

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 12 月 7 日現在

機関番号：22604

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K21263

研究課題名（和文）乳幼児期のアフォーダンスの可視化による事故防止・発達支援システムの開発

研究課題名（英文）A system for the prevention of accidents and the support of motor development through affordance visualization in infancy

研究代表者

西崎 実穂 (Nishizaki, Miho)

首都大学東京・システムデザイン研究科・助教

研究者番号：90610957

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は乳幼児の行為によって現れるアフォーダンスを可視化し、家の中で生じる不慮の事故の防止と発達促進に役立たせることを目的とした。まず（1）日本、ポルトガル、アメリカの3カ国で生後4ヶ月から12ヶ月まで20名の縦断的観察を実施した。約190時間の映像からマイルストーンの開始時期の確認、乳幼児が接したモノや人の抽出・動作分析を行なった。（2）アプリケーション開発では、日用品（家具等）に対する乳幼児の行為をAR動画として実装した。ユーザテストおよびインタビューを重ね、改良を行った。最後に、（1）と（2）を統合する（3）webシステム上で全ての記録を検索可能なデータベース（ベータ版）を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果として（1）の縦断的観察の分析結果と（2）のARアプリケーションのプロトタイプについては国内外の学会発表や論文投稿を行った。中でも（2）は国際学会に投稿した際に評価を受け、研究インタビューの対象として選出された。生態心理学、デザイン、開発等を融合する学際的な成果を出しつつある。社会的意義としては、（2）ARアプリケーションの完成版は、App Storeにて無料配布を予定している。（3）のデータベースはベータ版のためデータおよび閲覧者を限定しているが、最終的には制限を設けず、国内外で広く一般的に活用して頂くことを目指している。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to visualize infants' affordances during daily activity to support motor development and help prevent unintentional injuries in the home. We conducted a longitudinal observation of 20 four-to-twelve-month-old infants in three countries: Japan, Portugal, and the United States. After recording and scrutinizing about 190 hours of video, we tracked the beginning of each milestone of motor development, and identified objects and people that the infants directly touched. We then developed an application in which the daily necessities around infants, and the actions taken by infants, were incorporated into augmented reality (AR) movies. We conducted user tests and interviews and made improvements to the application. Finally, we developed a searchable web database (beta) to house all records and results of the study.

研究分野：生態心理学、デザイン

キーワード：アフォーダンス 乳幼児 発達 拡張現実感（AR） 可視化 家 環境 傷害予防

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

通常、「家」は安全な環境として捉えられるが、乳幼児期の事故は屋外よりも家で多く発生している。家の中に潜在するアフォーダンス（affordance：行為の可能性）を検討することによって、家の構造や間取り、家具の配置といった物理的環境だけでなく年齢や性別、身体的特徴、状況等の個々人の違いを知ることができる。さらに乳幼児にとっては事故防止と共に発達への手がかりを提供すると考えられる。

### 2. 研究の目的

本研究は、生後 12 ヶ月間の乳幼児の日常行為に現れるアフォーダンスを可視化し、家の中で生じる事故防止および発達促進に役立たせることを目的とする。具体的には研究者とユーザとの双方向なインタラクションが可能となるシステム構築を目指し、1) 乳幼児の縦断的観察を実施し、これらのデータを基にした 2) AR アプリケーションの開発と改良を行う。さらに観察・モバイルアプリケーションと連携して全てのデータを取りまとめる 3) データベースを作成する。

### 3. 研究の方法

#### (1) 縦断的観察とデータ収集

本研究の土台となるこれまでの科研費課題で収集した映像と合わせて合計 3 カ国（日本、ポルトガル、アメリカ）の家庭で乳幼児の日常的な行動の縦断的観察を行い、デジタルビデオカメラによる映像記録と筆記による観察記録をとる。期間は生後 4 ヶ月から 12 ヶ月の 9 ヶ月間である。これらの記録映像および両親への聞き取りから乳幼児の基本情報（性別、誕生日、観察開始日/終了日、居住地、住居様式、間取り、兄弟姉妹の有無、マイルストーン等、25 項目）を確認する。映像から全セッションの情報（日付、時間、内容、場所、対象物）を抽出し、危険・発達関連度や姿勢などの動作分析についてはビデオコーディングソフト Datavyu を用いて 2 名のコーダーで行う。

#### (2) アプリケーション開発と検証

これまで AR (Augmented Reality, 拡張現実感) 技術を用いて日常環境で乳幼児のアフォーダンスを可視化するモバイルアプリケーションの試作を開発してきた (Nishizaki, 2013, 2015)。アプリケーションの利用を通じて生後一年間で乳幼児がどのような対象物を選択し、どのように振舞うのか、対象別に生じる月齢毎の変化について AR 動画から知ることができる。AR 動画は全て (1) の観察映像を基に作成した線画を用いる。

