

クラウド・センシング(Crowdsensing)による身体データの 集合体を用いたアート表現

朴 永孝¹

京都市立芸術大学

Artistic expression with human body data aggregate via Crowdsensing

Young Hyo BAK

Kyoto City University of Arts

概要 — 人間の身体は外部刺激を受けることによって様々な情報を発する。その中には顔の表情や汗、あるいは涙のように目に見える形の情報もあるが、心臓の拍動や体温のように特別な機械を通さない限りは感知できない情報もある。近年続々と開発され発売されているウェアラブル・デバイスは、人間の感覚器官では感知することができない人間の身体情報の感知を可能とし、たくさんの人に様々な目的で利用されている。本研究は、「Crowdsensing²」の概念をモバイル・メディアの普及と共に広がった共有文化と、ウェアラブル・デバイスを用いて得られる身体情報を結び付けて解釈し、アート表現手段として積極的に取り組む。本研究では、見知らぬ場所の見知らぬ人々のリアルタイムな心拍情報の集合体を可視化した自作品《Heartdrops》とその類似作品群の考察を通して、不特定多数人から得られる身体情報をアート表現手段に扱う新しいアート表現手法と新しい観客体験について考える。

Abstract - The human body releases abundant information in relation to outside stimuli. Such information take form of those that are overt such as facial expression, perspiration, sweat, and those that are covert such as body temperature and heart rate. Covert information expressed by the body can only be noticed through specific devices (e.g. thermometer, cardiogram). Current advances in technology allow wearable devices to aid in capturing physical information that cannot be noticed through human sensory organs. These wearables are used for various purposes. The current study investigates artistic expression that uses a reinterpretation of crowdsensing theory in relation to the prevalence of mobile media, the culture of sharing, and information collected through wearable devices. Through analysis of the author's own Heartdrops – an art work that visualizes aggregated heart beat information of strangers from unfamiliar locations – and other similar works, the author disseminates the implications of using anonymous information for artistic expression and consequent audience experience.

Keywords : mobile media, smart phone, wearable technology, crowd-sensing, media art, heart rate

¹ 京都市立芸術大学 美術研究科博士課程 メディアアート領域. Email : younghyobak@gmail.com

² "Crowdsensing is a technique where a large group of individuals collectively share sensor data from any sensor-equipped devices and enable extraction of information to measure, map, analyze, estimate or infer (predict) any processes of common interest."

「Crowdsensing - Wikipedia」 <<https://en.wikipedia.org/wiki/Crowdsensing>>、2017年10月26日アクセス

序章

「メディア・アーティストは、新技術が垣間見える未来に着目し、既存のフレームの中で作品を作るのではなく、自らが新しいフレームを構築するアーティストである。」と以前多摩美術大学の原田大三郎教授が述べたことに接したことがある。筆者は新しいテクノロジーがもたらした社会の変動とその中で生まれる新しい作品のあり方に強い深い興味を持っている。スマートフォンが登場してから10年、そしてFacebookなどのソーシャル・メディアが登場してから10年以上経っている現在において、スマートフォンやソーシャル・メディアはもう新しい技術だと捉えられていないかもしれない。しかし、ケヴィン・ケリー (Kevin Kelly, 1952~) は次のようなことを述べる。

現在の生活の中のどんな目立った変化も、その中心には何らかのテクノロジーが絡んでいる。テクノロジーは人間性を加速する。テクノロジーによって、われわれが作るものはどれも、何かに＜なっていく＞プロセスの途中にある。あらゆるものは何か他のものになることで、可能性から現実へと攪拌される。すべては流れだ。完成品というものはないし、完了することもない。[ケリー 2016:11]

ケリーによれば、スマートフォンもソーシャル・メディアもまだ完成したものではなく、何かになっていくプロセスの途中であると考えることができる。人間に例えるとまだ10歳の少年にすぎないような2つのメディアは、これから何になっていくのだろうか。そして、それらのメディアの成長によってこの社会はどのように変わってゆくのだろうか。1990年代、携帯電話が本格的に普及し始めた頃は、携帯電話という存在が持つ意味を始め、携帯電話の具体的な使用マナーについてまでの多視覚的な考察の必要性に社会的な同意があり、アーティストたちも多様なアプローチからの創作活動を行っていた。パブリックな空間に持ち込まれるプライベートなものをテーマにした《Ironphone Cadeau2000》や、公衆マナーをテーマにした《Social Mobiles》、そして携帯電話の着信音をオーケストラに昇華した《Dialtones》などを代表的な例として挙げられるが、他にも数え切れないほどの作品が制作されていたことを覚えている。それと比べると、近來のモバイル・メディアやソーシャル・メディアを用いた創作活動はそこまで活発に行われてはいないようだ。我々はスマートフォンとソーシャル・メディアの現状、そしてそれらがもたらした社会的な反響をまだ完全に理解していないかもしれない。なぜなら、われわれはあまりに早く変化していて、「新しい機能を発明する速度がそれを文明に取り入れる速度を超えてしまっている」からだ [ケリー 2016:8]。実際に筆者は、修士研究を行っていた2011年、モバイル・メディアとソーシャル・メディアの共有文化をアート表現に用いる研究を行い、2012年《TRAVITA》という作品を制作した。《TRAVITA》は、モバイル・アプリケーション形態のドキュメンタリー映像作品であり、作品のアプリケーションをインターネット・ストアでダウンロードすれば誰でも手に入れることができ、作品に参加できる作品であった。《TRAVITA》は鑑賞者たちが撮影する身の回りの出来事が収録された断片的なビデオを結合し、24時間のビデオ・タイムラインを構成することで世界中で起きた出来事を毎日24時間のビデオとして残してゆく参加型のドキュメンタリー映像作品であった。すでに5年も前のことだが、制作に夢中だった当時にスマートフォンと連動するウェアラブル・デバイスが続々と発売されるようになっていたことを覚えている。新たなテクノロジーを用いて制作を開始したが、作品を完了させる前にテクノロジーがアップグレードされその性質が変わってしまっていた。テクノロジーと社会が速い速度で「何かになっていく」のであるならば、アーティストが作る作品もそれに応じて「何かになっていく」ものでなければならないか、社会が何になっていくかを予測し作品のフレームを作らなければならないのかもしれない。

著者は、モバイル・メディアとソーシャル・メディアがもたらした文化的な変動のプロセスに興味を持っている。綺麗な食べ物を写真に残すつもりだけだった行為がいつの間にか友人とコミュニケーションを取るための手段になっていた。そして、そのようなスナップ写真や短いテキストの積み重ねがいつの間にか自分の人生を振り返ることを可能にするライフ・ログになっていた。インターネットに存在する人々の営みを証言するようなテキストや写真、ビデオなどのものはこれからどこまで拡張するのだろうか。どのように拡張できるのだろうか。社会学的だけではなく、芸術的な研究素材としての余地はないだろうか。本研究では、クラウド・センシングという言葉を用いてインターネットにアップロードされている写真やテキストそのものだけではなく、それらが存在するようになるまでのプロセスをアート表現の手法として取り組む。また、本研究ではクラウド・センシングを用いて扱うデータの種類において、人々の心拍データという新しい設定をしている。近來のウェアラブル・デバイスの中では、使用者の身体情報を測定

リアルタイムで提示したり、インターネットにアクセスすることで長期間のデータをデータベース化したりするなどの機能を持つものが数多くある。ところが、現在のウェアラブル・デバイスはまだ過渡期であり、ウェアラブル・デバイスが使用できる場面や使用の目的はまだ広くないのが現状であると言える。現在、人の心拍や血圧、体温などの身体情報を測定するウェアラブル・デバイスは主に個人の健康管理のために使用されることが多いのが現状だが、いつかは人の心拍や体温などの身体データもシェアの対象となり、新しいコミュニケーションの手段として扱われるだろう。かつて写真やビデオがインターネットでシェアされるようになり、今は主なコミュニケーション手段や自己表現の手段となったように。

本稿では、スマートフォンとウェアラブル・デバイスによる身体データの測定と共有を用いた新しいアート表現の形態として《PulseCloud》と《Heartdrops》を提示する。《PulseCloud》は、体験者たちのリアルタイムな心拍データ測定と交換プロセスを可視化・可聴化するモバイル・アプリケーションである。そして《Heartdrops》は、《PulseCloud》によって収集されるリアルタイムな心拍データの集合体を実空間に物理的なものとして再現したインスタレーション作品である。両方ともウェアラブル・デバイスを用いた身体データの測定と、現代人が意識的に行っているライフ・ログ活動や情報共有活動を積極的にアート表現に取り組んだ作品である。見知らぬ人々の心拍データを通して我々は何を感じることができ、何を作り上げることができるのだろうか。データの集合体を通して見られる社会の姿はどのようなものであるのだろうか。本研究はこれらの疑問についての考察を《HeartDrops》とその制作プロセスを通して行いたい。

本論文の構成は以下の通り。

第1章ではモバイル・メディア、ソーシャル・メディア、そしてデータについてアーティストの立場から考察を行い、関連する作品の考察を行う。そして本研究の目標を述べる。第2章では本制作研究の概要と制作の流れを述べ、制作の流れにおける大きな軸となるモバイル・アプリケーション《PulseCloud》について詳しく説明する。第3章では身体データの集合体を物質的に再現した自作品《Heartdrops》についての解説を行い、最後に第4章で本制作研究が持つ意義と発展可能性について述べることで本論文をまとめる。

目次

序章

第1章 制作における背景

- 1.1 モバイル・メディアによる認知の拡張
- 1.2 ソーシャル・メディアによる認知の拡張
- 1.3 表現道具としてのデータ
- 1.4 関連作品の考察
- 1.5 時代背景を踏まえての作品の目標

第2章 制作研究の概要

- 2.1 作品の概要と制作の流れ
- 2.2 《PulseCloud》のシステム構造
- 2.3 《PulseCloud》の機能

第3章 物理的作品への展開

- 3.1 《Heartdrops》の概要
- 3.2 《Heartdrops》のシステム構造
- 3.3 《Heartdrops》の特徴

第4章 制作研究の意義と展望

- 4.1 身体データの集合体のアートの展開
- 4.2 表現手段としてのモバイル・メディア
- 4.3 パッケージ化された作品の新しい形態
- 4.4 プラットフォームとしての可能性

終章

参考文献

第1章 制作における背景

1.1 モバイル・メディアによる認知の拡張

本制作研究において大きなモチーフになっているのは現代のモバイル・メディアを代表するとも言えるスマートフォンとそれと連動するウェアラブル・デバイスである。ここでは、現代人にとってモバイル・メディアとは何かを考えてみる。マーク・デイヴィス (Marc Davis³) は、「携帯電話とは何か」を7つの項目に渡って説明した⁴。著者は、その7つの項目をスマートフォンに代入し再解釈することで、まず「スマートフォンとは何か」を考えてみようとする。

- 常に身に持っている個人的なデバイス

今までスマートフォンのように人間が常に身に持っているデバイスはなかった。そして、スマートフォンのように人間が依存するデバイスもなかった。コンピューターなどは人間がある場所へ行って使用するものであって、常に携帯するようなものではなかった。これだけでスマートフォンは革新的であると考えられる。

- 双方向音声基盤のコミュニケーション・デバイス

言うまでもなく、スマートフォンは携帯電話であり遠隔の人との音声を基盤としたコミュニケーションを可能とするデバイスである。音声基盤のコミュニケーション、つまり音声通話機能は携帯電話における最も重要な機能であった。しかし、スマートフォン時代になってから音声通話機能の利用率は段々減っているのが現状である。ヨーロッパの通信会社が行なったスマートフォンが持つ機能の利用頻度調査によると、2012年に5番目に位置した音声通話は、2017年現在では11番目までに落ちている。

- 双方向文字基盤のコミュニケーション・デバイス

SMS (Short Messaging Service)やMMS (Multimedia Messaging Service)、IM (Instant Message)、そしてEmailなどを利用した文字基盤のリアルタイム・コミュニケーションを可能とするデバイスである。文字基盤のコミュニケーション、特にLine、WhatsApp、WeChatなどに代表されるIMは現代において最も利用されているコミュニケーション手段である。

- メディアを消費するデバイス

我々が何らかのメディアの消費 (media consumption)に使う平均時間は1日で約8時間45分である⁵。消費されるメディアは従来のテレビ、ラジオ、印刷メディアからデジタル・メディアへと急速に移動している。さらに、デジタル・メディアの50%以上はモバイル・デバイスによって消費されているという⁶。スマートフォンは現代人の主なメディア消費デバイスである。

- メディアを制作するデバイス

人は自らテキストを作成し、ビデオや写真を撮影し、オーディオを録音するなど、様々なメディアの創作者になっ

³ 「Marc Davis」 <<http://marcdavis.me/>>、2017年10月26日アクセス

⁴ 2009年11月7日にカーネギーメロン大学主催で行われたシンポジウム「Mobile Art&&Code」でマーク・デイヴィスは携帯電話 (Mobile Phone) を7つの項目で説明した。その7つの項目は、a personal device carried on the body、a two-way voice communication device、a two-way text communication device、a media consumption device、a media production device、a sensor device in a sensor network、a social and cognitive prosthetic device that enables our collective embodied intelligenceである。

⁵ Ofcom. 「The communications market report : UK」, <https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0024/26826/cmr_uk_2016.pdf>, 2017年10月26日アクセス

⁶ eMarketer. 「Average time spent per day with major media by us adults, 2011-2017」 <<https://www.emarketer.com/Article/Growth-of-Time-Spent-on-Mobile-Devices-Slows/1013072>>, 2017年10月26日アクセス

てきた。YoutubeやInstagram、Twitter、Facebookに蓄積されている一般人によるコンテンツの量は莫大であり、その段的な例として、向後2年でTwitterに書かれる総文字数は今まで印刷されてきた全ての書籍の総文字数を超えるようになる [Rudder 2014:67]。スマートフォンの普及と日常的な使用による能動的なメディア制作は新しく広範囲な視覚文化を生み出した。これについては1.2で詳しく述べる。

- センサー・ネットワークを持つデバイス

スマートフォンにはたくさんのセンサーが内蔵されており、それらのセンサーは端末内のネットワークによって繋がっている。そのため、スマートフォンを用いて制作するメディア・コンテンツに、コンテンツをさらに詳しく説明するメタデータを追加することが可能である。例えば、スマートフォンを使って写真を撮影すると、誰が、いつ、どこで、どの方向に向かって撮影したかを説明するメタデータが写真と共に記録される。センシングとメディア・キャプチャーが同時に行われることによってデジタル・メディアは実世界との強い関係性を持つようになる。

- 身体化された認知デバイス

道具はそれを手で持ち使用する時に手の延長として働く。ギブソンは、身体と環境の境界は皮膚の表面にあるのではなく、道具によって変化可能であると次のように述べる。

使用時の道具は一種の手の延長であり、または身体の一部であり、もはやユーザが属している環境の一部ではない。しかし、使用されていない時の道具は環境から分離された単純なオブジェクトであり、持ち運びが可能ではあるが、観察者にとってはただの外部の物である。体に何かを付ける能力は、動物と環境との境界が皮膚の表面に固定されずにシフトが可能であることを示唆している。⁷ [Gibson 1986:41]

身体と道具の融合は人間に新しい能力を与え、人間は自分が属している環境を新たに認知することができる。つまり道具と身体との融合は人間の認知の拡張を起こす。メルロ・ポンティは、杖を持った盲人を例として挙げて道具による認知の拡張を説明する。

盲人の杖は彼にとってただのオブジェクトではなくなり、もはやそれ自体は認識されない。杖は感覚の領域になり、触覚の有効範囲と半径を広げ、視力と並行する。物事の探査で杖の長さは中期的に入力されない。盲人は杖の長さを通して物の位置を認識するのではなく、むしろ物の位置を通して杖の長さを認識する。⁸ [Merleau-Ponty 1945:165]

道具の反復的な使用と熟達により道具そのものも人間の知覚領域に受け入れられ、道具自体は透明になってしまうとメルロ・ポンティは考えている。現代人にとってスマートフォンとはメルロ・ポンティが例えた盲人の杖のようなものであると考える。我々はスマートフォンという道具を持ち、遠隔の人とコミュニケーションを取り、インターネットにアクセスして必要な情報を得るなどで認知や知覚の幅を広げ、思考と行動を起こしている。

スマートフォンが人間の環境に対しての認知や知覚能力を拡張させるデバイスであると考え、ウェアラブル・デバイスの中には人間の身体状態に対しての体系的な知覚を可能とする物が数多くあると考える。例えば、健康管理のために使われている心拍計や血圧計、体温計などがある。このようなウェアラブル・デバイスを使うことによって、人は自分の体の微細な変化を常に意識しながら行動することができる。ウェアラブル・デバイスはスマートフォンと連動させることができ、ウェアラブル・デバイスで得られた身体情報をスマートフォンに移すことができる。こうす

⁷ "When in use, a tool is a sort of extension of the hand, almost an attachment to it or a part of the user's own body, and thus is no longer a part of the environment of the user. But when not in use, the tool is simply a detached object of the environment, graspable and portable, to be sure, but nevertheless external to the observer. This capacity to attach something to the body suggests that the boundary between the animal and the environment is not fixed at the surface of the skin but can shift."

⁸ "The blind man's stick has ceased to be an object for him, and is no longer perceived for itself; its point has become an area of sensitivity, extending the scope and active radius of touch, and providing a parallel to sight. In the exploration of things, the length of the stick does not enter expressly as a middle term: the blind man is rather aware of it through the position of objects than of the position of objects through it."

ることによって、スマートフォンが持つ協力的なセンサー・ネットワークに連動することができ、身体内外の状況を感じるモバイル・デバイスのネットワーク体系が構成できる。

1.2 ソーシャル・メディアによる認知の拡張

スマートフォンの急速な普及はソーシャル・メディアに大きな影響を及ぼした。スマートフォンのネットワーク化されたセンサー・デバイスとしての特徴は、メディア・コンテンツの制作、編集、そして共有（シェア）を誰でも簡単にできるようにした。さらに、移動中に可能なメディア・コンテンツの制作からソーシャル・メディアへシェアするまでの一連の流れはGPSによるジオタギング（Geo-Tagging）によって「実世界に位置された可視性」を持つようになった。ラリッサ・ヨース（Larissa Hjorth⁹）は、携帯電話の中の写真などのデータをパソコンに移し、インターネットにシェアすることを「ネットワーク化された可視性（networked visibility）」と述べ、その進化として、位置情報センサーを含むモバイル・デバイスによってパソコンを介さずにその場でデータのシェアが行われることを「位置された可視性（emplaced visibility）」と述べている [Hjorth 2015:10]。主に携帯電話の発展による写真の変動を説明するために用いた言葉であるが、スマートフォンなどで制作されるテキスト、音声、ビデオなどの多様な形態のメディア・コンテンツも写真と同じように実世界に位置させることができる。人々は自分のとある瞬間を表すコンテンツや、空間的、地理的、そして社会的な動きを表すコンテンツを日常的に制作し、シェアするようになった。様々な文化や地域、国家、人種、性別、そして年齢の人々がその使い方や目的は異なるが世界各地の物事をシェアすることで、ウェブは実世界の出来事によってマッピングされるようになった。

ケリーは、「ウェブが引き起こした革命の中心にあったのは、新しい種類の参加の形であり、それはシェアすることを根本原理とした新しい文化へと発展していった」と述べ、さらに「シェアすることで、一部が人間で一部がマシンという、新しいタイプの思考を創造している」と述べている [ケリー 2016:30]。ウェブにシェアされるコンテンツは人々の痕跡、または生活に関わる出来事の痕跡をデジタル的に表す。このようなデジタル痕跡は重複され、連続されることによって段々具体化された存在になる。独創性を気にしない、プライバシーを意識しないで、ただ日常生活の一部として反復的に制作されるデジタル痕跡によって、人間そのものから人間が作り上げる物事まで、実世界に存在するどんな出来事でもその誕生と同時にウェブにも存在するようになってきた。図1は言葉通りにこの世界に生まれた同時に自分の意思と関係なくウェブにも存在するようになった新生児たちの例である。

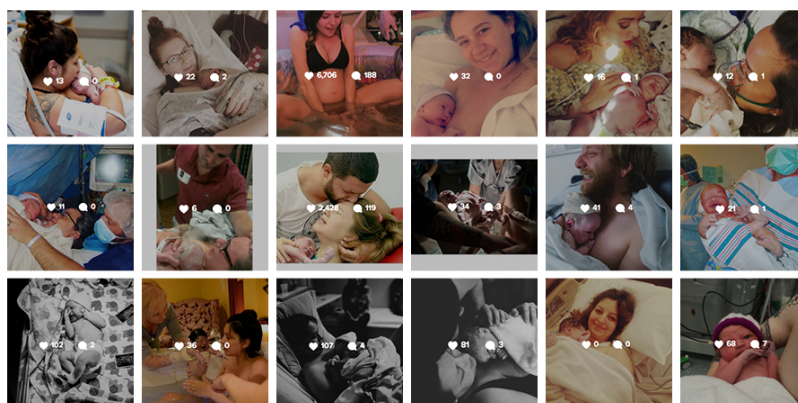


図1. 出生と同時にInstagramに記録された新生児

ウェブに存在するものの描写は継続されるデジタル痕跡のアップデートによって時間的、空間的な動きを持つ。このような動きによって、我々はウェブに存在するものを実世界に物理的に存在するものと同じものとして認識するようになる。実際に著者は知人のTwitterのテキストだけを追いかけることでその人が実際にいるカフェに辿りつき会

