

Title	Solense : 足裏の感覚を拡張する靴を用いた視覚障害者の安心な歩行体験のデザイン
Sub Title	Solense : designing safer walking experience for visually impaired people using shoes which augment the sense of soles
Author	田端, 俊也(Tabata, Toshiya) 南澤, 孝太(Minamizawa, Kota)
Publisher	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科
Publication year	2017
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2017年度メディアデザイン学 第559号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002017-0559

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

修士論文 2017 年度（平成 29 年度）

Solense :

足裏の感覚を拡張する靴を用いた
視覚障害者の安心な歩行体験のデザイン

慶應義塾大学大学院
メディアデザイン研究科

田端 俊也

本論文は慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科に
修士(メディアデザイン学) 授与の要件として提出した修士論文である。

田端 俊也

審査委員：

南澤 孝太 准教授 (主査)

古川 享 教授 (副査)

石戸 奈々子 准教授 (副査)

修士論文 2017 年度（平成 29 年度）

Solense :

足裏の感覚を拡張する靴を用いた 視覚障害者の安心な歩行体験のデザイン

カテゴリー：デザイン

論文要旨

本研究では視覚障害者の安心な歩行支援を行うための、足裏の感覚を拡張する靴「Solense」のデザインを試みた。視覚障害者が安心して歩くことは晴眼者に比べて難しく、彼らの歩行に適した靴がないのが現状である。それに対して振動や音の情報を付加することで安全な歩行を支援する試みがあるが、リアルな環境の情報も拾わなくてはならない歩行時に追加の情報を処理することは難しい。そこで筆者は視覚障害者のフィールドワークを行い彼らの歩行を分析し、振動や音の情報を追加することなく、足裏の感覚を上げることで点字ブロックなどでの歩行をより安心して行えるのではないかと考えた。

そしてミズノ株式会社が開発した試作靴を用いた実験を行い、足裏の感覚を高めることで視覚障害者の歩行に対する安心感が向上したか、有効性を検証した。

キーワード：

視覚障害，歩行支援，感覚拡張，靴，足裏

慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科

田端 俊也

Abstract of Master's Thesis of Academic Year 2017

Solense :

Designing Safer Walking Experience
for Visually Impaired People Using Shoes
Which Augment the Sense of Soles

Category: Design

Summary

This paper introduces "Solense", the shoes that augment the sense of soles to provide a safer walking experience for visually impaired people. It is harder for them to walk safely and there are few shoes to solve the problem. Though there are a lot of devices using sound and haptic feedback for them to walk more safely, it is also hard because they have to pay attention to the environment around them especially when they walk. "Solense" aims to help them to walk more safely by augmenting the sense of soles without any sound or haptic feedback.

This study, using the shoes prototype by MIZUNO, investigates whether augmenting the sense of soles can increase the safety of walking for visually impaired people.

Keywords:

Visually Impaired People, Walking Support, Sensory Augmentation, Shoes, Sole

Keio University Graduate School of Media Design

Toshiya Tabata

目次

第1章 序論	1
1.1. はじめに	1
1.2. 視覚障害者について	3
1.3. 視覚障害者の歩行と問題	4
1.4. 本研究の目的	6
1.5. 本論文の構成	6
第2章 関連研究	8
2.1. 視覚障害者の生活支援	8
2.2. 視覚障害者の歩行支援	11
2.3. 靴と歩行	16
2.4. 触覚の拡張	18
2.5. 本章のまとめ	21
注	21
第3章 コンセプト設計	24
3.1. フィールドワークおよびインタビュー	24
3.1.1 目的	24
3.1.2 方法	24
3.1.3 Nさんのケース	24
3.1.4 Iさんのケース	29
3.1.5 Mさんのケース	31
3.1.6 フィールドワークおよびインタビューのまとめ	34
3.2. コンセプト設計	34

3.3. ユーザーエクスペリエンスデザイン	37
3.4. ビジネスデザイン	38
3.5. 本章のまとめ	39
第4章 Solenseの実現と検証	40
4.1. ミズノの開発技術	40
4.2. 実環境でのユーザビリティテスト	41
4.2.1 目的	41
4.2.2 方法	41
4.2.3 Iさんのケース	42
4.2.4 Cさんのケース	45
4.2.5 Nさんのケース	47
4.2.6 考察	49
4.3. 足裏の感度評価に関するユーザビリティテスト	49
4.3.1 目的	49
4.3.2 方法	50
4.3.3 結果	50
4.4. 本章のまとめ	51
第5章 Proof of Concept	52
5.1. 目的	52
5.2. 方法	52
5.3. 結果	53
5.4. ミズノ伊藤さんからのフィードバック	55
5.5. 考察	56
5.6. 本章のまとめ	57
第6章 結論	58
謝辞	62

目 次

2.1	メゾ・フォーカス ¹	9
2.2	ブレイルメモスマート BMS16 ²	9
2.3	振動式触感時計タックタッチ ³	10
2.4	OTON GLASS ⁴	10
2.5	OrCam ⁵	10
2.6	AuxDeco ⁶	10
2.7	eyeborg をつけた Neil Harbisson ⁷	11
2.8	Be My Eyes ⁸	11
2.9	白杖の使い方を指導する ⁹	12
2.10	ガイドヘルパーが視覚障害者を支援している様子 ¹⁰	12
2.11	現地調査の様子 ¹¹	13
2.12	Walk&Mobile ¹²	13
2.13	&HAND ¹³	13
2.14	システム構成図と利用イメージ ¹⁴	13
2.15	CyArm ¹⁵	15
2.16	Horus ¹⁶	15
2.17	マイ・ケーンの先端部 ¹⁷	15
2.18	K-Sonar ¹⁸	15
2.19	スマート電子白杖（1 センサー付） ¹⁹	15
2.20	瞬足 ²⁰	16
2.21	ヘルシーライフ ²¹	16
2.22	マインリラックス ²²	17
2.23	V-Run(ビブラムファイブフィンガーズ) ²³	17

2.24	Lechal ²⁴	18
2.25	Sneakairs ²⁵	18
2.26	触覚コンタクトレンズの外観 ²⁶	19
2.27	触覚コンタクトレンズの原理 ²⁷	19
2.28	Haptic Aid ²⁸	20
2.29	Wearable Sensorimotor Enhancer ²⁹	20
2.30	Onomatopace ³⁰	20
2.31	Touch Is Everywhere ³¹	20
3.1	Sony HDR-MV1	25
3.2	Nさんの歩行の様子	27
3.3	Nさんが道を間違え探索している様子	27
3.4	IさんとOさんへのインタビュー	31
3.5	IさんとOさんのフィールドワーク	31
3.6	Mさんへのインタビューの様子	33
3.7	Mさんのフィールドワークの様子	33
3.8	Sketch	37
4.1	ミズノの開発技術で設計したソール	41
4.2	左写真のソールで作った試作靴	41
4.3	3-Way（左）とGoPro HERO4 Session（右）	42
4.4	点字ブロックの上を確かめる様子	44
4.5	歩いている様子	44
4.6	インタビューの様子	44
4.7	靴を履く様子	46
4.8	歩いている様子	46
4.9	靴を履く様子	48
4.10	点字ブロック沿いを歩いている様子	48
4.11	縁石沿いを歩いている様子	48
4.12	インタビューの様子	48

4.13	実験の様子	50
4.14	実験結果	51
5.1	I さんが Solense で様々な場所を歩いてる様子	53
5.2	I さんにインタビューしている様子	55

表 目 次

3.1	フィールドワーク対象のステータス	24
4.1	被験者のステータス	42

第1章 序

論

1.1. はじめに

ある人が他の人の力を借らなくてはならない時とはどのような時か。進んで借りたい人はいるのだろうか。もし借りずに済むのであればそれがいいと思う人は多いが、もしこれまで人から力を借りなくても生きていけた人が力を借りなくてはいけなくなった場合、その人はどのように感じるのだろうか。障害を抱えている人はそのような状態になりやすいと言われる。周りの人が1人でできることをその人は他の人の手を借りなくてはならない。途中で障害になった人はこれまでできたことができないことに気づく。これまで出会えた人とは出会いつらいくなり、自分のより近いコミュニティの中に引きこもる可能性がある。このように、障害における問題の1つに自立と依存があり、障害を抱えていると家族など特定の人たちに大きく依存せざるを得なくなってしまう。

自立と依存の問題に対して、東京大学先端科学技術研究センター准教授の熊谷晋一郎は『「依存先を増やしていくこと」こそが、自立』（熊谷晋一郎）と語っており、それは1つの答えである。ただ一方、やはりできないことをできるようにするというのは依然重要であると考える。本来、依存しないで済むようにできれば依存する側は負い目を感じることなく、依存される側は負担しなくて済む。また、本当に障害者は依存する必要があるのだろうか、健常者の視線が「依存が必要な障害者」を生んでいるだけではないのか。彼らが自立する可能性はないのだろうか。

たとえば、「視覚障害者」の方達がいる。晴眼者からのイメージだと、目が見えなくて周囲の様子がわからず怖い、1人での生活が大変で他の人に頼らないと生

きていけないといった印象を抱く人もいるだろう。ただ、視覚障害といっても決して単に「5感から視覚が取り除かれた」状態というわけではなく、視覚障害者はそれぞれ他の感覚を使って視覚障害から起きる問題を克服してもいる。たとえば舌を打ち鳴らしてエコロケーションを行い音を空間で反響させることで、音からものの存在や位置を認識する視覚障害者もいる。(ケアラー) 聞くことを強く意識することでスマートフォンなどの音声読み取り機能を使って晴眼者が聞き取れないようなスピードの音声も聞き取ることもできる。また、障害者はそれぞれテクノロジーや道具を用いて自分たちの問題を解決してもいる。例えば白杖の開発によって視覚障害者の1人での歩行は安全なものになり、法律(国家公安委員会)では「目の見えない人や目の不自由な人は、白か黄のつえを持つか、又は盲導犬を連れて歩かなければ」ならないと決めている。

このように視覚障害者は彼らが抱える問題を視覚以外の感覚・身体やテクノロジーで克服してきている。その流れの中で、私は彼らの視覚以外の感覚や身体と現代のテクノロジーを組み合わせる人間の持っている身体能力を拡張することで、現在解決されていない問題も解決し、視覚障害者がより自立した生活を過ごせると考える。

また、現代のテクノロジーを使ったプロダクトで視覚障害者向けの新しい市場が作れるとも考える。視覚障害者向けの色々な研究やテクノロジーが進んできているが、社会実装されるまでの距離は長く、必要としている人に届いていない現状がある。もちろん、「日本の視覚障害者向けの市場」というのは大きくない。ただ、「世界の視覚障害者向けの市場」となったらどうだろう。また、障害者向けに作ったものが結果的にそれ以外の人にも役に立つことがわかり、市場が拡大するという例は多く存在する。例えばグラハム・ベルの電話の発明は聴覚障害者とのやり取りから生まれたと言われる。(Paochan) このように障害者向けに作ることで新しい市場が生まれる、さらには大きな市場に広がる可能性は存在している。

そこで本論文では、視覚障害者の生活の中でも特に問題が多い歩行について、彼らの足裏の感覚を拡張する靴を使って、安心して歩行できることを目指す。また、本当の意味で彼らの生活を改善し、価値を届けるためにも「視覚障害者向けのアナログな靴」という市場を生み出す方法も合わせて論じる。

1.2. 視覚障害者について

「視覚障害者」とはどういう存在か。国立リハビリテーションセンター (国立障害者リハビリテーションセンター b) によると「視力や視野に障害があり，生活に支障を来している状態を視覚障害」である。また，身体障害者福祉法 (e GOV) によると，以下の基準がもうけられ，そこに該当する者を視覚障害者としている。

一 次に掲げる視覚障害で，永続するもの

1. 両眼の視力（万国式試視力表によつて測つたものをいい，屈折異常がある者については，矯正視力について測つたものをいう。以下同じ。）がそれぞれ〇・一以下のもの
2. 一眼の視力が〇・〇二以下，他眼の視力が〇・六以下のもの
3. 両眼の視野がそれぞれ一〇度以内のもの
4. 両眼による視野の二分の一以上が欠けているもの

また厚生労働省が行なった，平成 18 年身体障害児・者実態調査結果 (厚生労働省) によると，18 歳以上が 301, 000 人で，18 歳未満が 4, 800 人の合計 305, 800 人いる。視覚障害者はまた，法律のなかで 6 つの等級に分けられている。それとは別に全盲・弱視・ロービジョンと言った言葉が使い分けられているのが現状である。国立リハビリテーションセンター (国立障害者リハビリテーションセンター b) によると，

全盲とは「医学的に光も感じない状態」を指し，弱視とは「眼球に障害の原因となるような疾患がなく，視力低下の原因が視覚に関係する脳の発達によると考えられる状態を指」すとのこと。また，「社会的弱視，教育的弱視という言葉もあります。社会的弱視は，視覚障害はあっても，主に眼からの情報を使って生活できる状態をさします。教育的弱視は，視覚障害はあるものの主に視覚を用いた学習が可能な状態をいいます。最近では，医学的弱視との混同を避けるため，社会的弱視，教育的弱視をロービジョンということがあ」る。

また，ロービジョンの中にも「眼疾患などにより視力が低くなる，視野が狭くなるなど，いろいろな状態があります。さらに，まぶしさや薄暗いところで見え

にくいという夜盲などの症状が合わさっていることもあり、また視覚障害だけでなくその他の障害と重なっている人がいたり、生まれた時から障害を抱えている先天的、生後に障害を抱える後天的な場合もあり、視覚障害といえど人によって様々な状態にある。

