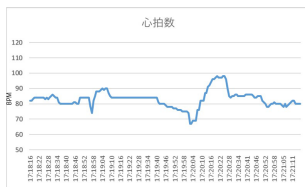


図 6: 発表直後の心拍数

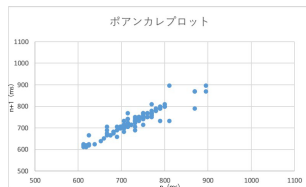


図 7: 発表直後の心拍数

発表直前のグラフである図 2, 図 3 に示す通り, 心拍数は 85bpm を超えていることが多く, 100bpm 近い心拍数も測定された。安静時に比べ, 常に高い心拍数であった。PP は中央から左下に分布が寄っているが, 明確な特徴は見られなかった。

発表中のグラフが図 4, 図 5 である。心拍数は 95bpm を超えていることが多く, 110bpm に達することもあった。この数値は安静時に比べ, 非常に高い。PP は左下に分布が偏っており, 交感神経が強い優勢の状態にあり, 非常に強いストレスを受けていると推察できる。

発表直後のグラフが図 6, 図 7 である。心拍数は上下しているが, 発表中に比べ, 全体的に下がっている傾向にある。PP は値の幅が大きく,  $y=x$  線上から外れている点も多くみられる。これは, 交感神経の支配が少なくなってきていると考えられ, 身体を安静状態に戻そうとする自律神経の働きが見える。

このように, 心拍数の推移や, PP による心拍のゆらぎの様子の視覚化によって, 安静, 緊張などの感情や体の状態が推察可能であることが分かった。

## 5. 遠隔会議適用に向けた提示方法

今後は測定実験による結果を元に, 遠隔会議と結びつけたシステムの設計を行っていく予定である。実際に, 参加者の心拍を互に見える状態で遠隔会議を行い, コミュニケーションの向上が可能か検証する。

4 章に示した実験より, 心拍数と RRI から, 緊張状態などを推察することが可能であると分かった。しかし, プロットの読み取りには, 心拍に関する知識が必要である。そのため, システムの利用者が直感的に参加者の感情を推察できるよう, 定量的な指標が必要である。その指標として, 豊福ら [6] によって, PP の原点 (0,0) からの距離や, PP の楕円の面積の 2 つが提唱されている。図 8 は, 豊福らの手法

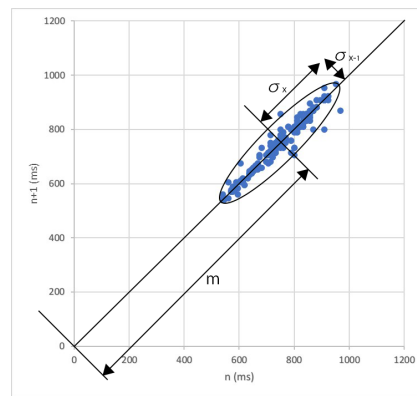


図 8: ポアンカレプロットの評価方法

に基づき, 4 章で述べたデータを使用して作成した図である。  $\sigma_x$  は  $y=x$  軸原点 (0,0) からの距離の標準偏差,  $\sigma_{-x}$  は  $y=-x$  軸原点 (0,0) からの距離の標準偏差である。原点からの距離の平均を  $m$ , 楕円面積の式を  $S$  とし,  $S$  は (2) 式で表される。式 (2) より求められる  $S$  の値などを参加者に提示することを検討している。

$$S = \pi \times \sigma_x \times \sigma_{-x} \quad (2)$$

## 6. おわりに

本研究では, 複数人の心拍数を収集し, リアルタイムで可視化と共有を行う web アプリケーションを開発した。今後は遠隔会議中の使用を想定し, 会議参加者の心拍を理解しやすい形で可視化し, 共有する予定である。

## 参考文献

- [1] リクルートワークス研究所: コロナショックは日本の働き方を変えるのか 全国就業実態パネル調査 2021 臨時追跡調査, <https://www.works-i.com/research/works-report/item/jpsed2021rinji.pdf>(2021 年 7 月 16 日閲覧)。
- [2] 後藤学, 濱野和佳: 新型コロナウイルス感染症流行下でのテレワークの実態に関する調査動向, INSS JOURNAL Vol.27, R-4(2020)。
- [3] 吉岡 貴芳, 河村 功, 渡辺 與作, 小関 修, 横山 清子, 高田 和之: 周期的作業負荷時にみられる心拍変動の超低周波成分の検討, 電気学会論文誌 C(電子・情報・システム部門誌), Vol.118, No.1, pp.85-92 (1998)。
- [4] 早野 順一郎, 山田 眞己, 藤浪 隆夫, 横山 清子, 渡辺 與作, 高田 和之: 心拍変動と自律神経機能, 生物物理, Vol.28, No.4, pp.198-202 (1998)。
- [5] 三宅晋司, 日本人間工学会 PIE 研究部会編: 商品開発・評価のための生理計測とデータ解析ノウハウ ~生理指標の特徴, 測り方, 実験計画, データの解釈・評価方法~, 株式会社エヌ・ティー・エス (2017)。
- [6] 豊福 史, 山口 和彦, 萩原 啓: 心電図 RR 間隔のローレンツプロットによる副交感神経活動の簡易推定法の開発, 人間工学, Vol.43, No.4, pp.185-192(2007)。
- [7] 谷田 陽介, 萩原 啓: 心拍 RRI のローレンツプロット情報に着目した入眠移行期の簡易推定法, 生体医工学, Vol.44, No.1, pp.156-162(2006)。
- [8] 石田 眞二, 武田 超, 白川 龍生, 鹿島 茂: 鉄道サービスにおけるストレス軽減効果の検証, 運輸政策研究, Vol.15, No.2, pp.10-19(2012)。