

令和元年6月21日現在

機関番号：31103

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2018

課題番号：15K13093

研究課題名（和文）五感による視覚障害者のための歩行訓練の手法に関する研究

研究課題名（英文）Orientation and mobility training method that uses the five senses for people with vision impairment

研究代表者

安部 信行（Abe, Nobuyuki）

八戸工業大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：30433478

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000円

研究成果の概要（和文）：視覚障害者のための歩行訓練制度の整備も必要であるが、聴覚に関する訓練では、「方向定位への反射壁面の影響に関する基礎的な研究」を実施し、晴眼者よりも視覚障害者が反射壁面の認知度が高いことが分かった。この結果から、訓練次第では聴覚を利用した訓練も十分に活用できるといえる。嗅覚に関しては、晴眼者よりも視覚障害者の方が嗅覚の感度が高いことが実験より明らかとなった。「匂いによる空間及びサイン等の認知に関する基礎的検討について」からは、殆どの被験者が匂いの直近で嗅ぎ分けることができたことから、嗅覚も訓練に利用できる可能性があることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は視覚障害者の歩行訓練について、白杖のみならず、音やにおいなど、五感を利用して訓練ができないか、実験的な内容も含めて実施したものである。

現在、歩行訓練の制度は満足とはいえず、制度も含め、ハード面から手法について検討してきた。本研究で、視覚障害者の聴覚や嗅覚が晴眼者よりも優れていることが明らかとなったことから、残存能力を十分に活用することで社会進出が期待できる。視覚障害者の歩行訓練の制度を見直し、ハード面を充実させることにより、視覚障害者が安全で円滑に外出など、一人での歩行の機会が増えていくことが期待できる。

研究成果の概要（英文）：The present study investigated and piloted an orientation and mobility (O&M) training method that uses the five senses for people with vision impairment. This method can be used concurrently with pre-existing white cane O&M training. Basic research on the influences of a reflective wall on direction-taking was conducted as the auditory training, and it revealed that people with vision impairment had a greater awareness of the reflective wall compared to sighted people. The findings revealed that hearing can be fully utilized depending on the training. As for the sense of smell, people with vision impairment had a higher sensitivity to smell compared to that of sighted people. Basic investigation of space and sign recognition by smell revealed that most subjects were able to differentiate the smells when they were near the scents. Sense of smell may also be used in the training. In conclusion, there is sufficient potential in using the five senses in O&M training.

研究分野：福祉環境工学

キーワード：視覚障害者 歩行訓練 五感 聴覚錯誤 嗅覚 残存能力

1. 研究開始当初の背景

平成 25 年（2013 年）度障害者白書によると、視覚障害者の人口は約 31 万人であり、ここ数年は横ばいである。しかし、先天性視覚障害者が減少傾向にあるのに対して、高齢期になり中途失明者となってしまう高齢視覚障害者が増加傾向にある。これは、生活習慣病に代表される糖尿病網膜症など、成人病が増加していることや、老化が原因で発症する眼疾患が大きな要因の一つといえる。団塊の世代が高齢期をむかえ、高齢者が総人口の 30%を超えようとしている超高齢社会の中で、視覚障害者人口も更に増加していくことが懸念される。中途失明者の増加による大きな課題は、歩行訓練等の社会適応訓練の整備である。中途失明者に対する歩行訓練は、日本ライトハウスをはじめ、国立リハビリテーションセンター等で実施されているが、制度的に実施されているわけではない。一般に、先天性視覚障害者は盲学校等で歩行訓練や点字解読など生活訓練を積み重ねているため、単独での外出や生活がある程度は可能であるケースが多い。しかし、中途失明者の場合、特に高齢期で失明した場合には点字の習得や白杖による歩行、盲導犬による歩行も容易ではない。また、歩行訓練も含めた生活訓練がシステムとして整備されていないため、社会参加の機会が少なくなり、外出も殆どできなくなってしまうケースも筆者らの以前の調査で明らかになっている。本研究は視覚障害者の社会適応訓練の新しい手法を提案する試みである。特に、これまでに社会適応訓練の手法として実施されてきた、白杖歩行訓練に代表するように触覚のみの訓練だけではなく、聴覚や嗅覚にも着目してそれらを訓練に利用するということが独創的な内容である。これらを構築できれば、前述にもあるように視覚障害者が社会に適応するための手段を増やすことになり、外出機会の創出や社会活動参加の促進に繋がり、障害者福祉に大きく貢献できるものと考えられる。

