

白杖歩行の偏軌に歩行速度がもたらす影響

The impact of walking speed on veering while walking with a long cane

門脇 弘樹 (広島大学大学院教育学研究科)

牟田口辰己 (広島大学大学院教育学研究科)

Hiroki KADOWAKI (Graduate School of Education, Hiroshima University)

Tatsumi MUTAGUCHI (Graduate School of Education, Hiroshima University)

要旨

視覚障害者の歩行を困難にする要因の一つに歩行コースから右又は左に自然にそれてしまう偏軌が挙げられる。本研究では、晴眼大学生 14 名を対象に歩行速度（「遅い」・「通常」・「速い」）が白杖歩行の偏軌にどのような影響を与えているのかを検討した。また、白杖を持たない歩行と白杖の持ち手についても検討し、それらから白杖歩行の偏軌における特性について分析した。その結果、白杖歩行の歩行速度「速い」は「遅い」と比較して、偏軌距離が有意に小さくなった。また、白杖なし歩行の歩行速度「通常」と白杖歩行（利き手）の歩行速度「速い」の偏軌距離に有意差は認められなかった。さらに、偏軌の方向は左側に偏軌した者（L 型）、左右どちらにも偏軌した者（LR 型）、右側に偏軌した者（R 型）の 3 類型に分類することができ、対象者によって偏軌する方向に傾向があることが示唆された。以上から、視覚障害者の白杖歩行における偏軌の特徴について論じた。

キーワード：中途視覚障害者、偏軌、歩行速度

Abstract

The phenomenon in which humans cannot walk along a straight course in the absence of visual information is referred to as veering, and it is one of the difficulties people with visual impairments have in walking. In the present study, we examined how walking speed at three difference paces (slow, preferred, fast) affected veering while walking with a long cane in 14 adults without visual impairment. We also compared the two conditions of walking with a long cane and without a long cane, and we revealed characteristics in veering of walking with a long cane. In walking with a long cane, veering was significantly smaller at the fast pace than at the slow pace. There was no significant difference in veering under the two conditions of walking at the fast pace with a long cane held in the dominant hand and walking at the preferred pace without a long cane. Furthermore, veering direction in individuals could be categorized into three types: L type, veering to the left; LR type, veering to the right or left; R type, veering to the right. This suggested that tendencies in veering direction may exist. These findings suggest that it may be useful to focus on the characteristics of veering when people with visual impairments walk with a long cane.

Key Words : Persons with acquired visual impairment, veering, walking speed

1. はじめに

偏軌とは、歩行中に、本人の意志とは関係なく、歩行コースの進行方向から右又は左に自然にそれてしまうことである（文部省，1985）。この偏軌が歩行中に生じることによって、現在位置や進行方向が分からなくなったり、駅プラットフォームから転落したりと視覚障害者の危険につながる問題が生じることが指摘されている（Guth, 2008；大倉・村上・清水・田内，1995）。視覚障害者の歩行において、直進歩行の能力は極めて重要であり、偏軌を少なくすることは方向を維持することになり、安全性の向上に直結する。

偏軌については歩行環境や聴覚空間、歩行速度等の様々な観点から研究が行われている。本研究は、その中でも歩行速度に焦点を当てる。歩行速度の観点からは、Cohen and Sangi-Haghpeykar (2011) は、メトロノームを用いて「遅い」(60beats / min：以下 bpm とする)、「中間」(120bpm)、「速い」(176bpm) の3種類の速度条件を設定し、それぞれの条件において歩行の計測を行った結果、「遅い」条件と「速い」条件よりも、「中間」の条件において偏軌が小さくなることを明らかにしている。また、ステップ頻度（1秒間あたりの歩数）による偏軌への影響を分析した研究では、通常の頻度は低頻度と高頻度の場合に比べて偏軌を最小に抑えられることが明らかにされている（Uematsu, Inoue, Hobara, Kobayashi, Iwamoto, Hortobagyi, and Suzuki, 2011）。これらの研究は白杖歩行を想定しておらず、日常的に白杖を使用している視覚障害者の歩行における偏軌が歩行速度によってどのような特性を示すのかは興味深い。

そこで本研究では、中途視覚障害者のシミュレーションとして、晴眼大学生を対象に白杖歩行の偏軌について、歩行速度の観点からその特性を明らかにする。また、白杖の有無・白杖の持ち手の要因がもたらす影響についても検討し、歩行速度とそれらの要因が中途視覚障害者の白杖歩行にもたらす影響を分析する。本研究を行うことで、白杖歩行の偏軌に関する基礎的な資料を示すことができるだけでなく、より応用的

な研究に示唆を与えることができると考える。

2. 目的

本研究では、歩行速度が白杖歩行の偏軌にどのような影響を与えているのかを定量的に明らかにすることを目的とする。さらに、白杖を持たない歩行と白杖の持ち手についても検討し、それらから白杖歩行の偏軌における特性を明らかにする。

