

# ハートトゥハートオンラインコミュニケーション

林晃世<sup>†1</sup> 平林真実<sup>†1</sup> 小林昌廣<sup>†1</sup>

コロナ禍、身体的距離を取りながら社会を機能させるため、あらゆる分野でオンライン化、遠隔化が進行している。オンラインミーティングでは人の生命感や存在感が希薄で、気配や空気を読む、息を合わせるといった潜在意識レベルのコミュニケーションは困難である。本研究では、web カメラの情報から利用者の長周期の血流変動を読み取り、リアルタイムに画面にフィードバックするオンラインミーティングツールを実装し、人の気配、存在感や生命感を伝えられるようなオンラインコミュニケーション体験の拡張を目指す。

## Heart to Heart Online Communications

KOSEI HAYASHI<sup>†1</sup> MASAMI HIRABAYASHI<sup>†1</sup> MASAHIRO KOBAYASHI<sup>†1</sup>

In order to maintain the function of a society while maintaining a physical distance in this coronavirus crisis, online and remote communication is promoted in all kinds of fields. In online meetings, it is difficult to communicate on a subconscious level, such as reading signs and atmosphere, or matching breaths. In this research, we implement an online meeting tool that reads the user's long-period blood flow fluctuation from the webcam information and feeds it back to the screen in real time, aiming to extend the online communication experience to convey the presence of a person and a sense of life.

### 1. はじめに

2020 年始より 2021 年 7 月現在に至るまで、コロナ禍により、あらゆる分野でオンライン化が進行し、その利用が拡大している。コロナ以前にも同等の技術は既にあったが、オンラインミーティングの利用は海外とのやり取りなど、致し方ない場合に限られていた。しかし、私たちはこの 1 年余りの期間、オンラインミーティングやオンライン授業などの利用を強いられてきた。そのような体験を通して我々各々がオンラインミーティングの恩恵に預かりながらも、対面によるコミュニケーションとの差異を痛烈に実感しているのではないだろうか。

一般にコミュニケーションは言語コミュニケーションと非言語コミュニケーションに大別される。対面に比べてオンラインでは非言語コミュニケーションが減り、相手の存在感、生命感や気配などを感じとることが難しくなっている。

そこで本研究では、非言語コミュニケーションの中でも潜在意識に近い領域で情報伝達がなされていると考えられる顔色の情報を web カメラで読み取り、顔色の変化の原因となる血流の心拍領域からさらに中長周期の変動をオンラインミーティングの画面にリアルタイムにフィードバックすることでユーザーの存在感、生命感やその人の気配を伝達することを目的とした。

### 2. 関連研究

非言語コミュニケーションの分類として、Vargas は [1] Paralanguage / Silence (パラ言語 / 沈黙), Kinesics / The Eyes

(身体動作 / 目の動き), The Human Body / Color (身体の外観 / 色), Proxemics (距離感), Tactics and Stroking (接触行動) を挙げている。本研究では身体の色、中でも顔色に着目する。Tan ら [2] は、パッチでは隣接比較しなければ見分けられない程度の僅かな色差でも、顔色では 1 秒間隔で 0.75 秒見ることで隣接比較をせずとも識別が出来る、ヒトは顔の色変化を非常に敏感に知覚することが出来ると報告している。中島ら [3] は、脳内の特定の場所で顔色情報が処理されていることを示した。このことから、顔以外の対象物の色の判別に比べ顔色に対して敏感に知覚できるのは、脳内に顔色知覚に対応した専用の回路が存在するためであることが示唆される。

web カメラに映した人の顔の画像情報から顔の動きや血中のヘモグロビンの反射スペクトルの中で強度の高い緑色の変化を解析することで心拍数などの血流情報を読み取る技術が開発されている [4] [5] [6] [7]。本研究では [5] [6] と同様に顔色の変化から血流量の変化を読み取る方式を採用した。

一般に血圧などの変動には Mayer 波と呼ばれる 0.1Hz 程度の低周期の振動成分が含まれていることが知られている。Rieger ら [8] は、ヒトの網膜血管径と動脈血圧 (BP) の信号に時間的に依存関係にあるメイヤー波成分を見出している。本研究では、心拍より低周波域の血流量の変動をフィードバックすることで、ヒトの存在感を感じやすいオンラインコミュニケーションの実現を目指す。種を超えて存在が確かめられている Mayer 波の発生メカニズムについては、Mayer の発見から 150 年近くが経った現在でも研究対象となっている [9]。

