

3D プリントフットウェアを活用した市民参加型ワークショップの実践 鎌倉市における実証実験「データウォーク@かまくら」を通じて

Practice of a citizen participation workshop using 3D printed footwear
through the “Data Walk @ Kamakura” demonstration experiment in Kamakura City

浅野義弘¹, 中山秀樹², 宮田知起³, 奥野雅大⁴, 増田恒夫¹, 守矢拓海¹, 田中浩也¹

Yoshihiro ASANO¹, Hideki NAKAYAMA², Tomoki MIYATA³, Masahiro OKUNO⁴,

Tsuneo MASUDA¹, Takumi MOROYA¹, Hiroya TANAKA¹

¹慶應義塾大学, ²鎌倉市共生共創部, ³株式会社 ORPHE, ⁴ラピセラ株式会社

¹Keio University, ² Kamakura city government, ³ ORPHE Inc., ⁴ Rapithela Corporation

【要約】

本研究は 3D プリンタで製作したシューズとインソールを組み合わせ、被験者ごとにカスタマイズしたフットウェアを製作し、さらに歩容と地理情報を取得可能なセンサを組み合わせ、防災などのテーマに基づいて実施した市民参加型の歩行実験について述べるものである。データの取得を身近に捉え、複数人や自治体単位での活用可能性を探索することを目的として、市販のスマートシューズも併用しながら実験を行い、3次元地図上における歩行データの可視化やアンケート調査を行った結果、「身近なデータが生活の質の向上や地域づくりに役立つ」という認識を向上させることが分かった。また、個別製作した 3D プリントフットウェアにより、実験への関心を強化する可能性が示唆された。

キーワード: 3D プリント, フットウェア, スマートシティ, 歩容, マッピング, 市民参加

【Abstract】

This study describes how 3D printed objects and sensor-based walking capture and visualization can change the way people think about data utilization. We conducted several walking experiments, visualizations, and discussions with citizens living in Kamakura City, using commercially available smart shoes and 3D printed footwear created from their 3D scanned data. The result of survey showed that visualization of data can change consciousness about data, and also suggested that the 3D printed objects can attract consciousness and make positive changes.

Keywords: 3D printing, footwear, smart city, gait, mapping, citizen participation

1. 序論

センサや通信技術の発達によって、種々のデータの取得や共有が容易になった。IoT センサキットを用いて生活空間の情報を取得し、特定地域の行政に働きかけるような運動も起こっている[1]。こうしたデータ活用によって課題解決や価値創出が図られる都市や地域はスマートシティと呼ばれ、政府の支援等によって日本国内でも推進されている。他方、データの取得やその活用という行為の身近さが個人によって異なるデジタルディバイドの課題も共存しており、鎌倉市職員へのヒアリングでは、一部の市民にとってデータが「見えない／描けない／触れない／関係ない」として捉えられていることを問題視していることが判明した。

データ活用に関する市民の意識を変容させるため、身近な行為である「歩行」をテーマとして、参加型の実験を実施した。歩行データの可視化によって「見えない／描けない」、個人の足形状や好みに基づいた 3D プリントフットウェアを作ることで「触れない」、実験中のディスカッションや振り返りを経て「関係ない」にそれぞれアプローチし、どのような意識変化が起きるかを調査した。

2. 実験の概要

実験は慶應義塾大学 SFC 研究所ソーシャル・ファブリケーション・ラボと鎌倉市の共催事業「データウォーク@かまくら～歩いて「私」と「まち」を知り、データで紡ぐみんなの鎌倉～」内で行われた。鎌倉市の広報誌と Web サイトを通じて募った鎌倉市内在住の成人 10 名を対象に、3 日程に分けて実験を実施した(表 1)。

表 1. 「実験のスケジュールと主な内容」

| | 日程 | 主な内容 |
|-------|----------------------|---------------------------------------|
| 第 1 回 | 20/12/19 | ORPHE TRACK を用いた 避難シミュレーション |
| 第 2 回 | 21/1/30 | 3D プリントフットウェアの試し履きと 製作プロセスの紹介 |
| 第 3 回 | 21/1/30 - 21/2/27 | 自由なテーマによる歩行とデータ収集, 結果についてのディスカッション |

2.1 【第 1 回】津波発生時の避難シミュレーション

第 1 回ではデータの収集と可視化を体験するため、ORPHE 社の販売する、足の動きの解析に特化し、歩容解析・記録が可能なスマートシューズ「ORPHE TRACK」

(シューズ品名:SHIBUYA 1.1, センサモジュール品名: ORPHE CORE 1.1)と, 1歩ずつデータを取得できるiOSの実験用アプリを用いて歩行実験を行った(図1).