3. 方法

3.1. 対象者

対象者は晴眼大学生 14 名（男性 7 名と女性 7 名、年齢 21.86 ± 0.91 歳）である。本研究は白杖歩行を想定しているため、大学の講義（5コマ分）でアイマスクによる白杖歩行の実習を受けた者を対象とした。なお、この講義では、タッチテクニックやスライド法、白杖による伝い歩きについて実習し、対象者はこれらのテクニックを使用しての屋外歩行の経験を有した。また、対象者に研究の目的および方法について説明を行い、対象者から同意を得た。本研究は倫理的配慮として広島大学大学院教育学研究科倫理審査委員会の承認を得て行った。

3.2. 実験環境

3.2.1. 歩行路：本研究は、X 大学体育館（規格：29.6m × 34.6m）で実施した。偏軌距離および歩行軌跡のデータを計測するために、16m × 10m の歩行路を設定した（図 1）。先行研究（Uematsu et al., 2011）の手法にならい、スタートラインからゴールラインまでを 16m とし、横幅は 10m とした。歩行路は A と B の 2 つのコースで構成し、それぞれの進行方向が逆になるようにした。進行方向を逆にした理由は後述する。歩行路の中央に、スタートラインからゴールラインまでを結ぶ基準線を設けた。この際、基準線の位置は体育館の中央に位置するようにし、対象者から見て基準線と左右の壁までの距離が 14.8m と等しくなるようにした。ゴールラインには基準線から左右それぞれの位置に、シール（直径 1.5cm）を床の板目 5 枚（1 枚：9.0cm）おきに計 10 枚（4.5m 分）、左右の 5m 地点に

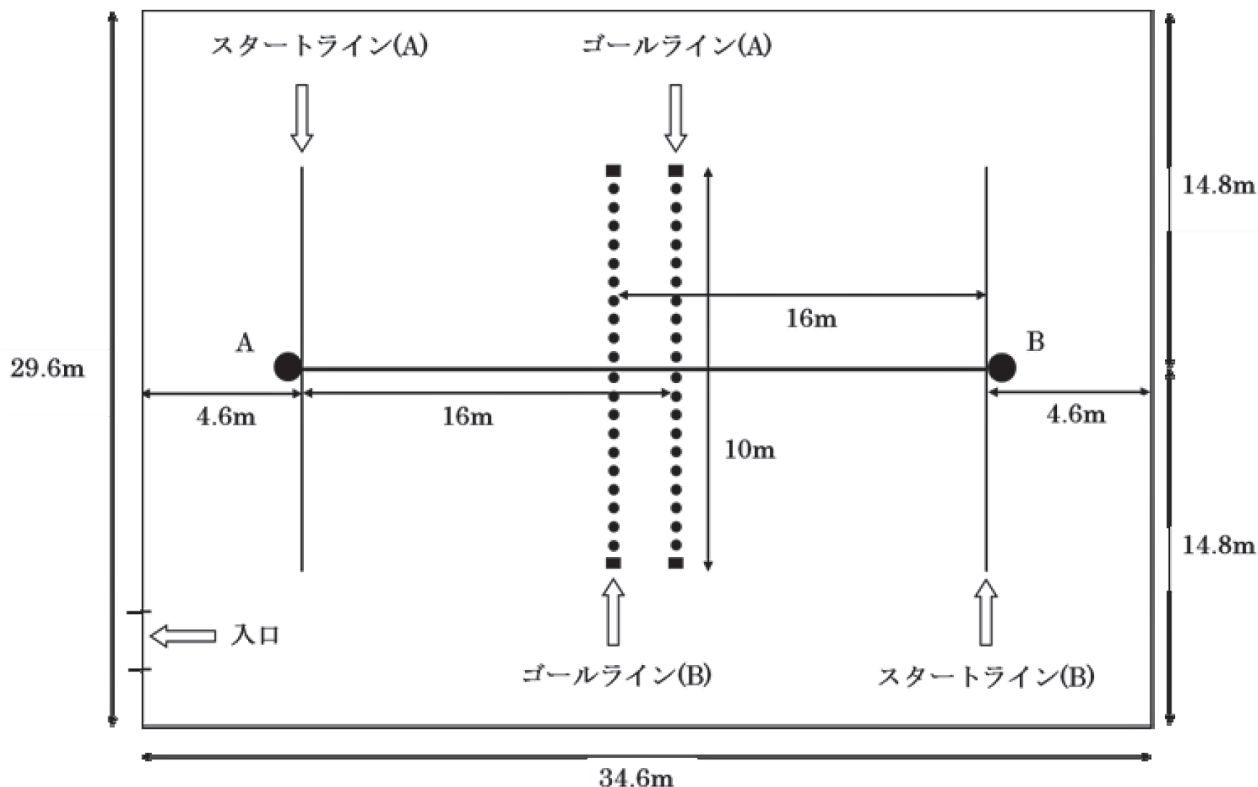


図1 歩行路

はビニールテープを貼り、偏軌距離および歩行軌跡を作成する際の目安とした。なお、スタートライン、基準線、ゴールラインにあるシールは対象者が足で踏んでも分からない素材を使用した。