⁹ 「Larissa Hjorth」 <<http://www.larissahjorth.net/>>, 2017年10月26日アクセス

うことができた経験がある。その時に著者が起こした行動は、知人が残したデジタルな痕跡を実世界の痕跡と同一視したから起こした行動である。また、デジタル痕跡がどれほど実世界に正確にマッピングされているかを見せる1つの例でもあると考える。現代の人はカフェに一人でいながら、ウェブにアクセスすることで物理的に同じ場所に「いないがいる存在 (absent presences)」とひと時を過ごすことができる [Gergen 2002:3-4]。「いないがいる存在」、言い換えれば電子的に存在は、人間にとって物理的に同じ場所にいる存在と対等に認識されるようになってきた。同じ場所に集まって時間を過ごす数人の友達が実際に対話を行うことなくそれぞれのスマートフォン画面だけを見詰めている光景に接するのは珍しくもない。物理的に同じ場所にいなくても電子的に存在する、半分物質的で半分電子的な新しい概念の共存形態が我々に認識されるようになってきている。それに、人々がシェアするデジタル痕跡は知り合いの間だけでなく、知らない人までに公開されることが一般的である。そのため、ウェブにある様々な断片的なデジタル痕跡や、それらのデジタル痕跡の集まりが作り上げる電子的な存在はウェブにアクセスできる人であれば誰からでも認知できる。以前はこのような電子的な存在を検索という手法で認知されることが多かった。検索キーワードを入力し、羅列される検索結果から自分にもっとも適した物を探すことが一般的であった。ソーシャル・メディアのフォロー機能や購読機能、位置情報基盤のサービスなどは既存の検索するという行為を強化していると同時に透明にしている。事前に利用目的に応じたプラットフォームやサービスに登録しておく必要はあるが、我々はソーシャル・メディアにアクセスするだけでこの地球上の誰かが今何をしているのか、どのレストランで何を食べているのかを知ることができ、初めて行く場所であるにもかかわらずどこに行けば美味しいコーヒーが飲めるかを当たり前のように把握できる。我々は我々がシェアした情報を組み合わせることで世界を非常に細かいところから見ることもでき、または世界全体を俯瞰することもできるのだ。

1.3 表現道具としてのデータ

携帯電話にカメラが搭載されるようになってから写真というメディアは人間にとってとても身近なものになってきた。しかし携帯電話のカメラは、フィルム・カメラやデジタル1眼レフ・カメラなどの専門家用のカメラと使用目的も使用される場面も異なった。一般の人々にとって写真は「真実を伝えるメディア」ではなく、「イメージによる記憶の補助」として活用されることが多くなってきた。一般の人々にとって写真は、旅先で楽しい瞬間を記念するために残すための手段であることはもちろん、車を止めたパーキング・エリアの場所を覚えるための手段、道を歩いて偶然見つかった気になるお店の電話番号や商品のブランドを覚えるための手段などのように日常のメモを残すための手段にまで拡張された。スマートフォンの登場は写真の拡張を更に加速化した。カメラの性能は段々と良くなり、写真を確認する画面の大きさも大きくなった。さらに、常にインターネットにアクセスできるスマートフォンは人々に無限に近い写真の保存場所と見せ場を提供した。その結果、写真は現代人にとってもっとも愛用される自己表現手段、ライフ・ログ手段、メモの手段の1つになり、数え切れないほどの量の写真が作られるようになった。以上のような現代において、携帯電話やスマートフォンで撮影された写真、おそらく印画紙にプリントされることはないだろうと思われるインターネットの写真や端末の中に保存されている写真を我々はどうみるべきなのか。まず、世の中に溢れるような写真のほとんどに伝統的な写真のジャーナリズム的価値や芸術表現的価値が欠けていることは間違いないだろう。アントニオ・オルモス (Antonio Olmos, 1963～) は2013年にガーディアン紙 (The Guardian) のインタビューで「写真が今ほど大衆的になったことはこれまでなかった。しかし、写真は破壊されている。こんなに沢山の写真が撮られたことも今までにないが、写真は死にかけている」と語っていた¹⁰。しかし、TwitterやInstagram、Flickrなどにアップロードされた写真を美術写真やジャーナリズムの伝統的な価値判断基準と同じ基準で評価すべきなのか。携帯電話カメラやスマートフォン・カメラが及ぼした「インターネット写真」を「写真」以外の文脈で解釈することはできないだろうか。著者は自作品《TRAVITA》を通して「インターネット写真」にアート表現として新しい活用方法と価値を与える試みを行った。2012年に制作した作品《TRAVITA》は、スマートフォンによるデータ・キャプチャー (撮影) を用いた作品である。2007年に初めて発売されたスマートフォンだが、《TRAVITA》を公開した2012年のスマートフォン利用者は約10億人に至るまで増えていた。単純な算術的な考え方

¹⁰ "Photography has never been so popular, but it's getting destroyed. There have never been so many photographs taken, but photography is dying." The Guardian. "The death of photography: are camera phones destroying an artform?" <<https://www.theguardian.com/artanddesign/2013/dec/13/death-of-photography-camera-phones>>, 2017年10月26日アクセス

にすぎないが、スマートフォン用のカメラ・アプリを開発し配布すれば、10億個のカメラにアクセスできる環境がすでに構築されていたことを意味する。世界各地に広がっている10億個のカメラそれぞれが自由な意思と意識を持ちながら撮影を行うとどのようなコラージュ・イメージが作れるのだろうか。このような疑問を試みたのがモバイル・アプリケーション作品《TRAVITA》である。実際に《TRAVITA》は写真（静止画）ではなくビデオ（動画）を扱う作品であるが、インターネットに繋がったカメラによるデータ・キャプチャーを主な表現手段として扱っていることには変わらない。ここでイメージ・キャプチャーではなくデータ・キャプチャーという言葉を使っている理由を説明しよう。《TRAVITA》は1人の参加者により撮影されたイメージに含まれた象徴性に大きい意味を与えない。イメージが象徴することより、1人の参加者の意識がいつ、どこで、何を向かっていたのかを表すデジタル痕跡として意味を与えようとする。スマートフォンのカメラは常にインターネットにアクセスしていることはもちろん、スマートフォンに搭載された高度な性能を持つ他のセンサーと連動させることができるため、より正確なメタデータをイメージ・キャプチャーと同時に記録することができる。













Name	Kind	Date	File Size	Width	Height	Location	Aperture	Depth	Color Space	DPI	EXIF	Focal Length	Shutter Speed	ISO	Flash
 IMG_4618	JPG	Jul 21, 2017, 3:24:31 PM	1.3 MB	2,448	2,448	35° 10' 5.841" N 136° 54' 44.251" E	f/2.2	8	sRGB	72	2.2.1	4 mm	1/60	32	Off, did not fire
 IMG_4617	JPG	Jul 21, 2017, 3:21:25 PM	1 MB	2,448	2,448	35° 10' 20.687" N 136° 54' 49.201" E	f/2.2	8	sRGB	72	2.2.1	4 mm	1/40	32	Off, did not fire
 IMG_4616	JPG	Jul 21, 2017, 3:21:19 PM	1.1 MB	2,448	2,448	35° 10' 20.687" N 136° 54' 49.201" E	f/2.2	8	sRGB	72	2.2.1	4 mm	1/40	32	Off, did not fire
 IMG_4615	JPG	Jul 21, 2017, 3:21:12 PM	1.1 MB	2,448	2,448	35° 10' 20.687" N 136° 54' 49.201" E	f/2.2	8	sRGB	72	2.2.1	4 mm	1/40	32	Off, did not fire
 IMG_4614	JPG	Jul 21, 2017, 3:21:05 PM	1.1 MB	2,448	2,448	35° 10' 20.687" N 136° 54' 49.201" E	f/2.2	8	sRGB	72	2.2.1	4 mm	1/40	32	Off, did not fire
 IMG_4613	JPG	Jul 21, 2017, 3:20:58 PM	1.1 MB	2,448	2,448	35° 10' 20.687" N 136° 54' 49.201" E	f/2.2	8	sRGB	72	2.2.1	4 mm	1/40	40	Off, did not fire
 IMG_4612	JPG	Jul 21, 2017, 3:20:56 PM	1.1 MB	2,448	2,448	35° 10' 20.687" N 136° 54' 49.201" E	f/2.2	8	sRGB	72	2.2.1	4 mm	1/40	40	Off, did not fire
 IMG_4611	JPG	Jul 21, 2017, 3:20:19 PM	924 KB	2,448	2,448	35° 10' 15.431" N 136° 54' 52.272" E	f/2.2	8	sRGB	72	2.2.1	4 mm	1/30	250	Off, did not fire
 IMG_4610	JPG	Jul 21, 2017, 3:20:05 PM	1.4 MB	2,448	2,448	35° 10' 15.499" N 136° 54' 52.333" E	f/2.2	8	sRGB	72	2.2.1	4 mm	1/30	200	Off, did not fire
 IMG_4609	JPG	Jul 21, 2017, 3:19:52 PM	1.4 MB	2,448	2,448	35° 10' 15.853" N 136° 54' 52.272" E	f/2.2	8	sRGB	72	2.2.1	4 mm	1/120	40	Off, did not fire
 IMG_4608	JPG	Jul 21, 2017, 3:19:45 PM	1.4 MB	2,448	2,448	35° 10' 16.277" N 136° 54' 44.251" E	f/2.2	8	sRGB	72	2.2.1	4 mm	1/120	40	Off, did not fire
 IMG_4607	JPG	Jul 21, 2017, 3:19:35 PM	1.1 MB	2,448	2,448	35° 10' 6.942" N 136° 54' 44.251" E	f/2.2	8	sRGB	72	2.2.1	4 mm	1/60	40	Off, did not fire

図2. スマートフォン・カメラで撮影時に記録されるメタデータの例

モバイル・アプリケーション《TRAVITA》は、参加者が撮影を行う同時に、自動的に参加者のID、撮影された時刻、撮影が行われた場所などをメタデータとして記録し、撮影が終了すると1箇所のウェブ・サーバーに転送する。つまり《TRAVITA》で参加者が行う撮影行為は、単純なイメージ・キャプチャーではなく、参加者の意識がいつ、どこで、何を向かっていたのかを判断可能にするための複合的なデータ・キャプチャー行為であるのだ。《TRAVITA》サーバーに集まるデータは、メタデータによるデータの選別や分類、あるいは編集が可能となり、多様な方法での加工ができる。2012年に発表した《TRAVITA》は、データ・キャプチャーが行われた時間をデータ編集の基準として制作を行っており、全世界約1万人の参加者が自由に行ったデータ・キャプチャー結果を毎日24時間のビデオとしてリアルタイムに加工したものである。こうすることで、地球上でどのような出来事があったか、世界の姿はどのようなだったかを24時間の流れに沿ったリアルタイム・ビデオ・コラージュによって作りあげることができる。このコラージュを構成する各々のビデオは参加者1人1人の意識の向きを表しているので、《TRAVITA》の映像は時系列にコラージュされた世界中の人々の意識の向きで表現された世界の姿であると言えるだろう。この作品では、写真あるいはビデオを単純なイメージではなくもっと複合的なデータとして扱っている。さらに、データの制作が世界中の参加者から自由に行われるようにし、制作されたデータが自然に1つの場所に集まるような仕組みをしている。このような仕組みで、一人の撮影者なら物理的に不可能なリアルタイムな撮影場所移動が簡単にできるようになるのはもちろんで

あり、メタデータによって生成されるデータ配列によって予測できない偶然的なビデオ・コラージュは鑑賞者に作者の意思を排除した物事に対する多視覚的な観察を提供できる。《TRAVITA》は、インターネット写真のイメージではなくデータとしての価値に着目しており、気づいていないままデータの制作と蓄積に慣れている現代人の習性を利用し、写真と撮影の新しい表現可能性を試みた作品であるとする。



図3. 《TRAVITA》に再生されるデータのイメージと流れ

我々はモバイル・メディアとモバイル・インターネットを活用して様々なデータベースにアクセスし知覚を拡張していると同時に、自らデータを作ることによってデータベースを強化している。1.2で述べたように、我々が自ら作るデータは我々の存在そのものや生活を基にすることが多い。そのため、データを理解することは人間をもっと理解することであると考えることができ、それは社会をもっと理解することに直接つながると考える。しかし、データベースに集まる莫大な量のデータを外部から覗き見し、その総体や構造を理解することは簡単ではない。それぞれが異なる意味を持つデータをどう分類し、どんな目的で構造化し、どのような加工を加え、どのような新しい意味を創出するかを考えることは1つの重要な表現手法とされてきた [白井 2010:85-86]。写真のように具体的なイメージを持つデータがあれば、温度や心拍数のようにある現象を抽象的な数値で表すデータもある。様々な形のデータをデジタル・メディアとして可視化、可聴化する体感可能化する表現方法や、データを物質化し体感可能化する表現方法などはそれだけで興味深いテーマである。モバイル・メディアとウェアラブル・デバイスが普及している現代においては、すでに蓄積されたデータベースからデータを単に探すのではなく、人々のシェアする文化を用いたリアルタイム・データ・コミュニケーションによるデータ収集方法を考えることも可能である。

1.4 関連作品の考察

身体データを用いたモバイル・コミュニケーションをテーマとした作品の例としてクリスタ・ソムラーとロラン・ミニョノー (Christa Sommerer & Laurent Mignonneau¹¹) の《Mobile Feelings》を挙げることができる。

¹¹ 「Christa Sommerer & Laurent Mignonneau」 <<http://www.interface.ufg.ac.at/christa-laurent/>>, 2017年10月26日アクセス



図4. Christa Sommerer & Laurent Mignonneau 《Mobile Feelings》 (2001-2004) ¹²

《Mobile Feelings》は、心拍、血圧、皮膚電導性、汗、匂いなどの人間の身体データを用いた新しい形態の対人コミュニケーションをテーマとした作品である。この作品は、体験者の心拍、血圧、皮膚電導性、汗、匂いの測定機能、そして測定したデータのBluetooth通信による送受信機能、最後に受信するデータの電子機構による再現機能を持つ2つのモバイル・デバイスで構成される。2人の鑑賞者はこのモバイル・デバイスを1つずつ持ち、相手の体温を感じたり、心拍のリズムを感じたりするなど、互いの身体データの交換によるコミュニケーションを体験することができる。《Mobile Feelings》は、人間の身体データを用いた新しいモバイル・コミュニケーションを提示することで、携帯電話がもたらしたいつでもどこでも他人と繋がることのできる社会における人間のプライバシー領域とはどこまであるかを考えさせる作品である。携帯電話のテクノロジーとコミュニケーション活動の未来像を作品として提示し、社会の深いところまで浸透するようになった当時の携帯電話という存在とそれによる疎通の過剰を問題化した作品であり、テクノロジーの発達による様々な機能の追加が人間の社会に及ぼす順機能と逆機能について深く考えさせられる先駆的な作品であると考えられる。

なお、人間の身体データを物質的な作品に展開した例としてラファエル・ロザーノ＝ヘンメル (Rafael Lozano-Hemmer, 1967～) の《Pulse Room》を挙げる事ができる。



図5. Rafael Lozano-Hemmer 《Pulse Room》 (2006) ¹³

¹² 写真出典 <<http://www.interface.ufg.ac.at/christa-laurent/WORKS/FRAMES/FrameSet.html>>, 2017年10月26日アクセス

¹³ 写真出典 <http://www.lozano-hemmer.com/pulse_room.php>, 2017年10月26日アクセス

《Pulse Room》は観客の心拍を会場に設置された複数の電球の点滅で表現した作品である。この作品は体験者の心拍を測定する1つのセンサー装置と、その装置と直接に連動する1つの電球、そして体験者の心拍データのデータベースと連動する複数の電球に構成される。体験者がセンサー装置に手を触れると心拍の測定が始まり、測定ができるとセンサー装置の上部にある電球が心拍のbpmに合わせて点滅するようになる。体験者がセンサー装置から手を離すと、装置の上部の電球は徐々に消える。また、体験者の心拍データはデータベースに記録されるが、会場にはデータベースに保存可能な心拍データの数分の電球が用意されており、それぞれの電球はデータベースに記録された鑑賞者一人ひとりの心拍データと連動し点滅する。つまり、会場で点滅している1つひとつの電球は1人ひとりの体験者を表す。《Pulse Room》は、鑑賞者の心臓の動きを電球の点灯という物質化を通して可視化した作品であり、さらに過去に同じ会場を訪ねてきた他鑑賞者立ちの存在を会場で点滅する数々の電球を通して体感することができる作品である。時間の断切を乗り越えた鑑賞者たちの出会いが起きる作品であると考えられる。

1.5 時代背景を踏まえての作品の目標

モバイル・メディアが普及してから激動した社会の姿は表現者として大変興味深いことであった。数秒ごとに自動撮影を行いサーバーに転送する小型のウェアラブル・カメラから胸に巻いて一日中の体勢や心拍などを計測し記録するデバイスまで、千差万別のデバイスが開発されており、数多くの人々に試されている。それらのデバイスの共通する特徴は、細かい時間単位でデータの取得を行い大きなデータベースを構築しようとする点である。しかし、我々はなぜ胸にカメラをつけて一日中に意味のない写真を撮り続けようとするのだろうか、なぜ一日中の自分の心拍数をログ化しようとするのだろうか。我々は集まるデータを通して何を見ようとし、何を見ることができのだろうか。

関連作品として取りあげた《Mobile Feelings》でテーマとされた身体データによるコミュニケーションは、Apple社のApple Watchですでにデフォルトの機能として提供されている。大事な人の心臓の動きを手首で感じることでその人の存在を身体的で直感的に感じる事ができたと考える。身体データの取得と再現により遠隔の人の存在は今までは異なる種類の具体性を持って感じられるようになった。《Pulse Room》は展示という特定イベントを訪ねて来た人々の身体データの集合体を空間に広げた典型的なスペース・スペシフィック作品であるが、モバイル・デバイスの普及によって現在は全世界の人々の身体データをリアルタイムで扱うことが可能な基盤が構築されており、さらに大規模で広範囲な表現をリアルタイムに行うことが可能になっている。本制作研究は、身体データを用いたデータ共有行為によって生まれる新しい表現可能性に着目し、次のようなことを制作の目標とする。

- ・不特定多数の参加者同士の身体データによるデータ・コミュニケーションが行われる場を作る。
- ・データ・コミュニケーションをデジタル的に可視化・可聴化する。
- ・データ・コミュニケーションの物質的な再現を通して共同体の姿を直感的に表現する。

第2章 制作研究の概要

2.1 制作研究の概要と制作の流れ

本研究は人間の身体データを用いたアート表現を大きなテーマとする。写真やビデオの共有が現代の重要なコミュニケーション手段になり、写真やビデオの集合体を通して世界の姿を新しい視点から見るできるようになったように、身体データの共有によるコミュニケーション活動を通して世界の新しい側面を発見することができるのではないだろうか。本研究では、モバイル・メディアによる人間の心拍データのクラウド・センシングと共有を中心とした新しい表現の形態を試みる。リアルタイムな心拍データの測定と、そのリアルタイムな共有活動が行われる流れに重点を置き、常に流れてゆくデータ・コミュニケーションによって形成される作品の姿を提示しようとする。

さて、作品制作の重要な要素となる人々の心拍データのクラウド・センシングをどう行えば良いだろうか。まず、身体データを測定できるウェアラブル・デバイスはすでに数多く発売されており、たくさんの人々に利用されている。しかし、心拍データをリアルタイムで共有し、参加者間の自然なコミュニケーションを誘発するサービスは未だにない。さらに、人の身体データは敏感な個人情報として扱われており、とあるデータベースから無断にデータを流用すると個人情報侵害などの問題が発生する可能性が高いし、第三者からのデータベースへアクセスすることは基本的に禁じられている。本制作研究を進めるにあたって、まずは身体データの交換が行われる場を自ら用意する必要がある。そのため、本制作のプロセスは2つの段階で構成している。1つ目は、鑑賞者同士の自由な身体データの測定と交換を可能とするモバイル・アプリケーションの制作であり、2つ目はモバイル・アプリケーションで収集されるデータを物質化したインスタレーション作品の制作である。モバイル・アプリケーションがなければインスタレーション作品は存在できない。そして、モバイル・アプリケーションへの参加が活発に行われるほどインスタレーション作品もだんだん興味津々な形になってゆく構造をしている。このことについてはインタラクティブ・アートの特徴と結びつけて説明することができる。赤松正行（1961～）教授はインタラクティブ・アートの特徴を次のように述べる。

インタラクティブ・アートでは、鑑賞者が何らかの形で能動的に作品に関わることによって、作品自体が変化を起こし、その変化を鑑賞者が見ることによって、さらに作品への関わりが導かれる、といった無限反復的な構造を持っている。つまり、参加型作品では、鑑賞者が積極的に作品に働きかけることを前提としているわけである。…ここで、参加を前提としているスポーツやゲームについて考えてみよう。いかなるスポーツやゲームにもルールが存在し、そのルールに基づいて参加者が競技を行う。ルールは1つであるが、競技内容は無数に生まれ得る。しかも、良いルールほどより変化に富んだ競技内容が生まれ、人々は競技に熱中する。このルールを作品の基盤と考える時、実際の表現にあたるものは参加者が行う競技そのものであり、これを作品と見なすことができる。[赤松 2005:191]