本課題では新たに (1) の追加で内容の充実を図りながら、対象物へのアラート機能を検討する。また、ユーザーの特性に対応した個別設定も検討する。開発面ではプログラミング言語、AR プラットフォームの変更を行い、複数の開発環境を比較する。評価面ではユーザテストとインフォーマルなユーザインタビューを行い、プロトタイプの課題を確認する。

#### (3) データベース開発

(1)・(2) で収集および作成した全てのデータにウェブブラウザを通してアクセスし、必要な情報を検索して活用できるデータベース（ベータ版）を作成する。プログラミング言語は Python 3.6、データストアは Elasticsearch 6、ウェブアプリケーションプラットフォームは Flask である。日本語と英語の 2 ヶ国語対応とする。

### 4. 研究成果

本研究は、3 年間で乳幼児期の「家」における乳幼児期のアフォーダンスを AR 技術により可視化するアプリケーション開発を基に、これらを統合する Web システムの構築を目指すものである。主な成果について (1) 縦断的観察と分析、(2) AR アプリケーション開発と検証、(3) Web システムの提案の三点から述べる。

#### (1) 縦断的観察と分析：

前年度までの研究で開始していたポルトガル（リスボン）の 1 名の追加観察を完了し、新たに日本（東京）、アメリカ（ニューヨーク）在住の乳幼児を各 5 名ずつ観察対象とし、各家庭で生後 4~12 ヶ月間の縦断的観察を行うことを目標とした。観察記録はビデオカメラと 360 度カメラを用いた映像記録と観察メモを取り、研究者が訪問できない場合は後日メール等で状況を確認した。

結果、本研究の土台となるこれまでの科研費課題で収集したデータと合わせて合計 3 カ国（日本、ポルトガル、アメリカ）20 名の乳幼児の縦断的観察を行い、分析対象とした。各国別に乳幼児の基本情報（性別、所在地、住居様式、間取り、兄弟姉妹の有無、マイルストーン等）をまとめた。日本とポルトガルの 14 名分については合計 2754 セッションとなり、各セッションの日付、時間、内容、場所、対象物、危険・発達関連度を確認した。対象物の比較を行ったところ、日本では 292 種類、ポルトガルでは 177 種類のモノとの接触が観察された。図 1 にその内訳を示す。両国とも乳幼児が大人と共有して使用する日用品や家具に接する機会が高いことが示された。さらに、ポルトガルよりも日本の乳幼児の方が直に接するモノの数が多く観察された。

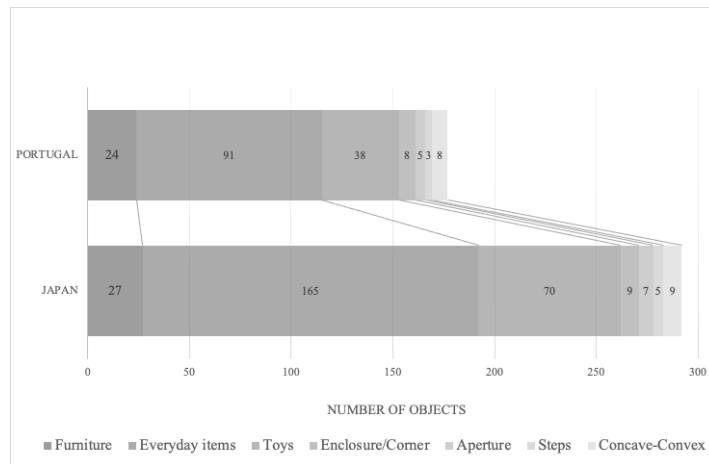


図 1. 乳幼児が直に接したモノの種類

動作分析については日本 9 名に対してビデオコーディングソフト Datavyu を用いて約 500 件のコーディングを終え、現在は残りの日本、ポルトガル、アメリカのコーディングに着手している。また、乳幼児が家の中のモノとどのように接触しているか、その状況と変化から生じる事故や発達への結びつきについても現在分析を進めている。

本研究の困難さとして、家の中という個人的な空間における実施、生後 4 ヶ月から 12 ヶ月に至る 9 ヶ月間の縦断的観察、多国籍という三点が挙げられる。幸い研究目的に賛同してくださったポルトガルとアメリカの研究者の協力によって観察が可能となったが、国別（大学）の事情や家庭の事情、誕生後の母子の体調、そのほかやむを得ない事情により予定していた乳幼児のうち 3 名が参加できなくなり、5 名で部分的にデータの欠損が生じた。参加できなくなった代わりにの協力者を探す場合、4 ヶ月目から開始する条件に合う協力者をすぐに見つけることは海外では特に困難であった。

