

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 5 月 9 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16K00714

研究課題名（和文）人間中心設計を用いた視覚障がい者のための空間デザインツールの開発

研究課題名（英文）Proposal of spatial design tool for vision-impaired people based on human centered design

研究代表者

笠松 慶子（Kasamatsu, Keiko）

首都大学東京・システムデザイン学部・教授

研究者番号：90296385

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、人間中心設計を用いて視覚障がい者が快適に生活を送るための空間をデザインするツールを開発することを目的とした。そのため、視覚障がい者の歩行における空間認知における特性において調査・分析し、空間認知におけるメンタルモデルを構築した。さらに、歩行時におけるエクスペリエンスマップを作成することにより、心理的側面としてこころの動き、および身体的側面として生体情報の変化を可視化し、視覚障がい者が快適に過ごすことができる空間をデザインするためのツールを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義としては、歩行時のエクスペリエンスマップを作成したことにより、心理的側面として心の動きが明らかになったこと、視覚障がい者が歩行する際にサポートするデザイン要件を明らかにし、ユーザと設計者のためのコ・クリエイションデザインプロセスを提案し、“エクスペリエンス時系列マップツール”を開発したことである。社会的意義としては、空間の移動において視覚障がい者の不便さを低減した空間の提供が可能となること、応用可能性として、空間デザインだけでなくプロダクトデザインのデザインプロセスで活用することにより、視覚障がい者が快適に使用できるプロダクトの開発に寄与することが期待できる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to develop a tool that design a space for the visually impaired to live comfortably by human-centered design. Therefore, we investigated and analyzed the characteristics of the spatial cognition of visually impaired people in walking, and constructed a mental model for spatial cognition. By creating an experience map during walking, we visualized mental movements as a psychological aspect and changes in biometric information as a physical aspect. Using these results, we have developed a tool for designing a space where visually impaired people can spend comfortably.

研究分野：ヒューマンセンタードesign

キーワード：ロービジョン メンタルモデル 人間中心設計 見え方 エクスペリエンスマップ

## 1. 研究開始当初の背景

人は日常生活を送る上で五感を用いてさまざまな情報を得ている。五感という感覚から情報を獲得し、さらに経験やメンタルモデルにより情報処理を行うことによって行動し、人と人とのコミュニケーション、人とモノとのインタラクションを行っている。特に、視覚から得られる情報は他の感覚器よりも圧倒的に多くの割合を占めている。

日本において高齢社会が到来し、視覚における障害として先天性障害に加えて中途視覚障害となる場合が増えている。その原因疾患としては、加齢に伴い増加する疾患である緑内障、糖尿病網膜症、変性近視、加齢黄斑変性、白内障があり、これらの5つの疾患で全体の3/4を占めている。日本眼科医会<sup>1)</sup>によると視覚障がい者数は約164万人、このうち失明者は18.8万人、ロービジョン者は144.9万人であり、その半数以上は70歳以上である。また、その数は2030年には200万人になると推定されている。視覚障がい者のかかえる疾患の程度によって、全盲やロービジョンなど見え方はさまざまである。一般的に視覚障がい者は全盲と弱視に大別されるが、高齢社会において加齢や疾患によって視覚機能としてロービジョンに属する人への対応が急がれている。ロービジョンは、WHO(世界保健機関)では矯正視力で両眼視0.05以上0.3未満という範囲で規定されているが、日本においてはまだ明確な定義はなされていない。日本眼科医会では、視力だけでなく視野欠損がもたらす日常生活における困難性、例えば視野狭窄における歩行の問題や夜間にモノが見えにくくなるような状態を持つ者も含めて定義すべきであると述べている。このように視覚に関する疾患や視覚機能の低下により視覚から得られる情報が減少し、日常生活を送るにあたり支障がある人は少なくない。

そのため、聴覚を用いて視覚障がい者のための歩行を支援するためのシステムに関する研究<sup>2)3)</sup>や視覚障がい者が歩行空間をどのように把握しているかについて調査を行った研究<sup>4)~6)</sup>は多くなされている。これらの研究においては、空間認知がどのように行われているか、歩行に際してどのような情報が必要不可欠となるものなのかについて検討されている。また、ロービジョン者の歩行時の注視行動を調査した研究<sup>7)</sup>では、ロービジョン者は、より近くを頻繁に見ること、視野と視力の状態によって注視傾向と注視対象物の選択傾向が異なる、などロービジョン者における視覚特性があることを明らかにされている。