まず、本制作研究におけるモバイル・アプリケーションは競技が行われる競技場となり、モバイル・アプリケーションの参加者は競技を行う選手となる。参加者はモバイル・アプリケーションを使って身体データ測定を行うことで作品に変化を起こす。参加者は自分の参加による変化をモバイル・アプリケーションで楽しむことができる。これを作品に変化を起こす1次的な要因であるとする、本制作研究のモバイル・アプリケーションではインターネットを介するデータ共有による2次的な変化要因が期待できる構造をしている。インターネットを介するデータ共有によって、10人がモバイル・アプリケーションに参加した場合は10種類の変化要因ができ、20人がモバイル・アプリケーションに参加した場合は20種類の変化要因ができるようになる。しかし、本制作研究で開発するモバイル・アプリケーションは、サッカー試合や野球試合のように必ずしも決まった人数で試合が行われる競技場と異なる。むしろ、公園や広場などのような場所に近く、その場所で遊ぶ人の数は可変的であり、それに応じて作品に変化を与える要因の数も可変的である。次に、本制作研究のインスタレーション作品は、モバイル・アプリケーションで行われているデータ共有状況の物理的なシミュレーションである。競技場と競技の比喻で説明を続けると、インスタレーション作品はモバイル・アプリケーションで行われる競技の実況中継放送のようなものに近いかもしれない。元々中継放送は、とある地域や場所で行われている出来事をその場から離れている数多くの人々により広く伝えるためのものである。物

事が中継される形態としてテレビ放送やラジオ放送などの映像や音声基盤をあげることができ、近来ではインターネット放送、SNSなどのテキスト基盤の中継形態も接することができる。このような中継形態に共通する特徴として、物理的に行われていることを何らかのデータとしてまとめ、電子信号化して色々な場所へ送ることをあげることができる。それにより、人々は離れている場所で行われている出来事を電子的に接することができる。本制作研究のインスタレーション作品は、一般的な中継で行われていることの逆のことが行われていると考えることができる。インスタレーション作品が展示された場所から離れている複数人の参加者たちが電子的に行なっている活動を物理的なデータ処理としてまとめ、展示場所という特定の場所に訪ねてくる鑑賞者たちに物理的に伝えることを行うのである。インスタレーション作品があることによって、鑑賞者はインターネット空間で行われている複雑なデジタル的な活動を電子的な装置を持たない自然体のままで体感することができるようになる。

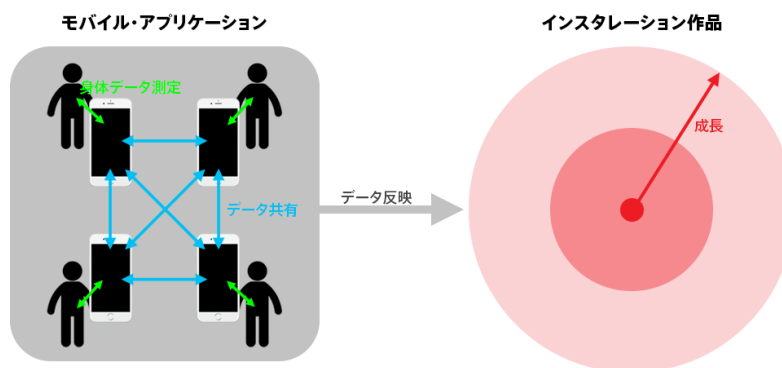


図6. モバイル・アプリケーションとインスタレーション作品の関係図

本制作研究では、モバイル・アプリケーションとして《PulseCloud》を制作し、インスタレーション作品として《Heartdrops》を制作している。《PulseCloud》は《Heartdrops》を成立させるための道具であるとも言えるかもしれないが、モバイル・アプリケーション《PulseCloud》は単なる道具ではない。《Heartdrops》のネットワーク環境を構築する大事な要素であり、遠く離れた場所にいる鑑賞者が《Heartdrops》をデジタル的に間接体験できる手段である。そのために《PulseCloud》は、それ自体が鑑賞者の興味を誘発することが可能なものでないといけなると同時に、それ自体が《Heartdrops》と深い関係性を持たなければならない。《PulseCloud》の延長線上に《Heartdrops》が存在することである。

2.2 《PulseCloud》のシステム

《PulseCloud》は、Apple社が販売しているiPhoneとApple Watchで利用できるモバイル・アプリケーションであり、App Storeに公開することで複数人に利用可能な環境を提供する。著者が《PulseCloud》の開発プラットフォームとしてApple社のデバイスを選んだ理由を少し述べよう。まずは、著者がすでに持っていたモバイル・デバイスがiPhoneであって、10年に近い長い間使用してきた分そのデバイスについての理解度が他のデバイスに比べて比較的に高かったことがある。それに、2011年に初めてモバイル・アプリケーションを開発した著者はまだ6歳児程度のプログラミング言語駆使能力しか持たなく、開発可能なプラットフォームは限られている状況である。しかし、著者がApple社のデバイスを選んだのは便宜的な開発環境を求めただけではない。ここで15年前に時間を巻き戻してみよう。著者は毎日、財布、携帯電話、腕時計、デジタル・カメラ（著者は当時映像を専攻していた）、音楽プレイヤー、ノート、筆箱、鍵と夜に鍵穴を探すための小型ライトなどを持ち歩いていた。多くの人はこの中で少なくとも5品は持ち歩いていたのであろう。時間を現在に戻してもう一度持ち歩いているものを確認すると、残っているものはおそらく財布と携帯電話と鍵程度だろう¹⁴。このように今まで数多くのメディアがスマートフォンに統合されてき

¹⁴ まだ広く普及されていないが、モバイル決済やスマート・ホームを利用すれば、財布や鍵も持ち歩さする必要はない。

た。現在のウェアラブル・デバイスは別のデバイスでありながらもスマートフォンと併用することを前提として開発されていることが多い。1つの例としてSamsung社のウェアラブル・デバイスGear VRをあげることができる。



図7. デバイスの統合が行われるSamsung社のGear VR¹⁵

Gear VRは仮想現実を体験できるデバイスであり、その形はHMD (Head Mounted Display) と同様であるが、利用者に映像や音声を送るための装置が搭載されていない。Gear VRは、ディスプレイなどの装置を搭載する代わりに利用者が持っているスマートフォンをGear VRに脱着できるようにデザインされている。Gear VRは2つのデバイスが利用者の必要に応じて1つのデバイスに統合され、実際は1つのデバイスとして機能をする例である。Apple社のApple Watchも同じようにiPhoneと同期することを前提としたデバイスである。USBポートによって2つのデバイスが物理的に結合されるGear VRとは異なり、Apple WatchはBluetoothによってiPhoneと同期される。Apple WatchをiPhoneと同期させることによって、Apple Watchに搭載されたセンサーもiPhoneのセンサー・ネットワークに連結されるようになる。本制作研究ではApple WatchとiPhoneの2つのデバイスを、高度なセンサー・ネットワークを持った1つのモバイル・デバイスとして用いている。また、作品に参加できるモバイル・アプリケーションのプラットフォームをiPhoneとApple Watchにすると結果的に作品へ参加できる鑑賞者がiPhoneとApple Watchの利用者に限定されてしまうが、鑑賞者がApp Storeでモバイル・アプリケーションをダウンロードするだけで簡単に作品を入手できる環境を備えることができる。

モバイル・アプリケーション《PulseCloud》のシステムの概要は図8のようである。



図8. 《PulseCloud》のシステム構造図

¹⁵ 写真出典 <<https://vrscout.com/news/samsung-gear-vr-commercials/>>, 2017年10月26日アクセス

《PulseCloud》のシステム構造は大きく2つに分けることができる。1つ目はモバイル・デバイスでのデータ処理システムであり、2つ目はサーバーでのデータ処理システムである。データ処理のためにモバイル・デバイス側では2つのモバイル・アプリケーションを開発しており、サーバー側では1つのサーバー・アプリケーションを開発している。それぞれのアプリケーションはBluetoothとインターネットによるネットワークを構築しており、ネットワークの中で連動して働くことでデータ処理を行う。Apple Watchは参加者の心拍データをリアルタイムに測定し、そのデータをiPhoneに伝送する機能を持つ。iPhoneは参加者の心拍データをグラフィックとサウンドなどのデジタル・コンテンツに加工するデータ処理と処理結果を参加者に提示する機能を持つ。さらに、参加者の位置データを検出し、位置データと心拍データをまとめてサーバーに伝送する機能も持つ。サーバーは、各々の参加者から受信するデータを全参加者に返す機能を持つ。またiPhoneでは、サーバーから他参加者のデータを受信し、すべての参加者のデータに対するデータ処理を行い、参加者間のデータ・コミュニケーションを可視化・可聴化する。これについては2.3で詳しく述べる。また、iPhoneアプリケーションが扱うすべてのデータはOSC通信¹⁶を通してコンピュータなどの他デバイスに送信することができる。この機能によって《PulseCloud》と平行する独自の作品展開が可能になる。自作品《Heartdrops》は、《PulseCloud》とコンピュータとのOSC通信によるデータ送受信を行うことで制作された作品である。

それでは、モバイル・デバイス側のシステムについて詳しく説明しよう。前に述べたように、本制作研究ではApple WatchとiPhoneを1つのデバイスとして活用しようとする。そのため、2つのデバイスの中で独立的に行われる処理と2つのデバイスが1つのデバイスとして働くことができる処理を行うモバイル・アプリケーションを開発する必要がある。このようなモバイル・アプリケーションの開発はXcodeで行なっている。Xcodeはソフトウェアを開発するためのApple社が提供する統合開発環境 (IDE: Intergrated Development Environment) である。統合開発環境とは、従来、コンパイラ、テキストエディタ、デバッガなどがばらばらで利用していたものを1つの操作環境 (多くはGUI: Graphical User Interface) から利用できるようにしたもの。最近のIDEには、GUIアプリケーション開発のための迅速なプロトタイピング (RAD: Rapid Application Development) が可能なものが多い。統合開発環境を使うことによって、巨大かつ複雑なソフトウェアでも、作成者に負担をかけることなく開発することが可能になる¹⁷。Xcodeでは、ソフトウェア作成のために用意するたくさんのリソース・ファイルを1つのプロジェクトとして管理することができ、開発するソフトウェアのユーザー・インタフェースを作成するために使用できるグラフィカル・ツールであるストーリーボードが用意されてあるため、より直感的なソフトウェアの開発が可能となる。Xcodeは、多様なプログラミング・モジュールや言語によるソース・コードをコンパイルすることができ、本制作研究ではObjective-CとSwiftを併用して開発を行なっている。

¹⁶ 「Wikipedia日本語版 - OpenSound Control」 “OpenSound Control (OSC) とは、電子楽器 (特にシンセサイザー) やコンピュータなどの機器において音楽演奏データをネットワーク経由でリアルタイムに共有するための通信プロトコルである。” <https://ja.wikipedia.org/wiki/OpenSound_Control>, 2017年10月26日アクセス

¹⁷ 「Wikipedia日本語版 - 統合開発環境」 <<https://ja.wikipedia.org/wiki/統合開発環境>>, 2017年10月26日アクセス

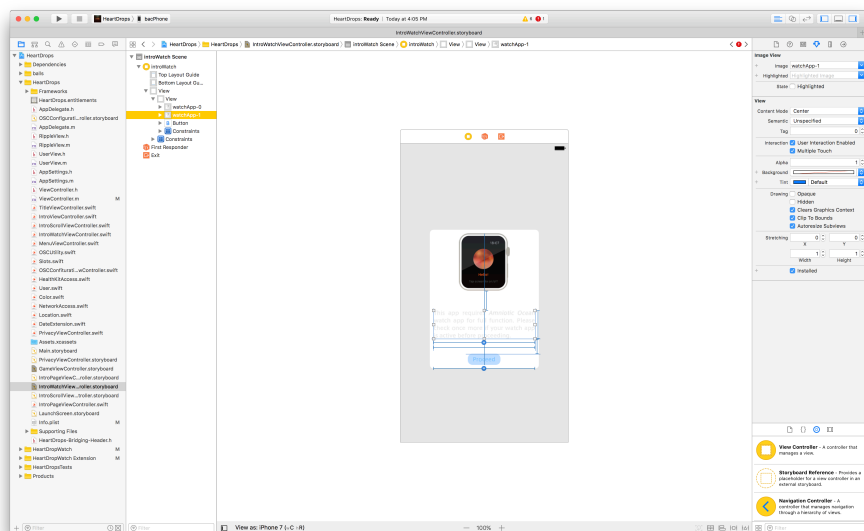
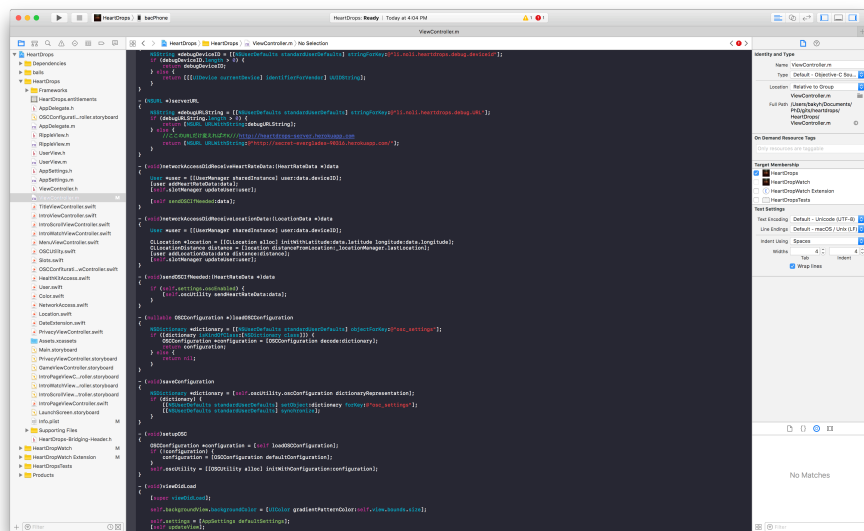


図9. Apple社の総合開発環境XcodeのテキストエディタとGUI作成ツール

さて、Apple Watchをセンサー・デバイスとして活用するためシステムを説明しよう。Apple WatchはiPhoneと同様にいくつのセンサーが搭載されているが、本制作研究では参加者の心拍データを取得するためのセンサー・デバイスとして活用している。Apple Watchの心拍センサーは緑色光と赤外線を発する2つの発光ダイオード（LED: Light Emitting Diode）と2つの光量測定センサー（フォトダイード・センサー：Photodiode sensor）で構成されている。このような心拍センサーはデバイス本体の背面に設置されているため、利用者がApple Watchを装着することで自然と体に密着されるようになる。

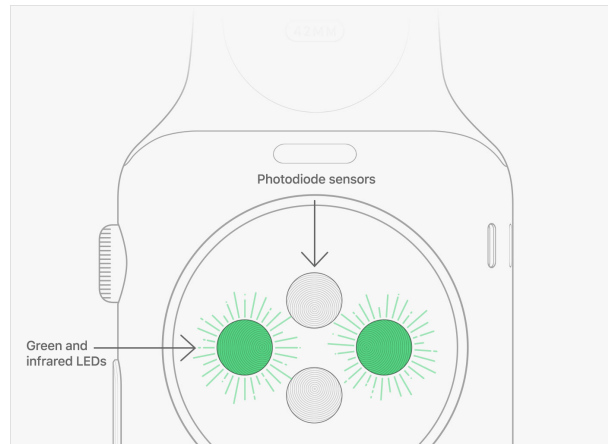


図10. Apple Watchの心拍センサー¹⁸

デバイスを手首に装着すると緑色光LEDで皮膚に光を発することが可能な状態になる。血液が赤色なのは赤色光を反射し、緑色光を吸収するからである。心臓が拍動すると血管の血液の流れが多くなるため、吸収される緑色光量もそれに応じて多くなる。緑色光量の変化を光量測定センサーが測定することで、デバイスを装着した人の心拍数を計算することができる。このようなセンシング手法はフォトプレチスモグラフィ（Photoplethysmography：光電脈波）と知られているが、フォトプレチスモグラフィは、取り扱いが簡単で四肢のどこにでもプローブを装着できることから、臨床に幅広く利用されている [岩田 2005:329-330]。Apple Watchのアプリケーションは、この心拍センサーを作品の目的に応じて任意的に起動させる必要がある。しかし、Apple社は一般の開発者が心拍センサーに直接アクセスできないように開発を制限している。開発を行なったwatchOS 2のSDKでは、HealthKit¹⁹というフレームワークのHKWorkoutSessionクラスを利用することで心拍センサーにアクセスできるが、心拍センサーを活性化するか非活性化するかは操作しか行うことができない。心拍センサーを活性化することで心拍データ自体は取得可能になるが、デバイスに記録される心拍データを直接に観覧するなどのデータへの直接的なアクセスはApple社によって許容されない。《PulseCloud》のApple Watchアプリケーションでは、まずHKWorkoutSessionを開き、心拍センサーを活性化した後、心拍センサーによって新しいデータの更新があったかを問い合わせる処理を連続的に行う。心拍データの管理を行うHealthKitにデータを問い合わせる処理によって、HKWorkoutSessionが開かれてから行われたデータ更新履歴が提示される。《PulseCloud》では、そのデータ更新履歴を時系列に並び替え、その中から心拍データの最新のデータを探し出し、参加者のリアルタイムな心拍データとして認めている。なお、Apple Watchアプリケーションで行われる処理の流れは以下の図のようにすることができる。

¹⁸ イメージ出典「Apple Support:」 <<https://support.apple.com/en-us/HT204666>>, 2017年10月26日アクセス

¹⁹ 利用者の個人情報を守りながら健康データやフィットネス・データによる操作を可能にするためApple社が用意した開発フレームワーク。

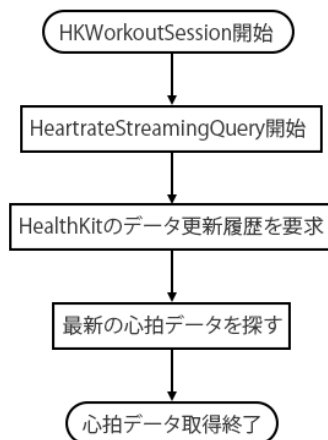


図11. 《PulseCloud》Apple Watchアプリケーションの心拍データ取得処理フローチャート

以上まで述べてきた処理を行うことで参加者の心拍データを取得することができるが、Apple Watchはインターネットにアクセスできない。そのため、複数の参加者間での心拍データ共有を実現するには、取得した心拍データをインターネットにアクセスできるスマートフォンに転送する必要がある。《PulseCloud》のApple Watchアプリケーションでは、Watch Connectivityというフレームワークを用いてApple WatchとiPhone間のデータ送受信を行う。Watch Connectivityは、BluetoothによりペアリングされたiOSアプリケーションとWatchKitアプリケーションの間の双方向コミュニケーションを提供するフレームワークである。Watch Connectivityの機能には、Interactive messagingとBackground transfersがある。Background transfersとは、WatchKitアプリケーションやiOSアプリケーションが非活性な状態でデータを送受信することを言い、データは実際に伝送されるまえにキューイングされる。そして、WatchKitアプリケーションとiOSアプリケーションを起動するとキューイングされたデータは使用可能状態になる仕様である。それに対してInteractive messagingはデータが即座に伝送される仕様であり、ライブ・コミュニケーションが実現できる。《PulseCloud》はInteractive messaging仕様を用いてApple WatchとiPhoneの間のリアルタイムなデータ送受信を実現している。しかし、Interactive messagingが機能するには、WatchKitアプリケーションとiOSアプリケーションが両方起動しており、通信可能状態 (reachable) である必要がある。

なお、Apple Watchアプリケーションでは、参加者の操作を誘導できるようなGUIを用意しており、心拍データ測定を開始や中止させる機能を持つボタン、センサーの起動状況を表すグラフィック、そして、測定された心拍データを表示するテキスト・ラベルを用意している。このGUIはXcodeのストーリーボードを使ってレイアウトを組み合わせているが、使用されるグラフィック・リソースはAdobe社の映像コンポジット・ツールであるAfter Effectsを利用して制作したものである。

次はiPhoneアプリケーションのシステムを詳しく説明しよう。iPhoneアプリケーションもApple Watchアプリケーションと同じようにXcodeのテキスト・エディタとストーリーボード機能を利用して開発している。iPhoneアプリケーションとApple Watchアプリケーションのために作成された全てのリソースはXcodeの同一プロジェクトとして管理されており、実際にApple Watchアプリケーションはこれから説明するiPhoneアプリケーションの拡張 (WatchKit extension) として存在するものである。iPhoneアプリケーションはデータ処理を行い、その結果を参加者に提示する機能を持つが、それだけではなく、作品の趣旨や目的、参加者の個人情報管理における規約などを説明する機能も持つ (それらの機能についてはまた2.2で述べることにする)。iPhoneアプリケーションでは、iOSのグラフィカル・インタフェース構築のためにApple社が用意したフレームワークであるUIKitのUIPageViewControllerというクラスを用いて、アプリケーション内に用意された複数の画面間の移動を実現している。UIPageViewControllerを使うことによって、参加者の簡単な指操作でアプリケーションの初期画面、プライバシー・ポリシー画面、個人情報取得許可画面、メイン画面の間を自由に移動しながら観覧できる環境が作られる。