図 1. ORPHE TRACK を履いて街を歩く様子

歩行のテーマには, 鎌倉市が抱える課題のひとつとして津波からの避難を設定した. 被験者は5グループに分かれ「①スマートフォンを利用せずに海岸から 12 分間でできるだけ安全な場所に避難する」「②紙の地図を見ながら公共の避難所までたどり着く」の2つのテーマに従い, データを取得しながら移動を行った.

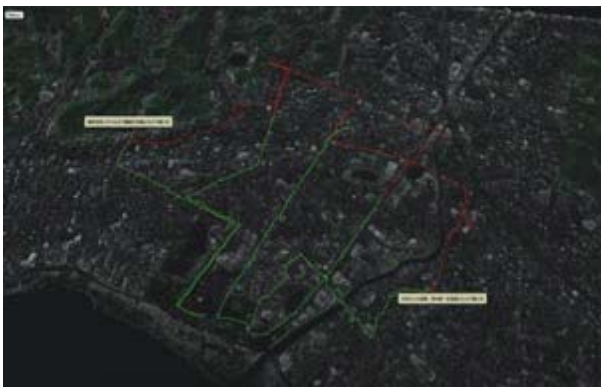


図 2. 海岸からの避難ルート(緑)と避難所へのルート(赤)

移動終了後, 歩行データをコンピュータに送付し, 海岸と2か所の避難所を含む鎌倉市役所周辺の 3D マップ上に移動ルートを表示(図 2)し, 浸水領域のシミュレーションなどをスクリーン上で共有しながら, 全グループで避難行動の振り返りを行った. なお, この実験内容や避難時間は先行事例[2]から着想を得ている.

2.2 【第2回】3D プリントシューズの貸与

第 1 回の実験終了後, 被験者全員の足首から下部を左右それぞれ 124 枚の静止画として撮影(スキャン)し, Metashape[4]を用いて 3D モデル化した. そのデータを元にシューズの外形を設計し, ナイロン 12 をベースとしたエラストマーと着色用のペレットを用い, ペレット式 3D プリンターGEM550D (エス.ラボ社)で印刷したのち, 超音波溶着によって組み立てた. また, 義肢装具士がインプレッションフォームで採型した足底形状を, Structure Sensor(Occipital 社)を用いて 3D モデル化したものから設計したインソールを, 3D プリンターCarbon

L1 (Carbon 社)で製作した.

これらに ORPHE 社の歩容センサモジュール「ORPHE CORE 1.1 (後に Android ユーザーのみ ORPHE CORE 1.2 に交換)」、スペーサー、フィッティング用の当て布を同封し, 実験用フットウェアとして被験者に貸与した(図 3).



図 3. 被験者に貸与した実験用フットウェア一式

当初の予定では第 2 回は第 1 回と同じルートを歩き, ORPHE TRACK と実験用フットウェアを比較するつもりであったが, 新型コロナウイルスの流行に伴う神奈川県 の緊急事態宣言発出を受け, 急きょオンラインに開催方式を変更し, 実験用フットウェアを作る過程を紹介するプロセスを動画とスライドで紹介し, 使用上の注意を説明した上で, 被験者が各自で軽く試し履きをするに留まった. 試し履きがうまくフィットしなかった被験者に対してのみ, 間隔を開けて別会場に訪れてもらい, ヒートガンや当て布を用いてフィッティングを行った.

2.3 【第3回】自由なテーマによる歩行とデータ収集

第 2 回終了からおよそ1ヶ月のあいだ, 被験者には ORPHE TRACK もしくは実験用フットウェアを貸与し, 各自が自由に決めたテーマに基づいて一度以上歩行データを収集するよう依頼した. なお, 第 1 回で使用した計測用アプリは利用可能な機種に制限があったため, 被験者によるデータ回収は一般公開されている iOS/Android 用のアプリ「ORPHE TRACK Run」を通じて行われた. なお, 被験者都合により, テーマを決めてデータを収集した被験者は最終的に7名となった(表 3).

表 3. 「被験者によるデータ収集テーマ(一部)」

| 被験者 | テーマ |
|-----|-------------------------------------|
| A | できるだけ同じルートで 2 種の靴をはきくらべ, 歩行データを測定する |
| B | ふだんの鎌倉生活の足あと(市役所への移動や散歩) |
| C | 普段歩かない道を意識して鎌倉制覇 |
| D | 由比ヶ浜海岸から避難ルートの案内表示を頼りに避難所まで歩いてみる! |
| E | 靴の違いを調べる(同じコースを歩く) |
| F | 普段車でしか走らない道を歩いてみる |
| G | 鎌倉の古道をデータで再発見? 化粧坂切通し編 |

