

令和 5 年 6 月 28 日現在

機関番号：25503

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K20001

研究課題名（和文）ヒトを介する触覚系情報がロービジョン者の姿勢・歩行制御に与える影響

研究課題名（英文）Influence of human-mediated tactile information on posture and gait control of low-vision people

研究代表者

宇野 直士（Uno, Tadashi）

山陽小野田市立山口東京理科大学・共通教育センター・講師

研究者番号：70713212

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：ロービジョン者はモノやヒトに触れることで得られた触覚情報をフィードバックして立位バランスを保持し、歩幅や歩行速度を調節し安全な移動を企図する。本研究は保有視機能と立位・歩行制御の関係性や、ヒトを介した触覚情報がロービジョン者の歩行制御に与える影響について検証し、論文雑誌および学会での成果公表をおこなった。また、ガイド歩行する際の留意点に関して一般向けに情報共有をおこない、ロービジョン当事者からも研究成果に対する意見を得た。そして、一連の研究成果を基にして各保有視機能に応じた最適な歩行援助方略を提案し、歩行訓練士や眼科医への情報発信をおこなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

健全者の立位制御・歩行機序のメカニズムは広く知られているが、ロービジョンにみられる視覚状態と立位・歩行機序の関係性は未だ解明されていない。そのため、本研究の成果は、ロービジョン者の視覚特性や感覚特性に基づいた移動ケアの実現に大きな可能性を与えた。また、視覚・触覚情報の観点からアプローチする点は、福祉工学分野で新たな試みであり、本研究がロービジョンケア分野に与えるインパクトは大きいと考える。

研究成果の概要（英文）：Low-vision people use tactile information obtained by touching objects or people as feedback to maintain their standing balance, adjust their stride length and walking speed, and plan safe movement. This study examined the relationship between visual retention function and standing/walking control, and the influence of tactile information via humans on low-vision people's walking control. In addition, we shared information with the general public on points to keep in mind when walking with a guide, and obtained feedback from low-vision patients on the research results. Based on the results of the research, we proposed the optimal walking assistance strategy according to the owned visual function, and disseminated the information to gait trainers and ophthalmologists.

研究分野：人間工学

キーワード：ロービジョン 視覚情報 触覚情報 歩行制御 眼疾患

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

視覚障害と加齢は密接に関連するため、超高齢社会を迎えた国々においてロービジョンケアの拡充は喫緊課題である。ロービジョンには求心性視野狭窄や中心暗点など様々な見え方が存在するため、視覚状態に適した歩行支援が必要不可欠である。重度のロービジョンでは視覚機能の大部分が喪失するため、モノ（白杖等）やヒト（同行援護者等）を介して視覚情報を補填するための感覚情報を得ている。そして、得られた触覚情報をフィードバックすることで立位バランスを保持し、歩幅や歩行速度を調節し安全な移動を企図する。これまでに、若年者や高齢者、先天盲者を対象として、モノを介した触覚情報が姿勢動揺や歩行調整等の制御に寄与することが明らかにされている。一方で、眼疾患の種類や進行度によって保有視覚が異なるロービジョン者の触覚情報と姿勢・歩行制御の関係性は解明されていない。

2. 研究の目的

本研究は、視覚状態に適した移動支援の実現に向けて、保有視機能と歩行・移動制御の関係性の観点から、ヒトを介した触覚情報がロービジョン者の歩行・移動制御に与える影響について検討する。そして得られた知見から、各保有視機能に応じた最適な歩行援助方略を検討し、歩行訓練や同行援護等の移動ケアで活用可能なガイドラインを作成することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 情報探索方略の違いと障害物回避動作の関係性

ロービジョンの男性10名（年齢 42.9 ± 7.3 歳、身長 167.8 ± 3.5 cm、体重 66.5 ± 7.9 kg、下肢長 89.2 ± 5.4 cm）を対象とした。10名はいずれも網膜色素変性症を原因疾患とし、視野の周辺部分が欠損する求心性視野狭窄の症状を呈していた。また、身体障害者手帳2級を保有し、視覚障害以外の障害は有しておらず、リハビリテーション施設などで歩行訓練を受けた経験がない者であった。事前に、被験者の身体障害者手帳、あるいは可能な場合には医療機関から付与された視野表により現在の視覚状態を確認した。被験者は4cmと15cmの障害物を2条件（視覚および触覚）で認識した後、足元に位置する提示された障害物と同形状の障害物をまたぐ動作を各条件5回ずつ実施した。実験空間の照度は50-100lxに調節し、黄色のスポンジで製作した障害物を濃いベージュ色の床面に設置した。