<sup>†1</sup> 情報科学芸術大学院大学 IAMAS  
Institute of Advanced Media Arts and Sciences

### 3. 研究概要

ルートビッチ・クラークスは著書「リズムの本質」 [10] で、リズムとは拍と拍の間の動きや流れ、つまり、現象そのもののことであり、リズム現象は本質的に体験可能であっても、把握や判断することはできないと述べている。一般に血流に関わる情報は、心拍数や血圧値などの数値に変換されてフィードバックされる。本研究においては、相手の存在感や生命感といった現象そのものを伝達することで、ヒトの気配を伝えることを試みる。そのため、血流量の数値化よりもその変動そのものをフィードバックすることを目指している。本研究では、web カメラで読みとった顔色の変化の低周波数成分を抽出し、オンラインコミュニケーション上の各々の話者の画面にヴィジュアライズした形でフィードバックすることで、参加者自身と他の参加者の顔色の変動を視覚的に認識しながらコミュニケーションできるユーザーインターフェースを実装し、実際に使用してみた。Docomo Open House 2020 で「気配通信」が紹介されていた [11]。低遅延技術によるアイコンタクトの実現や、環境音をリアルに相手に伝えることによってその場の雰囲気や気配の共有、伝達を目指しているようである。本研究で実装したユーザーインターフェースは、場の共有というより、オンラインミーティングのユーザー自身の気配、存在感や生命感の共有伝達の可能性を探るものである。また、相手や自身の気配、存在感や生命感を伝達共有するために、ユーザーの血流の変動に伴う顔色の変化を接触せず web カメラで読み取って活用する点で新規性があると考えている。本論文は、前述の方法による話者相互の存在気配通信の実現可能性の提案をするものである。

### 4. 実験方法

#### 4.1 Heart to Heart Online Communication System. Web カメラによる顔色の測定を利用したオンラインコミュニケーションシステム

Google によって開発された MediaPipe, FaceMesh (2019) は高速度で人間の顔のランドマークを推定し、メッシュモデルを生成できる [12]。カメラ入力には一般的な PC の web カメラを用い、60 Fps で画像を読み込んだ。FaceMesh により生成された Video フレーム毎の顔のランドマーク位置とその周辺の画像ピクセルの RGB 値から G 値の平均値の変動をリアルタイムに抽出した。図 1 に示すように、なるべく動きの影響を排除するため、口元と目元を測定位置から除外した。この値に比例して半径が変動する円形のオブジェクトを図 2 に示すように画面にフィードバックした。線幅の異なる複数の円はそれぞれ異なる周波数帯域の顔色の変動に応じている。周波数帯域の分別は閾値が 0.5~0.05Hz の Low-Pass フィルターを介することで実現している。



図 1 RGB 値測定位置のランドマーク

Figure 1 Page Configuration: Space.



図 2 実装試験の様子

Figure 2 An implementation of Heart to Heart Online Communication system.

#### 4.2 光学式接触型心拍センサーによる測定との比較

実際の血流と画面に表示される円の動きの関連性を確認するために、pulsesensor.com 製の光学式接触型心拍センサーを使用した。複数の周波数帯域の血流変動を心拍センサーによって測定し、これに応じて半径が変化する円を画面に追加し、web カメラの色の値に基づいて変化する円と動き方を比較した。

#### 4.3 中長周期の血流変動

ヒトの中長周期の血流の変化を調べるために、Pulsesensor.com 製の光学式接触型心拍センサーを用いて安静時の 4 人の被験者の血流の変化を測定した。ここでいう中長周期とは、心拍の周期より長い周期のことを指している。

### 5. 結果と考察

#### 5.1 Heart to Heart Online Communication System.の実装

実装した結果、特に低周波域の「円の動きが心地よく、ずっと見ていられる。」「見ていて楽しい。」「センサーをつけていないのに不思議。」などの感想を得られた。高周波帯域の円の半径は顔の動きに敏感に反応することが確認された。低周波帯域の円の半径は顔の動きの影響が小さかった。

## 5.2 光学式接触型心拍センサーによる測定との比較

図 3 に示したように、心拍センサーによって測定される血流変動に応じて、半径が変化する紫色の円と、web カメラから得られる色の値に基づいて半径が変化するオレンジ色の円の動きの間には、時間的な依存関係が中長周期領域で観察された。このことは、web カメラで読み取った色の変動は、意図されたように中長周期領域の血流の変動、つまり顔色の変動である可能性が示すものである。



図 3 心拍センサーと web カメラによる比較

Figure 3 A comparison between pulse sensor and web camera.