3.2.2. 音要因への配慮：従来の偏軌に関する研究では、イヤホンを用いて聴覚を遮断して実験することが多い (Cohen and Sangi-Haghpeykar, 2011 ; Uematsu et al., 2011)。これは、視覚情報が偏軌に与える影響を厳密に評価するためである。しかし、アイマスクによる視覚遮断とイヤホンによる聴覚遮断を行うことで、視覚障害者よりも盲ろう者に近い歩行状況になることが考えられるため、本研究では聴覚遮断しない手法をとった。配慮として以下の二点が挙げられた。一点目は、実験を行う前にAコースとBコースそれぞれのスタート地点と歩行路の中央地点（体育館中央地点）の3地点で同時に暗騒音を測定し、騒音レベルのデータを得た。二点目は、2つのコースを設定することで、進行方向を逆に進む条件をカウンターバランスとして取り入れた。

3.3. 歩行の記録

白杖は直杖で、石突きがスタンダードタイプのカーボンケーン（ジオム社製、重さ約200g）を使用した。対象者が使用する白杖は、芝田（2000）にならない、直立して下から、剣状突起（みぞおちのすぐ上の骨）より5～10cmほど上の高さを基準とし、対象者が操作しやすいものを選定した。対象者は履き慣れた靴を履き、アイマスクを着用した。なお、服装の指定はしていない。また、ウェアラブルカメラ（Panasonic製、HX-A500）を腰に装着し、歩行中の足下の様子を撮影できるようにした。なお、ウェアラブルカメラはiPad mini 3と連動させ、実験者がこれを遠隔操作した。その際、対象者の靴の右足親指に赤テープを貼り、その位置をウェアラブルカメラで追跡するようにした。さらに、体育館2階にビデオカメラを一台設置し、歩行の様子を撮影した。また、実験者はスタートラインからゴールラインに到達するまで、歩行時間、歩数、偏軌の方向を記録した。偏軌の方向は基準線をもとに、ゴールライン到達時の対象者の位置によって左右を特定した。

3.4. 手続き

3.4.1. 歩行条件：アイマスクを着用した状態で白杖を持たない歩行（以下、白杖なし歩行条件とする）、および白杖歩行条件（「利き手」・「非利き手」）の計測を行った。

対象者が白杖を持つ際は、「歩行指導の手引」（文部省，1985）にならい、人差し指をシャフトに沿って真っ直ぐ下に伸ばし、他の4本の指でグリップを握るように持たせた。白杖を持った手首は身体の正中線上で、腰の高さに位置させ、タッチテクニックで対象者に歩行させた。なお、タッチテクニックは地面の変化や障害物の有無等を把握することが可能な方法であり、屋外において安全かつ能率的に白杖によるひとり歩きを行うために有効であることから、本研究ではタッチテクニックを採用することとした。白杖の振幅は肩幅より左右に2～3cm広く振るようにさせた。実験の様子を図2に示した。

歩行速度は、白杖なし歩行条件の場合に歩行速度「通常」は「遅い」「速い」と比較して偏軌を最小に抑えられることが先行研究（Uematsu et al., 2011）より明らかにされていることから、本研究では歩行速度「通常」のみを計測した。白杖歩行条件では、3種類の歩行速度（「遅い」・「通常」・「速い」）で計測した。

3.4.2. 試行：スタート位置は、スタートラインと基準線の交点（図1のAまたはB地点）とし、右足親指に貼付した赤テープが交点と重なるようにした。そして、対象者にスタート位置からゴールラインに向かって真っ直ぐ歩かせた。ゴールラインに到達したら実験者は合図をし、偏軌距離をフィードバックできないよう、アイマスクをつけたままの対象者を再度スタート位置まで誘導した。ここまでを1試行とした。

3.4.3. 試行順：最初に、白杖なし歩行条件を計測した。その際、普段歩いている速さで3回歩くように教示し、歩行時間、歩数、歩幅、偏軌距離、および偏軌の方向を計測した。これを歩行速度「通常」とし、前述の理由から白杖なし歩行条件では「通常」のみを計測した。

次に、白杖歩行条件を測定する際の歩行速度



図2 実験の様子

を設定した。まず、実験者は対象者に白杖を利き手で持たせ、歩行路を普段歩いている速さで歩くよう教示し、その際の歩行時間と歩数を3回計測した。歩行速度は歩行時間と歩数の3回分の平均値をもとに一分間あたりの歩数を算出し、それを「通常」の歩行速度とした。以下はその計算式である。

$$\begin{aligned} & \text{【歩数（歩）} \div \text{歩行時間（秒）】} \times 60 \\ & = \text{一分間あたりの歩数（歩} \div \text{分）} \end{aligned}$$