動作解析区間は先に越える足の踵離地から対側の踵接地までとした。データを平滑化する際のデータ端点の歪みの影響を考慮し、動作の解析区間とその前後20コマをデジタイズし、得られた2次元座標からDLT法により計測点の3次元座標を求めた。障害物を先に越える下肢をLeading Limb（以下LL）障害物を後から越える下肢をTrailing Limb（以下TL）と定義した。そして、障害物またぎ動作をLL離地、LL障害物上最高点（LLつま先が障害物前端を通過した時点）、LL最高点（またぎ動作中にLLつま先を最も上げた時点）、LL接地、TL離地、TL障害物上最高点（TLつま先が障害物前端を通過した時点）、TL最高点（またぎ動作中にTLつま先を最も上げた時点）、TL接地で局面を分けた後、動作時間の算出やデータの規格化を行なった。全ての測定データは各条件の平均値 \pm 標準偏差で示した。データの比較には提示条件を要因とした対応のあるt検定を用いた。統計解析はSPSS Advanced Statistics ver.23 (IBM社)を用い、有意水準は5%未満とした。

(2) 網膜色素変性症患者の保有視機能と段差昇降動作の関係性

被験者は上記実験と同様の10名とした。被験者は足元に位置する高さ10cmと20cmの段差に対する昇降動作を各条件5回ずつおこなった。その際、被験者に対して段差の高さは教示せず、保有視覚機能のみで確認させた。実験環境の照度は被験者の足元環境で約1200luxであった。撮影した映像を解析し得られた3次元座標値をもとに、昇降動作時のステップ幅や、足部の位置軌跡、下肢関節角度等を算出した。

(3) 種々の情報獲得方略と段差昇降動作の関係性

被験者は(1)実験の被験者を一部含めた、網膜色素変性症を原因疾患とする視覚障害者12名とした。被験者は段差高（段差高：4cm、10cm、20cm）の情報を3種類の異なる方略（条件A：足元から20cmの距離に位置する段差を保有視覚により確認、条件B：足元から20cmの距離に位置する障害物を白杖と保有視覚により確認、条件C：ガイドの肘を把持し、白杖と保有視覚により確認）から得た。その後、足元に位置した各段差を昇る動作（各条件5回ずつ）をおこなった。そして、6台の高速度撮影機能付カメラを使用して各条件の下肢運動を記録した。解析により得られた3次元座標値をもとに運動パラメータを取得した。

上記すべての実験において、被験者には予め実験の目的、方法、実験に伴う危険性と配慮、匿名性の保護等について書面または書面の読解が困難な被験者には口頭で説明を行ない、同意書を得た。

4. 研究成果

(1) 4cm 障害物高では、離地から最高点に至るまでの LL 挙上時間において、条件 B が条件 A と比較して有意に低値を示した ($p < 0.05$)。同様の結果が 15 cm 障害物高でも認められた ($p < 0.05$)。図 1 および図 2 では踏切地点、障害物上最高点、最高点を足部軌跡として図示した。4cm 障害物に対する障害物上最高点は条件 A が有意に高値を示した ($p < 0.01$)。また、15cm 障害物では障害物上最高点 ($p < 0.05$) および最高点 ($p < 0.01$) において同様の結果が認められた。図 4cm および 15cm 障害物に対する条件間の TL 軌跡の結果を示す。LL に対し TL は、いずれの障害物高に対しても踏切距離、障害物上最高点、最高点において、条件間に有意差は認められなかった。

結果から、視覚のみで障害物情報を知覚した場合、視覚および触覚から障害物情報を知覚した場合と比較して、障害物に対する足部軌跡を大きく確保し、足部挙上動作は不安定になった。これは、視覚および触覚で障害物情報を探索した場合、視覚情報の欠如を触覚情報が補填し、情報の統合化が図られたことで障害物をまたぐ際のつま先挙上高のばらつきが抑制され、より安定した障害物またぎ動作に繋がったと推察される。

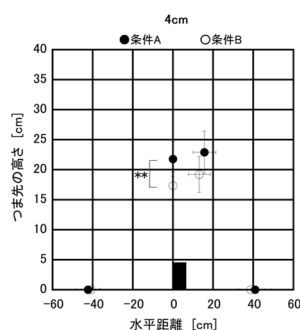


図 1 提示条件間のまたぎ動作中 LL 軌跡

(踏切距離, 障害物上最高点, 最高点)