2. 研究の目的

研究代表者が平成 25 年（2013 年）度まで実施してきた、科研費（若手研究(B)課題番号：23730535)による「視覚障害者の聴覚錯誤のメカニズムに関する研究」では被験者実験により、高音域の環境下において聴覚錯誤が発生することが明らかとなった。聴覚錯誤が実際の歩行空間で発生した場合には交通事故等に繋がる危険性があり、対策としては歩行訓練等の整備が必要である。そこで、本研究では聴覚錯誤による事故の防止策も含め、聴覚のみならず、嗅覚や触覚の訓練も取り入れた総合的な歩行訓練の手法を提案していくことが目的である。人口の急速な高齢化に伴い、高齢者に多い成人病による中途失明者が増加傾向にあるわが国において、視覚障害者のための生活上の訓練の手法を整備していくことは視覚障害者の社会活動を支援・促進していく上で必要である。

3. 研究の方法

研究目的である、視覚障害者の五感を利用した総合的な歩行訓練の手法について構築していくためには、現状の歩行訓練の課題を整理することが計画上の柱となる。歩行訓練の課題を抽出した上で、わが国でも利用できる内容について検討した上で具体的な手法の検討に取りかった。聴覚を利用した歩行訓練の手法については、筆者がこれまでに研究してきた聴覚錯誤による歩行事故の防止に関する内容と併せて実験・検討を行った。また、嗅覚を利用した歩行訓練については、視覚障害者と健常者の嗅覚について比較検討を行い、匂いによるサイン計画について実験・検討を実施した。特に、聴覚や嗅覚に関しては、その能力について、晴眼者との比較実験を行った。

4. 研究成果

4-1 歩行訓練の現状と課題について

研究の初段階として、関係機関への調査について、日本盲人会連合や盲学校を中心に聞き取り調査を行った。研究の初段階で、研究の性質上、眼科医との連携が必須であることが明らかとなり、眼科医を中心に視覚障害者の社会適応訓練等に関して研究活動を実施している研究会にも参加し、現在の課題について整理した。

その結果、先ず、歩行訓練に関しては特にその制度がしっかりと確立していないこと、盲学校は生徒の人数が減少傾向にあるのに対して、少子高齢化に伴い、高齢者をはじめ中途失明者が増加傾向にあることで、中途失明者向けの歩行訓練も含めた社会適応訓練の必要性が明らかとなった。

また、歩行訓練士の制度自体が確立しておらず、青森県内に限っては、歩行訓練士の有資格者は 2 名のみであること、歩行訓練士が盲学校の生徒以外に歩行訓練を実施することは可能であるが、授業時間以外に実施しなければならないことや、歩行訓練士の負担も多いことが分かった。よって、中途失明の視覚障害者は歩行訓練の受け入れ先が確立されておらず、社会復帰するための制度を整備していくことが必要であるといえる。歩行訓練士に対する調査からは、日常的に外出する際の歩行訓練も重要であるが、非常時、特に震災時などへの対応について必要性があり、防災訓練に関する調査も重要であることが明らかとなり、盲学校における避難訓練の実態などを調査した。

4-2 方向定位への反射壁面の影響

これまで実施してきた聴覚に関する歩行訓練の可能性として、その基礎的研究内容である聴覚

錯誤のメカニズムについて「方向定位への反射壁面の影響に関する基礎的検討」に関して、実験的な研究を行った。視覚障害者が外出時など単独歩行する際、様々な音の情報を認知して歩行している。しかし、突発的な騒音が発生した場合、方向定位を錯誤させて、方向感を無くさせる聴覚錯誤の発生が懸念されている。ここでは、実空間での聴覚錯誤がどのように発生するかを検証し、壁面や柱などからの音の反射がどのように聴覚に影響しているのか、実験的に検討して分析することを目的として実験を行った。

4-2-2 被験者について

被験者は表-1にも示すが、40～50代の弱視及び全盲で、日常から単独歩行している視覚障害者4名を対象とした。また、比較実験として晴眼者の被験者5名に対しても聴感実験を行った。被験者全員、聴覚には日常生活において支障の無いことを確認している。