## 5.3 中長周期のヒトの血流変動

図 4 に被験者 4 人の心拍センサーによる血流の測定結果を示した。各グラフの横軸はそれぞれ 0~400 秒間の時間を表わしている。縦軸は心拍センサーの値を示す。図中にピンク色で示された点は心拍 1 回ごとの最大ピーク値である。

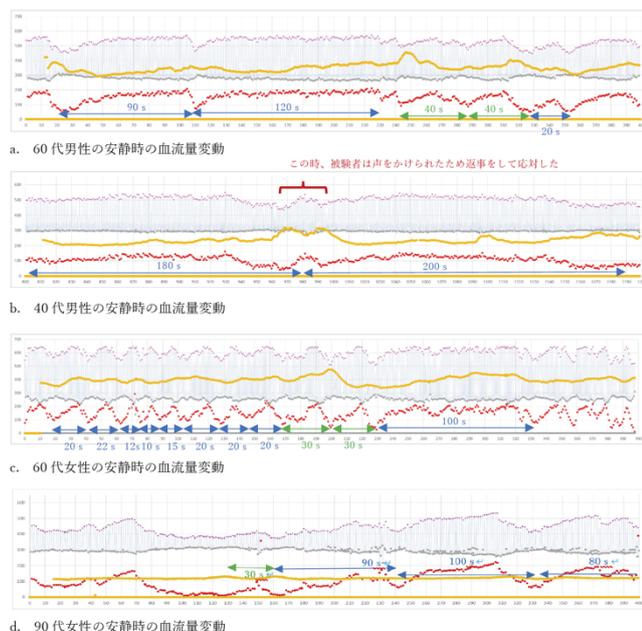


図 4 ヒトの中長周期の血流変動

Figure 4 mid-long term fluctuation of blood flow of the human.

灰色で示された点は心拍 1 回ごとの最小ピーク値である。これら最大ピーク値と最小ピーク値両者の心拍 1 回ごとの差を赤点で示した。この赤い点に血流の変化がよく現れている。

ここに示す結果から、中長周期の血流の変動には 10~200 秒の様々な周期を持った振動が見られることがわかる。また、それらの振動はヒトそれぞれ異なっており、その人の特徴や独自性が表わされている可能性が示唆される。

## 6. おわりに

web カメラで顔色を読み取り、血流変化のプロセスをオンラインコミュニケーションにフィードバックすることで、ヒトの存在感、生命感や気配を伝達共有することを目的とした、Heart to Heart Online communication system を実装提案した。生体情報を数値化せず生体の持つリズムをそのままフィードバックすること、また、生体の持つリズムの中でも中長周期の変動をフィードバックすることが心地よさや楽しさにつながる可能性があることや、さらにセンサーを身につけることなく生体情報を web カメラで読み取ることができるが、面白さや驚きをもたらす可能性があることが示唆された。そのほかに、血流に見られる中長周期の変動は、一人ひとり個性的で、その人の存在の独自性の一面を表現しているようにも見受けられ、ヒトの存在感や気配を表現する要素として、さらに今後の研究でも取り扱っていく。

**謝辞** 本研究に用いた python のコード作成時には本学修士 2 年生の阿部和樹氏の多大なるご尽力をいただいた。ここに謹んで感謝の意を表する。

## 参考文献

- 1) Vargas, M. F.: Louder Than Words : An Introduction to Nonverbal Communication, The Iowa State University Press(1986).
- 2) K. W. Tan and I. D. Stephen: "Colour detection thresholds in faces and colour patches", Perception, 42, 7, pp. 733-741 (2013).
- 3) 中島 加恵: ヒト脳内における顔色処理メカニズムの解明, 豊橋技術科学大学博士論文(2014).
- 4) Guha Balakrishnan, Fredo Durand, John Guttag.: Detecting Pulse from Head Motions in Video, MIT, The computer vision Foundation (2013).
- 5) Isabel Bush.: Measuring Heart Rate from Video, Stanford Computer Science (2016).
- 6) Vladislav Ostankovich, Geesara Prathap, Ilya Afanasyev.: Towards Human Pulse Rate Estimation from Face Video: Automatic Component Selection and Comparison of Blind Source Separation Methods, Institute of Robotics Innopolis University, International Conference on Intelligent Systems (2018).
- 7) Wang, W., Stuijk, S., & Haan, de, G.: Explore spatial-redundancy of image sensor for motion robust rPPG, IEEE Transaction on Biomedical Engineering, 62, 2, pp. 415-425 (2015).
- 8) Rieger, S., Klee, S., and Baumgarten, D.: Experimental characterization and correlation of mayer waves in retinal vessel

- diameter and arterial blood pressure., *Front. Physiol.*,  
<https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00892> (2018).
- 9) Michael G. Z. Ghali, George Z. Ghali,: Mechanisms Contributing to the Generation of Mayer Waves, *Front. Neurosci.*,  
<https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00395> (2020).
- 10) ルートビッヒ・クラークス, 杉浦 寛 訳: リズムの本質, みすず書房, 新装版第1刷 (2006).
- 11) [https://www.sony.jp/professional/casestudy/docomo\\_20200324/](https://www.sony.jp/professional/casestudy/docomo_20200324/), (2020).
- 12) Yury Kartynnik, Artsiom Ablavatski, Ivan Grishchenko, Matthias Grundmann,: Real-time Facial Surface Geometry from Monocular Video on Mobile GPUs, Google Research(2019).