1.3. 視覚障害者の歩行と問題

視覚障害者の歩行とその問題については大倉他の『視覚障がい者の歩行の科学ー安全で安心なひとり歩きをめざしてー』（大倉元宏他 1960）を参照して記述する。

歩行はオリエンテーションとモビリティという要素技術に分けられる。それを遂行した時のパフォーマンスをナビゲーションと言われている。

オリエンテーションは『「自身とまわりの事物との相対的な位置関係を知る技術・プロセス」』（p.5）を指し、「生活・移動環境の中で自身の現在地を知り、その現在地に対する目的地の相対的な位置関係（方向と距離）を把握することである。」（p.6）

モビリティは「現在地から目的地まで安全かつ効率的に移動する技術・プロセス」であり、モビリティには「進む/止まる、上る/下る、回転する、曲がるなどの動作が含まれ、歩道を歩く、角を曲がる、道路を渡る、電車やバスを乗り降りする、人や物を回避する、階段を昇り降りするなどの行動となる。」（p.7）

ナビゲーションでは「オリエンテーションとモビリティが要素技術であるが、それ以外に地理、道路の種類（幹線道路、生活道路等）、電車やバスの運行路線やダイヤ等々、移動エリアにおける交通に関するさまざまな知識も必要となる。また、一般にナビゲーションでは、経路上のランドマーク、方向変換地点、交通機関乗換点などを順次経由して、最終目的地に向かう。」（p.8）この際、視覚障害者にとっては塀や縁石、点字ブロックなども重要な経由地点となる。

こういった歩行のありかたに対して、視覚障害者に対しては道具としての白杖、身体訓練としての歩行訓練、歩行環境としての点字ブロックなどで安全な歩行を支援している。例えば白杖は、主に3つの役割で視覚障害者の支援を行なっている。（p.26）

1. 「前方の路面上にある障害物の探知」で、「障害物の有無を確認し、障害物があった場合、それとの接触、衝突を防止」し、「また、白杖が物に当たったときの感触や音色でその物の情報も得られる。」
2. 「前方の路面における着地点の安全確認」で、「下り段差、穴、プラットフォーム縁端部など、足元の安全を確認」し、「また、路表面の性状や傾斜なども探知する。」
3. 「シンボル」で、「白杖を持つことで周囲に視覚障がい者であることを理解してもらう。」

また、特に中途の視覚障害者は目が見えていた状態から見えていない状態への変化で歩くことができなくなってしまうことも多く、そういった問題を解決するために歩行訓練士の元で歩行訓練を行う人もいる。そこでは主に白杖を使った安全な歩き方を教えており、それにより介助なく1人でも歩けるようになることを目指している。

点字ブロックは「視覚障害者が足裏の触感覚で認識できるよう、突起を表面につけたもので、視覚障害者を安全に誘導するために地面や床面に敷設されているブロック（プレート）のこと」（社会福祉法人 b）であり、歩道や駅、公共施設やお店などでも広く設置されてきている。

ただ、そういった状況でも問題は起きている。例えばホームからの転落事故である。日本盲人会連合が行なった平成23年の視覚障害者へのアンケートによると、約4割の人がホームから転落した経験があり、6割が転落しそうになった経験があるという。（社会福祉法人 a）その中でも「点字ブロックがわからなかった」という理由も多く、点字ブロックがあることとそれを利用者が認識できることは大きく異なっていると言える。（社会福祉法人 a）

また、視覚障害者が普通に道を歩いている場合でも、点字ブロックがわからない、自分が歩いている場所がわからなくなり、急に立ち止まったりすると他の人や自転車にぶつかってしまうといったケースも起きる。視覚障害者に話を聞くと、歩行が危険で極力歩きたくない、歩いたとしても周りに意識をはりつめて楽しくないという声も聞く。

ただ、晴眼者にとって外で歩くことは他の人とコミュニケーションを取る機会になったり心身ともに健康的になるものである。街で新しい発見がある可能性もある。歩くことを楽しむためにも安全・安心して歩けることはとても重要である。

1.4. 本研究の目的

これらの背景を踏まえ、本研究では視覚障害者の身体能力を拡張して安心できる歩行体験を実現するために、視覚障害者の足裏の感覚を拡張する靴を用いることを提案し、有効性を検証する。地面の情報をより多く獲得することで、点字ブロックの凸凹感覚をより理解できる。また、コンクリートやアスファルトなどの地面のテクスチャの違いを認識することで、歩いた場所をより正確に記憶できるようになり、道間違いが減ると考える。さらに実際にユーザーが日常的に使えるものとして実証することで、世の中に普及するための第一歩としたい。現状「視覚障害者向けのアナログな靴」という市場は存在しない。ただ市場がないということは持続的に視覚障害者の人にその製品が提供されていないことであり、視覚障害者の日常生活の向上には貢献していない。単なる検証だけでは良い体験止まりとなり、本当の意味で彼らの生活を改善することにならないとも考えるので、本研究ではコンセプトの実証から実際に世の中に普及する展開も含めて論じる。

1.5. 本論文の構成

本章では序論として研究の背景である障害者の依存と自立の問題、その具体的な事象としての視覚障害者の歩行の現状と問題について論じ、さらにはその問題を解決する上での本研究の目的を述べてきた。第2章では本研究の関連研究として、「視覚障害者の生活支援」「視覚障害者の歩行支援」「靴と歩行」「触覚の拡張」について述べ、本研究の研究領域について論じる。第3章ではフィールドワークとそれに基づいたコンセプト設計、またコンセプトで実現される視覚障害者の体験とそのビジネスデザインについて述べる。第4章ではコンセプトの実現に適していると考えたミズノ株式会社の試作靴について、また本当にその試作靴が適し

てるか検証を行い，その結果について述べる．第5章では実際に視覚障害者に日常的に靴を利用してもらい，その結果とそれを踏まえたミズノ側からのフィードバックについて述べる．第6章では本論文での結論と今後の展望を述べる．

第2章

関 連 研 究

2.1. 視覚障害者の生活支援

視覚障害者の生活支援での大きな問題の一つに「情報保障」があげられる。視覚障害者にとって晴眼者が取得する情報を同じように取得することは難しい。その問題に対して、視覚障害者は様々な道具を使って情報を獲得している。

たとえば、弱視の人が既存の本や紙の資料を確認する際には「拡大読書器」と呼ばれる文章を拡大してディスプレイに表示させている。メゾ・フォーカス(タイムズコーポレーション) [図 2.1] はフルHD カメラを搭載し、また折りたたむことで持ち運んで利用することができる。また、「Daisy」(日本障害者リハビリテーション協会) という情報システムは文字が読めない人のためのデジタル録音図書の国際標準企画として、CD1 枚で録音図書を聞くことができるものである。情報入力については全盲の人は「点字ディスプレイ」を用いることで、資料の作成やメールなどを行うことができる。「ブレイルメモスマート BMS16」(ケージーエス株式会社) [図 2.2] は、点字だけでなくテキストデータの作成、編集が可能で、また音声の読み上げやボイスレコーダー機能も搭載している。

本や資料だけではなく、日常の情報でも保障されるようになってきた。「VoiceOver」(Apple) は Iphone 上で表示される情報を音声変換でユーザーに伝える。「振動式触感時計タックタッチ」(株式会社ラビット) [図 2.3] は時刻を振動によって伝える。「OTON GLASS」(株式会社 OTON GLASS) [図 2.4] はメガネ型デバイスで、目の前の文字を音声に変換してユーザーに伝える。「OrCam」(OrCam 社) [図 2.5] は自分が指差した物体の情報を読み取って音声に変換してユーザーに伝える。「オーデコ (AuxDeco)」(東京大学 アイプラスプラス) [図 2.6] は目の前の空間を

カメラで取得した画像で処理し、額に電気刺激を使って触覚提示する。「eyeborg」(Harbisson) [図 2.7] は色盲の人が色を音に変換することで色の情報を理解することができる。「Be My Eyes」(Be My Eyes) [図 2.8] は視覚障害者の見ているものをスマートフォンを通して晴眼者が見て、どんなものがあるか伝えるサービスである。

ここでは色々な情報提示の方法を検討したが、これらの関連研究はあくまで生活の支援であり、歩行を支援したものではない。そこで次に、視覚障害者の生活支援のなかでもとくに歩行支援の関連研究について論じる。



図 2.1: メゾ・フォーカス¹



図 2.2: ブレイルメモスマート BMS16²



図 2.3: 振動式触感時計タックタッチ³



図 2.4: OTON GLASS⁴



図 2.5: OrCam⁵



図 2.6: AuxDeco⁶



図 2.7: eyeborg をつけた Neil Harbisson ⁷



図 2.8: Be My Eyes ⁸

2.2. 視覚障害者の歩行支援

視覚障害者の歩行支援については主に社会制度による支援・サービス・デバイスの3つに分けて論じる。

社会制度による支援としては、「歩行訓練」(国立障害者リハビリテーションセンター a) [図 2.9] という視覚障害者の歩行を指導する方法が存在する。視覚障害者は歩行訓練を教えてくれる歩行訓練士が滞在する施設に入所，通所したり，また家まで訪問してもらい訓練を受ける。具体的な訓練内容としては白杖で外を歩く方法が中心だが，他に人と歩く方法や，屋内をひとりで歩く方法や，ロービジョンの人には目を活用する歩行方法も教わる。基本的にはマンツーマンで一人一人の歩きたい道や歩行状況に対応してもらい，歩行時に手がかりになる物や必要な情報をその人に合わせた形で教わる。また，視覚障害者の外出や活動を支援するために，視覚障害者移動支援従業者（ガイドヘルパー）(日本盲人会連合) [図 2.10] が存在する。視覚障害者は一人で行動が難しい時に彼らを利用することで，外出やショッピング，代筆・代読などを行うことができる。



図 2.9: 白杖の使い方を指導する⁹



図 2.10: ガイドヘルパーが視覚障害者を支援している様子¹⁰

サービスとしては、「ことナビ」(認定 NPO 法人) [図 2.11] がある。これは視覚障害者のための地図であり、音声情報で視覚障害者が目的地まで移動することを支援する。また、「視覚障がい者歩行サポートシステム (WM) Walk&Mobile」(TAMA 試作ネットワーク TSUBASA) [図 2.12] という白杖と点字ブロックを使った歩行サポートシステムもある。点字ブロックに情報を付加し、音声白杖で触れて読み取ることで点字ブロックに内蔵されている案内情報を白杖持ち手のスピーカーから音声を流して視覚障害者に情報を伝える。「&HAND」(池之上智子他) [図 2.13] は LINE Beacon を利用して、耳や目が不自由な人と手助けしたい人をつなぎ、歩行支援を行うことができる。「GPS による視覚障害者歩行支援システム」(石川准 and 兵頭安昭 2005) は、GPS を使って現在位置と目的地を設定して経路を探索し、そのルートを音声と点字で誘導する。UWB 測位システムとスマートフォンによる「視覚障がい者歩行支援システム」(独立行政法人情報通信研究機構, 独立行政法人情報通信研究機構) [図 2.14] は、GPS が使えない屋内環境で UWB 測位システムを使ってエリア内の視覚障害者の位置情報を Bluetooth 経由でスマートフォンに転送し、専用アプリケーションを用いて彼らの現在位置と目標地点の位置を表示し、目標地点までの歩行方向と歩行距離を音声で案内する。ロボットを使ったサービスとして、“視覚障害者のためのナビゲーションロボットの開発”(佐野睦他 2013) では、盲導犬に代わる歩行ガイドとして盲導犬ロボットプ

ロトタイプ「プロキオン」が提案された．そこでは白杖では困難な広範囲のセンシングをGPSと屋外用LRF，Kinect センサとカメラで行っている．また，段差などをクリアできる屋外走行とコンパクトに走る屋内走行を同時に可能にしている．視覚障害者は音声対話機能で「プロキオン」と対話することもできる．



図 2.11: 現地調査の様子¹¹



図 2.12: Walk&Mobile¹²



図 2.13: &HAND¹³

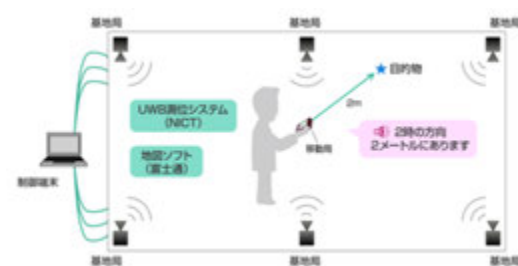


図 2.14: システム構成図と利用イメージ¹⁴

デバイスとしては例えば” CyARM:非視覚モダリティによる直感的な空間認識インターフェース”(高木友史他 2004) [図 2.15] では, 視覚以外の感覚で情報を知覚する手段としてユーザーの腕の「屈伸の度合い」から対象との距離感や形状・輪郭をユーザーに伝達する. それにより, 単なる音や振動を伝達してユーザーにその記号への解釈を促すのではなく, 直感的にユーザーに外界を知覚させることが可能になる. 「Horus」(Horus Technology) [図 2.16] は, カメラ付きのヘッドセットで, 視覚障害者たちの視線にある顔や人, 物や障害物などを認識し, それを骨伝導イヤホンで伝える.” Supporting Blind Navigation using Depth Sensing and Sonification”(Brock and Kristensson 2013) は, 一部の視覚障害者がもつエコーロケーションの能力を応用し, キネクトのセンサーで障害物までの距離を認識し, それを低解像度の画像に変換した上で, その情報を可聴化してユーザーのヘッドフォンから流している. 新しい機能が追加された白杖, また白杖につけるデバイスも多く開発されている. 例えば「マイ・ケーン」(株式会社 TNK) [図 2.17] は地面の白線・黄線の色情報を検知し, 音声で伝達することで視覚障害者の安全歩行を確保する. また「K-sonar」(Kay) [図 2.18] は前方約 5m × 2 m の範囲の物体を超音波で探知し, それをヘッドフォンから音として伝えることができる. 「スマート電子白杖」(エーピーアイ株式会社) [図 2.19] は従来の白杖の機能に加え, 障害物を超音波センサーで認識し, それを腕に巻いた振動子で伝えることができるというものである. これにより視覚障害者は障害物にぶつかることなく歩くことが可能になる.