次に、先行研究（Uematsu et al., 2011）の手法にならい「通常」の歩行速度から0.8倍、1.2倍したものをそれぞれ「遅い」「速い」の歩行速度とした。歩行速度の提示には、スマートフォン（SHARP製，高さ：107mm，幅：54mm，厚さ：11.9mm，質量：約108g）に「BPM」というメトロノームのアプリをインストールして使用した。その際、白杖を持つ手とは反対の手にスマー

表 1 一分間あたりの歩数の平均と標準偏差 (n = 14)

	遅い	通常	速い
歩行速度 (歩/分)	83.57 ± 5.53	104.57 ± 6.86	125.50 ± 8.15

表 2 歩行時間、歩数、歩幅の平均と標準偏差 (n = 14)

	利き手			非利き手		
	遅い	通常	速い	遅い	通常	速い
歩行時間 (秒)	18.16 ± 2.70	14.49 ± 2.06	12.69 ± 1.81	17.94 ± 2.93	14.84 ± 2.06	13.20 ± 1.65
歩数 (歩)	26.31 ± 2.46	25.33 ± 2.35	25.10 ± 2.93	26.05 ± 2.92	25.74 ± 2.58	25.71 ± 2.50
歩幅 (m)	0.61 ± 0.06	0.64 ± 0.06	0.65 ± 0.07	0.62 ± 0.07	0.63 ± 0.06	0.63 ± 0.06

トフォンを握らせてメトロノームの振動で速度を提示しながら、その速度に合わせて歩くよう求めた。歩行速度を算出した後は、白杖歩行条件を提示した。計測は、白杖を持つ手（「利き手」・「非利き手」）と歩行速度（「遅い」・「通常」・「速い」）の各条件において3試行ずつ、計18試行を条件ごとに無作為に行った。すなわち、対象者1名に対し、白杖なし歩行条件3試行と白杖歩行条件3（試行）×2（「利き手」・「非利き手」）×3（「遅い」・「通常」・「速い」）の18試行で、計21試行を計測した。また、対象者は、各条件の計測の前にメトロノームの振動に合わせて歩く練習を行った。実験後は、「白杖を持つ手」、「歩行速度」、「音響環境」の観点から自由回答で対象者の内省報告を聴取した。

3.5. 分析方法

偏軌距離および歩行軌跡は、ウェアラブルカメラの記録を Adobe Premiere Elements 9 (Adobe 製) を用いて分析した。その際、対象者の右足親指に貼付した赤テープの位置をウェアラブルカメラで追跡することでそれぞれを求めた。偏軌距離はゴール到達時における基準線から赤テープまでの距離とした。なお、ゴールラインに最も近い右足親指の位置をゴール到達時 (16m) の偏軌距離と定義した。また、偏軌距離については、歩行路の基準線から右側をプラス、左側をマイナスの値として処理した。歩幅については歩行距離 (16m) を歩数で割って求め、平均と標準偏差を算出した。

4. 結果

対象者の身長は 162.11 ± 7.30cm、体重 53.14 ± 5.23kg、白杖の長さ 119.07 ± 3.28cm であった。また、体育館の暗騒音レベルの平均 (3地点) は 55.83 ± 1.46dB SPL であった。

4.1. 歩行速度と歩行時間、歩数、歩幅

白杖歩行条件における3つの歩行速度について、一分間あたりの平均歩数と標準偏差を表1に示す。歩行速度について、一要因の分散分析を行った結果、条件の効果は有意であった ($F(2, 26) = 3160.4, p < .01$)。Bonferroni 法を用いて多重比較を行った結果、「遅い」と「通常」、「通常」と「速い」、「遅い」と「速い」の場合に有意差が認められた ($p < .05$)。また、それぞれの歩行速度における一分間あたりの速度 (m/分) は「利き手」の場合、「遅い」が 54.11 ± 8.31m/分、「通常」が 67.67 ± 10.01m/分、「速い」が 77.24 ± 10.93m/分であった。「非利き手」の場合、「遅い」が 54.92 ± 8.58m/分、「通常」が 65.98 ± 9.41m/分、「速い」が 73.93 ± 9.38m/分であった。二要因の分散分析 (白杖を持つ手×歩行速度) を行った結果、歩行速度に有意差が認められた ($F(2, 26) = 194.83, p < .01$)。Bonferroni 法を用いて多重比較を行った結果、「利き手」および「非利き手」のどちらも、「遅い」と「通常」、「通常」と「速い」、「遅い」と「速い」の場合に有意差が認められた ($p < .05$)。

対象者の歩行時間、歩数、歩幅の平均と標準偏差を表2に示した。

歩数について、二要因の分散分析 (白杖を

持つ手×歩行速度)を行った結果、歩行速度に有意差が認められた ($F(2, 26) = 4.77$, $p < .05$)。交互作用は有意でなかった。Bonferroni法を用いて多重比較を行った結果、「遅い」と「速い」の間に有意差が認められた ($p < .05$)。一方、「遅い」と「通常」、「通常」と「速い」の間に有意差は認められなかった。