これらの研究で明らかになった知見は、実際の空間デザインに活用されることが望まれるが、現状ではデザイナーが活用できるツールになっていないことが多い。もちろん、ハートビル法と交通バリアフリー法が統合・拡充された新バリアフリー法にあるように、公共交通機関や公園などに障がい者に対する配慮を行うことが義務づけられており、ユニバーサルデザインを考慮した交通・建築が行われるようにはなってきたが、デザイナーの経験値に依存していることが多く、ヨーロッパ諸国と比較してもデザイナーが活用できるツールが不足しているのが日本の現状であると考えられる。

1) 視覚障害がもたらす社会損失額、8.8兆円!! ~視覚障害から生じる生産性やQOLの低下を、初めて試算~、報道資料、社団法人日本眼科医会、2009。

2) 視覚障害者のための歩行案内システムの評価に関する研究、野田 宏治、松本 幸正、荻野 弘、栗本 譲、土木学会論文集、Vol.1996、No.548、P45-54、1996。

3) 視覚障害者の歩行時での有効な音声情報の分析、戸澤 清茂、今宮 淳美、小谷 信司、電子情報通信学会技術研究報告、WIT、福祉情報工学 106(144)、43-48、2006。

4) 模擬空間における空間把握：視覚障害者の歩行空間に関する研究 その1、亀谷義浩、武井民典、早瀬英雄、知花弘吉、荒木兵一郎、日本建築学会計画系論文集 (582)、47-54、2004。

5) ロービジョン者の視覚機能と外出時の歩行問題の関係に関する研究、柳原崇男、北川博巳、齋藤圭亮、三星昭宏、土木計画学研究・論文集、Vol. 25、P525-533、2008。

6) ロービジョン者の夜間歩行のための自発光型緑石ブロックの有効性に関する基礎的研究、岡 正彦、狩野 徹、葛西剛彦、日本建築学会計画系論文集、Vol.73、No.630、P1707-1713、2008。

7) ロービジョン者の注視傾向に関する研究 - 室内における事例研究 -、松田 雄二、原 利明、柏瀬 光寿、西出 和彦、日本建築学会計画系論文集、Vol.74、No.641、P1531-1538、2009。

## 2. 研究の目的

本研究では、人間中心設計を用いて視覚障がい者が快適に生活を送るための空間をデザインするツールを開発することを最終目的とする。

そのため、視覚障がい者の空間把握、空間認知における特性をこれまでに明らかになっている知見と併せて実際の空間において調査・分析し、その結果をもとに空間認知におけるメンタルモデルを構築する。特に、視覚障がい者が生活の中で不便を感じるのは、移動時の歩行に関する行動が空間において重要となるため、本研究では歩行様態に着目する。空間を構成する要素が空間認知におけるメンタルモデルに及ぼす影響について、模擬空間および実空間において実験を行う。視覚障がい者と健常者のエクスペリエンスマップを作成することにより、心理的側面としてこころの動き、および身体的側面として生体情報の変化を可視化し、デザイナーだけでなく、空間の開発に関わるメンバーに共通認識として共有するための資料とする。これらの結果をもとに、視覚障がい者が快適に過ごすことができる空間をデザインするためのツ

ールを開発する。

### 3. 研究の方法

#### (1) 視覚障がい者の空間把握、空間認知に関する調査とそのマッピング

過去 10 年を以て国内外における視覚障がい者の空間把握、空間認知に関する文献調査および国内外における事例として実空間の調査を行い、その特性をまとめる。これらは、先行研究の最新情報資料としてファイリングし、各研究間の関係性を把握しやすいようマッピングする。

#### (2) 空間の“見え”に関する実験

視覚障がい者が生活の中で不便を感じるのは、移動時の歩行に関する行動が空間において重要となるため、本研究では歩行様態に着目している。歩行の際に取得している情報、手がかりとしている情報、注視状況を明らかにし、メンタルモデルを調査する。実験室における条件として、照度、色、グレア条件を設定するため、実験として、壁の色、グレア、照度の組み合わせで、健常者による“見え”の調査を行う。