ここまで, 視覚障害者の歩行支援を行う数多くの社会制度, サービス, デバイスを紹介した. ただ, 彼らの安心な歩行体験を実現する上で, 視覚障害者がより日常的に使うもの, またより体に近い部分で歩行支援をすることが重要だと考える. そこで次に, 日常的に利用されるもので体にとっても近い部分で使われる靴を使った歩行支援の関連研究を論じる.

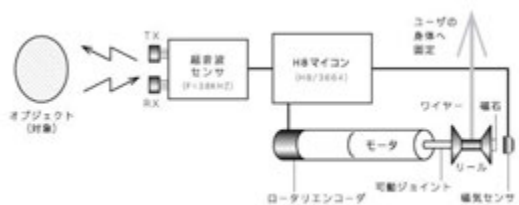


図 2.15: CyArm ¹⁵



図 2.16: Horus ¹⁶



図 2.17: マイ・ケーンの先端部 ¹⁷



図 2.18: K-Sonar ¹⁸



図 2.19: スマート電子白杖（1 センサー付） ¹⁹

2.3. 靴と歩行

一般の歩行支援をする靴は大きくわけてアナログ、デジタルの靴と分けられる。

アナログな靴としては、アキレス株式会社が様々な靴を開発した。例えば「瞬足」(アキレス株式会社 b) [図 2.20] が挙げられる。これは学童の通学履き用、また運動会の競技でも威力を発揮できるシューズとして開発され、左回りに特化した左右非対称のスパイクにすることで、コーナーを走る時にグリップ力を発揮し、遠心力に負けず転ぶことなく走ることを可能にした。「ヘルシーライフ」(アキレス株式会社 c) [図 2.21] は介護士向けシューズであり、足の動きに合わせて屈曲するソールで歩きやすく、軽くてクッション性のより樹脂ソールとポイントソール意匠で衝撃を緩和する。「マインリラックス」(アキレス株式会社 a) [図 2.22] はハイブリットアイスクロウというガラス繊維配合ラバーとセラミック配合ラバーの組み合わせにより、様々な路面にもしっかりと対応して歩くことができる。「ビブラムファイブフィンガーズ」(Vibram) [図 2.23] は5本指のシューズで、足裏を最低限保護しながらも足指をストレッチすることで地面の凸凹を前足部で着地できるように、足の怪我を防げるようになる。



図 2.20: 瞬足 ²⁰



図 2.21: ヘルシーライフ ²¹



図 2.22: マインリラックス ²²



図 2.23: V-Run(ビブラムファイブフィンガーズ) ²³

デジタルな靴としては、例えば「Lechel」(Ducere Technologies Pvt) [図 2.24] というナビゲーション機能を持ったインソールがあげられる。専用アプリが Google Maps と同期し、指定した場所までナビゲーションを行なってくれる。例えば右折が必要になるときは振動を使ったフィードバックで右折を指示することで目的地までの歩行を可能にする。「Sneakairs」(EasyJet) [図 2.25] も靴に Arduino のチップが内蔵され、曲がる方向に応じて右足か左足の靴のバイブレーションが、目的地に到着すると両足のバイブレーションがそれぞれ作動する。また歩行に着目した研究として、例えば「STEP」(岩田悠他) は足裏に複数のバイブレーターで振動を与えることで、足を踏み込む際の地面のテクスチャーの感覚を変えることができる。また酒井ら (酒井健輔他 2016) は足底ではなく、足爪への振動を利用することで擬似的に足裏に触感を生成している。

このようにデジタル・アナログ双方の分野から歩行支援を行う靴が開発されている。しかし本研究では人間本来の感覚を引き出すアプローチとして足裏の感覚を拡張して歩行支援を行う。そこで、どのように触覚を拡張できるか、触覚の拡張についての関連研究を次に紹介する。



図 2.24: Lechal ²⁴



図 2.25: Sneakairs ²⁵

2.4. 触覚の拡張

人類の歴史において、技術は人の感覚を拡張してきた。例えば眼鏡の開発によって人は視覚を補助・拡張し、補聴器の開発によって人は聴覚を補助・拡張してきた。それと同様に触覚を拡張することができるのだろうか。技術によって触覚を拡張できるようになれば、高齢になることで衰えていく皮膚感覚を取り戻せるようになったり、職人が持っている繊細な感覚を素人も獲得できる可能性がある。

そのような問いに対して”触覚を増幅するコンタクトレンズ”(佐野明人他 2005) [図 2.27] は微小な凸凹検知を可能にした。シート状の台座上にピンアレイが並び、手掌を押さえながら表面をなぞると、表面の曲率が変わることでピンの伸縮が発生し、触感が増幅・提示される。これに対して”Haptic Aid”(Maeda et al. 2016) [図 2.28] では、指に巻いた皮膚振動センサーの情報を拡張して手首に伝えることで、直接物体を触りながらその触感を増幅して伝えることを可能にした。“Wearable Sensorimotor Enhancer for a Fingertip based on Stochastic Resonance”(Kurita et al. 2011) [図 2.31] では、指先にホワイトノイズを提示しながらモノを把持すると触感を増幅することができる。

触覚の中でも足裏の感覚を拡張するような研究としては「Onomatopace : 足触り触感を磨く感性ツールデバイス」(諏訪正樹他 2016) [図 2.30] がある。これは足裏の振動音をマイクで採取し、歩様を加速度で取得し、のちにそのデータとユーザーがそこから創作するオノマトペを組み合わせることで歩く際のオノマトペのデータ

ベースを作ると同時に、歩くことを意識することで足裏感覚が研ぎ澄まされるか検証した結果、足触りの分解能が高まったという。また、地面を使って触覚を拡張する研究も存在する。"Touch Is Everywhere: Floor Surfaces as Ambient Haptic Interfaces" (Visell, Y., Law, A., and Cooperstock, J. R 2009) では、地面に振動を伝えることで、情報の伝達や物理的な現象、また歩く行為から生まれるインタラクションを設計することを可能にしている。

このように触覚の拡張においてもアナログ・デジタルそれぞれで拡張の仕方があることがわかった。足裏の感覚をデジタル技術で拡張する研究も存在するが、本研究では自分の身体感覚をより強く感じる必要があることから、デジタルなアプローチではなく触覚コンタクトレンズのようなアナログなアプローチを使って視覚障害者の歩行支援に利用する。

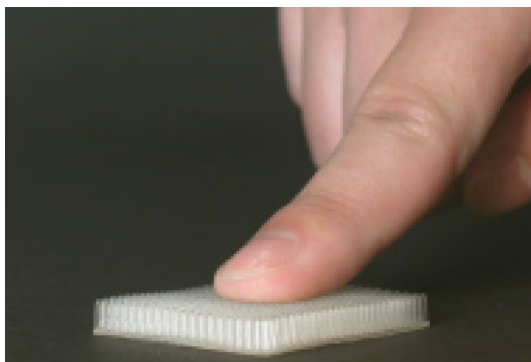


図 2.26: 触覚コンタクトレンズの外観 ²⁶

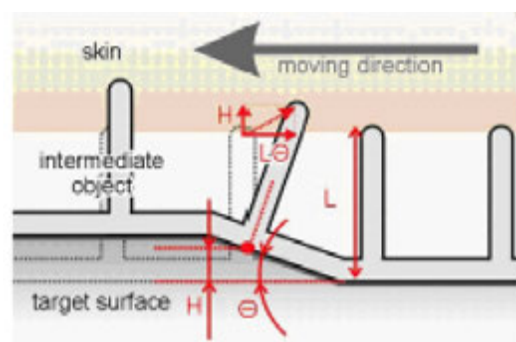


図 2.27: 触覚コンタクトレンズの原理 ²⁷

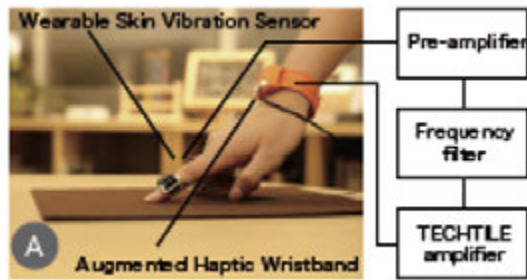


図 2.28: Haptic Aid ²⁸

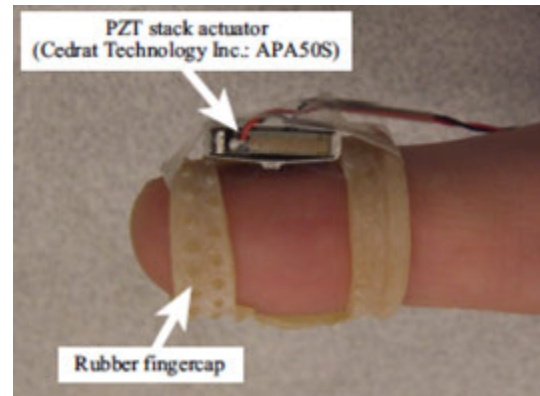


図 2.29: Wearable Sensorimotor Enhancer ²⁹



図 2.30: Onomatopace ³⁰

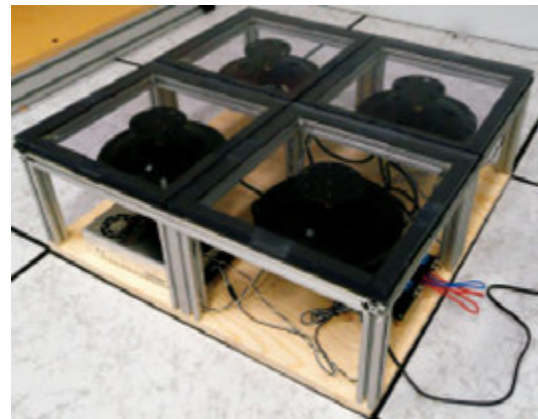


図 2.31: Touch Is Everywhere ³¹

2.5. 本章のまとめ

本章では、本コンセプトに関連する領域として「視覚障害者の生活支援」「視覚障害者の歩行支援」「靴と歩行」「触覚の拡張」の技術やプロダクト、サービスについて論じ、本研究の研究領域について述べた。視覚障害者の支援、特に歩行支援については様々なアプローチが行われているが、靴など日常的に使うものに付加する形での支援を行うことが本研究の主旨である。靴での歩行支援でも視覚障害者に対してはデジタル技術を使ったアプローチは多いが、アナログ技術の利用、中でも視覚障害者の触覚を拡張して支援する研究は少ない。触覚の拡張の研究を見てみると、触覚コンタクトレンズのようなアナログ技術を使って手の触覚を拡張する研究はなされており、それを視覚障害者の足裏の拡張として利用できると考える。こうして視覚障害者の歩行支援のための、足裏の感覚を触覚コンタクトレンズのようなアナログ技術で拡張する靴という本研究の研究領域を確認した。

次章においては、実際に視覚障害者へのフィールドワークを行い、そこで見つけたデザインの要素と本章で論じたアプローチに基づいてコンセプトを設計し、視覚障害者の体験とそのビジネス展開について論じる。

- 1 タイムズコーポレーション, メゾ・フォーカス, [http://www.times.ne.jp/cmstest/wordpress/wp-content/uploads/8e655e0c68a1afe32e1eaa9322b4ffdd.pdf] (閲覧日:2017 年 6 月 8 日)
- 2 ケージーエス株式会社, ブレイルメモスマート BMS16, [http://www.kgs-jpn.co.jp/index.php?%E8%A3%BD%E5%93%81%E8%A9%B3%E7%B4%B0] (閲覧日:2017 年 6 月 8 日)
- 3 株式会社ラビット, 振動式触感時計タックタッチ, [http://rabbit-tokyo.co.jp/2932] (閲覧日:2017 年 6 月 8 日)
- 4 株式会社 OTONGLOSS, OTONGLOSS, [http://otongloss.jp/] (閲覧日:2017 年 6 月 8 日)
- 5 OrCam 社, OrCam, [http://www.orcam.com/] (閲覧日:2017 年 6 月 8 日)
- 6 東京大学 and アイプラスプラス, AuxDeco, [http://www.eyepius2.com/] (閲覧日:2017 年 6 月 8 日)
- 7 NeilHarbisson, eyeborg, [https://www.ted.com/talks/neil_harbisson_i_listen_to_color] (閲覧日:2017 年 6 月 8 日)