歩幅の平均を図3に示した。二要因の分散分析(白杖を持つ手×歩行速度)を行った結果、交互作用が有意であった ($F(2, 26) = 3.38$, $p < .05$)。そこで、各要因の単純主効果を分析した結果、歩行速度における白杖を持つ手の単純主効果は「速い」の場合に有意であった ($p < .05$)。一方、白杖を持つ手における歩行速度の単純主効果は「利き手」の場合に有意であった ($p < .01$)。Bonferroni法を用いて多重比較を行った結果、「利き手」について、「遅い」と「通常」、「遅い」と「速い」の間に有意差が認められた ($p < .05$)。

4.2. 偏軌距離

図4には、対象者の偏軌距離の平均と標準偏差を「利き手」と「非利き手」のそれぞれについて示した。偏軌距離は「利き手」の場合、歩行速度「遅い」が $183.02 \pm 127.80\text{cm}$ 、「通常」が $132.86 \pm 97.32\text{cm}$ 、「速い」が $107.86 \pm 58.14\text{cm}$ であった。「非利き手」の場合、「遅い」が $149.38 \pm 67.58\text{cm}$ 、「通常」が $130.55 \pm 91.99\text{cm}$ 、「速い」が $119.88 \pm 83.66\text{cm}$ であった。偏軌距離について、二要因の分散分析(白杖を持つ手×歩行速度)を行った結果、歩行速度に有意差が認められた ($F(2, 26) = 4.17$, $p < .05$)。交互作用は有意でなかった。Bonferroni法を用いて多重比較を行った結果、「遅い」と「速い」の間に有意差が認められた ($p < .05$)。一方、「遅い」と「通常」、「通常」と「速い」の間に有意差は認められなかった。

4.3. 白杖なし歩行と白杖歩行

本研究では白杖なし歩行条件の計測も行った。その結果は歩行時間 14.17 ± 2.09 秒、歩数 25.45 ± 2.68 歩、歩幅 $0.64 \pm 0.07\text{m}$ 、偏軌距離 $153.50 \pm 117.07\text{cm}$ であった。また、先述した通り、白杖歩行条件の場合には歩行速度「速

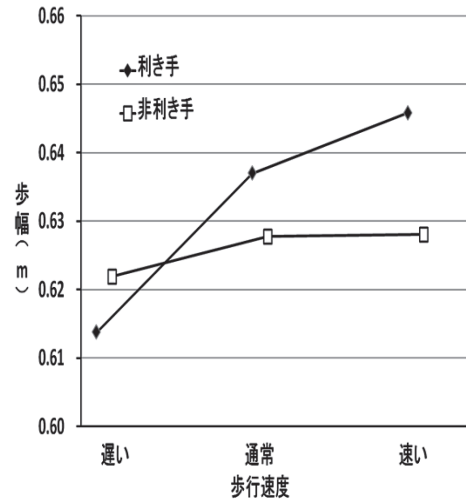


図3 歩幅の平均 (n=14)

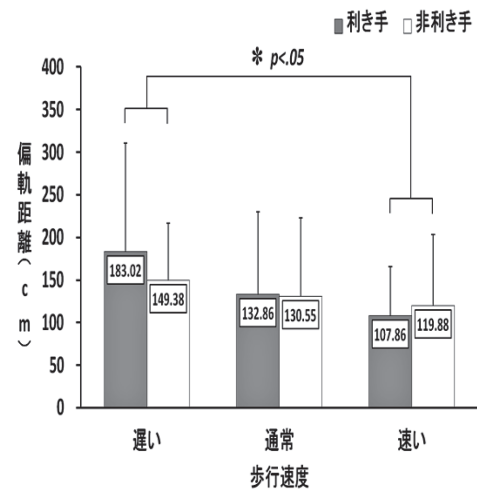


図4 偏軌距離の平均と標準偏差 (n=14)

い」は「遅い」と比較して偏軌距離が有意に小さかった ($p < .05$)。そこで、白杖なし歩行条件の「通常」と、白杖歩行条件(利き手)の「速い」について、対応のあるt検定を行った結果、有意差は認められなかった ($t(13) = 1.22$, n.s.)。また、白杖なし歩行条件の「通常」と、白杖歩行条件(利き手)の「遅い」および「通常」のそれぞれについて、対応のあるt検定を行った結果、有意差は認められなかった(白杖なし歩行条件の「通常」と白杖歩行条件(利き手)の「遅い」, $t(13) = 0.72$, n.s.; 白杖なし歩行条件の「通常」と白杖歩行条件(利き手)の「通常」, $t(13) = 0.66$, n.s.)。