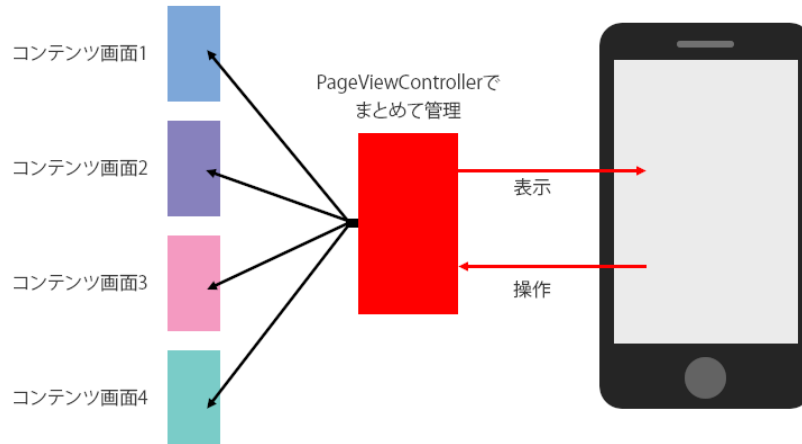


図12. UINavigationControllerによる複数の画面管理

それでは、心拍データを含めiPhoneアプリケーションで行われるデータ処理システムについて説明しよう。まずは、Apple WatchとのInteractive messagingを行うためにiPhone側でもWatch Connectivityのセッションを開始する必要がある。すると、2つのデバイス間のデータ送受信環境が完備できる。次にiPhoneでは、Interactive messagingによって受信された心拍データをHealthKitに書き込む処理を行う。このような処理の流れでApple Watchで取得した心拍データをiPhoneに保存することができ、2つのデバイスが「センサー・ネットワークを持つ1つのデバイス」として利用可能になる。

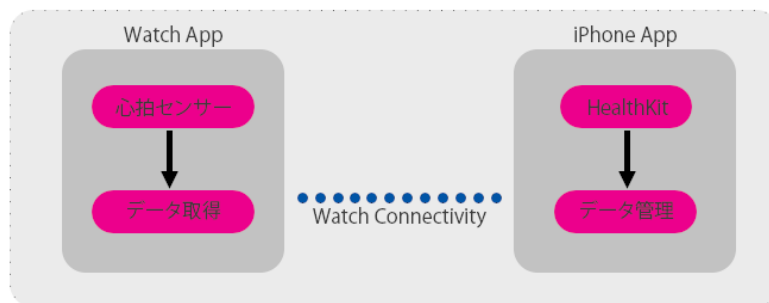


図13. Watch Connectivityによるネットワーク

iPhoneアプリケーションでは、参加者の位置情報とデバイスIDを取得する処理も行う。参加者の位置情報とデバイスIDを取得することで、どこにいるだれの心拍データなのかを判断可能になり、複数人の参加者によるデータ処理を行う際のデータ整列や分類に必要なになる。iPhoneでは参加者を識別するためのデバイスとしてUUID (Universally Unique Identifier) を用いている。UUIDとは、ソフトウェア上でオブジェクトを一意に識別するための識別子である。UUIDは128ビットの数値だが、16進法の文字列による表現が使われることが多い。元来は分散システム上で統制なしに作成できる識別子として設計されており、したがって将来にわたって重複や偶然の一致が起こらない前提で用いることができる²⁰。UUIDの取得方法にはいろいろが考えられるが、本制作研究ではUIKitのUIDeviceというクラスを利用してUUIDの取得処理を行なっている。UIDeviceでは、デバイスの名前、モデル、OS名やバージョンなどのように、デバイスに関わる様々な情報を得ることができる。UIDeviceのidentifierForVendorを使うと、同じベンダーからインストールされて同じデバイスで起動される同じアプリケーションに対して、同じ値を与えることができ

²⁰ 「Wikipedia日本語版 - UUID」 <<https://ja.wikipedia.org/wiki/UUID>>, 2017年10月26日アクセス

る。iOSアプリケーションはApp Storeから手に入れることが一般的であるため、参加者がデバイスを変えない限りでは、何度アプリケーションをインストールし直しても同じ値のUUIDを与えることができる。

参加者の位置情報は、Core Locationを使うことで取得できる。Core Locationとは、デバイスの地理的な位置、高度、向きを提供するフレームワークである。このフレームワークを使うことで、iPhoneに搭載されたWi-Fi、GPS、磁気系 (magnetometer)、気圧計 (barometer)、そしてセルラー (cellular) ハードウェアを全部活用して参加者の位置情報を得ることができる。Core Locationを使用するには、デバイス使用者の許可を得る必要がある。アプリケーションの初期起動時は、以下の図14のようなメッセージ・ボックスが現れ、デバイス使用者にアプリケーションのCore Locationへのアクセス許可を要求する。デバイス利用者が拒否する場合は位置情報の取得ができない。

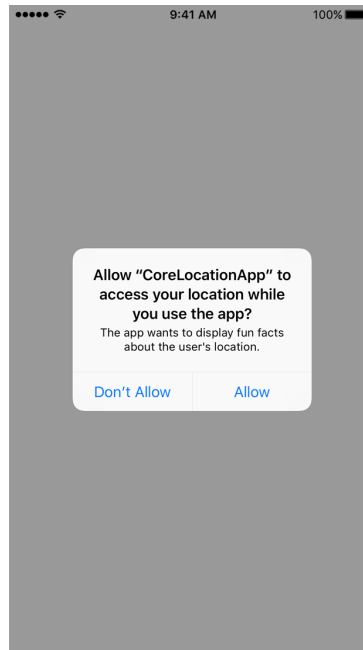


図14. Core Locationへのアクセスを求めるメッセージ・ボックス²¹

ここまでの処理で、iPhoneアプリケーションは参加者の心拍データ、位置データが取得でき、取得できたデータに参加者別の特定なIDをつけることができる。《PulseCloud》では、このように取得したデータを他参加者と共有できる環境を作る必要があるが、その実現のために、Node.jsサーバーとSocket.ioによるデータ送受信環境を用いている。iPhoneアプリケーションで行われるデータ共有によるデータ処理を説明する前に、まずサーバー・アプリケーションを説明しよう。

《PulseCloud》のサーバーは、サーバー・アプリケーションが起動すると共にイベントを待機し、イベント化された入出力に従って処理を行うイベント駆動型 (event-driven) プラットフォームであるNode.jsによって制作されている。本制作研究におけるイベントとは、iPhoneアプリケーションが送信した参加者のデータを受信することである。また、《PulseCloud》では、Socket.IOを利用してデータ送受信を行なっている。Socket.IOは、リアルタイム・ウェブ・アプリケーションのためのJavaScriptライブラリーである。Socket.IOを使うことでサーバーとウェブ・クライアント間のリアルタイムな双方向通信が可能となり、結果的に異なるブラウザやデバイスの間のリアルタイムな双方向データ・コミュニケーションが可能となる。《PulseCloud》では、Socket.IOによる心拍データの送受信が発生させる通信イベントによって駆動されるNode.jsサーバーを構築している。クライアント側のiPhoneアプリケーションでは、iOSアプリケーションのためのSocket.IOライブラリーである「socket.io-client-swift」を用いてNode.jsサー

²¹ イメージ出典「Apple Documentation: Core Location」<<https://developer.apple.com/documentation/corelocation>>, 2017年10月26日アクセス

サーバーとのデータ通信に関わる処理を行なっている。また、Node.jsのサーバ・アプリケーションを実行する環境が必要となるが、本制作研究では、その実行環境として「Heroku」というPaaS（Platform as a Service）を利用している。PaaSとは、インターネットを利用したコンピュータの新しい利用形態の1つであり、ソフトウェア構築や移動のためのプラットフォームをインターネット経由して提供するサービスである。PaaSを利用することで、開発者は開発したシステムの構築と運用環境を提供してもらうことができ、自分の顧客にサービスを提供することができる。Herokuは、Node、Ruby、PHP、Pythonなどの多重言語のプラットフォームがあらかじめ用意されたPaasである。サーバーとiPhoneアプリケーションのデータ送受信システムは図.15のようである。

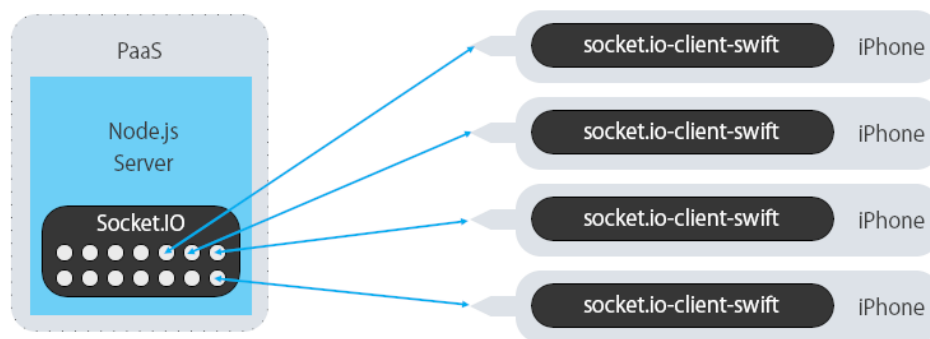


図15. Node.jsとSocket.IOによるサーバーとクライアントのデータ・コミュニケーション

これまでの処理で、全ての参加者は自分の心拍データをサーバーに送るようになる。そしてサーバーは、送られたデータを全ての参加者に返すようになる。そのため、《PulseCloud》のセンサー・ネットワークはインターネットまで拡張でき、離れた場所に存在する全参加者の心拍データが取得できる環境が実現される。

サーバー・アプリケーションの役割と説明はここまでとし、iPhoneアプリケーションで行われるデータ処理の説明を続けよう。前節で述べたように、iPhoneアプリケーションには《PulseCloud》アプリを使っている全ての参加者のデータが集まるようになっている。集まるデータの中身は、心拍データ、位置データ、デバイスIDであるが、iPhoneアプリケーションではデバイスIDをまず確認し、デバイスID毎にスロットを作り、データ管理を行う。新しいデバイスIDからデータを取得すると、そのデバイスIDの専用スロットが自動的に生成され、その専用スロットの中で心拍データの更新などのデータを管理する。このようにスロット化することで、現在何人の参加者がアクセスしているか、それぞれの参加者の心拍数は幾つなのか、それぞれの参加者はどこにいるかを体系的に管理することができる。スロットの中では、参加者の位置情報に基づいた他参加者との距離計算処理を行う。距離計算は、アプリケーションが起動されているデバイスから他のデバイスがどれほど離れているかを計算する。距離計算は、Core LocationフレームワークのクラスであるCLLocationのdistance(from:)というインスタンスを使うことで得ることができ、デバイスから離れた対象の距離をメートル単位で得ることができる。スロットは、中身のデータ更新が一定時間以内に起きない場合に削除される。スロットと生成と更新は図16のように説明できる。

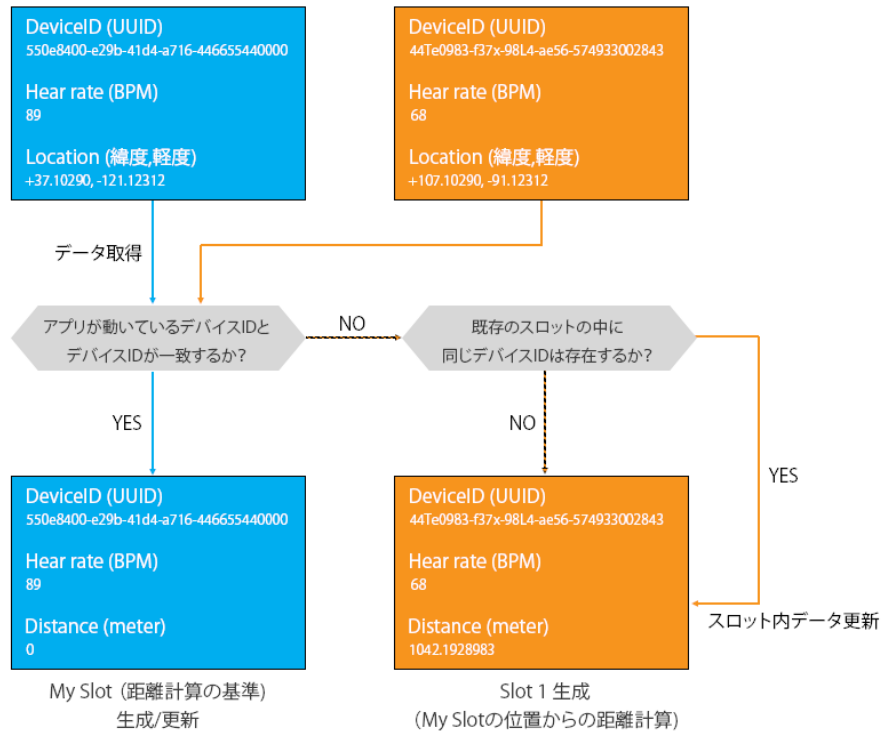


図16. スロットの生成と更新

最後にiPhoneアプリケーションで行われるグラフィックとサウンドの処理について説明しよう。iPhoneアプリケーションでは、深海の中で舞い上がる気泡のような発光体をモチーフとしたグラフィックとサウンドで参加者に心拍データの集合体を提示する。このグラフィカルな処理とサウンドの処理は、あらかじめ制作したアニメーション・ファイルと画像ファイル、そしてサウンド・ファイルをリソースとして用意し、それらをプログラミングによって生成するグラフィックと合成することで実現したものである。グラフィック・リソースはAdobe社の映像コンポジット・ソフトのAfter Effectsと同社の画像編集ソフトであるPhotoshopを使って制作したものであり、サウンド・リソースはAbleton社のサウンド制作ソフトであるLiveを利用して制作したものである。

まずは、グラフィックの処理について説明しよう。グラフィックの処理は、2Dゲームの開発のために用意されたフレームワークであるSpriteKitを利用して行なっている。Spriteとは、基本的にコンピュータ・グラフィックスにおける2次元のビットマップを意味するが、ハードウェアでの合成を目的として用いられる独立的な図形であると説明することもできる。Spriteでシーンを構成すると、アニメーションを起こすときは動かしたいspriteだけを動かせば良いようになり、シーンのレンダーにかかるハードウェア的な負荷を減らすことができる利点がある。SpriteKitを使用することで、単純なアニメーション処理はもちろん、物理シミュレーションによるアニメーションやイベントによるアニメーション処理を高速に行うことができる。SpriteKitは、キャンバスのような役割をするSKSceneとキャンバスに描かれる要素に当たる複数のSKNodeを組み合わせて構成する。iPhoneアプリケーションのグラフィックを実現するには、水中のような背景アニメーション、参加者の心拍データに応じて描画される気泡がまず必要とされる。深海をモチーフとした水中背景アニメーションは、SKTextureAtlasクラスを利用して実現している。SKTextureクラスは元々複数のspriteに同じテクスチャーを入れるときに使用されるクラスであるが、TextureAtlasは、複数のイメージを1つの大きなイメージとして結合させ、描画処理を行うときに複数のイメージを読み込む代わりに1枚のイメージを読み込むことで処理速度を上げる。

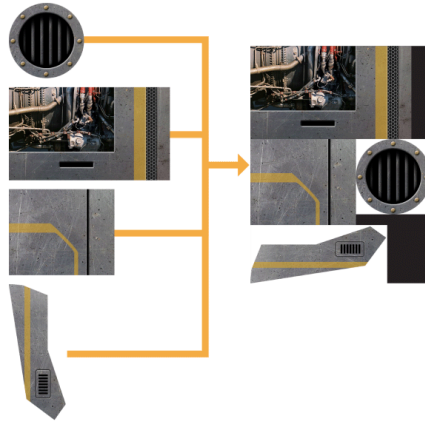


図17. SKTextureAtlasで行われるイメージ結合²²

SKTextureAtlasでは、After Effectsで制作した30枚の連続イメージを順次的に表示することで静止画像をアニメーションのように表示する処理を行う。また背景の画像処理では、さらにリアルな深海の表現のために、パーティクル・システムを導入し、水中の浮遊物を表現している。パーティクル・システムは、数百以上のパーティクルを生成し、動かすことが一般的である。しかし、数百以上のパーティクルをSKSceneに生成し、それぞれのパーティクルが他のSKNodeと影響を与え合うようになるとその処理だけに大きな負荷がかかってしまう。そのため、背景のグラフィックを補強するパーティクル・システムは、SKSceneと別の環境を持つSCNParticleSystemを用いて作成している。SCNParticleSystemは、イメージ・スプライトやパーティクルのアニメーションとレンダリングをクラス内で独自に管理するため、SKSceneの物理シミュレーション・モデルに影響を受けない。よってSCNParticleSystemでは、SKSceneの物理シミュレーション・モデルに合わせた環境設定を独自に行う必要がある。水中浮遊物の表現は、浮遊物の形、浮遊物の大きさ、動きの速さ、海流の流れ、それぞれが異なる設定を持つ3種類のパーティクル・システムによって実現されており、3つのSKNode（詳しくはSKEmitterNode）としてSKSceneに配置している。iPhoneアプリケーションのグラフィックスは、1つのSKTextureAtlasレイヤー、3つのパーティクル・システム・レイヤー、そしてこの次に述べる参加者の心拍データによって変化する1つのSKNodeレイヤーによって構成される。5つのレイヤー合成によって、リアルでダイナミックなグラフィック表現ができることはもちろん、視覚的な奥行きを表現することも可能となる。iPhoneアプリケーションのグラフィックスの構成は図18のようである。

²² イメージ出典「Xcode help : Use texture atlases to improve performance」<<https://help.apple.com/xcode/mac/current/#/dev0bfaf1ab7>>, 2017年10月26日アクセス

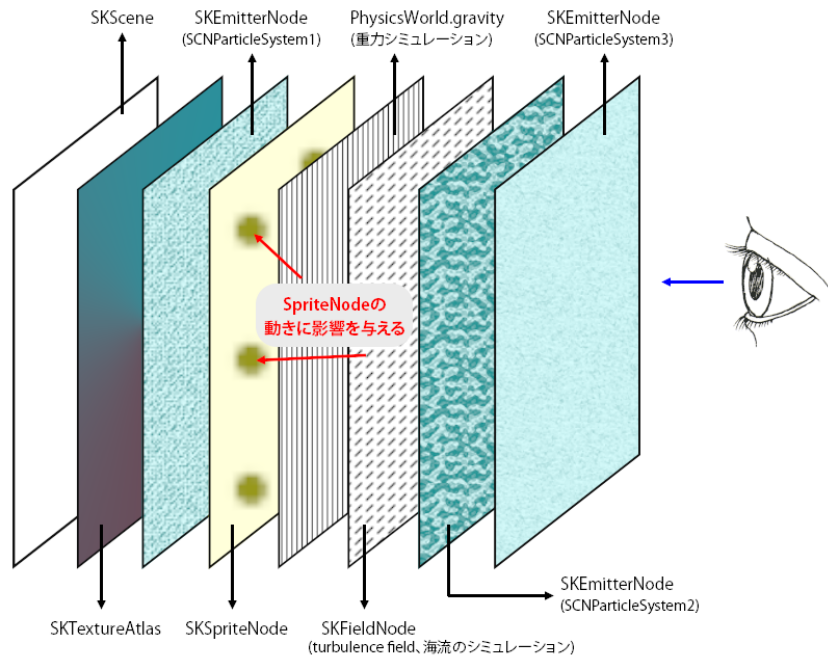


図18. SpriteKitによるグラフィックス構成

SKSpriteNodeでは、参加者の心拍データと距離データが管理されるスロットからデータを読み取り、そのデータに基づいた図形描画処理を行う。1つのスロットにつき2つのSKSpriteNodeが生成され、画面に表示される。また、データ更新が行われると、データの数値変化がリアルタイムに2つのSKSpriteNodeに反映される。2つのSpriteNodeは、異なる方法で円形の図形を描画し、2つの円形を同じ位置に重ねることで表示する。1つ目の円形は、参加者たちの離れた距離によって図形の大きさと透明度が指定され、描画される。2つ目の円形では、円形の大きさが大きくなったり小さくなったりするアニメーションと、円の透明度が薄くなったり濃くなったりするアニメーションが一定間隔おきに反復される処理を行う。その反復される時間間隔は参加者たちの心拍数によって決まる。このような処理によって心拍数に合わせて円形が明滅するようなグラフィックを実現することができる。

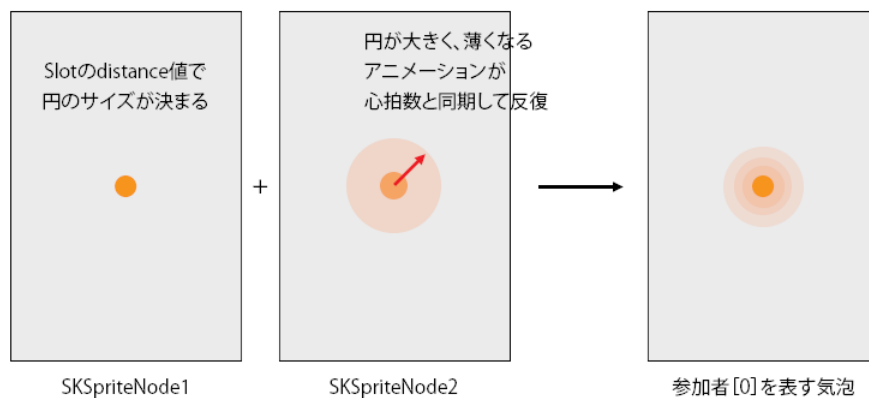


図19. SlotのデータによるSKSpriteNodeの描画

図19のように表現した気泡は、スロットの数分、つまりアクセス中の参加者の数分生成される。それぞれの気泡はSKSpriteNodeで生成しているため、SKSceneに重力や気流などをシミュレーションするFieldNodeを追加すること