その後, 被験者が集めたデータを鎌倉市全域まで拡

張した 3 次元マップ上に描画(図 4)し、オンラインで画面共有しながら各自の取り組みの振り返りを行った。



図 4. 鎌倉市の全域にマッピングされた歩行データ

3. 結果

各実験の終了後には、質問紙(第1回)およびオンラインの質問フォーム(第2回, 第3回)を用いてアンケートを実施した。以下、第 1 回から第3回まで継続して参加した7名についてアンケートの結果を記載する。

3.1 生活にまつわるデータ活用についての意識変化

第1回から第3回まで共通して行った質問「歩行のような生活にまつわる身近なことに関するデータ活用について、今日のイベント前のあなたの認識に一番ちかいものを選んでください」への回答は、「①あなた自身の生活や活動のデータが、自分の生活の質の向上に役立つ」「②あなた自身の生活や活動のデータが、まちづくりや地域づくりに役立つ」の2問に対し、それぞれ「1 強く意識していた/2 まあまあ意識していた/3 あまり意識したことがなかった/4 全く意識したことがなかった」の選択式で行われた。その点数の推移を示す。

表 3. 「① あなた自身の生活や活動のデータが、自分の生活の質の向上に役立つ」への回答スコア

| | A | B | C | D | E | F | G | 平均値 | 中央値 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|------|-----|
| 第1回 | 1 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2.43 | 3 |
| 第2回 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1.57 | 1 |
| 第3回 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | 1 | 1.86 | 2 |

表 4. 「② あなた自身の生活や活動のデータが、まちづくりや地域づくりに役立つ」への回答スコア

| | A | B | C | D | E | F | G | 平均値 | 中央値 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|------|-----|
| 第1回 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 3.14 | 4 |
| 第2回 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2.43 | 3 |
| 第3回 | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2.43 | 3 |

「生活の質の向上(表 3)」および「まちづくりや地域づくり(表 4)」双方において、第 1 回よりも第 2 回と第 3 回の方が平均値・中央値ともに低い(=意識が強い)スコアを示していることが分かった。

3.2 データの可視化についての評価

データの可視化に関する意見をまとめる。第 1 回ではグループごとの避難経路を 3D マップ上に描画しながら振り返りを行ったが、「本日のイベントの満足度をお聞かせください」に対する自由記述として、「グループ毎に通るルートが全く異なりそれぞれに発見があった」「避難行動の違いがとても興味深かった」といった回答があった。また、浸水領域のシミュレーション(図 5)に対する口頭でのコメントとして、「距離に対して浸水しにくい道を選んでしたが、ある場所では想定外の方向から水が来ることを知り学びになった」という旨の振り返りも行われた。

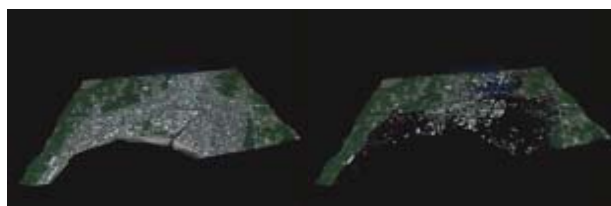


図 5. 浸水領域のシミュレーション(第 1 回)

第 3 回での自由記述式の質問「データの可視化や物質化によって、新しい発見や気づきはありましたか？」に対する「平面図ではわからない山の高低差(図 6)を見られたことに感動しました」「鎌倉の立体的な特徴」といった回答や、「有用だと感じたり、もっと使ってみたくと思うデータはありましたか？」に対する「平面上の紙地図と違って、高低差など感覚的に伝わるものがあり、歩いてみたいと思いました」「3D データが記録できるのであれば、ショッピングモール等の大型施設内での人の流れも分析できるのかな」といった、3次元的な描画を評価する意見も多く寄せられた。



図 6. 被験者 G による山道を歩いたデータの描画(第 3 回)

3.3 データの可触化についての評価

製作した実験用ソフトウェアに関する意見をまとめる。第 1 回での「足をスキャン・採型する際に、何か気になったことはありますか？」という質問に対しては、「初めての経験で興味深かったです」「特になし(違和感はなかった)」といった、抵抗なく受け入れられる回答が主だった。

第 3 回のデータ収集後に行ったインソールに関する質問「日常でも使ってみたくありませんでしたか？」に対しては、1名が無回答、1名が「足がすべらなさすぎて、歩きづらさを感じました」として「あまり使いたくない」と答えた。残りの 5 名は「使いたい」と答え、その理由として「自分の足にじっくりくるインソールだった」「足裏へのフィット

ト感があって、体に良さそうな感じです」「左右のバランスが改善できそうな気がする」などが挙げられた。

同様のタイミングで集めたシューズ本体への感想としては、「踵が緩くて脱げてしまいそうになるため歩き方も不自然になります」「全体的に硬いので、早く歩くのには向いていないと感じました」「上部カバー部のつま先部が当たり痛かった。はきづらかった」といった、履き心地に関するネガティブな評価が寄せられた。