** $p < 0.01$ * $p < 0.05$

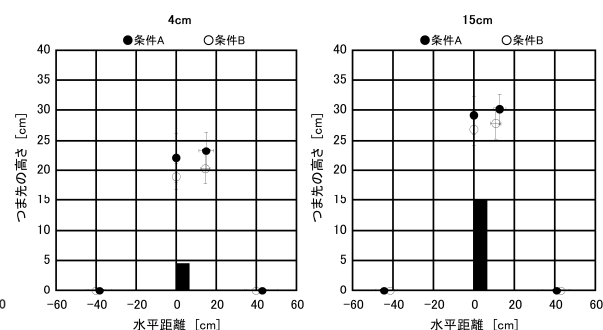


図 2 提示条件間のまたぎ動作中 TL 軌跡

(踏切距離, 障害物上最高点, 最高点)

(2) 健常者と比較してロービジョン者は段差により近接した位置から昇降動作を開始した。また、2 種類の高さ条件ともに、踏込足および引込足の障害物上最高点が健常者よりも高く位置した。これらの結果から、ロービジョン者は視覚によって詳細な段差情報を収集することが困難なため、段差に近い位置から動作を開始し、段差高に対して空間的余地を確保しつつ昇降動作を行うことでつま先等の転倒リスクを回避していることが示唆された。

(3) 条件 A は条件 B、C と比較して、踏み込み足および対側の引き込み足ともに有意に高い足部軌跡を示した。また、条件 C の昇段動作時の変動係数は他の条件と比較して低値を示した。この実験結果から、情報獲得方略の違いが昇段動作中の足部軌跡に影響を与えることが示唆された。特に、白杖を利用することで段差高をより正確に知覚することが可能となった結果は、ロービジョン者の白杖利用を勧めるエビデンスとなる。また、ガイドを利用することで昇段動作のばらつきが軽減され、ふらつきなどのリスクが低減されたことは、ガイド歩行が目的地への正確なナビゲーションだけでなく、転倒防止等の安全面の観点からも重要であることを改めて示唆する結果となった。

(倫理的配慮)

本研究は徳山工業高等専門学校実験倫理委員会の承認を受けて実施した。

(謝辞)

本研究にご協力いただきました、福岡県高等視覚特別支援学校、下関南総合支援学校の職員及び被験者の皆様に心より感謝申し上げます。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 5 件)

宇野直土, Ping Yeap LOH, 村木里志. 一過性の視覚障害シミュレーションが歩行動作に与える影響, アダプテッド体育・スポーツ学研究, 第 4 巻第 1 号, 2019, 1-10. 査読有

Tadashi UNO. Characteristics of lower limb position perception in response to environmental information in individuals with low-vision, Advances in Intelligent Systems and Computing, Intelligent Human Systems Integration 2021 (1322), pp591-596. 査読有

宇野直土, 北哲也. 低照度環境下における情報探索方略の違いが網膜色素変性症によるロービジョン者の障害物またぎ動作に与える影響, 視覚リハビリテーション研究 10(1), 2021, 1-8.

査読有

Tadashi UNO, Tetsuya KITA, LOH Ping Yeap, Satoshi MURAKI. Effect of Guiding Information from the Elbow to Foot Proprioception During Horizontal Perceptual Tasks in Individuals with Impaired Vision, Human Interaction, Emerging Technologies and Future Applications IV. 2021, pp345-349. 査読有

Tadashi UNO, Tetsuya KITA. The influence of guiding information propagated from the elbow on foot proprioception among severely visually impaired people, Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer, Cham. (). 2021, pp740-744. 査読有

〔学会発表〕(計9件)

宇野直土, Ping Yeap Loh, 村木里志 . 異なる情報探索方略がロービジョン者の足部位置感覚および障害物回避動作に与える影響 . 第 27 回視覚リハビリテーション学会 , 2018 年 9 月 .

宇野直土, Ping Yeap Loh, 村木里志 . 視覚・触覚から得た障害物情報が視覚障害者の障害物回避動作に与える影響 . 日本人間工学会第 60 回大会 , 2019 年 6 月 .

宇野直土 . ロービジョン者の段差昇降動作時の足部軌跡の特徴 . 第 70 回日本体育学会 2019 年 9 月 .

Tadashi Uno, Masanari Asano, Ping Yeap Loh, Satoshi Muraki. Information acquisition strategies to reduce falls risk among vision impaired people. 11th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics. 2020 年 7 月.

Tadashi Uno, Ryo Hamanaka, Tetsuya Kita. Lower limb kinematic characteristics during obstacle step-over in individuals with glaucoma. 25th European College of Sport Science Anniversary Congress. 2020 年 10 月.