それぞれのSpriteNodeに自然な動きアニメーションを与えることができる。このアプリケーションでは、図18のようにPhysicsWorld.gravityを使ってSceneに重力を生成し、次にSKFieldNodeを使って海流をシミュレーションすることで、水中で上昇するような動きを気泡に与えている。

次に、サウンドの処理について説明しよう。サウンドの処理は、スロットのデータによってダイナミックに変化するようになっていく。サウンドの処理は、グラフィック処理と同じようにSpriteKitで行なっており、SKAudioNodeというクラスを使って作成している。SKAudioNodeはSKSceneにサウンド要素を入れるために用意されたクラスであり、サウンドの再生と停止をコントロールしたり、簡単なサウンド・エフェクトを入れることができる。このアプリケーションでは、スロットから参加者の距離と心拍数を読み取り、あらかじめ用意したサウンド・サンプルの再生間隔と音量を操作する処理を行なっている。アクセス中の参加者のそれぞれの心拍数に合わせてサウンドが反復再生される。反復再生の時間間隔は、グラフィックの明滅処理と同様であり、心拍データのアップデートに連動してダイナミックに変化する。再生されるサウンドは、あらかじめ用意された7種類のサウンド・サンプルの中からランダムに当てられる。また、参加者の距離データによって再生されるサウンドの音量が設定され、遠くにいる参加者のサウンドは小さく、近い場所にいる参加者のサウンドは大きく再生される。サウンド処理の流れは図20のようである。

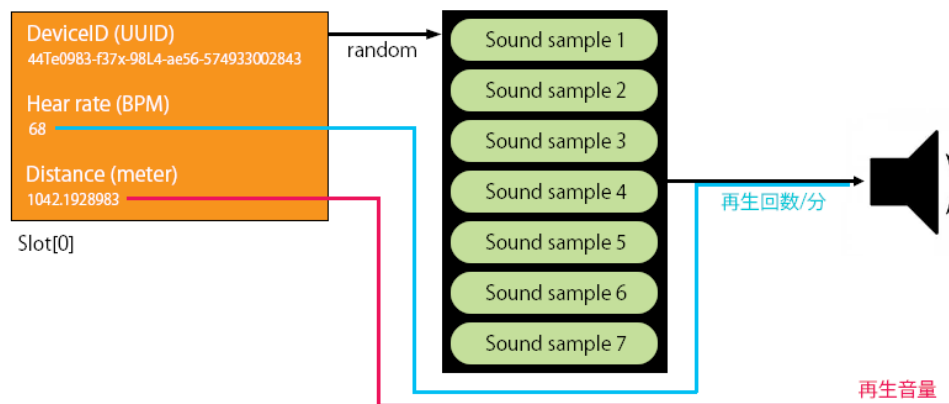


図20. Slotのデータによるサウンドの処理

最後に、iPhoneアプリケーションでは、VVOSCを使ってOSC通信を可能としている。VVOSCはソフトウェアとソフトウェアの間のインターネットやイーサネットなどのネットワークによるOSCメッセージの送受信を可能とするオープン・ソース・フレームワークである。このアプリケーションでは、データを受信するデバイスのIPアドレスとポート番号を指定し、参加者たちのデバイスID、心拍データ、位置データを送ることができるようにOSC通信機能を作成している。ただし、この機能を使うには受信するソフトウェア側でもOSCメッセージを受信するための処理を作成しなければならない。

2.2 《PulseCloud》の機能

本制作研究では、クラウド・センシングによる表現形態を2つの層を持った作品で提示している。クラウド・センシングによるデータ・コミュニケーションを可能とする《PulseCloud》が1つの層であり、クラウド・センシングによるデータ・コミュニケーションを物理的に体験することができる《Heartdrops》がもう1つの層である。《PulseCloud》と《Heartdrops》には明確な前後関係があり、《Heartdrops》は《PulseCloud》によって実現されるセンシング・システムとネットワーク環境がなければ存在できない。そのため、《PulseCloud》の主な目標は、多数の参加者たちの心拍データの測定と自然なデータ・コミュニケーションを誘導することである。しかし、《PulseCloud》の参加者が必ずしも《Heartdrops》に接することができるとは限らない。そのために《PulseCloud》はそれ自体がデータ・コミュニケーションをデジタル的に体験可能なコンテンツを持たなければならない。

《PulseCloud》は、モバイル・アプリケーションの形態をした「作品の実現のための道具」であると同時に、それ自体が「デジタル作品」であると考えることができる。

《PulseCloud》は、iPhoneアプリケーションとApple Watchアプリケーションが1つのパッケージにまとめられている。iPhoneにアプリケーションをインストールするとApple Watchにも自動的にアプリケーションがインストールされる。参加者は、Apple WatchのアプリケーションとiPhoneのアプリケーションを両方に起動することで、《PulseCloud》の機能を体験することができる。《PulseCloud》は、モバイル・アプリケーション形態の作品であり、モバイル・デバイスで作品アプリケーションを起動することで、参加者は展示場所におかれるようになるとも考えられる。一般的な展示では、作品の説明や背景を壁などに貼り付ける観客に読んでもらうことが多いが、《PulseCloud》では、作品に関わる様々な情報提供をアプリケーションの中で行なっている。参加者がアプリケーションを起動すると、図21のように、アプリケーションの概要、プライバシー・ポリシー、そしてOSC機能についての説明画面が最初に提示される。

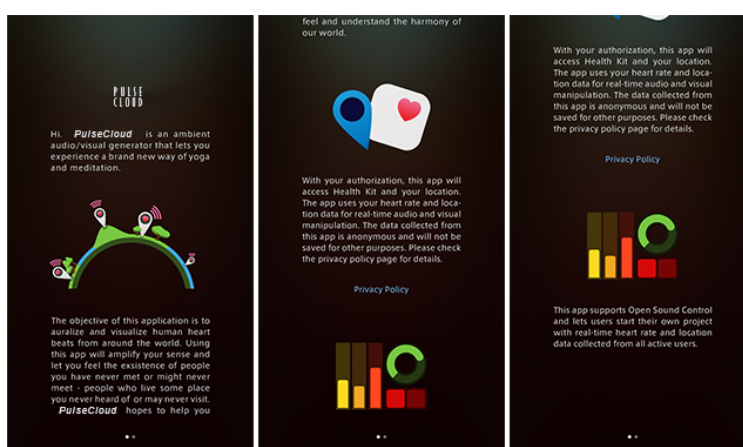


図21. 《PulseCloud》の初期画面

鑑賞者は、説明画面の文章を読むことでアプリケーションでどのようなことが起き、どのような体験ができるのかを理解することができる。また、《PulseCloud》は、参加者の心拍データと位置データが取得できないと機能することができない。そのため、説明画面では、アプリケーションが具体的にどのようなデータを集め、集められたデータがどのような目的で再利用されるのか、どのような方式で再利用されるのかもきちんと説明している。前節で述べたように、参加者の心拍データを用いた任意な操作を行うためにiPhoneのHealthKitというデータベースにアクセスし、Apple Watchから取得する心拍データの書き込みや読み込みを行う必要がある。HealthKitは、iPhoneを使用する参加者の体重、消費カロリー、血圧、運動量などの日々蓄積されるすべての健康関連の個人情報が保存されるデータベースであり、参加者によってアプリケーションがHealthKitへアクセスすることを望まない可能性がある敏感な個人情報である。位置データも、参加者がどこにいるかをそのまま見せてしまうので、参加者にとって敏感な個人情報である。さらに、このアプリケーションでは、参加者の個人情報をネットワークを介して他の参加者と送受信するなどのデータ共有が行われる。また、OSC機能を使うことによって、アプリケーションで収集されるデータは《Heartdrops》のように他のアプリケーションで流用される可能性がある。以上のように、アプリケーションの中では、参加者の個人情報を扱う複雑な処理を行うため、個人情報の扱いにおける規範を決めている。そして、図22のようにプライバシー・ポリシーのページを用意し、参加者にその内容が確認できるようにしている。

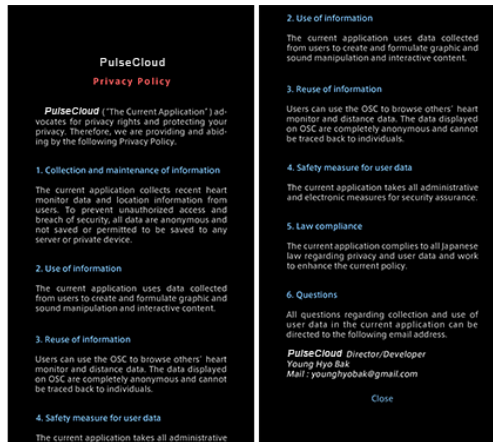


図22. 《PulseCloud》のプライバシーポリシー画面

プライバシー・ポリシー画面では、《PulseCloud》の個人情報使用に関する規約が6つの項目で明示される。6つの項目は、個人情報の収集と管理、個人情報の利用目的、個人情報の再利用、個人情報の安全対策、法令と規範の遵守、そして最後に問い合わせである。個人情報は参加者の同意の上で収集すること、収集するデータは情報供給者が特定できないように匿名化されること、収集するデータはサーバーや個人端末に保存されないこと、他作品に再利用される可能性があることなどが内容として明示される。《PulseCloud》では、参加者が作品のコンテンツに接する前に、必ず、初期画面とプライバシー・ポリシー画面を段階的に通るように設計している。よって、参加者が感じる個人情報扱いについての不安感を減らすことができ、作品運用における個人情報侵害などの問題提示を未然に防止することができる。

参加者が《PulseCloud》のメイン・コンテンツの画面にアクセスするには、図23のような最終段階を通る必要がある。

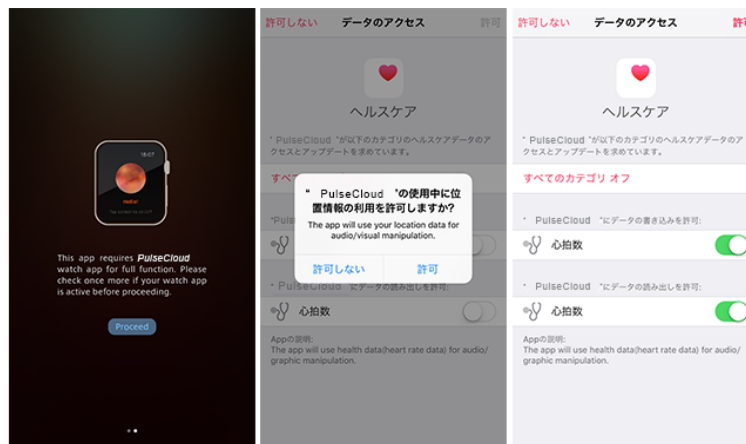


図23. 《PulseCloud》の個人情報アクセス許可画面

この画面では、《PulseCloud》が正常に動くためにApple Watchのアプリケーションを同時に起動させる必要があることを参加者に伝え、Apple Watchのアプリケーションの起動を勧める。参加者がアプリケーションのメイン・コンテンツ画面に移動するボタンをタップすると、個人情報を管理するデータ・ベースへのアクセス許可を求める確認画面が表示される。アプリケーションは、参加者の許可が得られた場合に限り心拍データと位置データの収集とデータ共有を行う。なお、以上の初期画面とプライバシー・ポリシー画面、そしてデータ・アクセス許可を求める画面は、参加者がアプリケーションを初めて起動したときのみ表示され、2回目以降の起動からは表示されない。

《PulseCloud》のApple Watchアプリケーションを起動すると、図24のような画面が表示される。

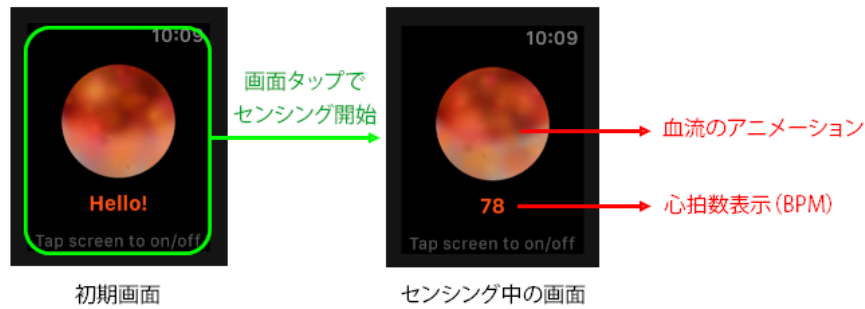


図24. Apple Watchアプリケーションの画面構成

Apple Watchでは、心拍データの測定を開始するためのインターフェースと測定された心拍数を表示するインターフェースが用意されている。参加者はApple Watchの画面を指でタップすることで心拍データの測定を開始することができ、測定中にもう一度タップすることで心拍データの測定を終了させることができる。心拍データの測定が始まると、血管の血流をモチーフとしたアニメーション・コンテンツが提示され、参加者に心拍データの測定が行われていることを感じさせる。そして、測定された心拍数は数字で表示され、参加者は自分の心拍数を確認することができる。測定された心拍データは、リアルタイムにiPhoneに転送され、iPhoneアプリケーションのメイン・コンテンツのデータ処理に使用される。

《PulseCloud》のメイン・コンテンツ画面に入ると、深海にいるようなグラフィックと背景音が参加者に提示される。参加者それぞれの心拍データと位置データは気泡と効果音として提示される。気泡は参加者の心拍数を反映して明滅する。また、心拍数と同期した心音のような効果音が再生され、参加者は気泡のアニメーションとサウンドを通して心臓の鼓動を感じるようになる。

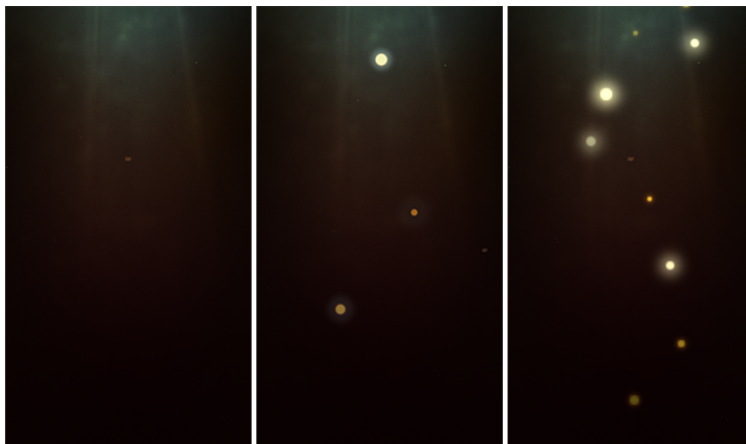


図25. 《PulseCloud》のメイン画面とデータ処理によるグラフィック

画面に表示される1つの気泡は1人の参加者を表し、それぞれの気泡はそれぞれ異なる鼓動音を鳴らす。《PulseCloud》に接続する参加者が増えると画面に表示される気泡の数も増え、鼓動音も共に増える。参加者同士の空間的な位置関係は参加者から取得する位置データによって気泡とサウンドの大きさに反映される。遠くからの参加者の気泡は小さくて薄く描画され、鼓動音の音量は小さく再生される。なお、Apple Watchを持っていない参加者やデータ・アクセスを許可しない参加者は、データ処理のためのデータを集めることができないため、気泡の描画やサウンドの再生が行われない。しかし、他の参加者から受信された心拍データと位置データによる《PulseCloud》のコンテンツを鑑賞することは可能である。

最後に、OSC機能について説明する。OSC機能は、参加者が第3のソフトウェアで《PulseCloud》のデータを流用できるように用意された機能である。現段階では、開発者だけがOSC機能にアクセスできるようにしているが、将来に一般に公開することを予定している。《PulseCloud》で収集される心拍データ、位置データ、デバイスIDを《Heartdrops》のアプリケーションに送信する目的としてOSC機能を使用している。OSC機能を活用し、他のソフトウェアにOSCメッセージを送るためには、受信する側のIPアドレスと受信されるポート番号を設定する必要がある。これらの設定は、OSCの設定画面で行われるが、そのインターフェースは図26のようである。設定画面はアプリケーションのデバッグ・モードでのみアクセスできる。



図26. OSC機能の設定画面

設定画面は、OSCメッセージの送受信を開始と終了させることができる画面と、OSCメッセージの送信先を指定できる画面に構成されている。また、データ送信を行う際のベース・アドレスを指定することができる。ベース・アドレスは開発者が任意的に指定することができるが、例えば、ベース・アドレスを「Sensor」と指定すると、《PulseCloud》から送信するデータは「Sensor」として名付けられる。よって、受信側では、受信されたデータがどこから送られて来たものなのかを確認することができる。

まとめると、《PulseCloud》は以下のような機能を持ち、参加者に提供できる。

- 作品の概要と目的を説明
- 作品で使用される個人情報についての説明とその利用目的の説明
- 個人情報の利用方針の提示
- 個人情報使用の同意書
- 心拍データと位置データによるグラフィックとサウンド・コンテンツの提供
- データの再利用を可能とするOSC機能の提供（開発者のみ）

第3章 物理的作品への展開

3.1 《Heartdrops》の概要

《Heartdrops》は、前章で述べた《PulseCloud》で行われるクラウド・センシングによって収集されたデータを物理的な作品として作り上げたものである。《PulseCloud》は、普段感じ取ることができない他人の存在をテクノロジーの力を借りてデジタル的に可視化するモバイル・アプリケーションの作品である。《Heartdrops》の制作意図も《PulseCloud》と同様であり、普段の生活の中では一生会うことがないかもしれない他人、自分の人生に直接に影響を与えることは一生ないかもしれない他人、しかし同じ世界で共に生を営んでいる他人という存在をあえて感じさせようとする。テクノロジーの力を借りて人間の認知能力を拡張させ、共存している世界中の人々をリアルで身体的に感じられる体験を鑑賞者に提供しようとする。さらに《Heartdrops》は、テクノロジーがもたらした境界のないネットワークの世界、そしてその世界の中にデータとして表される私たちの姿をデジタル・メディアを介さずに物理的な作品として提示する。鑑賞者がネットワーク世界をより直感的に俯瞰できる作品であると同時に、ネットワーク世界と実世界が交差する作品として《Heartdrops》を提案する。

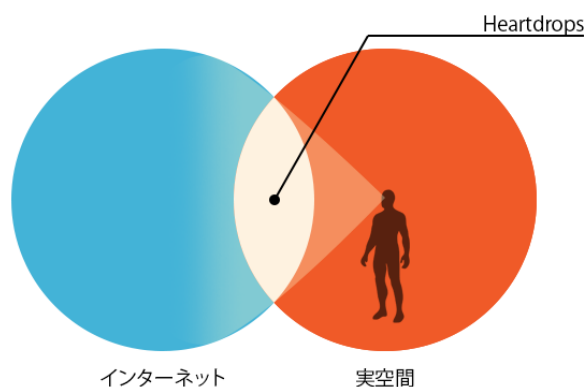


図27. 《Heartdrops》の空間的な位置

《Heartdrops》は、心拍データを用いた集団的なデータ共有行為の姿を物理的な空間で再現したインスタレーション作品であり、世界各地で生活を営んでいる見知らぬ人の存在を水面に落ちてくる水滴を通して表現したものである。静かな水面には、人々のそれぞれの心拍数に合わせた水滴が雨のように落ちてくる。そして、水滴が落ちることによって波紋が作られる。水面はネットワークで繋がる世界を表し、その水面に落ちる水滴は現在ネットワークによって繋がっている人々を表す。鑑賞者は、水滴が水面に落ちた時の音を聞いたり、落ちる水滴に直接当たったりすることで、見知らぬ場所の見知らぬ人の存在を感じることができる。水滴が落ちる速度の変化に気づくことで、その人の身体の変化を感じることができる。また、人は各々のリズムで生を営み、社会や他人に何らかの影響を与え合うが、《Heartdrops》はネットワーク社会における人と世界の関係性や人と人との関係性を実空間の水面に生じる波紋と波紋の交差を通して表現しようとする。

3.2 《Heartdrops》のシステム構造

《Heartdrops》は、図28のように水槽と水槽に水滴を落とす水滴コントロール装置、そして会場の鑑賞者の心拍データを測定するセンサー装置で構成される。水槽には水が溜められており、水滴を落とす装置から水滴が落ちると波紋が生まれるようになる。鑑賞者は水槽に落ちてくる水滴と水面に作られる波紋を通して作品を体験することを基本とする。それぞれの装置は、コンピュータに繋がっており、自作のハードウェアとソフトウェアによってコントロールを行なっている。また、それぞれの装置は、ネットワークによって繋がっており、互いのデータ送受信を行い、連動して働く。