4-2-3 実験の概要

聴感実験は無響室で実施した。図1及び表1に示すように、壁面の位置、壁面吸音条件に関しては、前後左右4位置に壁面を設置して行った。それらについて、壁面無し、4面壁面、前後左右各々の面と前後・左右の合計8パターンについて実験を実施した。被験者の頭部に関する条件としては、頭部を固定したときと頭部を自由に動かして試験音を聴いてもらう2つのパターンで行った。8個のスピーカーからランダムに数秒にわたり音を発生させて、聴き取った音の方向を手で指示してもらった形とした。

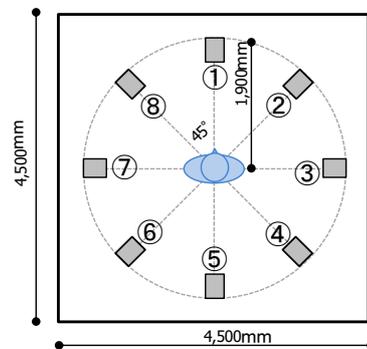


図1 聴感実験概要図

表1 被験者の概要・聴感実験に関する条件等

被験者	視覚障害者4名（障害者手帳一級所持）、晴眼者5名 ※9名とも聴覚に異常無し
実験室	無響室
壁面の条件	壁面設置パターンは8種類：前、後、右、左、前後、左右、4面壁面、壁面無し
スピーカー	指向性スピーカー8個を45°間隔設置 被験者との距離：1,900mm、高さ：被験者の座高に合せ、被験者耳の高さに統一
試験音	1kHz純音（正弦波）、白色雑音（ホワイトノイズ）、女性アナウンス音

4-2-4 聴感実験の結果

聴感実験の結果について以下に示す。被験者の方向定位正答率の平均値である。直線で示したものが「頭部動作固定時」で、点線で示したものが「頭部動作自由時」となっている。図-2,3は壁面条件「左右壁面」である。「頭部動作固定時」における正面への正答率は視覚障害者、健常者ともに低いが、「頭部動作自由時」における正答率は、晴眼者よりも視覚障害者の方が高くなっている。

他の壁面条件でも、例えば壁面条件が「前面」及び「後面」に関して、視覚障害者は「頭部動作自由時」に関して正答率が高いことが分かった。しかし、壁面条件が「後面」のとき、頭部動作固定時においては正面に対する正答率が低かった。壁面条件「壁無し（反射音無し）」のときにも、視覚障害者は「頭部動作固定時」における正面への正答率が低かった。一方、健常者は前後に対する正答率が比較的高いことが分かった。以上の方向正答率の分析結果に関しては、試験音が1kHzの純音の場合であり、ホワイトノイズや女性アナウンス音が試験音の場合には、正答率がほぼ100%に近かった。

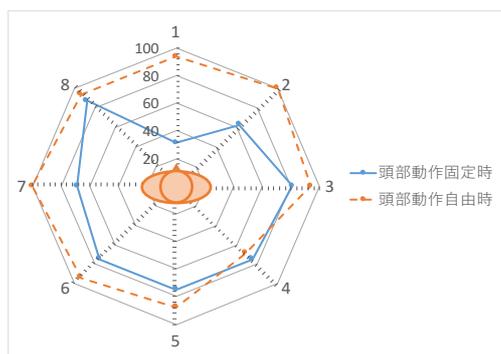


図2 視覚障害者被験者方向正答率平均値（左右壁面時）

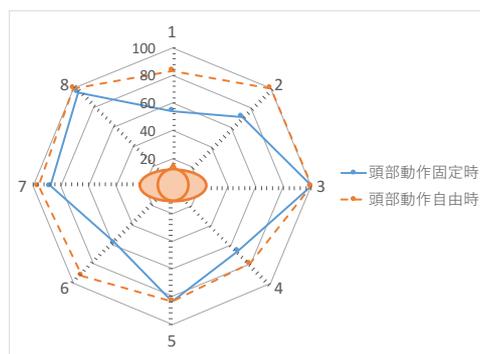


図3 視覚障害者被験者方向正答率平均値（前後壁面時）

4-3 においに関する視覚障害者と晴眼者の嗅覚比較

4-3-1 においに関する視覚障害者と晴眼者の比較実験結果

嗅覚を利用した歩行訓練に関しては、視覚障害者の歩行訓練の能率性の向上を目的として、嗅覚を利用した歩行実験を実施し、歩行中にどの程度匂いを感じまたは判別できるか基礎的かつ応用にも繋がる実験検討を行った。まず、視覚障害者の嗅覚に関して、晴眼者との比較実験を中心として活動を行った。