- 8 BeMyEyes, BeMyEyes, [<http://bemyeyes.com/>] (閲覧日:2017 年 6 月 8 日)
- 9 広島県教育委員会, 特別支援学校(視覚障害) 高等部 学科紹介, [<http://www.pref.hiroshima.lg.jp/site/kyouiku/tokushi-kyouiku-shinro.html>] (閲覧日:2017 年 6 月 8 日)
- 10 特定非営利活動法人 日本福祉放送, 音友, [<http://www.onyaku.org/home1/index.cgi?mode=content>] (閲覧日:2017 年 6 月 8 日)
- 11 認定 NPO 法人 ことばの道案内, 認定 NPO 法人 ことばの道案内, [<http://kotonavi.jp/wp/>] (閲覧日:2017 年 6 月 9 日)
- 12 TAMA 試作ネットワーク TSUBASA, 視覚障がい者歩行サポートシステム (WM)Walk\&Mobile, [<http://tsubasa7.com/tama/proposal/item/release/walkmobile>] (閲覧日:2017 年 6 月 9 日)
- 13 池之上智子ら, \&HAND, [<https://andhand.themedia.jp/>] (閲覧日:2017 年 6 月 9 日)
- 14 独立行政法人情報通信研究機構 and 富士通株式会社, UWB 測位システムとスマートフォンによる「視覚障がい者歩行支援システム」, [<https://www.nict.go.jp/press/2012/07/02-1.html>] (閲覧日:2017 年 6 月 9 日)
- 15 高木友史 (2004), 「CyARM: 非視覚モダリティによる直感的な空間認識インタフェース」, 『インタラクション 2004 論文集』
- 16 HorusTechnology, Horus, [https://horus.tech/?l=en_us] (閲覧日:2017 年 6 月 9 日)
- 17 TNK, マイ・ケーン, [http://k-tnk.co.jp/jisha/I_friend.html] (閲覧日:2017 年 6 月 9 日)
- 18 LeslieKay, K-Sonar, [<http://www.batjp.com/high/k-sonar.html>] (閲覧日:2017 年 6 月 9 日)
- 19 エーピーアイ株式会社 and 秋田県立大学, スマート電子白杖, [<http://www.api-kk.com/denshi-hakujo/>] (閲覧日:2017 年 6 月 9 日)
- 20 アキレス株式会社, 瞬足, [<http://www.syunsoku.jp/about/what/>] (閲覧日:2017 年 6 月 9 日)
- 21 アキレス株式会社, ヘルシーライフ, [<http://www.achilles-shoes.com/product/helthylife/>] (閲覧日:2017 年 6 月 9 日)
- 22 アキレス株式会社, マインリラックス, [<http://www.achilles-shoes.com/product/mineRelax/>] (閲覧日:2017 年 6 月 9 日)
- 23 Vibram, V-Run, [<https://www.barefootinc.jp/item/5280>] (閲覧日:2017 年 6 月 9 日)
- 24 DUCERE, Lechal, [<http://www.lechal.com/>] (閲覧日:2017 年 6 月 9 日)
- 25 easyJet, Sneakairs, [<http://mediacentre.easyjet.com/stories/9813>] (閲覧日:2017 年 6 月 9 日)
- 26 佐野明人, 菊植亮, 望山洋, 武居直行, 藤本英雄 (2005), 「触覚を増幅する触覚コントラクトレンズ」, 『横幹連合コンファレンス予稿集』, 第 2005 巻, 133-133 頁.
- 27 佐野明人, 菊植亮, 望山洋, 武居直行, 藤本英雄 (2005), 「触覚を増幅する触覚コントラクトレンズ」, 『横幹連合コンファレンス予稿集』, 第 2005 巻, 133-133 頁.

- 28 Tomosuke Maeda, Roshan Peiris, Masashi Nakatani, Yoshihiro Tanaka, and Kouta Minamizawa (2016) “HapticAid: Wearable Haptic Augmentation System for Enhanced, Enchanted and Empathised Haptic Experiences,” SIGGRAPH ASIA 2016 Emerging Technologies, pp. 4:1-4:2.
- 29 Yuichi Kurita, Minoru Shinohara and Jun Ueda (2011) “Wearable Sensorimotor Enhancer for a Fingertip based on Stochastic Resonance,” the 2011 IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3790-3795.
- 30 諏訪正樹, 筧康明, 西原由実 (2016) 「Onomatopace:足触り触感を磨く感性ツールデバイス」,『人工知能学会第17回身体知研究会』, 第17号, 6-16頁.
- 31 Visell, Y., Law, A., and Cooperstock, J. R (2009) “Touch Is Everywhere: Floor Surfaces as Ambient Haptic Interfaces,” IEEE Transactions on Haptics, Vol. 2, pp. 148 - 159.

第3章

コンセプト設計

3.1. フィールドワークおよびインタビュー

3.1.1 目的

視覚障害者の歩行支援をデザインするにあたり，彼らが日常でどういう歩行をしており，どういうところに問題があるか確認する．

3.1.2 方法

以下の3名の方にフィールドワークおよびインタビューを行った．[表3.1]内容は普段の歩行の観察とそれに関する質問と応答である．映像はどれも Sony HDR-MV1 [図3.1] で撮影した．

No.	対象者	年齢	性別	症状
1	Nさん	21歳	男性	先天性な全盲，光覚なし．
2	Iさん	53歳	男性	中途視覚障害で全盲，光覚あり．
3	Mさん	25歳	男性	先天性な全盲ろう．

表 3.1: フィールドワーク対象のステータス

3.1.3 Nさんのケース

日程：2017年3月29日



図 3.1: Sony HDR-MV1

場所：Nさんの最寄りの駅から家までおよそ5分の距離

経歴：フィールドワーク当時大学1年生。先天的に全盲。山梨と東京の盲学校出身。現在は一般の大学に通う。

フィールドワーク，インタビュー結果：

- 歩くのはあまり好きじゃなく、極力歩きたくない。
- 靴選びは特にこだわりはない。クロックスみたいにぐにゃぐにゃするのは地面の感覚がわからないから選ばない。
- 開始前に話しながら歩いてもらえないかと相談したところ、周りの音に集中できないからできないと拒否された。
- 白杖は人がいなければ前に出すが、人がいると前に置かない。地面につかない時もある。
- 点字ブロックがあるところは基本的には点字ブロックに依存する。点字ブロック探索時には杖で当てた上で、普段より足の先端部分を伸ばしながら歩行する。
- 障害物の存在はそこから数メートル離れていても感じ、避けられることもある。

- 非常に正確に駅から家まで記憶している。
- ただ、他の人が肩を貸して少しでも動いた後で、そこから歩いてもらうようお願いしても位置把握が難しく、歩くのが困難である。
- 家に着くまでに、アスファルトの道路を右に曲がって、またアスファルトの道を通して家に着くのであるが、そこを右に曲がらず行き過ぎて、その先の右側の泥と砂の道に入ってしまった。その際、右側で白杖を叩きながらほぼ家の真ん前と同じくらい歩いたタイミングで白杖が当たる感覚がおかしいと気づいて、急遽逆に戻り、無事に帰宅できた。この際、まず行きすぎた時に違和感に気づき、泥と砂の感覚でよりおかしいと思い、白杖で本来ない場所に縁石があることに気づいて戻ることを決めた。
- 十字路の信号は基本普段使う側の信号が緑なら音になるので、それを頼りにしている。ただ、時間外だとならないので、そういう場合は車の音を参考にしているという。現にフィールドワーク時に緑が点滅し、赤になりかけている瞬間に彼は急いで信号を渡った。彼になぜわかったのか尋ねたところ、向かいで車が止まっている音が聞こえたからと答えた。
- 普段の道は一人で歩けるが、初めての道は人についていってもらえないとわからない。自分で地図を使ったりとかはしない。視覚障害者向けの無料のものはないのが理由である。

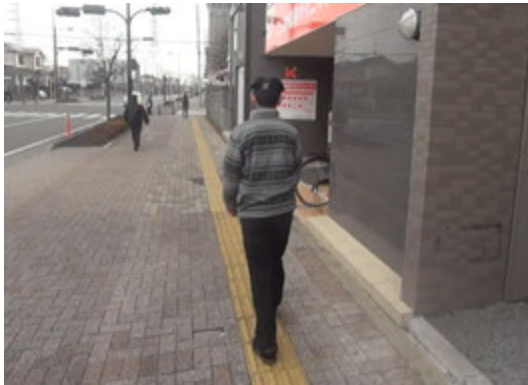


図 3.2: N さんの歩行の様子



図 3.3: N さんが道を間違え探索している様子

また、N さんから単独歩行について考えていることを教えていただいたので、合わせて下記に記す。

単独歩行に関して

最初

究極まで突き詰めると、歩くという行為は、進むか曲がるかのどちらかし
かありません。いつすすんでいつ曲がるかがわかれば、目的地には到達でき
るといえるでしょう。初回では、とにかくこの二つを覚えることを最優先に
します。覚える順番としては、以下のような感じになります。

まずは、歩き始めの場所を決めます。進むときに重要な要素は、道のどち
ら側を歩いたら、次の曲がり角で曲がりやすいかです。次に右に曲がるなら
道の右側、左に曲がるなら道の左側をスタート地点にします。

歩き始めて曲がり角に差し掛かったら、その曲がり角を識別するための目
印になりそうなものを見つけます。テンジブロックしかり、電柱しかり、看
板しかり、大通りしかり、マンホールのふたしかり、道の傾斜しかり、段差
しかり、とにかく何でも使います。これを、目的地に到着するまで繰り返し
ます。この段階では、だれかに後ろから付いてきてもらって、目印を見つけ
てもらいます。

この作業が終了したら、あとは自分で歩いて迷って戻って覚えるしかあり

ません。間違えたときの情報として、今曲がったのは正解の道の1本奥だったとか手前だったとか、さっきの場所は十字路ではなくてT字路の集合体だとか、そういう情報を貰うこともありますが、最終的には自分の感覚意外に頼れるものはなくなりますから、とにかく自分で覚えなければいけません。慣れてくると、目印などを意識しなくても、体で覚えて歩けるようになります。

いつも

※駅から寮へ戻るルートを想定します。

改札を出たら右に曲がります。そのまま真っすぐ行くと柱にぶつかるので避けて、避けた直後に右側の階段を下ります。テンジブロックは、直進をできることを保障する意外では当てにしません。

降りたら左にまがります。このへんでたむろしてる人たちがたまにいますので、必要に応じて避けます。コンビニの壁が切れたら右に曲がります。しばらく直進します。目の前にフェンスが出てくるので、突き当たったら左に曲がります。このときに、フェンス直前のテンジブロックが線状から点状に変わるので、それを杖で認識してターンします。曲がった先には塾があり、たまに学生さんの自転車が放置されているので、特に夜は速度を落とす必要があります。以前、ここに自転車が倒れていたときに、体ごとその上に思いっきり乗り上げてしまって死んだかと思いました。

しばらく行くと交差点があります。交差点の前には傾斜があります。音がしていない場合は、周りの車の動きで判断して横断します。横断後は右に曲がります。ここには、とくに昼時にトラックが止まっているので、必要に応じて避けます。

左側に路地が出てくるので入ります。入ったら、右の壁沿いまで寄ります。建物と歩道を繋いでいる坂が2個あります。2個目を確認したあと、次の入り口が寮の駐車場になります。

想定外のことが起きたら

行き過ぎる、曲がる、ずれるなどは、場所によって頻度は違うにしろ、よ

くあります。逆に、ちょっと迷ったぐらいであたふたしていたら、盲人人生はやっていられません。

特別に意識しなくても、歩いている道の情報は、あらゆるところから把握しています。当然、そういう無意識の感覚は、正しい道を歩いているときはおとなしくしていますが、何か違うところに出ると一気にあやしみはじめます。

あやしいなと思っても、まずは進んでみます。この時点では、まだ100%間違ったとは確定していないからです。その代わり、進んだ道を確実に戻れるように、どうやって進んできたかを覚えるところに集中を傾けます。

実は、ちょっとあやしいなと思ったけど、普段置いてないものが置いてあっただけで、実は道はあっていたとかいう場合もあります。それならめでたしめでたしになります。ただ、違うところに出たことが確実になった場合は、分かるところまで戻ってから、覚えている道を再びたどります。

ここで、具体的なことを書いていないのは分かっていますが、迷ったときのバックアップは本当にその場の推測と直感であり、100回迷ったら100個の解決手段があります。重要なことは、あやしいなと思うことと、どれぐらいあやしそうかを算出できるようになることと、間違っていたときに戻れるようにしておくこと、あとはもう正直成り行きです。99%はなんとかあります。なんとかならないときはなんともなりません。

3.1.4 Iさんのケース

日程：2017年4月21日

場所：渋谷駅から道玄坂上までの往復、および周囲

経歴：元々晴眼者で建築系の仕事を行っていたが、過労のストレスにより30代で失明。光以外見えない状態に。その時には500m歩くのに1時間かかったという。その後、施設に入所して歩行訓練を受けて自分でスムーズに歩けるように。以降はカフェの経営をした後、現在はヨガの先生をしている。

フィールドワーク, インタビュー結果:

- ガイドヘルパーと一緒に歩く際には相手の右肘を左手で軽く掴んで、ガイドヘルパーの後についていく。
- 一人で歩く時には杖をスライドさせたりメトロノームのように当てて戻る動作を繰り返す。特に人が多いところでは強く白杖を地面に当てて、周りに自分の存在を気づかせている。
- 普段歩く場所は一人で覚えて歩けているが、買い物などはガイドヘルパーに同行してもらう。また、遠くに一人で行く時もあり、その場合は音声地図を事前に覚えてそれを思い出しながら歩く。もし道がわからなくなったら人に尋ねる。
- 歩くのは好きだけど、なかなか自由に歩けない。
- 空間をまっすぐ歩くのは難しく、ぶつかったりする。光の加減でわかったりする。電柱はわかる。
- おへそに力をいれること、足の真ん中で歩くことで体をまっすぐできるようになる。
- 記憶があれば点字ブロックや壁に頼らずとも健常者と同じような空間で歩く。
- 磨り減ったり踏みかたによって点字ブロックに気づかないこともある。光で見えているような気がして間違えることがあるので、できるだけ地面から感じるようにする。杖だけじゃなく足を使って探索もする。
- 靴は点字ブロックに反応しやすいものを選ぶ。
- 車の動きで音の方向がわかる。
- 歩き方はすごく意識する。それまでガニ股だったのが、体の真ん中で踏むようにして右足と左足の蹴りのバランスを意識する。
- ガイドヘルパーと歩くときも相手に全てを任すのではなく、自分で道や状況を把握しておいて何かあればガイドヘルパーに伝えるようにしておく。

- 見えなくなって歩幅が短く，歩くスピードが遅くなった。

また，ガイドヘルパーのOさんにもインタビューできたので，合わせて記載する。

- 同行歩行時に気をつけている点は電車の乗り降り，エスカレーター，階段．ちゃんと止まり，それを相手に言うようにしている。
- 相手に合わすために歩き方の調整を行う。
- 相手に余計な動きをさせないように，体を動かさずにちゃんと周りを意識している。
- 二人分の幅，高さを気にして歩く。
- 一番危なかった時は，出会った頃．地下に行く階段が小さくて，自分が歩けたところをIさんが歩けなくて落ちたことがある。



図 3.4: IさんとOさんへのインタビュー



図 3.5: IさんとOさんのフィールドワーク

3.1.5 Mさんのケース

日程：2017年4月23日

場所：渋谷駅から道玄坂上までの往復，および周囲

経歴：先天性全盲ろう。生まれてすぐに視覚障害，2歳のときに聴覚障害があることが判明。現在は視力は光の明暗がわかるが文字ははっきりわからない，黄色いテープがほとんど見えない程度。聴力は大きな音が聞こえていこと自体がわかるが，内容はわからない。3歳から難聴の施設に通い，小学校の1年生から4年生まで聾学校に通う。その後，手話はわかるが点字が読めないということで，小学校5年生から盲学校に通う。一般の大学を出て，現在は大学院に通う。

フィールドワーク，インタビュー結果：

- 一人で歩くのは寮や学校内のみ，外は通訳介助士，またタクシー移動など，極力自分一人ではあるかない。一人でふらふら外出するなど考えたことがない。
- 道を覚えるのに手がかりになるものがあれば使う。例えばドアの形など。
- 全て触って行うので，点字をつけてもらう。
- 大学院では視覚障害者用に道にテープを貼ってもらっている箇所がある。ただ，あまり厚くなく，凸凹していないのでわかりづらい。
- 壁がないところ，空間が広いところは点字ブロックがないと困る。
- 地面の上に物が置いてあるとぶつかって，転んだりするので危ない。
- 歩行訓練時，状況を教えてもらうだけでなく，実際に触ってみる。
- ブロックを探す場合は杖でちょっと探して，ブロックの上を立っているのか足元でブロックをたどるというイメージ。足元を意識して歩いた経験はない。
- 道間違いは今は少なくなってきた。ドアの形がいつもと違ってるなど触って間違いに気づく。
- 通訳介助士と歩く時は状況や環境について話をする。狭いところや足元が悪いところは話さない。
- 白杖は常に持っているが，人と一緒だと使わないので，あまり意味はない。あくまでシンボルマーク。

- 通訳介助士はゆっくり歩く人より早く歩いてくれる人がいい.



図 3.6: M さんへのインタビューの様子



図 3.7: M さんのフィールドワークの様子

3.1.6 フィールドワークおよびインタビューのまとめ

同じ視覚障害者といえど，症状が異なる3人にフィールドワークとインタビューをした．様々な意見や観察結果が得られたが，筆者が着目した点は以下の内容である．

- 歩行時に新しい情報を音や振動で伝えるのは，周りの環境に意識を向けているために困難である．
- 白杖の使い方は人や状況によって様々である．
- 白杖を使っても歩行時に直接地面から足で情報を取得することは位置や道を把握する上で大事である．
- 点字ブロックは積極的に利用しており，白杖を使って探した上でちゃんと足でブロックを載せる．でも足で踏んでいてもブロックを感じれないことがある．

これらの着眼点から次章で本研究のコンセプトを設計する．

3.2. コンセプト設計

第1章で示したように，視覚障害者が自立した生活を行う上で歩行体験は問題が多くあること，それを解決する上で，フィールドワークの結果から関連研究で示したような音や振動を付加することで障害物認知やナビゲーションをするのは彼らの注意を妨げるために危険な可能性があることがわかった．そこで着目したのが，「杖を使っても地面から足で直接情報を取る必要がある」という点である．彼らは点字ブロックを頻繁に利用し，また地面の状況から自分の位置や道を把握し，また位置や道の情報を地面のテクスチャから理解している．一方で，彼らは点字ブロックを積極的に探索し利用するが，ブロックがわからなく場合がある問題がありそれを解決する必要がある，また地面の情報から道や位置の情報を取得しているのでよりはっきり地面の情報がわかればより道や位置についてわかりやすくなるという仮説も生まれた．この仮説に対して，第2章で述べた触覚コ

インタクトレンズのように純粹に触覚を拡張する技術を応用すれば地面の情報をよりわかるようになると思われる。ただ、その体験は一時的なものではなく、日常的な使用に耐えられなくてもならない。

上記を踏まえて、本デザインでは以下の要件が必要であると考える。

要件1 地面からの情報をより多く伝えられること

要件2 日常生活で普通に歩けること

要件1 地面からの情報をより多く伝えられること

視覚障害者のフィールドワークを経て、点字ブロックを積極的に使うこと、アスファルトやコンクリートなどテクスチャの違いを自分の位置の確認に使っていることなどがわかった。

また、一方で点字ブロックが磨り減ったり、踏みかたによっては点字ブロックを踏んでも気づかない場合があるという問題や、より地面の情報を理解できれば自分の位置の確認に役に立て、道間違いを防げるのではという仮説が生まれた。そこで、本研究では上記の問題解決を図る上で、地面からの情報をより多く伝えるものであるということを第1の要件とする。

要件2 日常生活で普通に歩けること

また、日常的に使えることは靴をデザインする上でとても大事な要件である。日常的に歩くと考えた場合、参考になるのは既存の靴のデザインである。

『足と靴の科学（おもしろサイエンス）』（（株）アシックス 2013）によると、靴に求められる機能は大きく分けて「衝撃緩衝性」「安定性」「通気性」「フィット性」「軽量性」「グリップ性」「耐久性」「屈曲性」の8つあり、それぞれの機能を考えるための靴の設計対象部位が異なる。

- 「衝撃緩衝性」とは接地開始時の地面反力の緩和がいかに行き渡るかということであり、主にミッドソールの踵部が設計対象になる。
- 「安定性」は接地中の足部、脚部関節の過度な動きを抑制することであり、ミッドソール中足部が設計対象になる。「通気性」はシューズ内の温湿度を制御することであり、アッパーが設計対象になる。

- 「通気性」はシューズ内の温湿度を制御することであり、アッパーが設計対象になる。
- 「フィット性」ははき心地の向上のことであり、アッパーが設計対象になる。
- 「軽量性」はシューズ重量の軽減であり、ソールとアッパーが設計対象になる。
- 「グリップ性」は路面環境を問わず、スリップによるケガの抑制のことであり、アウトソールが設計対象になる。
- 「耐久性」はシューズの使用可能期間の増大のことであり、ソールとアッパーが設計対象になる。
- 「屈曲性」は蹴り出し時（かかと上昇時）の足沿いの良さであり、ソール前足部が設計対象となる。

上記の機能を要件1が壊さないためにも、できるだけ既存の靴のデザインを使ってそこに要件1を入れることを目指す。

そこで、触覚コンタクトレンズのように触れているものの感覚を拡張し、かつ既存の靴の性能を壊さない靴としてスケッチを用意した。これにより地面からの感覚を拡張することで、より地面の情報を伝えられると考えた。その際にはアウトソールとインソールを一つにつなげなければならない。なぜならつなげることで初めて地面の情報が足裏に伝わるからである。インソールだけ、アウトソールだけ触覚コンタクトレンズを使っても意味がないので、一体型の靴のデザインが必要である。

こうして、本コンセプトを「Solense:足裏の感覚を拡張して視覚障害者の安心な歩行体験を実現する靴」とした。

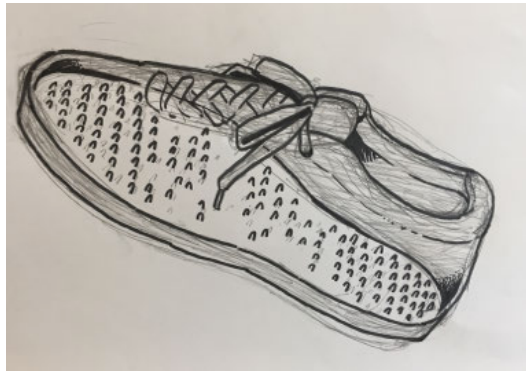


図 3.8: Sketch

3.3. ユーザーエクスペリエンスデザイン

Solense を視覚障害者が利用することで、以下の体験が実現され则认为る。

- 点字ブロックなどの地面の記号がよりわかるようになる。
- 地面の情報が獲得できることで場所と結びつき、自分の居場所が把握できるようになる。

視覚障害者は現状、点字ブロックを杖で叩いて確認し、その上を歩くか叩きながら移動している。ただ、実際杖で叩いたものが点字ブロックかどうかは定かではなく、視覚障害者の意見からも「自分が踏んでみないことにはわからない」といった声も聞く。しかも仮に踏んだとしても実は靴によっては点字ブロックかどうかわからないことがあり、視覚障害者の靴選びの際の一つの基準となっている。客観的に点字ブロックがあっても「それが点字ブロックであるとわかること」とは大きく差があり、Solense を通じて点字ブロックの情報が伝わることで、視覚障害者は安心して点字ブロックの上を歩けるようになる。また、点字ブロックが磨り減ったりしていることなど、物理的に感じづらくなっている場所も多く存在したり、点字ブロックの代わりとして屋内施設などで使われるようになっている「歩導くん」(錦城護謨株式会社)などは突起がなく、足からの感覚をより意識しないとその上を歩いているかがわかりにくい。こうした場所でも Solense を使うことで、安心して歩けるようになる。

また、視覚障害者は晴眼者に比べて自分の位置を把握することが困難である。彼らは音や白杖の当たった感覚で場所を確認しているが、そこに自分の足裏の感覚を加えることでより位置が把握できるようになる可能性がある。フィールドワークの結果より、地面の情報がある程度道の把握につながっているという仮説は立てられている。そこで、普段歩いている場所を地面の情報とより繋げて位置を把握しながら歩けるようになることで、道間違いを防ぐことができると考える。

3.4. ビジネスデザイン

現状、「視覚障害者向けのアナログな靴」という市場は存在しない。理由はいくつもあるだろうが、大きな理由の一つに視覚障害者の市場が小さいことがあげられる。大手の靴メーカーにとって、靴のユーザーのほとんどは晴眼者である。その人数に対しては視覚障害者のユーザーは少なすぎ、開発を行う理由としては十分ではない。販売されたとしてもとても高価なものになる。しかし、Solenseが実現したら、日常的に使う商品であるこの靴を買うことで視覚障害者の生活が向上すると筆者は考える。ではどうビジネスを広げるか。少なくともすでに競合が多い「晴眼者向けの靴」という市場に対して「視覚障害者向けのアナログな靴」という市場は独占できるかもしれない。そこは視覚障害者は日本だけでは少ないが、世界では2014年現在、2億8500万人もおり、(日本WHO協会) 実は大きなビジネスチャンスである。

また、もし視覚障害者を単なるマイノリティのユーザーではなく、極端な行動を行うエクストリームユーザーとして設定することができたらどうであろうか。「身体的なものに限らず経済的や感情的、デジタルなどあらゆる領域でこれまでの製品・サービスから排除(Exclude)されていた人々を、企画・開発の初期段階から巻き込んで(Include)、一緒に考えていくデザインの方法」(平井康之)である。「インクルーシブデザイン」を主導しているジュリア・カセムは以下のように述べている。「エクストリームなシナリオへの対策は二重の働きを持つ。一つはそれが素晴らしく貴重なインスピレーションの道具となるという働きである。もう一つは筆者たちがはるかに幅広い人口層に対し、どのように人間工学的にデザイ

ンを行えばよいか理解するための手段となる働きをする。そして結果的にはどんなマーケットであれ、筆者たちがデザインするもののマーケットは広がりを見せるのだ。」(ジュリア・カセム 2014)

本研究は視覚障害者の歩行支援であるが、本研究で実現される成果は他のターゲット、場面で使うこともできるはずである。たとえば、高齢者や糖尿病患者など足の感覚が衰えてきている人が、それでも歩かないといけない場合がある。その際に本コンセプトで実現される靴を使うことでより地面の感覚がわかるようになれば昔と変わらず歩けるようになる可能性がある。また、アスリートや登山家などで地面の感覚を強く感じる必要があるなどにも適していると思われる。こういった様々な市場機会を組み合わせることで、企業が販売するコストに見合う市場、リターンを獲得できるようになると考える。