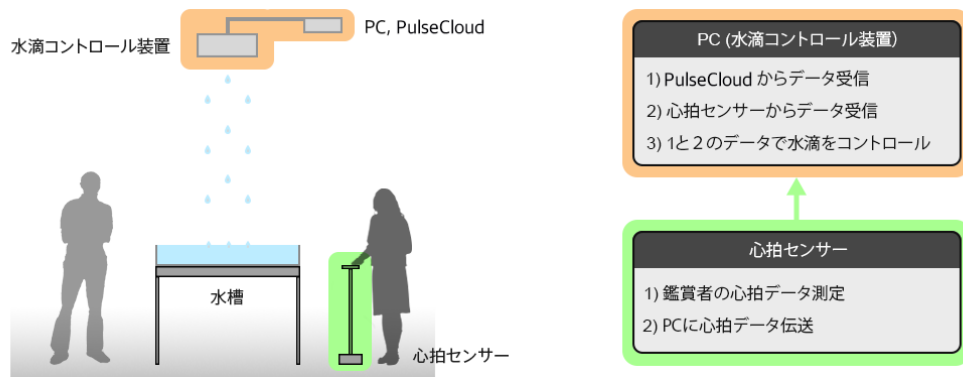


図28. 《Heartdrops》の構造図

この作品では、2つのデータ送信源が存在するが、1つ目は《PulseCloud》であり、2つ目は会場の心拍センサー装置である。水滴コントロール装置は、2つのデータ源から心拍データを受信することで、水滴を落とすようになる。まずは、会場の心拍センサー装置の詳細について説明する。来場する鑑賞者は会場に設置された心拍センサー（図29）に指を入れて自分の心拍数を測定することができる。この心拍センサー装置から測定された心拍データは、水滴コントロール装置に送信される。このような流れの処理を行うため、専用のソフトウェアとハードウェアを開発している。

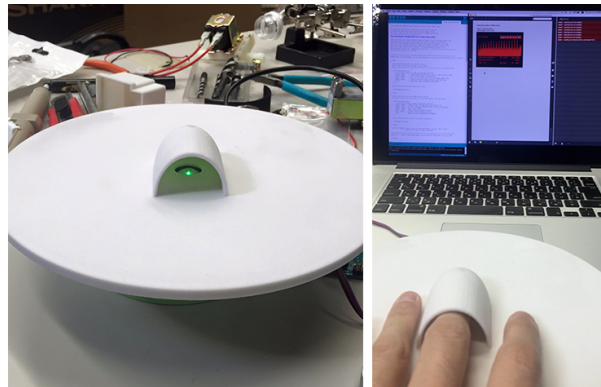


図29. 会場の心拍センサーと測定の様子

心拍センサー装置のメインとなる心拍センサーは、World Famous Electronics llc. のオープン・ソース・ハードウェアである「Pulse sensor²³」を使用している。

²³ 「Pulse Sensor」 <<https://pulsesensor.com/products/pulse-sensor-amped>>, 2017年10月26日アクセス

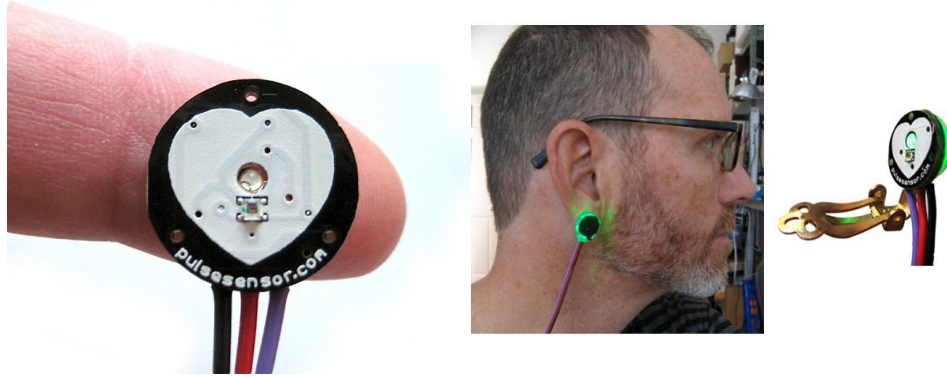


図30. World Famous Electronics llc. の「Pulse sensor」²⁴

Pulse sensorは、Apple Watchに内蔵された心拍センサーと同じフォトプレチシスモグラフィ方式のセンサーである。鑑賞者の心拍数を測定するには、Pulse sensorを鑑賞者の身体に付ける必要がある。《Heartdrops》の心拍センサー装置は、鑑賞者にセンサー装着などの手間をかけないように、センサーを台に固定させ、センサーに指先を乗せるだけで心拍数の測定ができるように制作している。さらに、外部の光がセンサーに入り干渉を起こすことを防ぐため、センサーに入る外部の光を遮断し、指を囲むように制作しており、センシングの精度をより高めている（図29）。Pulse sensorは、Arduino²⁵に接続して使用することができるため、Arduinoを用いたスタンド・アローン型のデバイスの開発はもちろん、ホスト・コンピュータ上のソフトウェアによる開発に利用できる。開発者は、Pulse sensorが提供するサンプル・コードをもとに必要な機能を追加作成するだけで簡単に心拍センサーを用いたソフトウェアを開発することができる。心拍センサー装置の制御はArduinoと自作のMaxアプリケーションで行う。Arduinoスケッチ²⁶は、Pulse sensorから提供されるサンプル・コード²⁷を元に作成しており、Pulse sensorから得られるローデータ（raw data）とローデータから計算されるパルス・データをコンピュータのシリアル・ポートに転送する。Maxアプリケーションでは、シリアル・ポートからデータを受け取り、データのフィルタリングを行う。また、Maxでは、フィルタリングされたリアルタイムなパルス・データをUDP（User Datagram Protocol）通信を使用し、水滴コントロール装置を制御するコンピューターに送信する。UDP通信は、メッセージを受信する側の状態を確認しない一方的なメッセージ送信を行うため、TCP（Transmission Control Protocol）通信より信頼性は低いが、リアルタイム性が高い利点がある。以上の心拍センサー装置のシステム構造は図10のように表すことができる。

²⁴ 写真出典 <<https://pulsesensor.com/products/pulse-sensor-amped>>, 2017年10月26日アクセス

²⁵ マイクロコントローラ、入出力ポートを備えた基板、Arduino言語、統合開発環境（Arduino IDE）から構成される電子工作のためのオープン・ソース・プラットフォーム。

²⁶ Arduinoにおけるプログラム。

²⁷ オープン・ソース「PulseSensor_Amped_Arduino」<https://github.com/WorldFamousElectronics/PulseSensor_Amped_Arduino>, 2017年10月26日アクセス

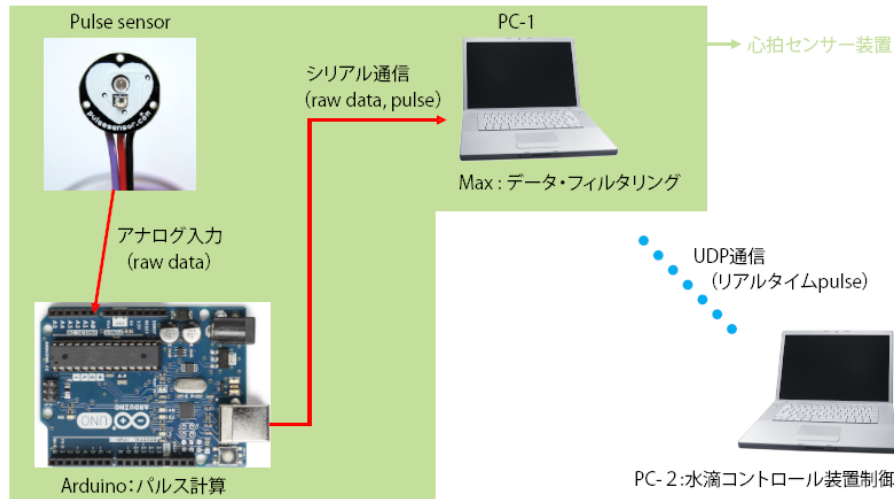


図31. 心拍センサー装置の構造

次に、水滴コントロール装置について説明しよう。《Heartdrops》では、10個の水滴コントロール装置を用いて鑑賞者の心拍数に合わせて水滴を1滴ずつ落とす。水滴コントロール装置は、ソレノイド・バルブを使用し、自作したものであり、10個の水滴コントロール装置の構造は同じである。ソレノイド・バルブは、電磁石（ソレノイド）の磁力を用いてプランジヤと呼ばれる鉄片を動かすことで弁（バルブ）を開閉する仕組みを持つもので、流体（油圧、空圧、水圧など）を通す管での流れの開閉制御に用いられる²⁸。水滴コントロール装置の回路図は図32のようである。ソレノイド・バルブの開閉は、リレーに5Vの電気信号を送ることで制御できる。

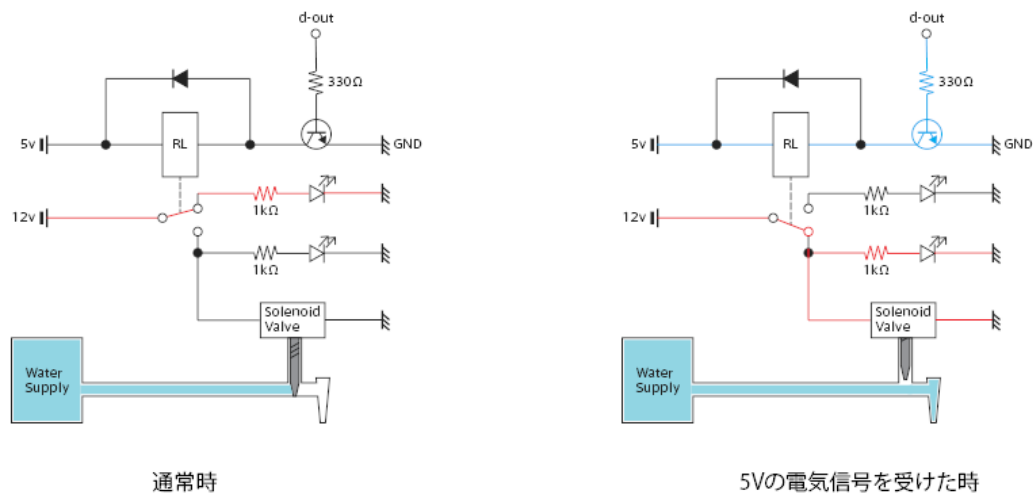


図32. 水滴コントロール装置の回路図

装置に電気信号を送る処理を行うため、ArduinoとMaxアプリケーションを作成している。装置はArduinoに連結されており、ArduinoはFirmataプロトコル²⁹によりMaxアプリケーションと連帯される構造をしている。10個の水滴コントロール装置は、Arduino基板に用意された10個のデジタル出力ポートに連結される。Firmataは、Maxアプリ

²⁸ 「Wikipedia日本語版 - ソレノイドバルブ」 <<https://ja.wikipedia.org/wiki/電磁弁>>, 2017年10月26日アクセス

²⁹ Firmata Protocol. マイクロコントローラとホスト・コンピュータ上のソフトウェアとのコミュニケーションのためのプロトコル。

ケーションとArduinoとのコミュニケーションを可能とさせるため、Maxアプリケーションで送る信号をArduinoの各々のデジタル・出力ポートから出力することが可能となる。また、Maxアプリケーションでは、会場に設置された心拍センサー装置から得られる来場者のリアルタイムなパルス・データの受信と《PulseCloud》から得られる遠隔の参加者の心拍数データの受信を行う。受信されるデータは、データが送られて来たデバイスによって10個のスロットに割り当てられる。10個のスロットは、10個のArduinoのデジタル出力ポートと連帯されており、結果的にネットワークを介して受信される鑑賞者の心拍数に合わせて10個の水滴コントロール装置から水滴を落とすことが可能になる。10個の水滴コントロール装置の制御システムは図33のようである。

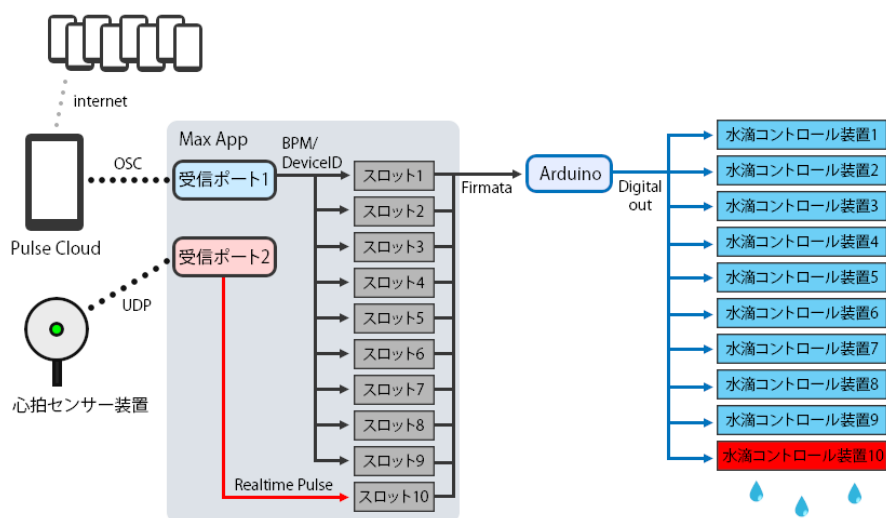


図33. 水滴コントロール装置の制御システム

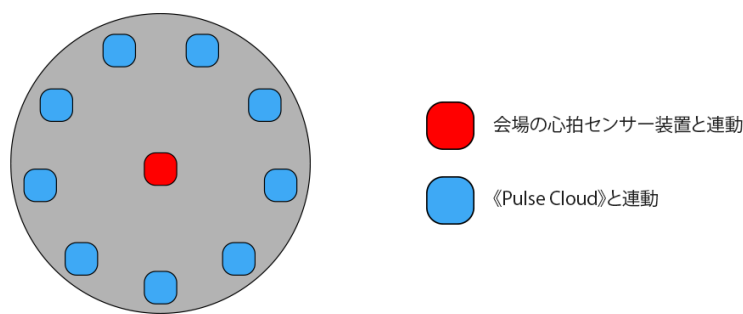


図34. 水滴コントロール装置の配置

また、10個の水滴コントロール装置は図34のように、円盤の中央に1個の水滴コントロール装置が配置されており、9個の水滴コントロール装置は中央の水滴コントロール装置を囲むように円環状で配置される。中央に配置された水滴コントロール装置は会場に設置された心拍センサーによって測定された鑑賞者の心拍データに応じて水滴を落とす。円環状に配置された9個の水滴コントロール装置は《PulseCloud》にアクセスしている遠隔の鑑賞者たちの心拍数に応じて水滴を落とす。円環上の水滴コントロール装置は、中央の水滴コントロール装置が起動してから数秒後に水滴を落とすようにプログラムされている。鑑賞者は中央から落ちる水滴は自分の心拍数と同期していることを認知することができ、後から次々と落ちる他の水滴は他人の心拍と連動していることを連想することができる。また、鑑賞者自身が水面の世界に水滴として入ることによって、水面の世界に存在していた目に見えない他人が徐々に現れるようなことを体感できる。

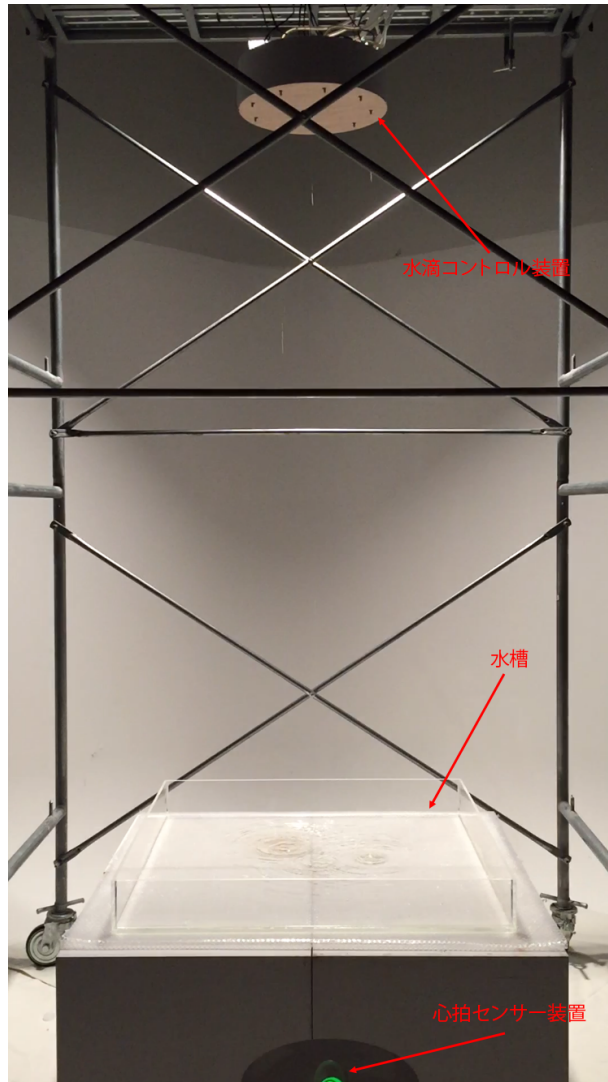


図35. Heartdropsの設置様子

3.3 《Heartdrops》の特徴

《Heartdrops》の特徴として、アート表現のための身体データ活用をあげることができる。《Heartdrops》では、2種類の身体データによるアクションが起きる。1つ目のアクションは、会場の鑑賞者による心拍の測定であり、具体的に心拍センサー装置から得られる鑑賞者のリアルタイムな心臓の鼓動のデータにより作品から水滴が落ちるインタラクションである。この会場の鑑賞者によるインタラクションは、直接的なインタラクションであると考えることができる。鑑賞者が作品を体験するには鑑賞者が心拍データの測定を意識的に行う必要があるからであり、測定された鑑賞者の心拍数は会場の作品を通して鑑賞者に返されるからである。鑑賞者は、自分の行為が作品にどのような影響を与えるか、作品がどのように変化するかをその場で直接に体験することができる。このような直接的なインタラクションによって、鑑賞者は普段意識することがなかった身体内で起きている動きを感じることができる。鑑賞者は、「展示会場に来て作品を鑑賞する」という特集な環境を身体がどのように受け入れているのかを自分の心拍の鼓動に連動して落下する水滴を通して分かりやすく体験できる。心拍数が速くて作品から落下する水滴のインターバルが速いと感じる鑑賞者は（例えば深呼吸をしたりするなど）時間をかけて心臓の鼓動を平常時の速さに戻したりする

ことができ、心拍数が遅いと感じる鑑賞者は体にわぎと緊張を加えて心拍数を上げてみるができる。鑑賞者が行う身体データの測定は意識的な行為であるが、初めて測定されるものは無意識的な身体データである。しかし、自分の身体データが作品にどのような変化を起こすかに気づいてから、鑑賞者は無意識的なものであった身体データに自分の意識を加えることができるようになる。意識しなかった身体データによって作品が動き出し、それを見て鑑賞者は、自分の身体内の状態に向き合うことができる。そして、身体の状態に意識を込めてコントロールしようとすることで、作品の状態もそれに応じて変化する。このような流れの鑑賞者と作品間のインタラクションによって、鑑賞者は作品が自身の身体リズムと同期して動くことを感じる事ができ、作品から落ちる水滴や自分の水滴が作る水面の波紋に強い連帯感を感じる事ができる。また、心拍センサー装置に指を入れてデータ測定を行うインタラクションは、作品が鑑賞者に何らかの行為を直接に要求する流れになる。しかし、この直接的なインタラクションは、鑑賞者が手を振ったりするなどの鑑賞者の意識的な行動がそのまま作品に反映されるといった一般的なインタラクションと少し性格が異なる。鑑賞者が心拍センサー装置に指を入れる行為は、作品に自分の身体内部の動きを見せるための行為であり、その行為自体が作品に影響を及ぼすことは起きないからである。実際に作品に働きかけるのは、鑑賞者の心臓の動きであり、鑑賞者はセンサーに指を乗せることで作品をコントロールするのではなく、作品に自分の生命を象徴するリズムを映し、同期させるのである。

一方で、鑑賞者の心拍リズムと作品の同期が行われた後、作品は他人の心拍数に合わせた水滴も落とし始める。他人の心拍数によって落ちてくる水滴は、モバイル・アプリケーション《PulseCloud》を用いたクラウド・センシングにより作られたものである。このモバイル・メディアによる身体データのクラウド・センシングが作品における2つ目の身体データによるアクションである。《PulseCloud》を体験する人々は、自身の心拍数を測定し、他人と共有するなど、参加者間のインタラクションを活発に起こすことで心拍数によるデジタル・コンテンツを体験できる。