においに関する視覚障害者と晴眼者の比較検討について、基準臭を用いて行った。視覚障害者の被験者3名、晴眼者の被験者6名の計9名に対して実施した。本年度の研究では、視覚障害者と健常者との嗅覚の比較について、パネル選定試験の試薬である、T&T オルファクトメーター試薬の5種類のおい物質と濃度を基準臭として使用した。においの質について、Aはβ-フェニルエチルアルコールで「花のにおい」、Bはメチルシクロペンテノロンで「甘い焦げ臭」、Cはイソ吉草酸で「腐敗臭」、Dはγ-ウンデカラクトンで「熟した果実臭」、Eはスカトールで「糞臭」となっている。これらのおいに関して、5本のおい紙の中から、においの付いた2本のおい紙を選び出すという「5-2法」を利用した。すべて正解の場合は「○」、1試薬間違いの場合には再試験を実施し、再試験で、間違えた基準臭で2回試験を行い、2回とも正解だった場合には「○(合格)」として取り扱っている。また、2試薬以上間違いだった場合には「×(不合格)」とした。被験者は視覚障害者であるが、全員が5つの基準臭に関して「○(合格)」となっている。しかも、すべて正解で合格した。一方、晴眼者の被験者は、再試験で合格したケースもあり、特にDのγ-ウンデカラクトン「熟した果実臭」に関しては、被験者6人中5人が不合格という結果だった。その他、Bのメチルシクロペンテノロンに関しても、晴眼者の被験者は不合格が2名おり、腐敗臭や糞臭に関する、イソ吉草酸やスカトールでも不合格者が出る結果となった。今回の結果では、視覚障害者の被験者は少数ながらも、晴眼者の被験者より嗅覚の感度が高い結果となっていた。

4-4 匂いに関する歩行実験

4-4-1 匂いに関する歩行実験の概要

ここでは、においに関して、歩行中ににおいをどの程度感じ取ることができるか、歩行実験を行った。歩行実験は、匂いの知覚の有無に関して、通路幅の違いによってどの程度の差が出るのかを比較検討したものである。更に、匂いの判別について2種類の匂いを用いて判別できるかの実験を行った。結果を以下に示す。

表2 匂いに関する歩行実験の概要

被験者(晴眼者)	20名(男性11名、女性9名/平均年齢21歳)
匂いの種類(アロマ精油)	3種(オレンジ(A)、ペパーミント(B)、ラベンダー(C))
匂いの設置場所	1箇所及び2箇所(設置高さ:1,400mm)
通路幅	2パターン(780mm, 2,850mm)

4-4-2 匂いに関する歩行実験の結果

歩行実験は模擬的な通路において、壁面に香料のついたガーゼを設置する形式で実施した。表-2に示すように、被験者は嗅覚に異常が無い20名(男性11名、女性9名/平均年齢23歳)に協力してもらった。通路の幅は一般家庭の廊下の幅に近い780mm、学校等の広めの通路幅2,850mmの2種類について行った。歩行距離は7mである。実験にはアロマ精油を3種類(オレンジ、ペパーミント、ラベンダー)使用した。一般的に知られている香料で、違いが分かりやすい匂いという基準で選んでいる。被験者の歩行速度はメトロノームの50bpm(1m/s以下)リズムとした。歩行をスタートし、匂いを感じた時点で挙手してもらい、匂いを感じている間は挙手し続けるよう指示した。また、匂いを嗅ぎ続けることによって鼻が疲れてしまう可能性があるため、歩行する時以外はマスクを着用してもらい、1パターンにつき3回ずつ(合計60回)歩行してもらった。

歩行実験は、匂いの知覚(香料1種類(A)のみ)の有無に関して、通路幅の違いによってどの程度の差が出るのかを比較検討した。更に、匂いの判別について2種類の匂いを用いて判別できるかの実験を行った。結果を以下に示す。

