



# 心臓を掴まれる - 掌 -

Heart Catch -Tanagokoro-

中山航輔<sup>1)</sup>, 廣田雄大<sup>1)</sup>, 倉持直弥<sup>1)</sup>, 前田裕作<sup>1)</sup>, 岩濱汐里<sup>1)</sup>, 青木辰磨<sup>1)</sup>, 遠藤蒼士<sup>1)</sup>, 佐藤神威<sup>1)</sup>  
Kosuke NAKAYAMA, Yudai HIROTA, Naoya KURAMOCHI, Yusaku MAEDA, Shiori IWAHAMA, Tatsuma AOKI,  
Takashi ENDO, and Kamui SATO

1) 電気通信大学 〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1, {kousuke.n, hirota\_yudai, naoya-kuramochi, maeda\_yusaku, i\_shiori, tatsuma\_aoki, t.endo, Sato\_Kamui}@vogue.is.uec.ac.jp)

**概要**：本体験では、心臓を模したデバイスに触ること・触られること、そして、それに伴う胸部への触覚フィードバックによって、心臓を掴まれる、掴む体験を提示する。私たちは私たち自身の身体なしに生きることが出来ないが、普段身体を意識することなく生活している。本体験を通じて、生命活動にとって重要な役割をもっている心臓に意識が向くようになるのではないかと、そして、心臓に意識が向くことによって自分自身の生命らしさを強く実感できるのではないかと考えている。

**キーワード**：心臓、デバイスアート、触覚フィードバック

## 1. はじめに

「私はなぜ生きているのだろうか？」

私たちの多くがこれまでに一度は考えたことがある問いではないだろうか。

私は私の身体なしでは存在しえない。しかし、私たちにとって私たち自身の身体はとても遠い。たとえば、身体の内蔵については自分自身で見ることが出来ない。健康診断を受けたとしても、医療機器による計測と医師からの診断がなされるに過ぎず、身体の内蔵へ実感のともなった理解がなされるわけではない。また、普段身体は私たちの意識に上らない。たとえば、日常の中のほとんどの時間、私たちはまばたきや呼吸、心臓の拍動を意識せず生活している。一方、疲れ、病気、けがなどの不調を伴う場合は、水面下にあった身体は浮上し、違和感とともに意識で捉えられるようになる。たとえば、階段を三階分上った後、疲れからふとももに意識がわたる。また、腹痛時にはお腹を意識するようになる[1]。どの臓器も私たちの生命活動から切り離すことができないが、特に心臓は生命活動にとって重要な役割を持っているものと考えられており、生命らしさを表現する際に用いられることがある [2] [3]。

以上を踏まえ、生命らしさを感じる臓器である心臓に意識を向けることによって、自分自身の生命らしさを強く実感できるのではないかと。そして、心臓に触ること、また、疑似的に触られることによって、自分の心臓に意識が強く集中するのではないかと考える。今回心臓を模したデバイスを掴むこと・掴まれること、そして、それに伴う

胸部への触覚フィードバックによって、心臓が掴む、掴まれる体験を提示する。この体験を通じて、体験者が「生きている」実感を体験すること、「生きている」実感を体験したうえで「わたしはなぜ生きているのだろうか」という問いにまた向き直せるようになることを期待する。

## 2. 心臓を触覚的に再現した過去作品との比較

心臓とその生命らしさを触覚的に再現した過去の作品と、本体験の違いについて言及する。心臓の拍動と呼吸を触覚的に表現する作品としては吉田侑矢らがつくった「Ikitomical model2」がある[4]。体験者の心拍と呼吸動作に応じて、動作する心臓と肺を視覚的に動かすとともに、心臓と肺に触れることもできる。また、渡邊らは自己の生命性を再認識するために心音を計測して振動スピーカーから出力することで、心臓とその動きを外部化し、自分や他の参加者と触り合う「心臓ピクニック」というワークショップを行った[5]。これらの研究は心臓を外部化するという点と、外部化された心臓をさわることが出来るという点において、本体験による提案と共通する部分がある。

しかし、本体験での提案ではこれらに加えて、外部化された心臓に加わった圧力に応じた胸部へのフィードバックがあることが大きな違いである。胸部への触覚的なフィードバックが加わることによって、外部化された心臓を模したデバイスをより自分自身の心臓として体感しやすくなることを期待している。