3.5. 本章のまとめ

本章ではまず視覚障害者の歩行のフィールドワークを行って彼らの歩行の要素や問題点を抽出し、関連研究を参照しながら本コンセプトの要件を洗い出した。ここでは振動や音で情報を追加することが彼らの周りへの意識を妨げることを指摘し、地面からの情報を直接伝えることで、安心した歩行ができるのではないかと考えた。そして、既存の靴の要素を盛り込みながらスケッチを行い、そこでできたコンセプトを「Solense:足裏の感覚を拡張して視覚障害者の安心な歩行体験を実現する靴」とした。そしてそのコンセプトが実現する体験とそのビジネス展開について論じた。

次章では、実際に Solense を実現するにあたり、ミズノ株式会社の試作靴を使うことになった経緯とその技術、またそれを使って視覚障害者に行った検証内容を論じる。

第4章

Solenseの実現と検証

ミズノ株式会社グローバルフットウェアプロダクト本部開発ソーシング部開発課の伊藤 幸司さんと出会う機会があり，当社が開発している試作靴と本コンセプトが合致して実際にプロジェクトの実現を進めることになった．

4.1. ミズノの開発技術

ミズノはスポーツシューズの開発において走る・ジャンプするなどの陸上で，身体を操作する，イメージ通りに身体を動かすために感覚フィードバックを重要視している．そこで，足部への圧力を高めることで動的平衡性が向上する，また感覚受容器は使うほど鍛えられるといった過去の研究から，コンフォートを保ちながら足部に情報を伝達させ，身体操作性をあげることをコンセプトにソール〔図 4.1〕を開発した．このソールは具体的には以下の特徴がある．

- ソール全体を細かく分割し，個々のパートが独立して動きやすい構造．
- 足側に細かい突起を立てて，加重されたときの圧力情報を増幅して足に伝達する．

今回この技術を元に作られた試作靴〔図 4.2〕を Solense の実証のために使わせてもらえないか提案し，承諾いただいた．



図 4.1: ミズノの開発技術で設計したソール



図 4.2: 左写真のソールで作った試作靴

4.2. 実環境でのユーザビリティテスト

4.2.1 目的

Solense によって実際に視覚障害者の日常の安心な歩行体験を実現できるか検証するために、ミズノの試作靴が果たして視覚障害者の足裏の感覚を拡張するか検証する。具体的には視覚障害者が普段歩いている空間で果たして試作靴が普通の靴に比べて点字ブロックや地面の凸凹の情報をより強く伝えるか、また彼らが歩いている地面とその周りの記憶をより強く紐づけられるか検証する。

4.2.2 方法

3人の被験者に対し、実際に彼らの最寄りの駅から家までの普段歩いている道を普段の靴と 27cm のミズノの試作靴でそれぞれ歩いてもらい、歩行の様子を観察し、また歩行後に歩行がどう変わったかインタビューをした。[表 4.1] 映像は Sony HDR-MV1 [図 3.1] と GoPro HERO4 Session を 3-Way [図 4.3] につけて撮影した。

No.	被験者	年齢	性別	症状	靴のサイズ
1	Iさん	53歳	男性	中途視覚障害で全盲，光覚あり	26cm
2	Cさん	19歳	男性	先天性な弱視で今は全盲，光覚あり	24cm
3	Nさん	56歳	男性	先天性な全盲，光覚なし	26cm

表 4.1: 被験者のステータス



図 4.3: 3-Way (左) と GoPro HERO4 Session (右)

4.2.3 Iさんのケース

テスト日：2017年5月18日

テスト環境：駅前から家に帰る道の途中の公園の入り口まで約8分ほどの距離。開始地点から5秒ほど点字ブロックを歩くと横断歩道に面する。横断後，左折して5秒後に一車線の車道と面する。右折して2分ほど歩くと左折の道になっており，左折。20秒歩いて右折の道を右折する。それから若干下りになっている道をまっすぐ30秒ほど歩くとT字路にぶつかる。右折後1分半ほど歩くとY字路に面し右折する。また1分ほど歩くとY字路に面し右折する。2分半ほど歩いて公園の入り口にたどり着く。

経歴：3章でフィールドワークしたIさんと同一人物

観察の結果：最初は体が右側に傾いていったが，彼が話した通り，自分で体の向きを調整している印象で，少し歩くと普段の歩行と大きな違いはなくなって

いった。また、とても歩きやすく歩行中にこの靴が欲しいと言っていた。雨が降ったりしたときは滑るのではないかとということを心配していた。

インタビュー：

Q：歩いた感じの感想は？

A：バランスがよく、今までとは違う感触である。足裏が自由、掴みながら動く感じがする。これまでの靴とぜんぜん違う、地下足袋の感覚に近い。

Q：歩きやすさはどうか？

A：歩きやすさは初めて履いた割には良かった。

Q：歩きかたは変化したか？

A：歩き方は基本的に変わっていない。蹴り足が軽くなったぶん意識をする。感覚が強くなったぶん意識が向いて歩き方が強制される。

Q：点字ブロックはわかりやすくなったか？

A：線ブロや点字ブロックがわかりやすくなった。線ブロは初めて乗ってわかった。これまではそんな感じはなかった。線と線の間がわからなかった。わかるように意識していたけど、これは無意識にわかった。

Q：歩いた道について新しい発見はあったか？記憶はできたか？

A：記憶に関してはここはわからない。階段が傷んだのがわかった。サロンの前のコンクリはより明確にわかった。

Q：問題点は？

A：問題点は雨降ったりしたらとか。夏バージョンと冬バージョンがあったりするといい。でも快適だとは思う。歩行訓練の視覚障害者に使っては？



図 4.4: 点字ブロックの上を確かめる様子



図 4.5: 歩いている様子



図 4.6: インタビューの様子

4.2.4 Cさんのケース

テスト日：2017年5月22日

テスト環境：家から駅の出口までの約5分ほどの道のり。家は大きな車道に面しており、上部には高速道路が走っている。歩道は点字ブロックがひたすらひかれている。点字ブロックに乗りながら3分ほど歩くと、左斜め前に16段の階段が現れる。そこを降りたらすぐに左側に転回し、10秒ほど歩くと駅の出口にたどり着く。

経歴：56歳，男性。先天性な弱視。その後も症状は悪化し，30歳過ぎには文字が読めないほどに。現在は車も人影も見えず，光がうっすらとわかる程度。30歳から白杖を携行し，その後国立リハビリセンターで歩行訓練を受けて，自分が記憶している場所では自立した歩行が可能になる。

観察の結果：まだ履き慣れていない，また普段の靴より軽いこともあるのか，体が無意識に右側に偏っている場面が見られた。例えば点字ブロックを歩いている時に普段の靴に比べて点字ブロックからはみ出る場面もあった。

インタビュー：

Q：歩いた感じの感想は？

A：足の裏が痛かった，ジーンとした感じが残ってしまう。だんだん慣れてくるものかと思ったが，そんなことはなかった。

Q：点字ブロックの感覚はどうだったか？

A：突起のボツボツ感の方に持ってかれてしまった。いまいちわかりにくかった。

Q：点字ブロックがなくなった部分で変わったことはあったか？

A：あまりなかった。

Q：点字ブロックがなくなった時，靴を履いていても右に大きくずれたことがあったか？

A：事前に歩いたことで、どこかずれなくてはいけないと思ってずれたのかもしれない。

Q：違和感が大きかったか？

A：慣れていないという部分が大きいと思う。普通の靴でもそれは当てはまる。

Q：足の指の使い方は意識していたか？

A：そこまで意識していない。

Q：サイズの問題はあると思うか？

A：確かにフィット感はなかった。指先の方の感覚が、靴が大きい分伝わりにくかった。



図 4.7: 靴を履く様子



図 4.8: 歩いている様子

4.2.5 Nさんのケース

テスト日：2017年5月27日

テスト環境：3章でNさんにフィールドワークした環境と同様。駅前から寮の前までの約5分ほどの道のり。4分間は点字ブロックの上を歩き（横断歩道を除く）、残り1分は点字ブロックがない道のり。1分ほど歩くと左折し、さらに1分で横断歩道にぶつかる。横断歩道を渡ったあと、すぐに道路沿いを右折。1分歩いた後に左側に片側一車線の車道が現れる。そこを渡った後に左折し、1分ほど歩いて寮の前にたどり着く。

経歴：3章でフィールドワークしたNさんと同一人物

観察の結果：最初に左折する際に、警告ブロックがあるにもかかわらずはみ出して道の側面に白杖を当てていた。それ以外は特に大きな変化はみられなかった。

インタビュー：

Q：歩いた感じの感想？

A：点字ブロックは確かに分かりやすいけど、僕は点字ブロックがあってもなくても歩けちゃう人だから、歩行の品質に差はないです。僕じゃない人なら役に立つかもしれないけど、他の人でテストした方がいいような気がする。

Q：歩き方の変化について？

A：そんなに意識して変化した部分はない。

Q：足の裏の感覚について？

A：足の裏に突起があるからそれは感じるけど、砂利が直接なんとなかっていうことはあんまり（感じない）。意外と無頓着なんで。砂利があるっていうところまでしかいかないというか。砂利があるって分かったら、砂利があるだけ分かればよくてそれ以外はどっちでもいいから捨てちゃうんですよね。

Q：靴の違和感について？

A：邪魔にはならない。足元の感覚はウザくはない。



図 4.9: 靴を履く様子



図 4.10: 点字ブロック沿いを歩いている様子



図 4.11: 縁石沿いを歩いている様子

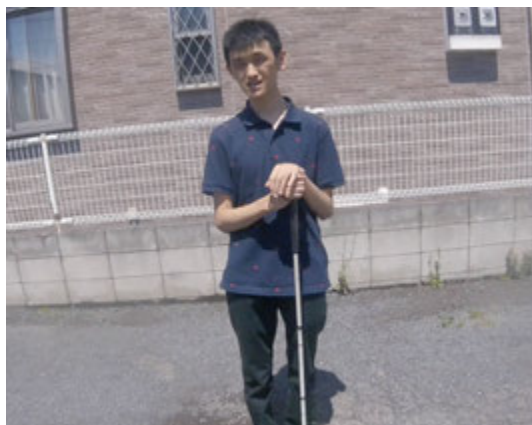


図 4.12: インタビューの様子

4.2.6 考察

3人とも異なった意見を述べてくれた。足裏の感覚としてはCさんは違和感としてとても気になっていたが、他の人は特に感じなかったと発言していた。それについては彼の足のサイズが靴のサイズに対してとても小さかったというのが原因にあげられる可能性がある。また、点字ブロックの理解についてはCさん以外は点字ブロックがよく理解できるようになった、特にIさんは線状ブロックが無意識にでもよくわかったというのが大きい成果と言える。また、Iさんは歩いたところの記憶については大きく変わっていないと言っている一方で、サロンの前のコンクリがはっきりわかることや、公園内部の木の階段が傷んでいるのがわかるなど、地面の情報とその場所を紐づけている発言が得られた。他の人たちはそもそも家から駅までの距離が短く、また大半が点字ブロックで占められているために、記憶については大きな変化がないのではと推測される。点字ブロックを無意識に理解できるようになったこと、また自分が歩いている地面をその位置とひもづけたことは歩行に対する安心感の向上を指していると考ええる。

また、Iさんのインタビューへのコメントにあるように、ミズノが本来この試作靴で実現しようとしている、地面からの情報のフィードバックで身体操作の向上が視覚障害者の歩行でもみることができた。これは自分でより体の動きをコントロールしていることを指しており、歩行体験の安心感の向上にもつながっていると言える。

ターゲットに関しては視覚障害者の中でも特に歩くことが好き、点字ブロックが設置されている場所以外も歩くような人に特に有効であると考ええる。

4.3. 足裏の感度評価に関するユーザビリティテスト

4.3.1 目的

視覚障害者が実際にミズノの試作靴を履くことで足裏の感度が向上したか、具体的にどれだけ地面の凸凹をわかるようになったか検証する。

4.3.2 方法

視覚障害者3人、晴眼者3人の計6人の被験者にアイマスクをしてもらい、点字ブロックを模した、30cm*30cmで突起の高さが0mm-5mmで0.5mmずつ高さを変えたブロックの上を0mmから5mm(実験1)、また5mmから0mm(実験2)と普段の靴と試作靴で歩いてもらい、高さが変わったタイミングで立ち止まってもらった。



図 4.13: 実験の様子

4.3.3 結果

視覚障害者は普段の靴と試作靴での歩行を比較したところ、試作靴を履くことでより細かな高さの違いで立ち止まることができた。一方晴眼者は試作靴によって高さの違いがわからなくなる、またあまり変わらない結果が見えた。有意差を確認したところ、視覚障害者の0mmから5mmまでの歩行時のみ数値が0.04と有意傾向が見られ、他の結果は有意がなかった。この結果を踏まえると、視覚障害者の歩行では試作靴を使うことで視覚障害者の地面の凸凹への感覚はより鋭くなったと言える。