Tadashi Uno. Characteristics of lower limb position perception in response to environmental information in individuals with low vision. 4th International Conference on Intelligent Human Systems Integration: Integrating People and Intelligent Systems. 2021 年 2 月.

Tadashi Uno, Tetsuya Kita, Ping Yeap Loh, Satoshi Muraki. Effect of guiding information from the elbow to foot proprioception during horizontal perceptual tasks in individuals with impaired vision. 4th International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies: Future Applications. 2021 年 4 月.

Tadashi Uno, Tetsuya Kita. The influence of guiding information propagated from the elbow on foot proprioception among severely visually impaired people. 21st Triennial Congress of the International Ergonomics Association. 2021 年 6 月.

宇野直土 . 種々の情報獲得方略がロービジョン者の昇段動作に与える影響 . 第 30 回視覚障害リハビリテーション研究発表大会 , 2022 年 7 月 .

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Tadashi Uno, Tetsuya Kita	4. 巻
2. 論文標題 The influence of guiding information propagated from the elbow on foot proprioception among severely visually impaired people	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer, Cham.	6. 最初と最後の頁 740-744
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-030-74605-6_98	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Tadashi Uno	4. 巻 1322
2. 論文標題 Characteristics of lower limb position perception in response to environmental information in individuals with low-vision	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advances in Intelligent Systems and Computing, Intelligent Human Systems Integration 2021	6. 最初と最後の頁 591-596
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-030-68017-6_87	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 宇野直士、北哲也	4. 巻 10
2. 論文標題 低照度環境下における情報探索方略の違いが網膜色素変性症によるロービジョン者の障害物またぎ動作に与える影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 視覚リハビリテーション研究	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Tadashi Uno, Tetsuya Kita, Ping Yeap Loh, Satoshi Muraki	4. 巻 1378
2. 論文標題 Effect of Guiding Information from the Elbow to Foot Proprioception During Horizontal Perceptual Tasks in Individuals with Impaired Vision	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Human Interaction, Emerging Technologies and Future Applications IV	6. 最初と最後の頁 345-349
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-030-74009-2_44	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 宇野直士、Ping Yeap LOH、村木里志	4. 巻 4
2. 論文標題 一過性の視覚障害シミュレーションが歩行動作に与える影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 アダプテッド体育・スポーツ学研究	6. 最初と最後の頁 2-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32190/adsonline.4.1_2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計9件(うち招待講演 1件/うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Tadashi Uno , Tetsuya Kita
2. 発表標題 The influence of guiding information propagated from the elbow on foot proprioception among severely visually impaired people
3. 学会等名 21st Triennial Congress of the International Ergonomics Association (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tadashi UNO, Masanari ASANO, Ping Yeap LOH, Satoshi MURAKI
2. 発表標題 Information acquisition strategies to reduce falls risk among vision impaired people
3. 学会等名 11th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tadashi UNO, Ryo HAMANAKA, Tetsuya KITA
2. 発表標題 Lower limb kinematic characteristics during obstacle step-over in individuals with glaucoma
3. 学会等名 25th European College of Sport Science Anniversary Congress (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tadashi UNO
2. 発表標題 Characteristics of lower limb position perception in response to environmental information in individuals with low vision
3. 学会等名 4th International Conference on Intelligent Human Systems Integration: Integrating People and Intelligent Systems (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tadashi Uno, Tetsuya Kita, Ping Yeap Loh, Satoshi Muraki
2. 発表標題 Effect of guiding information from the elbow to foot proprioception during horizontal perceptual tasks in individuals with impaired vision
3. 学会等名 4th International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies: Future Applications (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宇野直士、Ping Yeap LOH、村木里志
2. 発表標題 視覚・触覚から得た障害物情報が視覚障害者の障害物回避動作に与える影響
3. 学会等名 日本人間工学会第60回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宇野直士
2. 発表標題 ロービジョン者の段差昇降動作時の足部軌跡の特徴
3. 学会等名 第70回日本体育学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tadashi UNO, Masanari ASANO, Ping Yeap LOH, Satoshi MURAKI
2. 発表標題 Information acquisition strategies to reduce falls risk among vision impaired people
3. 学会等名 11th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宇野直士
2. 発表標題 種々の情報獲得方略がロービジョン者の昇段動作に与える影響
3. 学会等名 第30回視覚障害リハビリテーション研究発表大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 村木里志, 長谷川博, 小川景子	4. 発行年 2022年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 820
3. 書名 人間の許容・適応限界事典	

〔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

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関