### 3. 体験の概要

本体験は体験者から見て、1 診察室に案内される、2 医師から自分の胸の中から心臓を取り出される、3 触診として心臓を触られ、掴まれる、4 体験者自身に取り出された心臓を触ってもらう、5 心臓を再び胸の中に戻される、という流れで進行する（図 1）。なお、診察を模したシチュエーションで行うことを考えている。また、胸部への触覚提示であり危険性が伴う可能性があるため、体験の前に安全面について説明を行う。

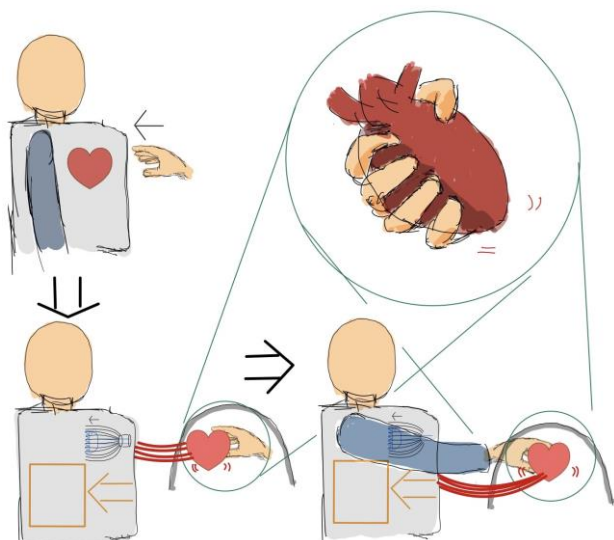


図 1 体験の流れ

### 4. 感覚提示

本体験では心臓を触られる・心臓を掴まれる感覚、胸の中に手を入れられる感覚、心臓を触る感覚を提示する。以下それぞれの感覚提示について説明する。

#### 4.1 心臓を触られる・心臓を掴まれる感覚

私たちは心臓を触られた経験がない。心臓を触られるとき、胸部に圧迫感や違和感が生じるものだと考え、心臓に触られる・掴まれる感覚を提示する。心臓デバイスの心臓本体部を触っている時の圧力に応じて、体験者の胸部の中央部に心臓に触れられる感覚（弱い刺激）と掴まれる感覚（強い刺激）を区別し、提示する。心臓が掴まれる感覚については、胸が締め付けられるという感覚から着想を得て、回転を加えながら圧力刺激を行うことを考えている。加えて、胸部の広い圧迫感を提示するために、みぞおち、側胸部（横腹の上）を圧力に応じて圧迫することを検討している。

#### 4.2 胸の中に手を入れられる

心臓を掴まれるという感覚の生起において、胸の中に手を入れられるという感覚を心臓を掴まれる感覚の提示の前に提示する必要があると考えられる。振動刺激によって貫通錯覚をおこす先行研究 [6]をもとに、体外への触

覚提示によって胸の中に手を入れられる体験を作ること検討している。その際、胸に手を入れられるタイミングで胸の中央部への振動刺激、そして、時間差を設けて貫通錯覚所と反対側（背中）への振動刺激を行う。

#### 4.3 心臓を触る感覚

今回の体験は心臓とその拍動を触覚的に表現することを目的としており、視覚的な再現は重視しない。そのため、心臓デバイスの心臓本体部には目隠し用のカバーをかけたうえで、触ってもらうことを想定している。その際、心臓の拍動に対応した圧力、振動を体験者の手に提示することによって、心臓の拍動、心臓の生命らしさを触覚的に表現することを考えている。そのため、まずは心臓の構造と構造の周期的な変化について考える。

ヒトの心臓は4つの区画に分かれており、上の二つの区画が心房（右心房、左心房）、下の二つの区画が心室（右心室、左心室）に分かれている。また、心臓の表面には溝と呼ばれるくぼみがあり、冠状溝は上にある心房と心室との境界線を示す。そして、周期的な電気活動によって心房同士、心室同士はそれぞれ同時に収縮、拡張している。