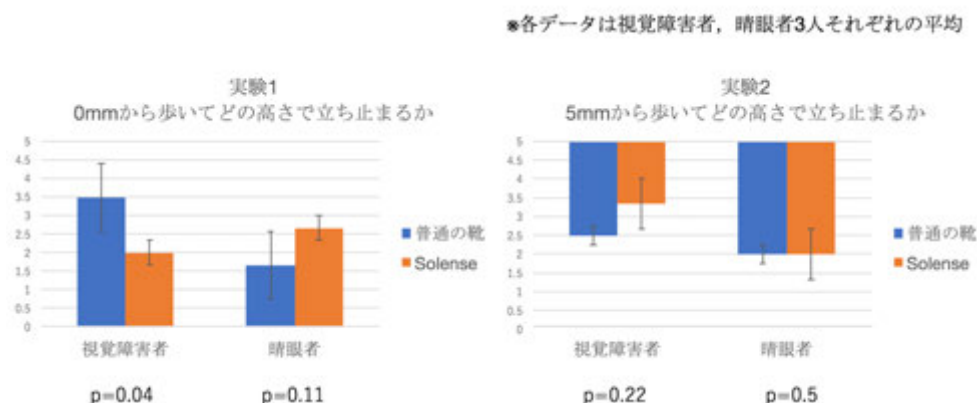


図 4.14: 実験結果

4.4. 本章のまとめ

本章では Solense の実現にあたりミズノ株式会社の試作靴が適しているのではと考え協力してプロジェクトを進めていくこと、また実際に試作靴に使われている技術について論じた。そして視覚障害者へのテストを通じて Solense の実現に試作靴が適していること、また試作靴によって Solense の有効性を確認した。次章では実際にプルーフオブコンセプトとして視覚障害者に日常的に Solense としてミズノの試作靴を履いてもらい、その結果についてインタビューをすることでコンセプトの検証を行った。

第5章

Proof of Concept

5.1. 目的

視覚障害者の方に日常的に Solense を利用してもらい，点字ブロックなどの凸凹がよりわかるようになったか，歩行時の身体操作の向上でより歩行の安心感が向上したか，また日常的な利用が可能か検証する．

5.2. 方法

中途の全盲の視覚障害者に 4 日間 Solense を貸し出し，日常的に使ってもらう．その結果を Solense の返却時にインタビューする．

テスト日：2017 年 6 月 28 日ー 7 月 1 日

テスト環境：相武台前駅周辺や都内の神社など．

対象：中途視覚障害者の I さん．詳細は 3.1.4 を参照．



図 5.1: I さんが Solense で様々な場所を歩いている様子

5.3. 結果

2017 年 7 月 1 日に靴を返却していただき、その際に 4 日間の Solense を使った歩行についてインタビューを行なった。以下に、感想の抜粋を記す。

4 日間履いてみた感想

すごく履きやすかった。歩きやすかった。履き心地もよかったです。この時期なんで、冬とかはちょっと寒いかなと思います。電車乗ってても電車のエアコンで指先がちょっと寒いと感じたくらいですからね。ただ、非常に階段も登りやすく降りやすい。もちろん警告ブロックや点字ブロックもすぐわかる。あとは靴が軽いというのもあって足がよく前に出る。翌朝も疲れが全く出ない、むくみもない、これが不思議です。ちょっとふくらはぎにはストレスが感じましたが、翌朝には全く疲れを感じさせないような靴でした。

足元の感覚について

一昨日にはちょうど神社に行って、そこの一軒目の玉砂利はちょっと大きめでさほど感じはしなかったんですね。まあ砂利の上だなというのはわかったんですけど。もう一軒目のところは細かい砂利だったんですけど、それは足の裏に良く感じました。ああかえって細かいのがよくわかるんだなと。なんか今自分がどこに立っているのが、すぐ把握できた。これまでは白杖の一点で

情報を取っていただんだけど、あの靴だと右と左と白杖という三つで情報が取れるんで、非常にこれは安全面でもいいかなと。自分が今どういう場所に立っているのがすぐわかるので、非常にこれはそういうところでは新しい発見だった。

歩行時のバランスについて

ぐらつきは意外となかった。自宅からバス停まではもちろん自分で歩いて、バス降りてから待ち合わせまでも自分で歩きますから、で、普段階段を降りる時もちょっとぐらついて手すりを持つんですが、今回それは全くなかった。どう表現していいか、これも難しいんですが、ぐらつかない、バランスが取れるというか、ちょっとした体の歪みでも足の裏ですすぐ感じる事ができた。

改善点

靴なんで、あれだけ紐をがっちり縛らないと効果は出ないということはよくわかりました。だから中途半端に履いているとよくないな。今回私は全部紐を締め直して硬く結んで歩いていますから、それなりの効果が出たと思います。今後の課題としてははきやすい脱ぎやすいをお願いしたいなというのがあります。日常生活で使う靴ですから、どうしてもまだ日本の文化では靴を脱がなきゃいけないところが非常に多い。いつも我々視覚障害者は履く時が非常にもたもたして、それで周りに気を使う方もいますんで、ああいう靴は履きやすくて脱ぎやすい、それで目立つというのがあると非常に助かります。本当に日常生活用具でこれが採用されればすごく楽しめるなということを感じました。



図 5.2: I さんにインタビューしている様子

5.4. ミズノ伊藤さんからのフィードバック

インタビュー結果をミズノ伊藤さんに報告し、フィードバックをいただいた。

ミーティング日時：2017 年 7 月 7 日

場所：Cyber Living Lab Shibuya (Skype ミーティング)

参加者：ミズノ：伊藤さん KMD：早川さん，田端

ミズノ伊藤さんからのフィードバック

- ミズノ側の設計意図はきちんとユーザーには伝わっている。
- 積極的に歩く視覚障害者にはより長期間靴を貸し出して、使い続けることで彼らの認知や行動がどう変わるか引き続き確かめたい。
- ほとんど点字ブロックしか歩かない視覚障害者には逆にこの靴で歩く行動範囲を広げることができる可能性がある。
- 視覚障害者への靴はこれまで考えておらず、それだけでビジネスにするのは難しいだろうが、ミズノが human augmentation を進めている文脈とマッチする，また福祉はやっていきたいので，これからも進めていきたい。

5.5. 考察

本検証を元に以下の3点について考察を行う。

視覚障害者への歩行支援の効果

日常的に使っていただくことで、階段の昇降時に体がぐらつくなど晴眼者がわからない視覚障害者の歩行時の問題点が浮かび、同時に Solense によって解決されたことがわかった。これからより日常的に使ってもらうことによって、さまざまな場面でも効果を検証できると思われる。また、Solense による両足と白杖の3点で地面の情報を取れて、地面の凸凹をよりよく把握できるようになったことで新しい歩行体験、街を地面の感覚から楽しめる体験が作れ、その結果あまり歩くことが楽しくなかった視覚障害者も歩く楽しみを見つけることができる考える。

ターゲットの拡大

自分の足のどの部分にどれだけ力が入れているかわかるようになることで、足のぐらつきがなかった、バランスが取れるといった意見をいただくことができた。この結果から、体のバランスが取りづらい高齢者や、足のリハビリを行っている人にも Solense によって自分の身体のバランスをコントロールできるようになると思われる。また、足裏の感覚を高められることは、糖尿病などで足裏の感覚が衰えたがそれでも歩かないといけない人にも適応できると考える。

Solense の日常的な利用

足裏の感覚を拡張することで日常的な歩行を妨げないか、また歩行に必要な要素が欠けていないかという不安があったが、Iさんのコメントの中の「履き心地が良い」「足が前にでる」「疲れが取れる」といった部分は日常的な歩行にも使えることを証明した。これによって足裏の感覚を拡張することは日常的な靴の機能の実現と両立する、より強く言えば日常的な靴の機能自体も向上している可能性があるという仮説が生まれた。

5.6. 本章のまとめ

本章では中途の全盲の視覚障害者に実際に日常的に利用してもらい、点字ブロックなどの凸凹がよりわかるようになったか、歩行時の身体操作の向上でより歩行の安心感が増したか、また日常的な利用が可能か検証した。その結果、点字ブロックなどが無意識にわかるようになった、地面の細かな凸凹がよりわかるようになった、普段体がぐらつくような場所でもバランスよく歩くことができたという感想をいただいた。またこの結果についてミズノ伊藤さんに報告したところ、本検証の結果と今後の視覚障害者への歩行の検証についても積極的なコメントをいただくことができた。

第6章

結

論

本稿は、視覚障害者の安心な歩行体験をデザインするために足裏の感覚を拡張することで地面の情報がよりわかるようになる靴「Solense」の提案および検証を行ったものである。

第1章では本稿を書く動機となった、障がい者が依存せざるをえない環境の中で少しでも自立できるべきであること、現代のテクノロジーによってその問題は解決できるのではないかと考えていることを話した。また、その中でも視覚障害者という存在、視覚障害者が歩行について抱える問題について論じた。そこでは視覚障害者が単なる「目が見えなくて生活が不自由な人」というだけでなく、自分なりの身体や技術を使ってそれぞれ生活に対応しているということ、それでもやはり問題がないわけではなく、視覚障害者が安心な歩行体験を実現する必要性を論じた。

第2章では本研究に関連する研究領域である「視覚障害者の生活支援」「視覚障害者の歩行支援」「靴と歩行」「触覚の拡張」の技術やプロダクト、サービスを紹介し、本研究の研究領域について述べた。視覚障害者の支援、特に歩行支援については様々なアプローチが行われているが、靴のようにより日常的に使えるもので支援することが本研究の目的である。靴での歩行支援でも視覚障害者に対してはデジタル技術を使ったアプローチは多いが、アナログ技術の利用、中でも視覚障害者の触覚を拡張して支援する研究は少ない。触覚の拡張の研究をしてみると、触覚コンタクトレンズのようなアナログ技術を使って手の触覚を拡張する研究はなされており、それを視覚障害者の足裏の拡張として利用できると考えた。こうして先行研究に対する本研究の位置づけを示した。

第3章では様々な視覚障害者へのフィールドワーク・インタビューの内容およ

びその考察，またそれに基づいた本コンセプトである Solense の提案を行なった．フィールドワークとインタビューを通じて，どんな視覚障害者でも一人で歩くときは歩行時に振動や音で情報を伝えることが難しいこと，白杖の使い方は人や状況によって異なること，白杖を使っている歩行時に直接地面から情報を取得していること，点字ブロックを積極的に利用しているが，足で踏んでいても点字ブロックを感じれないことなどがわかった，その問題を踏まえて地面からの情報をより多く伝えられるようになること，また同時に日常生活で普通に歩ける必要があることを Solense の要件として論じ，触覚コンタクトレンズのように触覚をアナログで拡張するような靴のデザインを用いて，本コンセプトを「Solense:足裏の感覚を拡張して視覚障害者の安心な歩行体験を実現する靴」とした．そして，Solense を使って視覚障害者にどんな体験が提供できるか，またそれをどうビジネスに展開できるか論じた．

第 4 章では Solense の実現にあたりミズノ株式会社の試作靴が適しているのではと考え協力してプロジェクトを進めていくこと，また実際に試作靴に使われている技術について論じた．そして実際にミズノの試作靴を用いて Solense の有効性，具体的には安心な歩行体験の要素として点字ブロックを足ではっきり感じれるようになるか，また地面の情報を通じてより町歩きの記憶を持つことができるか検証した．その結果，視覚障害者といえど人や歩いている環境によって有効性が異なるが，基本的には点字ブロックの認識が上がっていたこと，一部の人では自分の歩行時に地面の情報がその場の記憶と紐づいている可能性が見られた．また，この靴により自分の足の重心がよりわかるようになったことで，足の動きを自分でより矯正でき，その結果，縁石がないところなど杖が使えない空間でも道を自分の思う通りに歩けるようになったという評価もいただいた．次に実際に地面の凸凹がわかりやすくなるかどうか，視覚障害者，晴眼者に定量実験を行なった．その結果，視覚障害者が Solense を使うことで地面の凸凹がよりわかるようになるという結果に有意傾向が見られた．上記の結果を踏まえ，Solense を実現する上で，ミズノが開発している試作靴が有効であること，また視覚障害者の中でも特に歩くことが好き，点字ブロック以外の場所も歩くような人に有効であるという仮説が生まれた．

第5章では実際に視覚障害者に日常的に Solense を使っていただき、プルーフオブコンセプトを行なった。4日間様々な場所を歩いてもらった結果、日常的な利用にも有効であることがわかった。具体的には Solense によって白杖だけでなく靴でも地面の情報を把握できた、歩行時にぐらつくこともなくなった、日常的にも歩きやすかったといったコメントをいただいた。一方でもっと履きやすく脱ぎやすいものにしてもらいたいといった改善点を指摘いただいた。この結果をミズノ側に報告したところ、ポジティブなフィードバックをいただき、今後の検証についてもアドバイスをいただけた。この結果により、Solense のプルーフオブコンセプトができた結論づけた。

今後の展望として、より日常的に利用してもらってさらに繊細な情報を地面から獲得することができるようになれば、視覚障害者の空間把握の一助になると考える。例えば同じ砂利道といっても粗さは場所によって異なる。このような情報を把握することで、今はまだ区別がつかない場所の地面もわかるようになり、その場所がより明確に記憶されるようになると思われる。そうすれば地面の凸凹や素材の違いによって、視覚障害者も地面の違いをより楽しんで歩けるようになる可能性がある。この靴を誰もがつかえるようになれば、歩行環境も大きく変わると思われる。現在の点字ブロックは車椅子利用者にとってはぶつかってしまうなど問題も多く、点字ブロックの突起の高さを見直されている。そこで、靴によって触感の解像度をあげることでより低い突起でもわかるようになれば、点字ブロックの突起を低くして誰もが安心して歩ける環境が実現されるようになると思う。身体のコリにも使える可能性もある。実験の感想にもあったとおり、地面に対する歩行者の力の入れ方を適切にフィードバックさせることで、自分がどのように力をいれているかがわかり、それに対してどう調整すればより自分の歩行をコントロールできるかわかるようになる。そうなれば視覚障害者だけでなく健常者も利用する価値が生まれる。マラソンや短距離走などで最適な足の力の入れかたを靴のフィードバックで確かめることで、効率的な走りかたを獲得することができるようになると思われる。