《PulseCloud》は、モバイル・アプリケーション・マーケットに公開することはもちろん、オープン・ソース化するなど、インターネットによる世界中への配布が可能であるため、世界中の人々における身体データによるインタラクションを実現することが可能である。《PulseCloud》の参加者同士でのインタラクションは、《Heartdrops》の「ネットワークで繋がる空間」を再現するに大事な要素として作用する。《PulseCloud》の参加者同士のインタラクションがあることによって、展示会場の鑑賞者は、世界中に存在する知らない人々と出会うことができるようになる。さらに、会場の鑑賞者のインタラクションにより作られる波紋と《PulseCloud》の参加者により作られる波紋は直接に交差するなど、《Heartdrops》に直接的な影響を与える。《PulseCloud》の参加者達が《Heartdrops》に起こすアクションは、特殊である。《PulseCloud》の参加者達のアクションは《Heartdrops》に直接に関与するが、《Heartdrops》は彼らが起こしたアクションの反響を彼らに返すことがない。《PulseCloud》に参加者は《Heartdrops》の存在すら知らないまま、身体にセンサーを装着して作品にデータを一方的に提供することになる。このような構造は、ナタリー・ミーバック (Nathalie Miebach³⁰) の《And the Winds Kept Roaring Through the Night》のような立体作品や音楽作品、坂本龍一 (1952～) と山口情報芸術センター・インターラボ (YACM InterLab³¹) による作品《Forest Symphony》などのデータ・ビジュアライゼーションに用いられる手法と近い。

³⁰ 「Nathalie Meibach」 <<http://nathaliemiebach.com/>>, 2017年10月26日アクセス

³¹ 「YCAM Interlab」 <<http://special.ycam.jp/interlab/index.html>>, 2017年10月26日アクセス



図36. Nathalie Miebach 《And the Winds Kept Roaring Through the Night》 (2011) ³²

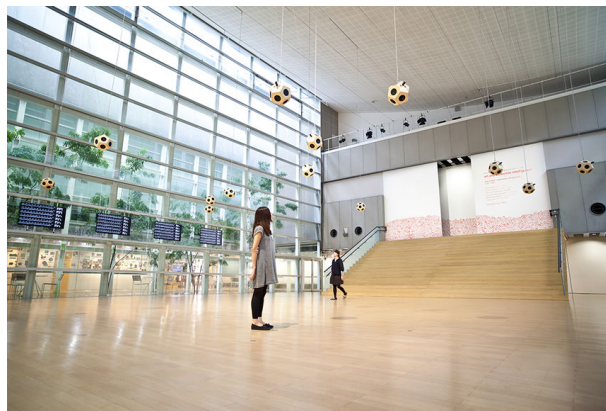


図37. 坂本龍一+YCAM InterLab 《Forest Symphony》 (2013~2014) ³³

このような作品では、とある現象の観測のために作者によるセンサー装置の意図的な設計や設置が行われる。《Heartdrops》も手法の根幹は同じであるが、限定された人々にセンサーを装着させるより、《PulseCloud》という自然なセンシングが誘導できる環境を作り、それを世界中の人々に拡散させようとする。《PulseCloud》は、それ自体が心拍データの共有状態をデジタルに体験可能な独自のコンテンツを持っているため、沢山の参加者が《PulseCloud》を利用するだけで《Heartdrops》が必要とするデータを得ることができる。《PulseCloud》の参加者は《Heartdrops》の存在を知らないため、《PulseCloud》で行われる参加者同士のインタラクションは「Heartdropsに参加する」という明確な目的意識がないアクションとして《Heartdrops》に関与される。

³² 写真出典 <<http://nathaliemiebach.com/gulf08.html>>, 2017年10月26日アクセス

³³ 写真出典 <<https://www.ana-cooljapan.com/destinations/yamaguchi/ycam>>, 2017年10月26日アクセス

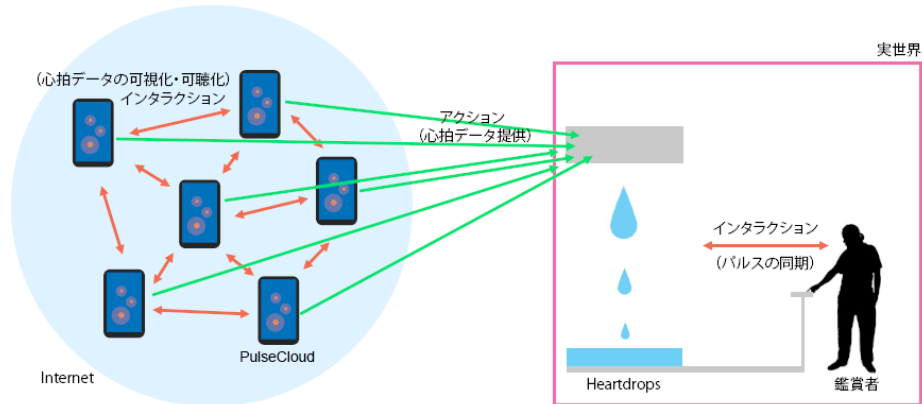


図38. 《Heartdrops》におけるインタラクションとアクション

《PulseCloud》の参加者達のリアルタイムなアクションによって《Heartdrops》の鑑賞者は「同じ瞬間を共有し共存している人々」を感じる事が可能になる。ロザーノ＝ヘンメル の《Pulse room》の点滅する電球はその作品を体験した鑑賞者たちの「記録（過去）」であるが、《Heartdrops》で落ちる水滴は記録ではなく「今」である。鑑賞者は、《Pulse room》を通して時間軸を超えた過去の鑑賞者たちに出会うことができるのに対して、《Heartdrops》を通しては同じ瞬間を共有している人々との空間軸を超えたライブな出会いを体感することができる。また、《PulseCloud》を用いたクラウド・センシングは、データにグローバル性と移動性を与える。《PulseCloud》はインターネットを介して提供することができるため、iPhoneとApple Watchを持っている人であれば世界中の誰でも手に入れることができる。《PulseCloud》が世界各地で利用されることによって、《Heartdrops》の鑑賞者の認知範囲は展示会場をはるかに超え、全世界に広がる事が期待できる。さらに、《PulseCloud》はモバイル・デバイスをプラットフォームとして利用するため、ユーザーの自由な移動中の使用を保するモバイル・メディアの特性をそのまま持つ。参加者は限定された環境だけで作品に参加できるのではなく、参加者自身の日常生活のどんな場面でも作品に参加できる。《PulseCloud》では、同一の参加者であっても、周辺的环境などの参加者が置かれている状況が参加する度に変わり得る。よって、《Forest Symphony》や《And the Winds Kept Roaring Through the Night》のような固定された場所や物に装着されたセンサーによるデータ収集と比べてもっとダイナミックな対象からのデータ収集が期待できる。《Heartdrops》の鑑賞者は、サイクリング中の人、芝刈り中の人、バスや電車で通勤中の人、家で家事をしている人など、世界中でいろんな生活を過ごしている人々の存在に出会うことができる。

《Heartdrops》の特徴として、ネットワーク社会の物理的な体験もあげることができる。インターネットが発明されて以来、我々は高度な情報ネットワーク社会の中で生活を営んでいる。TwitterやFacebookを通しては、知り合いが発する言葉はもちろん、知り合いの知り合いが発する言葉や、全く知らない人が発する言葉に接することで様々な出来事についての情報を得ることができる。Youtubeの製品レビュー・ビデオを参考にして製品を購入したり、Instagramで知らない人のファッション写真や観光写真を見ることで色々な欲が生まれたりする。我々は、パソコンやスマートフォンなどのデジタル機器を通して様々な発見をすることができ、実世界で何か新しいことを発見することよりデジタル世界から実世界における新しいことを発見することが多くなっていると言うのも過言ではない。しかし、このようなデジタル的な発見は「情報を発する」ことと「情報を受ける」ことに意識が集中されている。情報を発する「人」そのものや、「人と人との関わり」にまで意識が集中されることはほとんどない。《Heartdrops》では、情報の向こうにいる「人」の存在そのものに鑑賞者の意識を集中させようとする。《Heartdrops》で落ちてくる水滴を通して鑑賞者は、特別なデジタル機器を通さない自然な身体そのままの状態ですべてネットワーク社会の人々を発見することができる。ネットワークの向こうにいる人が投稿するイメージやテキストを接するのではなく、ネットワークの向こうにいる人の心臓の鼓動を感じ、生命を感じる。また、鑑賞者は、落ちてくる水滴が水面に作る波紋をみることで人がネットワーク社会に与える影響を連想でき、波紋と波紋の交差を見ることでネットワーク社会が可能とさせた「人と人との関わり」を連想することができる。さらに、鑑賞者は落ちてくる水滴に直接当たることもでき、ネットワークの向こうにいる人々の存在を物理的に再現された心拍を通して身体的に感じ取ることができる。

以上のように《Heartdrops》は、モバイル・アプリケーションを用いたクラウド・センシング手法で収集した人々の心拍データを鑑賞者がデジタルな機械や装置を介さない状態で体感可能なインスタレーション作品であるとその特徴をまとめることができる。鑑賞者は《Heartdrops》の展示空間に入ることによって、ネットワークで繋がっている全世界の人々の存在をリアルタイムで物理的に感じることができ、これは人間の感覚器官の認知範囲をはるかに超える今までにない体験であると考えられる。

第4章 制作研究の意義と展望

4.1 身体データの集合体のアートの展開

汗、体温、心拍数、脳波、息、微笑み、涙など、我々の体は常にデータを発生しており、自分自身や他人とコミュニケーションをしようとする。しかし、我々は体が発生するデータのほとんどに意識しないで生活を行なっている。高熱が出たりするなど、体の異常が表面的に表れるようになってから初めて熱を測ってみたり医師に見てもらったりして、体が発生するデータに注意を払おうとする。だが、近來のウェアラブル・センサー・デバイスは、体が発生する様々なデータを取得することができ、ユーザー自らのデータ分析まで可能とした。専門的な医療機器やコンピューターを使う必要なく、センサーを着ることで体が発するデータがリアルタイムで取得でき、測定されたデータはスマートフォンに蓄積され、身体の状態と活動についての分析が可能になった。ウェアラブル・センサー・デバイスによる人間の身体データのリアルタイムな測定と、データベースの分析によるデータの活用は「自己定量化 (QS: Quantified Self)」活動として人間の文明に浸透している。寝ている間の体の動きを感知するデバイスを使用することで睡眠の質を分析し睡眠の質を上げるための環境改善を行ったり、呼吸のパターンを分析するデバイスを使うことで自分の興奮状態などを把握し精神状態を安定させるなど、多くの人々がウェアラブル・デバイスを使って、自分の身体の状態を確認し、データベースに記録された身体データを分析することで、自分の体や生活に必要な要素を探し、身の回りの環境や生活を改善しようとする。このような個人によって行われる活動が集まると、その集合体はどのような形で社会に働きかけるだろうか。

《Heartdrops》は、市販中のモバイル・デバイスとウェアラブル・デバイスを用いて制作した作品であり、それらのウェアラブル・デバイスを使った参加者の身体データを測定し、身体データが表すことを鑑賞者に提示する作品である。《PulseCloud》を持つ参加者の行為はウェアラブル・センサー・デバイスを持ち「自己定量化」活動を行う人を代弁し、彼らの活動は作品によって集合させられる。つまり、《Heartdrops》は、企画された特殊なイベントではなく、実際の生活の中で起きている社会的な現象を可視化しようとしたものである。《Heartdrops》を通す体験は、人間の本来の力では感知することができない遠く離れた場所にいる人々の存在の感知であり、境界のない巨大なネットワークを構成するノード³⁴として作用する人間の存在の発見である。鑑賞者は、この体験をテクノロジーがもたらす人間の認知能力のさらなる拡張として捉えることもできれば、人間の機械化によって強まる機能性と、機能性を高めるために晒される人間のプライバシーに危機感を感じるなど、薄くなる人間性として捉えることもできる。良きにつけ悪きにつけ、かつてマウスやキーボードが革命的なインタフェースとして人間社会に大きな影響をおこよぼしたように、今日では人間の生物学的な現象や行動そのものがインタフェースとして作用するようになった。物がインターネットに接続され、様々な機械の制御を行う「モノのインターネット (IoT: Internet of Things)」は、機械同士での通信 (M2M: Machine to Machine) をシステムの基盤とするが、これからは人間の生物学的な現象をインタフェースとする、人間と機械の間の通信³⁵ (H2M: Human to Machine) も人間同士の通信 (H2H: Human to Human) も実現されるようになるだろう。自分の身体が発生させるデータを理解できるようになることで自分をもっと知り、人と人が繋がることで対面する人についてはもちろん、人間そのものや社会についてもっと知るようになれるかもしれない。このような新しい力を我々はどう活用してゆくべきであろうか。《PulseCloud》と《Heartdrops》は、身体データの測定と共有、身体データの流用、そして身体データの集合体をアート作品として鑑賞者に提示し、鑑賞者にテクノロジーがもたらす「新しい人間」と「新しい人間社会」についての光と影を考えさせる作品として意義があると考えたい。

³⁴ “node. ネットワークの節点。コンピュータネットワークではサーバ、クライアント、ハブ、ルータ、アクセスポイント等、センサネットワークではセンサ端末。交通分野においては、交通結節点。” 「Wikipedia日本語版 - ノード」 <<https://ja.wikipedia.org/wiki/ノード>>, 2017年10月26日アクセス。

³⁵ 「地球上で最も繋がっている人 (The most connected man on earth)」と言われるクリス・ダンシー (Chris Dancy, 1969~) 氏をH2M実現の例としてあげることができる。彼は、約20個以上のウェアラブル・センサー・デバイスを常に装着して普段生活を行い、それによち取得できる身体の生物学的な現象をインタフェースとして活用し、住まいの環境制御を数年間行っている。<<http://www.chrisdancy.com>>, 2017年10月26日アクセス。

4.2 表現手段としてのモバイル・メディア

本制作研究では、作品制作のためにモバイル・メディアが用いられる。《PulseCloud》は、《Heartdrops》の実現のための主な表現手法として利用されているが、《PulseCloud》そのものもモバイル・メディア形態をする1つの作品として考えることもできる。それは《PulseCloud》が、モバイル・メディアによる身体データの取得とモバイル・インターネットによるデータの共有を誘発することで、リアルタイム・データ処理によるサウンドとグラフィック・コンテンツを参加者に提供するからであり、《PulseCloud》の参加者はそのコンテンツを体験することで認知能力の拡張を体感できるからである。《PulseCloud》は、インターネット・ストアによる配信やオープン・ソース化による複製を前提とした作品形態であり、オリジナルのない無数に存在するコピーにより成立する作品である。このような複製による作品形態について赤松教授は次のように述べている。

伝統的な芸術作品が持っていたオリジナルであることの価値は、複製可能作品においては存在せず、無数にコピーを続けて遍在化することに価値を求めることになる。… このようなベンヤミンの論考は、電子的なテクノロジーの時代である今日でも有効な指標と考えて良いだろう。特に、インターネットが普及して以降、芸術作品の礼拝的価値の低下と展示的価値の増大は著しく、アウラは見る影もなく消滅してしまったように思える。しかも、ベンヤミンが述べた複製技術は、オリジナルとコピーの区別がつかないことが最大の特徴であったはずだが、今日ではオリジナルよりも明らかに劣るコピーであっても構わない、と人々は了解している。… 逆に、デジタル・テクノロジーはオリジナル以上に高いクオリティをコピーに与えることもできる。… つまり、良きにせよ悪きにせよ、かつての複製芸術に求められたクオリティの同一性は、デジタル・メディアは保証しようとしていない。

つまり、デジタル・メディアの圧縮に見られるように、今日ではメディアの帯域幅と記憶容量こそが重要であって、クオリティは優先事項ではないのである。芸術作品は、帯域幅と容量が許す限りの最大限の配布・配信によってこそ価値付けられている。… 新たなベンヤミンによって「配信技術時代の芸術」が書かれるとすれば、これを展示的価値から配信的価値への転換と呼ぶかもしれない。このように、ベンヤミンの考察以上に進展し、現代はより過激な状況にあると考えられる。[赤松 2005:196-199]

《PulseCloud》は、市販中のデバイスで利用可能なソフトウェアであり、理論的に世界中の何十億人を対象とする作品の複製による配信を可能とする。このような《PulseCloud》のハードウェア及びソフトウェアの複製可能性は強力な展示的価値を持つ。ソフトウェアを持つ各々の参加者は、独自の行為によって作品に働きかけることができる。さらに、《PulseCloud》はそれぞれの個体がネットワークによって連動するシステム構造を持つため、《PulseCloud》ソフトウェアの複製は同一な機能をする個体が増えることだけを意味しない。1人の参加者が作品へ起こす作用は、自分だけに戻されるのではなく、ネットワークを介して他参加者達が持っている作品にも作用を起こす。しかし、これは《PulseCloud》を持つ参加者たち全員が同一体験をすることを意味するのではない。逆に、複製された作品に自立的な参加をする参加者だちが増えるほど、一人一人の参加者が体験できる作品のコンテンツは多様な作用が重なった表現になり得る。《PulseCloud》は、人間の身体状態とその変化がグラフィックとサウンドとして提示されるため、たった一人だけの参加者が作品を体験するとしても、その参加者が作品のソフトウェアを立ち上げるたびに異なる流れの作品のコンテンツが提示される。これは、人間の身体状態は常に変化し続けるからであり、その変化は周辺の環境によって不規則的に行われるからである。さらに、《PulseCloud》が100人の参加者に配信された場合、100人の参加者の中で誰と同じ時に作品を鑑賞しているか、そして、同じ時に作品を鑑賞している各々の参加者の身体状態の変化がどうかによって作品の姿は毎回変わる³⁶。作品が配信され続け、作品に参加する人が増えるほど、無数の参加者たちの意思と行動が新しい体験を生み出す要因となり、参加者はより豊かで繊細な体験ができるようになる。このような体験は、同じことが起きることのない1回性を持つ固有な体験であり、予測不可能な体

³⁶ 同じ時に《PulseCloud》を鑑賞している人々においても、それぞれのソフトウェアで行われるランダム処理によって、心音の音色と気泡のグラフィックは異なる仕組みをしている。よって、同じ時に《PulseCloud》を鑑賞している人において、体験できるコンテンツは同等であるが、同一ではない。

験である。そして、その体験は複製不可能なものである。《PulseCloud》の本質は、ソフトウェアでなく、ソフトウェアが複製されてゆくことによって構成される作品および参加者のネットワーク、そしてその中で無限に生まれ続ける新しい体験であるとする。《PulseCloud》を通して、配信技術時代がもたらす新しいアート表現手法とその表現手法によって生まれる新しい作品形態の可能性を発見できると考える。

一方で、《Heartdrops》は、場所と時間によらない鑑賞者のモバイル・インタラクションを用いた作品であり、新しい作品制作のプロセスを提示することに意義があるとする。拡散が容易なモバイル・アプリケーションとして複数の鑑賞者に作品を届けることによって、すでに構築されているデータベースからのデータではなく、作品の再現に必要なデータを広範囲でリアルタイムに収集することができるし、さらに収集されるデータをリアルタイムに作品に反映することができる。《PulseCloud》は、データの利用目的や取り扱いについての詳しい情報を利用者たちに説明しており、収集するデータも個人が特定できないように管理している。《PulseCloud》を用いることで、参加者の個人情報を守りながら作品に必要なデータを広範囲で収集することができる。《Heartdrops》は、すでに構築されているデータベースのデータを作品として大衆（鑑賞者）に公開するのではなく、大衆（鑑賞者）がデータを作ることによって制作された作品である。これは、人間を対象とする広範囲なデータ収集と、作品にデータを流用することにおける新しい手法の提案として意義があると考えたい。

4.3 パッケージ化された作品の新しい形態

メディア・アートの形態の1つとしてパッケージ化された作品を挙げることができる。コンピューターを作品体験の場とするCD-ROMや映像作品が収録されたDVD-ROMなどがそうであり、このようなパッケージ化された作品は、いわゆるインストールなどのサイト・スペシフィックな作品とは異なり、そのデータ・パッケージと再現環境があれば、どこでも体験できるという特徴を持つ [白井 2010:70-71]。しかし、CD-ROMやDVD-ROMなどの従来のパッケージ化された作品は、多くの鑑賞者に作品を見もらうための「出版」としての意味が強い。つまり、完成された作品の「記録や保存」と「配給」こそがパッケージ化の目的とされていることが多く、作品をパッケージ化することによって得られる鑑賞者の「体験」がパッケージ化の本質であるとは考え難い。作品をCD-ROMやDVD-ROMとして配給することで沢山の鑑賞者たちに作品を鑑賞してもらうことはできるが、沢山の鑑賞者に見てもらえることで複数鑑賞者による新しい体験が生まれることはない。一人一人の鑑賞者が、同じ体験を、それぞれの空間で、それぞれ行なっているだけである。このため、従来のCD-ROMやDVD-ROMなどのパッケージされた作品は、固定的で個別的な体験を提示することが多い。

《PulseCloud》は、モバイル・アプリケーションの形態をしており、モバイル・アプリケーションとアプリケーションを実装可能なモバイル・デバイスがあればいつでもどこでも作品の体験ができる。モバイル・アプリケーションは、従来のCD-ROMなどのパッケージ化された作品と同じような特徴を持つと言える。その上に、スマートフォンなどで利用可能なモバイル・インターネットは、インターネットが持つ技術的側面と社会的側面を備えた作品展開を可能とする。この新たな作品展開の可能性は、数多くの鑑賞者に作品を配給することに新たな意味を付与させる。パッケージ化された作品の新しい形態としてのモバイル・アプリケーションを通しては、完成された作品の配給も、作品を配給することで完成させていくことも可能になる。前節で述べたように、作品の体験環境の異なる鑑賞者たちのモバイル・インターネットによる作品への関与が集まり、表現となる。そして、それによって作品の形が形成されていく。このような作品は、鑑賞者の体験も、形成される作品の形も流動的であり、社会的であるとする。