しかしながら、本研究の (3) で述べる Web システム上で閲覧できるデータベースの最終的な目標としてユーザからの横断的データの提供も目指していることから、データベースにおいては欠損値のあるデータも活用可能であり、さらに、撮影が困難になる理由のうち家環境や乳幼児の活動に起因する理由を把握できたことは、今後の観察方法の改良を目指す上で役立つと考えられる。

- (2) AR アプリケーション開発と検証：AR (Augmented Reality) モバイルアプリケーション開発は、言語を Objective-C から Swift へ移行し、AR については 2017、2018 年に米 Apple の AR プラットフォーム (ARKit) に大きな変化があったため、複数の開発環境を比較した。また、データの増加と観察の分析を基に新たな構造を検討した。

検証としては、2013 年から 2017 年までのユーザーテストおよびインタビューの取りまとめ、現在のプロトタイプの評価と今後の課題を確認した (図 2)。ユーザーテストとインタビューの対象者は、研究者、会社員、デザイナー/建築家、エンジニア、学生、乳幼児の両親である。インタビューで得られた意見を基に分析を行った結果を表 1 に示す。

結果、今後の課題として動画の作成方法の効率化について検討が必要であると考えられた。現在の AR 動画は全て (1) の観察映像を基に線画を描いており、プライバシーの保護と表示の簡略化による内容の理解しやすさに貢献しているとインタビューでも評価が得られた。しかし、1 秒間に 3~5 枚の線画を描く必要があるため、データ量の増加を踏まえて一部作業の自動化も検討していきたい (図 3)。

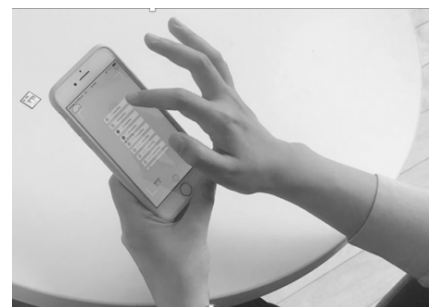


図 2. ユーザテストの様子



図 3. 線画例 (柵)

表 1. インタビュー結果まとめ

Category	Strengths	Weaknesses	Category
R, O, P, S	• Instant access to information and camera.	• Data susceptible to environment and families.	R
R, P	• Protected privacy with line drawings.	• Small numbers of participants.	R
R, P, S	• Easy to understand characteristics of infants behaviors.	• Hard to collect longitudinal data and archive of data.	R
R, P	• Reduced risk of inaccurate or miss perceptions.	• Rich video data but difficult to analysis.	R
R, P	• Increased interests of infant's behaviors for adults.	• It appears to be hard to draw all movies.	R, D
R, E, P	• Increased awareness.	• Improve recognition.	R
P, S	• Can enhance communication.	• Need collaborators of several fields.	R
R, P, D	• Adds opportunities to revalue of development in infancy.		
R, P, D	• All animations are based on longitudinal data is great.		
P	• Add more system (ex.recommendation of products).		
R, D	• Interactive technological applications.		
	Opportunities	Threats	
R, P	• Increase safety to reduce preventable accidents.	• AR often means radical change.	R, E
R, D	• Promote to change into childproofing home.	• Frequently update of programming languages and libraries	E
O, P	• Good for adults, especially new parents.	• Changes of technologies.	R
R	• Great potential in the psychology and educational fields.	• Big data of hospital or healthcare areas.	R
R	• Possible to use for autism children.		
R	• Collaborate with elderly people's accident analysis.		
R, D	• Adds value to the other fields that it is linked to.		
R, P	• Need collaborative products with this app.		
R, O	• Industry-university cooperation (healthcare, interior, etc.)		
R, E	• Increase adaptation to wearable devices.		
R, D, E	• Can bridge several fields through collaboration.		

D: designers/architects, E: engineers/developers, O: office workers, P: parents, R: researchers, S: students.

(3) Web システムの提案： ウェブシステム上で全ての記録を検索可能なデータベース（ベータ版）を作成した（図 4）。本データベースは、日本とポルトガルにおける縦断的観察の事例（2754 件）に基づき、乳幼児が家で接する 400 個以上のモノに関するテキストと線画によるアニメーションから成る。

ユーザは 7 項目の条件（性別、居住都市、家の構造、月齢、マイルストーン、場所、対象物/人等、無選択も可能）を設定し、家の中でいつ頃、どのようにモノや人と接しているのかを調べることができる。家環境における乳幼児とその周囲にあるモノや人とのインタラクションが表示可能である。

本データベースでは乳幼児一人ひとりの縦断的変化を追うだけでなく、乳幼児間の変化を比較することも可能である。さらに各条件を設定することで、国や地域、家族構成、間取り、日用品、家具等、乳幼児の周囲の「家」環境にある共通点と相違点を知ることができ、事故や発達が生じる背景や要因を検討することにつながると期待できる。