本研究をさらに発展させることで、第3章でも記載した「視覚障害者向けのアナログな靴」という新しい市場を作り出せることができるとも考えている。視覚

障害者の歩行体験は晴眼者と大きく異なり，晴眼者以上に地面の状況を意識して歩かなくてはならないことはこれまで述べてきた．ただ，現状彼らのために作られたアナログな靴の市場は存在しない．これは本コンセプトをより多くの人に持続的に提供できる新しいビジネスの機会だと考える．企業からすれば視覚障害者向けの市場はとても小さい．ただ，障害者向けにデザインされたものがそれ以外の人にも役に立つという例は多くある．エクストリームユーザーとして視覚障害者を捉えることで，晴眼者と視覚障害者関係ない，大きな市場を作れる可能性を持っているといえると思う．この靴は視覚障害者だけでなく，晴眼者の日常利用・スポーツなどにも十分使えるものになるだろうという仮説はすでに本研究において立てられている．そこでこの大きな市場を作るためのステップとして今年中はより多くの視覚障害者に価値を認めてもらうことで，視覚障害者向けの市場を作っていきたい．

この靴を誰もが使えるようになり，新しい歩行体験・環境が生まれることを願っている．

謝 辞

本研究の指導教員であり、研究やプロジェクトの進め方など、様々な分野で幅広い知見からの的確な指導と励ましをいただいた慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科の南澤孝太准教授に心から感謝いたします。Reality Media, また Embodied Media プロジェクトという学びと出会いの場によってこの研究が進められたことはとても幸せなことでした。

本研究の実現にあたり、惜しみなく協力をしてくださったミズノ株式会社の皆様には大変お世話になりました。ありがとうございました。

研究の方向性についての指導やフィールドワークの機材の支援をしてくださった慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科の古川亨教授、研究の方向性を広げる助言をいただいた石戸奈々子准教授に心から感謝いたします。

Roshan Peris 特任助教と国立交通大学の Liwei Chan 教授には文系出身の私に対して研究の進め方や論文の読み方など基礎的なことから丁寧に教えていただきありがとうございました。

リサーチャーである金箱淳一さんと博士課程の武田港さんには、プロジェクトの方針について自分がつまづいている時にはいつでも丁寧に相談に載っていただき、助けていただくことは少なくありませんでした。博士課程の花光宣尚さんには実験の方法についてアドバイスいただき、修士課程の平野智久くんにはフィールドワークなどで積極的にサポートしていただきました。また多くの先生方、研究員の方々、先輩方、同期、後輩にも大変お世話になりました。みなさんのおかげで充実した研究生活を送ることができました。

GID プログラムに関わってくださった皆様、Royal College of Art および Pratt Institute の先生及び学生の皆様にも、とても感謝しております。日本とは異なった生活環境の中、世界トップレベルの学校でデザインを学ぶことができたこと、そ

の中でも特に人とともにデザインする姿勢を学べたことは本研究を進めていく上で大きな原動力になりました。

本研究で出会った視覚障害者の方にも感謝しております。本研究を通して皆さんに出会えたことが何より研究を進める力になりました。このプロジェクトが皆さんの生活の助けになることを願ってやみません。

最後に社会人から大学院生になること、また海外留学を快く応援してくれた家族に感謝いたします。家族の協力がなければ2年半もの間大学院生活を過ごすことはできませんでした。本当にありがとうございました。

参 考 文 献

Apple“VoiceOver.” <https://www.apple.com/jp/accessibility/iphone/vision/>, 閲覧日：2017年6月6日.

Be My Eyes“Be My Eyes.” <http://bemyeyes.com/>, 閲覧日：2017年6月6日.

Brock, Michael and Per Ola Kristensson (2013) “Supporting Blind Navigation Using Depth Sensing and Sonification,” in *Proceedings of the 2013 ACM Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing Adjunct Publication*, UbiComp '13 Adjunct, pp. 255–258, New York, NY, USA: ACM.

Ducere Technologies Pvt“Lechal.” <http://www.lechal.com/>, 閲覧日：2017年6月6日.

EasyJet“Sneakairs.” <http://mediacentre.easyjet.com/stories/9813>, 閲覧日：2017年6月6日.

e GOV「身体障害者福祉法（昭和二十四年十二月二十六日法律第二百八十三号）」.
<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S24/S24H0283.html>, 閲覧日：2017年6月12日.

Harbisson, Neil“I listen to color.” https://www.ted.com/talks/neil_harbisson_i_listen_to_color, 閲覧日：2017年6月6日.

Horus Technology“Horus.” https://horus.tech/?l=en_us, 閲覧日：2017年6月6日.

Kay, Leslie“K SONAR.” <http://www.batjp.com/high/k-sonar.html>, 閲覧日：2017年6月6日.

- Kurita, Yuichi, Shinohara Minoru, and Ueda Jun (2011) “Wearable Sensorimotor Enhancer for a Fingertip based on Stochastic Resonance,” *the 2011 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, pp. 3790-3795.
- Maeda, Tomosuke, Roshan Peiris, Nakatani Masashi, Yoshihiro Tanaka, and Kouta Minamizawa (2016) “HapticAid: Wearable Haptic Augmentation System for Enhanced, Enchanted and Empathised Haptic Experiences,” *SIGGRAPH ASIA 2016 Emerging Technologies*, pp. 4:1-4:2.
- OrCam 社 “OrCam,”. <http://www.orcam.com/>, 閲覧日：2017 年 6 月 6 日.
- Paochan 「グラハム・ベル（妻が聴覚障害者）」. http://welcome.home-pao.com/cat59/post_8/, 閲覧日：2017 年 6 月 12 日.
- TAMA 試作ネットワーク TSUBASA 「視覚障がい者歩行サポートシステム (WM)Walk&Mobile」. <http://tsubasa7.com/tama/proposal/item/release/walkmobile>, 閲覧日：2017 年 6 月 6 日.
- Vibram “V-Run.” <https://www.barefootinc.jp/item/5280>, 閲覧日：2017 年 6 月 6 日.
- Visell, Y., Law, A., and Cooperstock, J. R (2009) “Touch Is Everywhere: Floor Surfaces as Ambient Haptic Interfaces,” *IEEE Transactions on Haptics*, Vol. 2, pp. 148 - 159.
- (株) アシックススポーツ工学研究所 (2013) 『『足と靴の科学（おもしろサイエンス）』』, 日刊工業新聞社.
- アキレス株式会社 “MineRelax,”. <http://www.achilles-shoes.com/product/mineRelax/>, 閲覧日：2017 年 6 月 6 日.
- アキレス株式会社 「アキレス瞬足クラブ」. <http://www.syunsoku.jp/about/what/>, 閲覧日：2017 年 6 月 6 日.

アキレス株式会社「ヘルシーライフ」 . <http://www.achilles-shoes.com/product/helthylife/>, 閲覧日：2017年6月6日.

エーピーアイ株式会社「スマート電子白杖」. <http://www.api-kk.com/denshi-hakujo/>, 閲覧日：2017年6月6日.

ケージーエス株式会社「点字ディスプレイ ブレイルメモスマート BMS16」 . <http://www.kgs-jpn.co.jp/index.php?%E8%A3%BD%E5%93%81%E8%A9%B3%E7%B4%B0>, 閲覧日：2017年6月6日.

ケアラー「音で物を視る「エコロケーション」を行う盲目の男性がすごい」. <http://carer.jp/archives/686>, 閲覧日：2017年6月16日.

ジュリア・カセム (2014) 『「インクルーシブデザイン」という発想 排除しないプロセスのデザイン』, フィルムアート社.

タイムズコーポレーション「メゾ・フォーカス」 . <http://www.times.ne.jp/cmstest/wordpress/wp-content/uploads/6b27688cd8a17db7db4e81b31139ee71.pdf>, 閲覧日：2017年6月6日.

株式会社 OTON GLASS “OTON GLASS,”. <http://otonglass.jp/>, 閲覧日：2017年6月6日.

株式会社 TNK 「マイ・ケーン」. http://k-tnk.co.jp/jisha/I_friend.html, 閲覧日：2017年6月6日.

株式会社ラビット「振動式触感時計タックタッチ」. <http://rabbit-tokyo.co.jp/2932>, 閲覧日：2017年6月6日.

岩田悠, 花光宣尚, 神山洋一, 植木淳朗, 南澤孝太, 稲蔭正彦 “STEP,”. <http://mediacentre.easyjet.com/stories/9813>, 閲覧日：2017年6月6日.

錦城護謨株式会社「福祉関連事業（歩導くん）」. <http://www.kinjogomu.jp/welfare/>, 閲覧日：2017年6月14日.

- 熊谷晋一郎「自立とは「依存先を増やすこと」」. http://www.univcoop.or.jp/parents/kyosai/parents_guide01.html, 閲覧日: 2017 年 6 月 12 日.
- 厚生労働省「平成 18 年身体障害児・者実態調査結果」. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/shintai/06/dl/01.pdf>, 閲覧日: 2017 年 6 月 12 日.
- 高木友史, 秋田純一, 伊藤精英, 小野哲雄, 岡本誠 (2004) 「CyARM: 非視覚モダリティによる直感的な空間認識インタフェース」, 『インタラクション 2004 論文集』, 181-182 頁.
- 国家公安委員会「交通の方法に関する教則」. <https://www.npa.go.jp/koutsuu/kikaku/kyousoku/index.htm>, 閲覧日: 2017 年 6 月 12 日.
- 国立障害者リハビリテーションセンター「視覚障害者の歩行訓練」. http://www.rehab.go.jp/rehanews/japanese/No350/2_6_story.html, 閲覧日: 2017 年 6 月 6 日.
- 国立障害者リハビリテーションセンター「視覚障害者の理解のために」. http://www.rehab.go.jp/Riryo/hk_tebiki/hk_tebiki_info7_1.htm, 閲覧日: 2017 年 6 月 12 日.
- 佐野睦夫, 緩利圭輔, 井上雄紀 (2013) 「視覚障害者のためのナビゲーションロボットの開発」, 『画像電子学会年次大会予稿集』, 第 41 巻, ROMBUNNO.T1-3 頁.
- 佐野明人, 菊植亮, 望山洋, 武居直行, 藤本英雄 (2005) 「触覚を増幅する触覚コンタクトレンズ」, 『横幹連合コンファレンス予稿集』, 第 2005 巻, 133-133 頁.
- 社会福祉法人日本盲人会連合「転落事故に関するアンケート調査結果」. <http://nichimou.org/wp-content/uploads/2014/02/1105tenrakujikoan.pdf>, 閲覧日: 2017 年 6 月 12 日.
- 社会福祉法人日本盲人会連合「点字ブロックについて」. <http://nichimou.org/impaired-vision/barrier-free/induction-block/>, 閲覧日: 2017 年 6 月 12 日.

- 酒井健輔, 蜂須拓, 橋本悠希 (2016) 「足爪振動を用いた歩行安定化手法の有効性検証」, 『研究報告アクセシビリティ (AAC)』, 第 2016-AAC-1 巻, 第 (4) 号, 1-7 頁.
- 諏訪正樹, 筧康明, 西原由実 (2016) 「Onomatopace : 足触り触感を磨く感性ツールデバイス」, 『人工知能学会第 17 回身体知研究会』, 第 17 号, 6-16 頁.
- 石川准 and 兵頭安昭 (2005) 「GPS による視覚障害者歩行支援システムの開発」, 『電子情報通信学会技術研究報告. IA, インターネットアーキテクチャ』, 第 104 巻, 第 554 号, 51-56 頁, 1 月.
- 大倉元宏他 (1960) 『視覚障がい者の歩行の科学—安全で安心なひとり歩きをめざして—』, コロナ社.
- 池之上智子他 “&HAND,”. <https://andhand.themedia.jp/>, 閲覧日 : 2017 年 6 月 6 日.
- 東京大学アイプラスプラス “AuxDeco,”. <http://www.eyepius2.com/>, 閲覧日 : 2017 年 6 月 6 日.
- 独立行政法人情報通信研究機構, 富士通株式会社 「視覚障がい者歩行支援システム」. <https://www.nict.go.jp/press/2012/07/02-1.html>, 閲覧日 : 2017 年 6 月 6 日.
- 日本 WHO 協会 「WHO ファクトシート 視力障害と失明」. <https://www.japan-who.or.jp/act/factsheet/282.pdf>, 閲覧日 : 2017 年 6 月 11 日.
- 日本障害者リハビリテーション協会 “ENJOY DAISY,”. <http://www.dinf.ne.jp/doc/daisy/about/>, 閲覧日 : 2017 年 6 月 6 日.
- 日本盲人会連合 「同行援護・ガイドヘルパーを利用される方へ (ガイドセンターの利用)」. <http://nichimou.org/assistance-guide-helper/>, 閲覧日 : 2017 年 6 月 6 日.

認定 NPO 法人ことばの道案内「認定 NPO 法人 ことばの道案内」．<http://kotonavi.jp/wp/>, 閲覧日：2017 年 6 月 6 日．

平井康之「人と人、社会にある課題を解決する「インクルーシブデザイン」という考え方——九大平井康之准教授インタビュー（1）」．<http://www.ashita-lab.jp/special/3346/>, 閲覧日：2017 年 6 月 11 日．