4.4. 歩行軌跡

歩行軌跡は、歩行中の右足親指に貼付した赤テープの位置をウェアラブルカメラで追跡する

ことで求めた。その結果、偏軌の方向について対象者に共通した一定の傾向は認められなかった。しかし、対象者の中には左側に偏軌した者、左右どちらにも偏軌した者、右側に偏軌した者の3つの類型がみられた。そこで、本研究では左側に偏軌した者をL型、左右どちらにも偏軌した者をLR型、右側に偏軌した者をR型と定義した。3類型の内訳はL型が6名、LR型が4名、R型が4名であった。各類型の代表的な者1名の歩行軌跡を図5～7に示した。ここで、各類型の偏軌距離を比較するために、対象者の偏軌距離の平均と標準偏差を類型ごとにそれぞれ示した(図8)。なお、偏軌距離の分析において、白杖を持つ手の有意差が認められなかった($F(1, 13) = 0.47, n.s.$)ことから、一般的に視覚障害者が歩行する際に白杖を持つ「利き手」のみのデータを示した。偏軌距離はL型の場合、「遅い」が $227.94 \pm 132.60\text{cm}$ 、「通常」が $167.22 \pm 97.53\text{cm}$ 、「速い」が $142.28 \pm 56.00\text{cm}$ であった。LR型の場合、「遅い」が $73.08 \pm 36.74\text{cm}$ 、「通常」が $50.33 \pm 26.12\text{cm}$ 、「速い」が $54.67 \pm 30.52\text{cm}$ であった。R型の場合、「遅い」が $225.58 \pm 111.88\text{cm}$ 、「通常」が $163.83 \pm 93.04\text{cm}$ 、「速い」が $109.42 \pm 39.81\text{cm}$ であった。ここで、二要因の混合計画における分散分析(3類型×歩行速度)を行った結果、3類型に有意差が認められた($F(2, 11) = 4.46, p < .05$)。交互作用は有意でなかった。そこで、Bonferroni法を用いて多重比較を行った結果、3類型については、L型とLR型、LR型とR型の間に有意差が認められた($p < .05$)。一方、L型とR型の間には有意差が認められなかった。

5. 考察

5.1. 白杖歩行の偏軌の特徴

白杖を持たない歩行に関して、3種類の歩行速度(「遅い」・「通常」・「速い」)で計測を行った結果、「通常」は偏軌を最小に抑えられることが明らかにされている(Cohen and Sangi-Haghpeykar, 2011; Uematsu et al., 2011)。一方、白杖歩行に関しては、これまで歩行速度に焦点を当てた学術的な研究は見当たらない。本