今後の展望としては、次年度より開始する継続研究において、3 カ国全てのデータを反映させ、ベータ版の検索結果のログの利用も行いながら、応用に向けた改良を加える予定である。機能面では、現在は検索結果数のみをグラフ化しているが、次の段階では検索結果を視覚的によりわかりやすく、利用しやすい形で提供できるように検討している。言語については、現在は日本語、英語に対応しているが、引き続きリスボン大学の協力を得ながらポルトガル語等対応できる言語を増加することも検討中である。

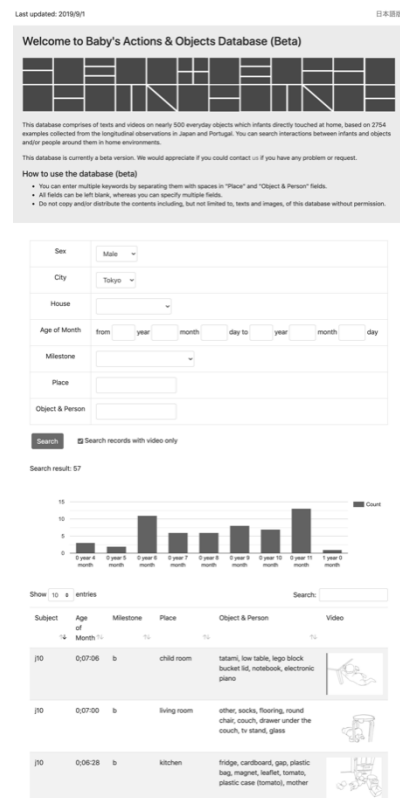


図 4. データベース（ベータ版）の検索例

以上の結果をまとめ、国内外の学会発表や論文投稿を行った。現在、動作分析を加えた論文を投稿準備中である。AR アプリケーションについては完成版を Apple の App Store にて無料配布することを予定している。データベースはベータ版のため現在は国内外の大学の研究者等に向けた限定公開としているが、アメリカ、ポルトガルの研究者らの協力のもと改良を進めており、最終的には一般公開として多方面からの活用を目指す。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計 1 件)

- ① Nishizaki, M. (2018). Visualizing Affordances of Everyday Objects Using Mobile Augmented Reality to Promote Safer and More Flexible Home Environments for Infants. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, Vol. 3, No.6, 74-82. 査読あり

〔学会発表〕 (計 8 件)

- ① Nishizaki, M. (2019). Visualization of Infants' Behavior at Home Using Augmented Reality for Promotion of Development and Prevention of Accidents. In: Cocchiarella L. (eds) *ICGG 2018 - Proceedings of the 18th International Conference on Geometry and Graphics*. ICGG 2018. 930-941. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 809. Springer, Cham.
- ② Nishizaki, M. (2018). How we visualize data in our everyday lives? Chris Salmon Professorship Speaker Series, Oklahoma State University, September, 2018.
- ③ Nishizaki, M. (2017). Visualizing Positive and Negative Affordances in infancy Using Mobile Augmented Reality. In *Proceedings of Intelligent Systems Conference*. 1136-1140. September 2017, London, UK.
- ④ Nishizaki, M. (2017). Visualizing Positive and Negative Affordances in the Home Environments from the View of Infants Using Mobile Augmented Reality. *The 48th Environmental Design Research Association Conference*. 339. June 2017, Madison, USA.
- ⑤ Nishizaki, M. (2016). Everyday data meets new technology. *Databrary meeting*, November 2016.
- ⑥ Nishizaki, M. (2016). Using Augmented Reality to Visualize Positive and Negative Affordances in Everyday Environments during the First Year of Life. *The 20th Biennial International Conference on Infant Studies 2016*, 58, June 2016, New Orleans, USA.
- ⑦ 西崎実穂 (2016). 家環境における乳幼児期のアフォーダンスの可視化-拡張現実を用いた事故防止・発達支援のためのアプリケーションの提案. *日本赤ちゃん学会 第16回学術集会*, 同志社大学, 2016/05/20. 75.
- ⑧ 西崎実穂 (2016). 乳幼児期のアフォーダンスの可視化-拡張現実感を用いた生活環境アプリケーションの提案. *日本発達心理学会*, 北海道大学, 2016/04/29. 521.

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

データベース (ベータ版)

<http://babydb.sd.tmu.ac.jp/search/en>

<http://babydb.sd.tmu.ac.jp/search/ja>

## 6. 研究組織

(1)研究分担者

なし

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

リタ・コードヴィル（リスボン大学）

ジョアオ・バレイロス（リスボン大学）

カレン・アドルフ（ニューヨーク大学）

ローマ字氏名：

Rita Cordovil Matos (University of Lisbon)

João Manuel Pardal Barreiros (University of Lisbon)

Karen E. Adolph (New York University)

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。