心臓は収縮と拡張を周期的に繰り返す。このサイクルを心周期という。心周期は心室、心房の拡張、収縮の様相をもとに心房収縮期（心室拡張期）、心室収縮期、弛緩期に大別される。また、心室収縮期は等容性収縮期と心室駆出期に、弛緩期は等容性弛緩期と心室充満期に分けられ、体積変化する（図 2）。心房収縮期から心室収縮期に入り、心房と心室の弁が閉まるときに、第 I 音、心室収縮期から弛緩期に入り、心室から動脈への弁が閉まる時、第 II 音として心臓の鼓動は聞こえる。同様の周期で体積変化、振動するものを両手で触った時に、実際に心臓を触っているかのような感覚を表現できると考えている。

また、圧力提示、振動提示以外にも表面の溝や血管による凸凹感、濡れ感、温度感が心臓感らしさ、「生命らしさ」の表現において重要である可能性がある。そのため、必要に応じて心臓表面の凸凹を模倣した心臓本体部をつくること、体験前に温めたローションで心臓本体部を湿らせておくことを検討している。

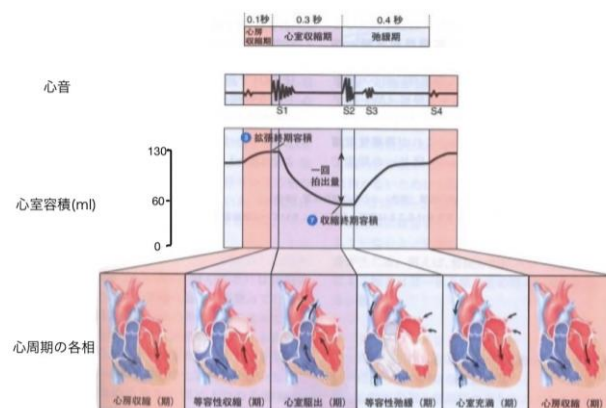


図 2 心周期における心室容積、心音（ [7]にある図を編

集し作成)

## 5. システム構成

本システムは、大きく分けて押圧感知部、心拍計測部、心臓デバイスに分けられ、心臓デバイスは体験者着用部、心臓本体部に分けられる。体験者着用部は常に視覚的にも触覚的にも体験者から見えない構造をしており、胸部触覚提示部、マイコン (Arduino) に分けられ、心臓本体部は体験中に体験者着用部から取り出される (図 3)。

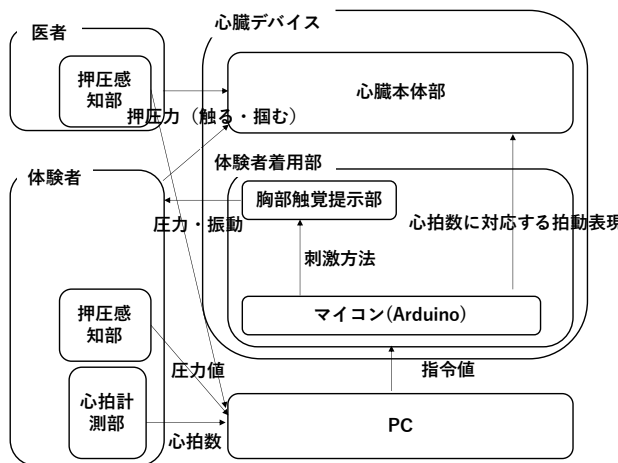


図 3 システム構成

### 5.1 押圧感知部

心臓本体部にかかった圧力を計測する。体験者、また医師役となる体験運営者が圧力センサーを取り付けたグローブを身に着けることによって実装する。

### 5.2 心拍計測部

本体験では、体験者の心臓の動きに対応して心臓デバイスの心臓本体部を拍動させることを考えている。体験者の脈拍数を計測し、それを心拍数として扱う。光学式脈波センサーによって、体験者からリアルタイムで脈拍数を取得し、その値に対応して、心臓本体部の体積変化、振動変化の周期を変える。

### 5.3 心臓デバイス

本デバイスは中が見えず、体験者が容易に着脱できる構造をしている。また、心臓本体部を取り出すときに血管が引き伸ばしているようにみえる演出のため、心臓本体部に血管を模した赤色のゴムチューブでつなげる。

#### 5.3.1 心臓本体部

心臓本体部は心臓の拍動を表現できるような体積変化、そして掴む動作に耐える伸縮性のあるものを用いる。現状心臓を模したスクイズのおもちゃ (flying tiger copenhagen) [8]を用いることを考えている。