なお、以上で述べたモバイル・アプリケーションの流動的な特徴は作品だけではなく、ソフトウェアそのものからも発見できる。これは、一度パッケージ化されたらパッケージの内容の変更ができないCD-ROMやDVD-ROMなどの完成型のパッケージと異なる。モバイル・アプリケーション形態のパッケージ化された作品では、ソフトウェア・アップデートによるパッケージ自体の流動的な変化を起こすことができる³⁷。不特定多数の参加者たちによる作品は、多様な人々の自由な意思と行動が作品の形になっていく。良きにせよ悪きにせよ、形成される作品の形は予測不可能なものになる。作者は、作品を公開して鑑賞者たちに実際に作品を体験してもらい、作品が沢山の参加者たちに体験されることで様々なフィードバックを得ることができる。作者は、作品を運用することによって得られるフィー

³⁷ このようなパッケージの流動性は、ウェブを用いたインターネット・アートやソフトウェアを用いた作品形態でも発見できる。

ドバックを通して、作品が生み出す社会的な現象についての検証を行うことができる。このような検証の結果は、ソフトウェア・アップデートを通して作品に反映させることができ、作者は作品のマネージメントを行うことができる。さらに、テクノロジーの高速な進化による新しい機能を作品に反映させることもでき、作者は作品を強化、または拡張させることもできる³⁸。このように《PulseCloud》は、従来のすべてが完成された作品形態ではなく、「完成されていく」もしくは「何かになっていく」特徴を持つ新しい形態のパッケージ化された作品の提示として意義があると考えたい。

4.4 プラットフォームとしての可能性

テクノロジーとアートは歴史的に密接に関係付けられたものであった。サー・アイザック・ニュートン (Sir Isaac Newton, 1642-1727) の光学において光のスペクトル分析とミシェル＝ウジェーヌ・シュヴルール (Michel-Eugène Chevreul, 1786-1889) の「色彩の同時対比の法則」に体表される色彩についての研究は、印象派の配色技法や色の再現技法の原理とされるなど、絵画の歴史に大きな影響を与えた。トレーシング装置としてのカメラ・オブスクラから写像が化学的に固定されるようになるまで (もしくは写像がデジタル的に保存されるようになるまで) の流れを通して説明できるように、新しいテクノロジーは、新しい表現手法として、制作の道具として、表現の場として活用されてきた。しかし、近來の高度化されたテクノロジーは、その原理を理解するにも、テクノロジーを活用するにも深い知識を要求するようになってきている。新しいテクノロジーを理解してからの発想を実際の制作につなげることも、新しいテクノロジーを制作の道具として活用することも簡単にできるものではない。

一方で、コンピュータの登場以降、コンピュータの高度な演算能力によって制作における技術的な制約が緩和されてきた。それにともない、制作環境もかつてとは比べられないほど向上された。画像、音、映像、テキストなどあらゆるメディアが制作に持ち込まれるようになり、多様な発想がそのまま作品として生まれるようになった。このようなことを可能にさせた要因として、コンピュータの複雑な処理プロセスを簡単に利用できるようにする様々な制作プラットフォームの登場をあげることができるだろう。このようなプラットフォームを利用することで、コンピュータの高度の電子的な処理原理を理解しなくても簡単に画像、映像、サウンドなどの加工や編集ができるようになる。

《PulseCloud》は、Apple Watchにおける心拍センサーの制御、心拍データの取得、Apple WatchとiPhoneの間の心拍データ通信、データ共有のためのサーバーとiPhoneの間のデータ通信などの複雑な処理を行うプラットフォームとして活用することができる。第3章で述べたように、《Heartdrops》の根幹になる心拍データのクラウド・センシングは《PulseCloud》が担当しており、《PulseCloud》のOSC機能を通して取り出したデータの集合体にもう1つのハードウェア処理を加えたのが《Heartdrops》である。デバイスは限定されるが、《PulseCloud》を利用することで、心拍データを用いた様々な発想による作品の展開を簡単に行うことができる。

また、《PulseCloud》は、モバイル・アプリケーション形態のプラットフォームとして多くの人々に提供することができる。プログラミングを得意としない人でも、モバイル・アプリケーションをダウンロードし、アプリケーションのOSC機能を活性化するだけで個人あるいは集団によるリアルタイムな心拍データを簡単に取得できる。《PulseCloud》をプラットフォームとして提供することで、心拍データをテーマとする多視覚的で多発的な創作活動を期待することができる。さらに、《PulseCloud》をプラットフォームとして利用する人々から得られるフィードバックをソフトウェア・アップデートに反映させることができ、プラットフォーム自体の改良や機能の拡張を行うことができる。このような《PulseCloud》のプラットフォームとしての研究を今後の取り組みとしてあげておきたい。

³⁸ 逆に、テクノロジーの進化によるデバイスの改良やOSの変動により、ソフトウェアが新しいデバイスやOSで正しく動作しなくなってしまう場合もある。新しいデバイスやOSに対応したソフトウェア・アップデートは、作品の再現のための不可欠な要素である。

終章

第1章で述べたように、本制作研究では身体データを用いたデータ共有行為によって生まれる新しい表現可能性を試みるために、次のような目標立てていた。

- ・不特定多数の参加者同士の身体データによるデータ・コミュニケーションが行われる場を作ること
- ・データ・コミュニケーションをデジタル的に可視化・可聴化すること
- ・データ・コミュニケーションの物質的な再現を通して共同体の姿を直感的に表現すること

以下、この目標を検証していく。

まず、1番目の目標である「不特定多数の参加者同士の身体データによるデータ・コミュニケーションが行われる場」は、モバイル・インターネットがもたらした場所と時間を問わないネットワークと身体データの測定による自己定量化を融合することであると考えられる。自己定量化は元々、自分自身について理解を深め、その理解を自己管理に繋げるための行為であった。それをインターネットを通して記録していくことで、自分の記録は他人に伝達されるようになり、人々に自分のことをもっと理解してもらえようとする手段となっている。《PulseCloud》は、新たな自己定量化の手段として利用されている心拍データの測定を、単純な記録手段でなく、インターネットを通じたデータ共有によるコミュニケーションの手段として活用可能なプラットフォームを提供している点で評価しても良いだろう。また、モバイル・アプリケーションにパッケージ化することで、世界中の不特定多数を対象とする配信を可能としていることと、場所と時間によらない利用環境を可能としている点も評価できる。

2番目の「データ・コミュニケーションのデジタル的に可視化・可聴化」は、心拍データを自己表出の手段として扱うことで、今までになかった形態で自分を感じさせる、あるいは他人を感じさせる試みであったと考える。《PulseCloud》は、共有される心拍データの集合体を可視化・可聴化することで、参加者達の心拍の鼓動の速さを把握させるのではなく、自分と繋がっている人々の存在を感じさせる。人間の身体が発するデータを人間の行動を表すもう1つの言語として拡張させた新しい形態のインタラクションの実現であると考えても良いだろう。これは、新しいテクノロジーと新たな道具から派生される人々の行動を人間が理解しやすく俯瞰できる形として提示した点で評価することができる。

3番目の「データ・コミュニケーションの物質的な再現を通して共同体の姿を直感的に表現すること」は、デジタル・デバイスを通して行われるデジタル的な行動に物理的な質量を与える試みであったと考える。《Heartdrops》は、モバイル・アプリケーションを用いたクラウド・センシングにより具体化されるネットワーク社会の姿を鑑賞者がデジタルな機械や装置を介さない状態で体感できるようにする。《Heartdrops》で落ちてくる水滴に対して、鑑賞者はそれを体に当てて「冷たい」と感じたり、当たらないように距離をおいたりすることができる。普段では破片的なデジタル情報の集合として無機質に提示されるネットワーク上の人々を、自分の身体に直接的な影響を与えられる存在として実感可能にする。

以上のように、《PulseCloud》と《Heartdrops》の制作を通して、完全であるとは言えないかもしれないが、研究の目標は概ね達成できたと思う。それだけでなく、第4章で述べたようなさらなる可能性を発見することもできた。今後、より多くの人々に作品を公開し、体験してもらうことで、より多くの評価を得ることを期待できる。

2015年の春、著者が2012年から参加してきたARARTプロジェクトの名古屋展「ARアートミュージアム」の設営を行なっているとき、プロジェクト・メンバーたちは皆腕にApple Watchをつけていた。Apple Watchが発売される以前にもウェアラブル・センサー・デバイスはすでに数多く存在していたが、Apple WatchはiPhoneと連動することを前提としている点だけで何だか特別に感じられた。当時、まだApple Watchを持っていなかった著者が赤松教授のApple Watchを借りて初めて試したのは、ユーザー同士でApple Watchで測定した心拍データを送受信し、互いの心拍をデバイスの振動を通してリアルタイムに再現する機能であった。相手の心拍がインターネットを介して自分の

腕で感じられた時の衝撃は今でも忘れられないほどのものであった。Apple Watchはすぐにも沢山の人々に購入され、利用されるようになった。ユーザーが増えることに伴い、多くのユーザーを対象としたApple Watchで活用可能なアプリケーションも数え切れないほど開発されてきた。2013年からウェアラブル・デバイスによる身体データの測定をテーマとした研究を続けていた著者にとって、心拍データの測定を用いたアプリケーションの開発状況はとても気になるものであって、App Storeにアクセスし新しく公開されたアプリケーションをチェックすることを習慣的に行ってきた。しかし、心拍データの測定を健康管理の以外の目的で活用とするアプリケーションはたった2つだけであった³⁹。2008年からサービスを提供してきたApp Storeだが、そこには未だに「アート」というアプリケーションのカテゴリーすら用意されていない。このような状況は、著者にとって簡単に受け入れられるようなものではなかった。自己定量化活動は、モバイル・デバイスにより構築されたネットワーク環境と身体が発するデータが読み取れる環境の融合を個人的で肉体的なレベルで活用した1つの事例にすぎない。これからは、その次のステップへ足を踏み出し、もっと社会的で精神的なレベルでの活用方を模索して行くべきである。

近来、多くのスーパー・ヒーロー・ムービーが次々と制作されるようになってきている。著者は、子供の頃からスーパー・ヒーローのコミックスを読みながら登場するヒーローたちの超能力を羨ましく思っていた。「もし空が飛べたら」、「もし人間のこころが読めるようになったら」など、超能力を持った自分の姿を想像するだけで1日が過ぎせるほど楽しかった。このような著者において、最近のヒーロー・ムービーの流行りはちょっと嬉しいことである。

数年前のことであるが、大学時代からの友人と食事をしたとき、スーパー・ヒーロー・ムービーについて話をしたことがある。特に映画の感想を互いに語ることはなく、主なテーマはスーパー・ヒーロー・ムービーのジャンルに関わる話頭であった。友人は、スーパー・ヒーロー・ムービーのジャンルがサイエンス・フィクション (Sci-Fi: Science Fiction) と表記されていることは間違いであることを指摘していた。「大量のカンマ線を浴びた人間が死に至ることがなくハルク (The Hulk) になることや、ミュータント (mutant) たちが超能力を使って人間の身体や精神をコントロールすることなどは実世界ではどういう状況でも起こり得ない。そのため、スーパー・ヒーロー・ムービーのほとんどの場合、映画のジャンルはファンタジー (Fantasy) かサイエンス・ファンタジー (Science Fantasy) と表記するべきだ。」というのが彼の主張だった。当時、著者は「そうかもね」と返事しただけで、それからサイエンス・フィクションであるかサイエンス・ファンタジーであるかについて議論することはなかった。確かにファンタジーであると思ったからである。しかし、この制作研究を進める際に何度も彼が投げかけていた話頭をまた思い出さようになった。なぜなら、今まで空想の産物であると思ってきたことが少しずつ現実で実現されるようになってきていると思ったからである。テクノロジーの発展は、今まで起こり得ないと思われてきたものを起こり得るものに変えている。2014年、アメリカのワシントン大学の神経システム研究室 (Neural Systems Laboratory) は、世界初の人間での脳波直接通信に成功した。その研究報告書によれば、脳波直接通信の実験は、脳波を送信する人と脳波を受信する人の2人の被験者によって行われており、送信者が指を動かそうとする時に測定された脳波をインターネットを介して受信者に送り、送られたデータに応じて受信者の脳内に誘導電流を発生させることで受信者の指を動かすことに成功したという [Rao 2014:3-5]。自分の意思で他人の体を動かす。まるで超能力のようなことが高度なテクノロジーによって実現された。本制作研究で数年に渡って制作してきた《Heartdrops》も、部分的ではあるにせよ、超能力的な現象の実現であると考えることができる。《Heartdrops》の構造上、理論的には全世界のすべての人間の存在を感知できる作品にまで拡張させることができる。1964年にマーベル・コミック社のコミック・ブック『Uncanny X-men』に登場するミュータント探知装置の「セレブロ (cerebro) ⁴⁰」は、2017年に《Heartdrops》により実現されようとする。「人と人は繋がっており、互いの心臓の鼓動を感じることができようになる」と入学当時に妄想していたことは、今はすでに現実になっている。

³⁹ 2015年のApple社の発表によると2015年まで開発されたApple Watchのサード・パーティ・アプリケーションの総数は8,500だった。ちなみに、2つの健康管理の目的の以外で活用されるアプリケーションの中の1つは2016年に開発されたものであり、2015年の時点ではたった1つだけのアプリケーションが健康管理目的以外で心拍データの測定を活用していた。

⁴⁰ テレパシー能力の持ち主の脳波を増幅させることで、世界中に存在するすべてのミュータントあるいは人間を感知可能とする装置。



図39. セレブロ（上：コミック『Uncanny X-men』（1964）より⁴¹⁾、下：映画『X2』（2003）より⁴²⁾

身体データとネットワークを用いた表現といった漠然とした妄想を持って入学してから5年が経つ。センサーの種類の調査からデータの入手、データ分析や検証、数多く行ってきた試作、そしてまたの検証。入学からの5年間はこのような活動の繰り返しであった。この間に多くの人からの助言と協力をいただいた。その助言と協力があったからこそ妄想をまとめることができ、形にすることができた。特に、京都市立芸術大学の諸先生にお礼を申し上げたい。作品審査の砥綿正之先生には長い間に渡って全制作過程を終始一貫して見守っていただいた。入学直後の研究テーマを確定するところから、研究を進めることにおいてその方向性に迷う時にも、最後に作品をまとめる時にも、作品をより充実させる助言をいただいた。論文指導の加須屋明子先生は、論文をどのように構成すれば良いかから始め、引用の方法などの基礎的な部分まで指導して下さった。また、多重構造をしている作品制作プロセスをどのようにに関連させ、体系的にまとめるかについて、様々な方面からの助言をいただいた。副指導の高橋悟先生は、著者が前に出すことを作品のテクノロジー的側面をもっと主張できるように勇気付けて下さった。高橋悟先生からいただいた助言で美術をもっと広範囲な視覚から考え直すことができた。そして副指導の石橋義正先生からは、一步離れた立場からの作品の全体を見直すことを可能とする貴重なご意見をいただいた。赤松正行先生からは、作品をどう実現すれば良いかについてのテクニカルな助言から具体的なアルゴリズムの考え方までの実践的な助言をいただいた。肉声だけでなく、書籍、電子出版、ウェブサイト、IM、Skypeなど、ほぼすべてのメディアから言葉通りに時間と場所によらない助言をいただいた。この作品は何を目指しているか、どう実現すれば良いかを常に考えさせられたと思う。

また、制作においては白鳥啓氏と神谷典孝氏に感謝したい。白鳥啓氏には、研究の初期段階から様々なセンサー・デバイスや長時間に渡って蓄積された脳波や心拍のデータ・ベースを提供していただいた。白鳥啓氏から提供していただいたデバイスとデータは、その応用に関する様々な発想を可能とさせた貴重な資産になったと思う。また、白鳥啓氏には、モバイル・アプリケーション《PulseCloud》に使用された音源も制作していただいた。論文執筆中では誤字と文法のチェックまでしていただいた。神谷典孝氏には、開発全般に関わっていただいた。開発プラットフォーム

⁴¹⁾ Stan Lee., & Jack Kirby. *Uncanny X-men*, 7, Marvel Comics, 1964, 5

⁴²⁾ Bryan Singer. *X2*, 20th Century Fox, 2003

ムの紹介、具体的な処理構造のデザイン、サーバーの構築、サーバーとのデータ通信などの開発に大きな力になっていただいた。お二人の全面的な支援があったからこそ素敵な作品が制作できたと思う。

さらに、作品の試作段階から展示まで、アプリケーションのベータテストに参加していただいた、北村穰氏、ジャン・テソク氏、キム・イネ氏、サヴァナー＝M・バク氏、笹岡由梨子氏にお礼を申し上げたい。

最後に、いつも全力でサポートしてくれた妻と子ども、両親、そして妻の実家の家族にもお礼を申し上げたい。

2017年10月26日.

朴永孝

参考文献

書籍

- 赤松正行・神谷典孝 (2011) 『iOSの教科書：iPhone/iPadを開発しよう！』 iosbook.net
- 天田土郎 (2016) 『JavaScriptエンジニアのためのNode.js』 [Kindle版] Amazon.com
- Farman, Jason. (2012). *MOBILE INTERFACE THEORY: Embodied Space and Locative Media*. New York, NY, Routledge.
- Gibson, James J. (1986). *The ecological approach to visual perception*. New York, NY, Psychology Press.
- Hjorth, L., Burgess, J., & Richardson, I. (Eds.). (2012). *Studying Mobile Media: Cultural Technologies, Mobile Communication, and the iPhone*. United States of America, Routledge.
- ケリー, K. 股部桂訳 (2016) 『<インターネット>の次に来るもの：未来を決める12の法則』 NHK出版
- 蔵本由紀 (2014) 『非線形科学 同期する世界』 集英社新書
- 松井みどり (2002) 『“芸術”が終わった後の“アート”』 朝日出版社
- McCullough, Malcolm. (2013). *Ambient Commons: Attention in the Age of Embodied Information*. Cambridge, MA, The MIT Press.
- Merleau-Ponty, Maurice. (1945/2005). Trans: Colin Smith. *Phenomenology of perception*. London, Routledge.
- 三井秀樹 (2002) 『メディアと芸術—デジタル化社会はアートをどう捉えるか』 集英社新書
- Rudder, Christian. (2014). *Dataclysm : Who We Are (When We Think No One's Looking)*. New York, NY, Crown.**
- 白井雅人・森公一・砥綿正之・泊博雅 (2010) 『メディアアートの教科書』 フィルムアート社
- Surowiecki, James. (2004). *The wisdom of Crowds*. United States of America, Anchor.
- 上原 昭宏・山路 達也 (2015) 『アップル、グーグルが神になる日：ハードウェアはなぜゴミなのか?』 光文社新書

論文

- 赤松正行 (2005) 「リアルタイム映像表現の可能性」京都市立芸術大学
- 朴永孝 (2013) 「Travita、モバイル・メディアによる自律分散型ドキュメンタリー映像について」情報科学芸術大学院大学
- Gergen, K. J. (2002). Cell phone technology and the challenge of absent presence. In J. E. Katz, & M. A. Aakhus (Eds), *Perpetual contact: mobile communication, private talk, public performance* (pp. 227-241). New York, NY, Cambridge University Press.
- Hjorth, Larissa. (2015). Mobile art: Rethinking intersections between art, user created content(UCC), and the quotidian. *Mobile Media & Communication*, 4, (2), 169-185.
- 岩田博英・平井正文 (2005) 「フォトプレチィスモグラフィ」 『脈管学』, 45, (5), 329-332.
- 西村奈令大・蜂須拓・佐藤未知・福嶋政期・梶本裕之 (2012) 「心戯一体:疑似心拍提示を用いた視聴覚コンテンツ体験の拡張」 http://kajilab.jp/ja/index.php?plugin=attach&pcmd=open&file=2ECproceeding_nishimura.pdf&refer=people%2Fnishimura, 2017年10月26日アクセス
- Pink, Sarah. (2011). Sensory digital photography: re-thinking moving and the image. *Visual Studies*, 26, (1), 4-13.
- Rao, R. P. N., Stocco, A., Bryan, M., Sarma, D., Youngquist, T. M., Wu, J., & Prat, C. S. (2014) A Direct Brain-to-Brain Interface in Humans. *PLoS ONE*, 9, (11), e111332. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111332>, 2017年10月26日アクセス

Van House, Nancy A., & Davis, Marc. (2005). The Social Life of Cameraphone Images. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.542.3014&rep=rep1&type=pdf>、2017年10月26日アクセス

ウェブ

赤松正行 (2010) 「オケアノスにブイを放って」 <http://www.ameet.jp/column/160/>、2017年10月26日アクセス

Ofcom. (2016). 「Communication Market Report 2016」 https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0024/26826/cmr_uk_2016.pdf、2017年10月26日アクセス

World Economic Forum. (2012). 「Rethinking Personal Data: Strengthening Trust」 http://www.cil.cnrs.fr/CIL/IMG/pdf/WEF_IT_RethinkingPersonalData_Report_2012.pdf、2017年10月26日アクセス

World Economic Forum. (2013). 「Unlocking the Value of Personal Data: From Collection to Usage」 http://www3.weforum.org/docs/WEF_IT_UnlockingValuePersonalData_CollectionUsage_Report_2013.pdf、2017年10月26日アクセス