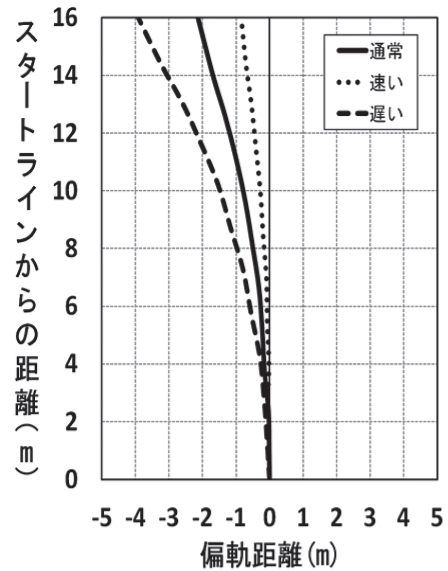


図5 L型の歩行軌跡

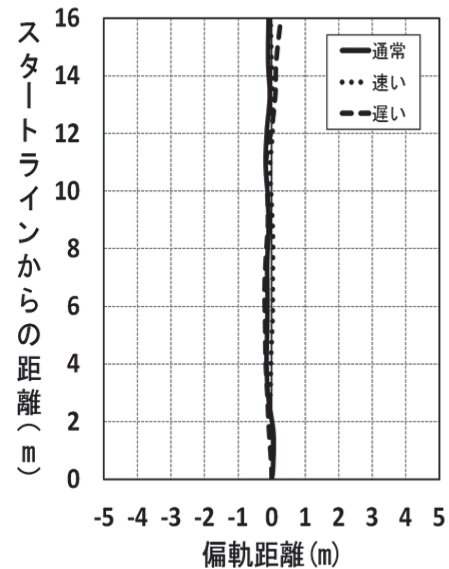


図6 LR型の歩行軌跡

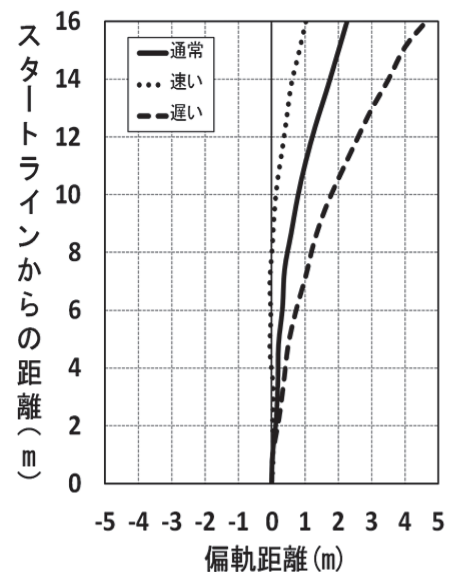


図7 R型の歩行軌跡

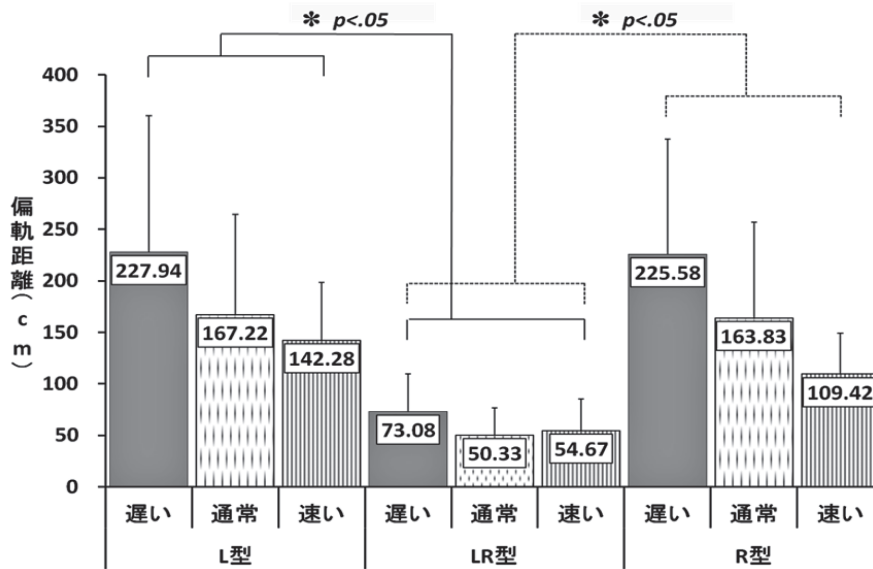


図8 3類型における偏軌距離の平均と標準偏差 (n = 14)

研究の結果、白杖を持つ手に関わらず、歩行速度「速い」は「遅い」と比較して有意に偏軌距離が小さく ($p < .05$)、先行研究と異なる結果となった。一方、「遅い」と「通常」および「通常」と「速い」の間に有意差は認められなかった。本研究の歩行速度は「通常」から0.8倍、1.2倍したものをそれぞれ「遅い」「速い」の歩行速度としており、このことから白杖歩行の場合は「通常」と感じる歩行速度から1.2倍した歩行速度で歩くことで、偏軌を小さくできることを示している。歩数においても、白杖を持つ手に関わらず、「速い」は「遅い」と比較して歩数が有意に少なく ($p < .05$)、「遅い」と「通常」および「通常」と「速い」の間に有意差は認められなかった。本研究の歩行路は中央部分に基準線を設けており、そこから左右にずれるごとに偏軌距離が大きくなる。つまり、基準線に沿って真っ直ぐに歩行した場合に実際の歩行距離は16mであり、歩行軌跡が左右にずれるごとに実際の歩行距離は長くなるようになっていた。このことから、歩数の分析結果は、「速い」の偏軌距離が「遅い」のそれと比較して有意に小さくなることに対応して、「速い」の歩数も「遅い」のそれと比較して有意に少なくなったことを示したものと考えられる。

白杖を持つ手については、この観点に注目した研究は現在まで行われておらず、先行研究でもこの観点からの報告はなされていない。その

理由として、視覚障害者が白杖歩行する際には白杖を操作しやすい利き手で持つことが一般的になっていることが挙げられる。しかし、本研究は白杖歩行における偏軌の特性を明らかにするための基礎的な研究であり、その特性についてより詳細に実証するためにあえて非利き手の条件でも実験を行った。その結果、偏軌距離について白杖を持つ手は有意でなかった。このことから、白杖を持つ手は偏軌に対して影響を与える要因ではないことが明らかとなった。しかし、対象者の内省報告には「利き手だと歩きやすい」「利き手の方が真っ直ぐ歩いている感覚がもてる」といった意見があった一方で、「非利き手だと歩きにくい」「非利き手だと白杖の振幅が分からない」といった意見があった。以上より、白杖を持つ手は偏軌に直接の影響はないが、対象者の内省報告にもあるように利き手の方が白杖を操作しやすいと感じている者が多く、非利き手の利点がないことから、これまで通り利き手に注目して研究していくことが望ましいと考える。一方、歩幅については、白杖を持つ手と歩行速度の交互作用が有意であり ($F(2, 26) = 3.38, p < .05$)、歩行速度における白杖を持つ手の単純主効果は「速い」の場合のみにみられた。つまり、歩行速度に注目すると、「利き手」の「速い」は「非利き手」の「速い」と比較して、歩幅が有意に大きいことが明らかとなった ($p < .05$)。この結果は偏軌距離と白杖を持つ手に

おける分析結果と異なるものであり、「遅い」および「通常」に関しては白杖を持つ手の単純主効果がみられなかったことから、歩幅と歩行速度、白杖を持つ手の関係について検討していく必要があると考える。