4. 考察

3.1 で示したように、実験を通じて自身の生活や自治体でのデータ活用に関する意識が変化している。第 1 回から第 2 回での意識の向上には、「ORPHE TRACK を用いた歩容データの収集体験」や「避難ルートの可視化」が寄与したと考えられる。第 2 回から第 3 回の間には実験用フットウェアを各自に郵送し、被験者自ら設定した課題によるデータ収集に取り組んだが、第 1 回から第 2 回の間ほど明確な数値の変化は見取れなかった。この理由として、3.2 で示したような第 1 回での体験(データを見る/データを描く)がすでに認知の変化に十分寄与するものであったことや、第 2 回以降余儀なくされたオンラインでの会合や個人単位でのワークにより、体験の質が変化したことなどが推察される。

また、3D プリントで製作した実験用フットウェアについて、3.3 で示したとおり、インソールは肯定的に、シューズ部分是否定的に捉えられる傾向があった。インソールの製作プロセスは既に商業レベルで確立されたものである[4]が、シューズ部分の設計や製造方法は実験的なものにとどまっていたことが原因と考えられる。シューズ部分の改善が進み、より快適な歩行やデータ収集が行えるようになれば、「データに触れる」ことがもたらす意識の変化は異なる結果になることが予想される。



図 7. 被験者の足形状と色の希望に基づいて製作された 10 パターンの実験用フットウェア

その他の要素として、実験用フットウェアは製作前の段階でサンプルとして用意した3色から選んでもらうことを想定していたが、実物を見た被験者から「サイドの色も変えてほしい」「淡目の色が良い」といった細かな要望が寄せられ、結果として図 7 のようなバリエーションに派生した。また、第 2 回のオンラインセッションでは各自のフットウェアを画面上で見せ合ったが、「他の方のフットウェアの実物を拝見したい」といったコメントも寄せられ

た。さらに、被験者によるデータ収集のテーマ設定では、「ORPHE TRACK との履き比べ」というテーマも生まれており、実験用フットウェアという「かたちある実物」が存在することで、実験自体への興味を引き出し、歩くことへの積極的な動機付けにも寄与したと考えられる。

5. 結論

本研究では 3D プリンタで製作したシューズとインソールを組み合わせ、被験者ごとにカスタマイズしたフットウェアなどを利用し、歩容と地理情報を取得可能なセンサと組み合わせ、津波からの避難などのテーマに基づいて歩行実験を実施した。アンケート調査によって、歩行データを収集する体験やその3次元的な可視化が、「身近なデータの活用が、生活の質の向上や地域づくりに役立つ」という認識を向上させることが分かった。また、本実験のために製作した実験用フットウェアは履き心地の面で改善すべき点が多いが、かたちある実物が存在することで、実験への関心や歩行への動機を引き出す可能性が示唆された。

現在、フットウェアの履き心地の向上や柔軟性を増すための工夫を始めており、また、収集された歩行データやコメントの公開(図 8)を通じ、今後の具体的なまちづくりなどのアクションに反映していくことを目指している。

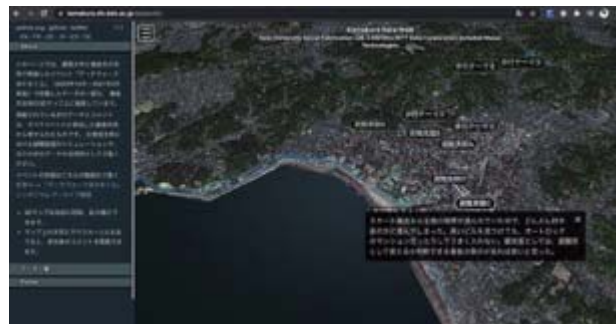


図 8. 実験後 Web[5]で公開されたコメント付き 3D 地図[6]

6. 謝辞

本研究は、JST-COI「感性とデジタル製造を直結し、生活者の創造性を拡張するファブ地球社会創造拠点 (JPMJCE1314)」の支援を受けたものである。

参考文献, 注釈

- [1] Smart Citizen Kit <https://smartcitizen.me/>
- [2] 逃げ地図づくりプロジェクトチーム: 災害から命を守る「逃げ地図」づくり, ぎょうせい, 2019 年
- [3] <https://www.agisoft.com/>
- [4] ラピセラ社によるインソール製作クラウドサービス「eLabo」 <https://rapithela.co.jp/elabo/>
- [5] <https://kamakura.sfc.keio.ac.jp/datawalk/>
- [6] ブラウザ上で点群描写をするライブラリ Potree (<https://github.com/potree/potree>)を基に開発。