また、心臓の拍動を触覚的に表現するため、体験者が触る部分の膨張、収縮による圧力提示、振動提示を行う。

圧力提示を行うため、心臓本体部の体験者が把持しない部分をピストンで周期的に押し出すことにより、体験者が触る部分を膨張、収縮させる。また、振動提示のため、心臓本体部に振動子を埋め込み振動させる。この体積変化は心周期 (図 2) をもとに、振動は心音の第 I 音、第 II 音の時間をもとに提示する。また、その周期は心拍計測部で取得した脈拍数に対応して変化させる。

#### 5.3.2 胸部触覚提示部

心臓本体部が触られる、もしくは掴まれることによって、加わる圧力に対応して、体験者の胸部の中心に圧力を提示する。圧力を加える部分と、回転する部分を組み合わせた機構によってこの圧力提示を行う (図 4)。この機構についてはサーボモーターを利用したピストン構造、ステッピングモーターを利用した構造を考えている。また、体験者と着用物に負担のないようにするため、この圧力提示、回転提示は厚さのある布を介したうえで行う。

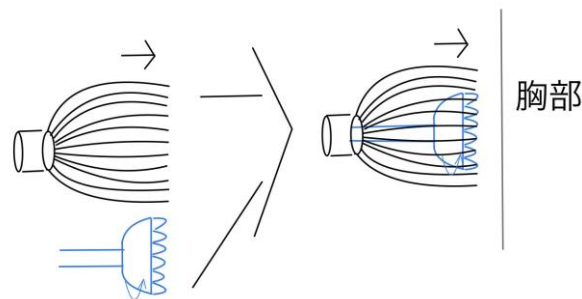


図 4 胸部触覚提示部の構造

また、胸部の広い圧迫感を提示するために、みぞおち、横腹を圧迫することを検討している (図 5)。現状丈夫な風船の中に入れたバンドをみぞおち、肋骨の下部の高さで胸部にまきつけることを考えている。バンドの内側のみぞおち、側胸部 (横腹の上) に接触する部位に丈夫な風船を付け、心臓本体部にかかる圧力に応じてバンドを締め付ける機構を用いることを予定している。

加えて、胸に手をいれられる感覚を提示するため、胸の中央部とその反対側 (背中側) に振動子を用いることを検討している。



図 5 胸部下部 (みぞおち、側胸部) への圧力提示

#### 参考文献

- [1] 鷲田清一, じぶん・この不思議な存在, 株式会社講談

- 社, 2021.
- [2] 荒木飛呂彦, ジョジョの奇妙な冒険第 28 巻遙かなる旅路さらば友よの巻, 株式会社集英, 78-9, 2002.
- [3] Watanabe J, Sato M, Ando H, “Empathetic Heartbeat,” MM'12: ACM Multimedia Conference, 1489–1490 (2012) <https://doi.org/10.1145/2393347.2396530>
- [4] Yoshida Yuya, Yoshida Naoto, Matsuda Tomotsugu, Ogino Masaki, Yonezawa Tomoko,, “Ikitomical Model2: The Living Reality with Cardiovascular and Pulmonary Interaction as Extended Body Sensation”, EC2013, 2013.
- [5] 渡邊淳司, 川口ゆい, 板倉杏介, 安藤英由樹, “心臓ピクニック : 鼓動に触れるワークショップ(<特集> ハブティクスと VR)”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.16, No. 3, pp. 303-306, 2011.
- [6] 渡邊淳司, 福沢恭, 梶本裕之, 安藤英由樹, “腹部通過仮現運動を利用した貫通感覚提示,” 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 10, pp. 3542-3545, 2008.
- [7] Bryan D. Derrickson, Gerard J. Tortora, トートラ人体の構造と機能 第 2 版, 丸善株式会社, 733-736 (2007).
- [8] Zebra Japan 株式会社, 心臓 フライングタイガーコペンハーゲン <https://blog.jp.flyingtiger.com/item/zebrajapan-flyingtiger copenhagen-1610440361940-apparelcloud.productclass-b09cf4a7-5fc5-4f94-854e-53205807904d> (参照 2022-07-17)