#### (3) 歩行様態における空間メンタルモデル調査

文字情報を得ることで空間歩行時のメンタルモデル形成にどのような効果が期待できるかについて実空間において調査を行う。フィールド調査としてロービジョンの方に協力していただき、歩行中の様子とヒアリングから歩行様態の調査を行う。調査の際、歩行をサポートするツールとして、文字情報を音声に変換してサポートするスマートグラスを使用する。また課題としては、歩行ルートに文字を配置し、その文字情報を獲得してもらう。

#### (4) 歩行様態におけるエクスペリエンスマップ作成

これらの成果をもとに効果的な文字情報の空間への配置について検討し、実ユーザへのインタビューを含め、エクスペリエンスマップを作成する。実ユーザとしての視覚障がい者（ロービジョン者、全盲者）4 名へのディープインタビューを行い、質的分析から歩行時のエクスペリエンスに関わる事象、場所・環境、思考、感情、他者との関わりについてエクスペリエンスマップを作成する。これらのエクスペリエンスマップを活用するための評価実験を行い、空間に必要なデザイン要件の選定を行う。

#### (5) 空間デザインのためのツール開発

(4) で選定したデザイン要件を実現していくための、デザインプロセスを検討する。従来の人間中心設計をベースとし、ユーザと設計者のためのコ・クリエイションデザインプロセスを提案し、視覚障がい者が快適に過ごすことができる空間をデザインするための“エクスペリエンス時系列マップツール”を開発する。

### 4. 研究成果

結果として得られた成果について3の(1)～(5)に沿って述べる。

まず、(1)から得られた成果としては、視覚障がい者の空間把握、空間認知における特性をこれまで明らかになっている知見を分析し、分類したことである。さらに、その結果を先行研究の最新情報資料としてファイリングし、分類された知見の関係性を把握しやすいようマッピングした。

視覚障がい者が生活の中で不便を感じるのは、移動時の歩行に関する行動が空間において重要となるため、本研究では歩行容態に着目した。(2)の実験では、歩行の際に取得している情報、手がかりとしている情報、注視状況を明らかにし、メンタルモデルを調査し、実験として、壁の色、グレア、照度の組み合わせで、健常者による“見え”の調査を行った。その結果、2面のコントラスト、壁と壁の境界線が“見え”に影響を与えることが示唆された。視認性の低い照射状況においては壁の色による違いが見られたことから、境界線による見えの差では反射律という要素も視認性に影響することがわかった。

(3)の調査では、視覚障がい者が文字情報を得ることで空間歩行時のメンタルモデル形成にどのような効果が期待できるかについて調査を行った。その結果、文字情報が空間のメンタルモデル構築に与える影響としては、視覚情報の有無により、構築されるメンタルモデルに差が生じる可能性があった。文字情報の読み上げによるサポートの際には、文字情報のある位置(方向や距離)の情報も同時に求められることがわかった。

(4)では、(2)(3)の成果をもとに効果的な文字情報の空間への配置について検討し、実ユーザへのインタビューを含め、エクスペリエンスマップを作成した。視覚障がい者として、ロービジョン者、全盲者を含め、4名のユーザへのディープインタビューを行い、質的分析から歩行時のエクスペリエンスに関わる事象、場所・環境、思考、感情、他者との関わりについてエクスペリエンスマップを作成した。このエクスペリエンスマップから空間に必要なデザイン要件の選定を行うことができ、以下のような視点でデザイン要件を検討することが重要であることを明らかにした。位置把握、Wayfinding 情報共有 出来事の記録 多様な文字情報の取得 テクノロジーへの還元などの社会向上のためのデータの2次活用 視覚情報から音声