1) 匂い知覚の有無について(通路幅780mm)

香料Aを用いて匂いの知覚について行った結果である。図4に示すように、実際には匂いの位置を変えて実験を行っているが、平均すると約70%が直近で匂いを感じ取ることができていた。直近とは匂いの位置から1m以内のことであり、離れた位置とは1m以上を指している。

2) 匂い知覚の有無について(通路幅2,850mm)

1)と同じ香料を用いて、通路幅2,850mmで実験を行った結果である。匂いの位置は2地点であるが、通路が広いため、通路の中心、左寄り、右寄りの3種類で歩行してもらった。図5は中心を歩行したときの匂いの知覚に関するグラフである。35%が匂いの直近感じることができていた。

また、離れた位置といえども 56%が匂いを感知することができていた。

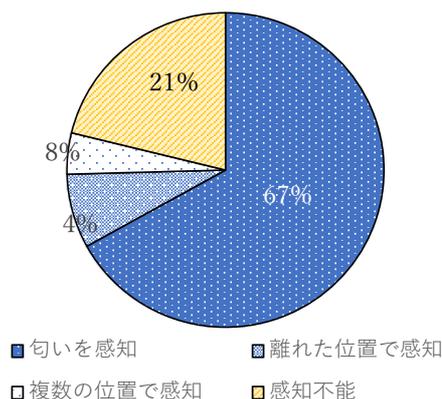


図-4 匂いの知覚に関する歩行実験結果（通路幅 780mm）

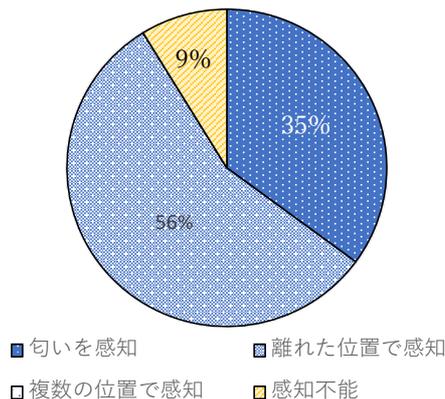


図-5 匂いの知覚に関する歩行実験結果（通路幅）

5. まとめ

これまで、視覚障害者の歩行訓練は白杖をはじめとした社会適応訓練が主なものであったが、残存能力を十分に活用することで、歩行訓練の充実に繋がり、社会進出が期待できる。

具体的には、聴覚については「方向定位への反射壁面の影響に関する基礎的検討」の実験によって、ある条件下での視覚障害者の聴覚の能力が高いことが明らかとなっていた。また、嗅覚についても、視覚障害者と晴眼者との比較実験において、視覚障害者の嗅覚の能力が晴眼者よりも高いことが明らかとなったことから、視覚以外の感覚を歩行訓練へ十分に活用できる可能性があることが分かった。

眼科医に対するヒアリング調査や視力障害者福祉団体への調査を通して、歩行訓練に関しては、訓練の環境が十分に整備されていない現状の課題も明らかとなり、歩行訓練士の充実など、今後の歩行訓練の在り方について検討することができた。歩行訓練に関して、ソフトやハードともに満足な状況とはいえ、歩行訓練の制度を見直す必要がある。また、ハード面も充実させることにより、視覚障害者が安全で円滑に外出など、歩行の機会が増え、社会進出していくことが期待できる。その実現のために、今後も研究を続けていきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 0 件）

〔学会発表〕（計 3 件）

1. 安部信行、視覚障害者の聴覚錯誤のメカニズムに関する実験的研究～方向定位への反射壁面の影響に関する基礎的検討～、人間—生活環境系学会、2019 年
2. 安部信行、視覚障害者の聴覚錯誤のメカニズムに関する実験的研究-方向定位への反射壁面の影響に関する基礎的検討-、日本建築学会、2017 年
3. 安部信行、五感による視覚障害者のための歩行訓練の手法に関する研究～匂いによる空間及びサイン等の認知に関する基礎的検討について、人間—生活環境系学会、2017 年

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：
 発明者：
 権利者：
 種類：
 番号：
 出願年：
 国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：
ローマ字氏名：
所属研究機関名：
部局名：
職名：
研究者番号（8 桁）：

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：
ローマ字氏名：

※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。