情報への変換機能向上のための工夫 文字以外の環境情報の取得、の7項目である。

(5)では、デザイン要件を実現していくための、デザインプロセスを検討し、従来の人間中心設計をベースとし、ユーザと設計者のためのコ・クリエイションデザインプロセスを提案し、“エクスペリエンス時系列マップツール”を開発した。デザインプロセスとしては、プロセスの計画、ユーザの利用経験と状況の把握及び明示、ユーザの参加による要求収集、ユーザの要求事項の明示、ユーザの参加によるアイデア創出、ユーザの要求事項を満たす設計案の作成、プロトタイプ制作、ユーザの利用体験による設計案の評価、であった。このプロセスを遂行するツールとして開発したエクスペリエンス時系列マップツールは、提案したデザインプロセスに沿って、視覚障がい者のための空間をデザインする際に考慮すべき基本事項が明示されており、加えて対象とする空間に合わせてアレンジできるものである。このエクスペリエンス時系列マップを利用することによって、各ステップで検討すべき事項を設計者が認識、共有しデザインすることが可能となる。

以上のような成果を得ることができ、これまでの成果を学会にて発表した。歩行時のエクスペリエンスマップを作成したことにより、心理的側面として心の動きが明らかになり、ロービジョン者が歩行する際のサポートとなる要因を提案できる。このツールの応用可能性としては、空間デザインだけではなくプロダクトデザインのデザインプロセスで活用することにより、視覚障がい者が快適に使用できるプロダクトの開発に寄与することが期待できる。今後開催が予定されているオリンピック・パラリンピックの会場でのサイン計画やロービジョンケアの施設の空間デザインに活用することができ、空間の移動において視覚障がい者の不便さを低減した空間の提供が可能となると考えている。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件）

1 . 発表者名 Fuko Ohura, Keiko Kasamatsu, Takeo Ainoya
2 . 発表標題 Hearing Method Considering Cognitive Aspects on Evidence Based Design
3 . 学会等名 HCI12018, the 20th International Conference Human-Computer Interaction ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Fuko Oura, Keiko Kasamatsu, Takeo Ainoya, Keisuke Shimakage, Yoshihiro Asano and Takeshi Takenaka
2 . 発表標題 Service design based on user experience -a case study of the wearable device for vision-impaired users-
3 . 学会等名 International Conference of Service Science and Innovation and Serviceology ICSSI2018 & ICServ2018 Conference ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Kazuki Tsumori, Takeo Ainoya, Ryuta Motegi and Keiko Kasamatsu
2 . 発表標題 Utilization of Movie Prototyping for Service Design
3 . 学会等名 International Conference of Service Science and Innovation and Serviceology ICSSI2018 & ICServ2018 Conference ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 大浦 楓子, 笠松慶子, 相野谷威雄, 島影圭佑
2 . 発表標題 ロービジョンの歩行様態における空間認知
3 . 学会等名 アーゴデザイン部会主催 コンセプト事例発表会2017
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 山内哲仁, 本理香子, 李瀚暉, 大浦楓子, 津守一樹, 相野谷威雄, 茂木龍太, 笠松慶子
2. 発表標題 車内操作パネルデザインのためのエビデンスデータおよびVRの活用
3. 学会等名 アーゴデザイン部会主催 コンセプト事例発表会2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 本理香子, 大浦楓子, 李瀚暉, 山内哲仁, 津守一樹, 笠松慶子, 茂木龍太, 相野谷威雄
2. 発表標題 デザインプロセスにおけるメンタルモデルの活用
3. 学会等名 アーゴデザイン部会主催 コンセプト事例発表会2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山内哲仁, 相野谷威雄, 笠松慶子
2. 発表標題 VRを用いた室内雰囲気の評価
3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会研究報告
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Fuko Ohura, Keiko Kasamatsu, Takeo Ainoya, Akio Tomita
2. 発表標題 Study on Indoor Light Environment and Appearance
3. 学会等名 the 19th International Conference on Human-Computer Interaction (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山内哲仁, 相野谷威雄, 茂木龍太, 笠松慶子
2. 発表標題 VRを用いたデザイン検証手法の提案
3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Takeo Aino, Yui Tanaka, Keiko Kasamatsu
2. 発表標題 VR Simulation Verification for the Space Design with the Tactile Reaction
3. 学会等名 The 23rd International Display Workshops in conjunction with Asia Display 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 日本展示学会、笠松慶子	4. 発行年 2019年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 640うち2ページ
3. 書名 展示学事典「4章情報とデザイン エルゴノミクス」	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	池井 寧  (Ikei Yasushi)  (00202870)	首都大学東京・システムデザイン研究科・教授   (22604)	