歩行速度については先述した通り、白杖を持つ手に関わらず、歩行速度「速い」は「遅い」と比較して有意に偏軌距離が小さくなる結果となった ($p < .05$)。この結果は、「通常」が偏軌を最小に抑えられるという結果を示した白杖を持たない歩行に関する研究 (Cohen and Sangi-Haghpeykar, 2011 ; Uematsu et al., 2011) とは異なるものであったものの、白杖歩行の場合も偏軌と歩行速度に関係があることが示唆された。歩行速度は先行研究によってもその値が異なり、Cohen and Sangi-Haghpeykar (2011) の歩行速度は「遅い」(60bpm)、「中間」(120bpm)、「速い」(176bpm) であり、Uematsu et al. (2011) の通常の頻度は 106 ± 10.7 (歩/分) であった。本研究での歩行速度「通常」は 104.57 ± 6.86 (歩/分) であり、Uematsu et al. (2011) の歩行速度とほぼ同じ値であった。しかし、同じ歩行速度であっても、白杖を持つか持たないかによって偏軌の傾向が異なる結果を示すことは大変興味深い。この点について、視覚障害者の歩行は安全に、能率よく歩くことが求められることがその理由として考えられる。つまり、リズムカルな歩行運動において、バランスや姿勢の調整ができるようになることが必要であり (文部省, 1985)、対象者は歩行速度「速い」の場合に白杖をリズムよく振ることができ、バランスや姿勢の調整がうまくできたことで偏軌を小さくすることができたと推察できる。実際に内省報告でも「歩行速度が速い方が歩きやすい」「速い方が歩きやすくて足跡がイメージしやすい」といった意見があり、本研究の結果を支持していたものと考えられる。一方で「通常が歩きやすい」「通常と速い方が歩きやすい」という意見もあったが、「通常」は「遅い」「速い」のいずれの間にも有意差が認められなかった。また、対象者のほとんどが「遅いは難しい」という意見を報告しており、「遅い速さだと真っ直ぐ歩いているイメージがもちに

くい」「遅いと重心が揺れている感覚があった」といった意見を報告していた。以上より、視覚障害者の白杖歩行に関して、歩行速度が遅いとバランスや姿勢の調整がうまくいかず、意図した方向に歩行することが難しいが、歩行速度を速くすることで白杖をリズムカルに振ることができるだけでなく、バランスや姿勢の調整もうまくできるため偏軌を小さく抑えられることが示唆された。

また、本研究では白杖なし歩行条件について歩行速度「通常」で計測を行っていた。そこで、白杖歩行条件の場合に歩行速度「速い」は「遅い」と比較して偏軌距離が有意に小さかった ($p < .05$) ことから、白杖なし歩行条件の「通常」と白杖歩行条件 (利き手) の「速い」を比較した。その結果、白杖なし歩行条件の「通常」と白杖歩行条件 (利き手) の「速い」の間に有意差は認められなかった ($t(13) = 1.22, n.s.$)。また、白杖なし歩行条件の「通常」と、白杖歩行条件 (利き手) の「遅い」および「通常」のそれぞれについても有意差は認められなかった (白杖なし歩行条件の「通常」と白杖歩行条件 (利き手) の「遅い」、 $t(13) = 0.72, n.s.$; 白杖なし歩行条件の「通常」と白杖歩行条件 (利き手) の「通常」、 $t(13) = 0.66, n.s.$)。このことは、白杖の有無は偏軌に影響がないことを示唆している。したがって、視覚障害者の歩行において、白杖は偏軌を助長するものとはならないため、従来と同様に歩行補助具として活用していくべきである。しかし、本研究は歩行補助具の中でも白杖のみに焦点を当てており、盲導犬やその他の電子式歩行補助具等の検討は行っていない。今後、これらと偏軌の関係についても検討していく余地があるといえる。

5.2. 類型別に見た偏軌の特徴

本研究では、偏軌の方向について対象者に共通した一定の傾向は認められなかったことから、左側に偏軌した者をL型 (6名)、左右どちらにも偏軌した者をLR型 (4名)、右側に偏軌した者をR型 (4名) の3類型に分類した。そして、この3類型から対象者によって偏軌する方向に傾向があることが示唆された。このことか

ら、視覚障害者自身が偏軌する方向に気付くことで歩行中の手がかりにできるだけでなく、実際の歩行訓練では、視覚障害者の偏軌する方向に傾向があることを踏まえた上で、指導していく必要があると考えられた。また、偏軌距離に関して3類型ごとに比較した結果、LR型はL型とR型と比較して偏軌距離が有意に小さかった ($p < .05$)。このことから、LR型の者はL型およびR型の者よりも意図した方向に歩行することができていたと推察される。実際、内省報告には「重心が揺れている感覚がある」といった意見があり、身体の平衡をうまく調整することが意図した方向に歩行するための重要な要因であることが推察された。これまで、偏軌の原因の一つとして、姿勢の左右のアンバランスが挙げられていたが、この点について実証された研究は行われていなかった。本研究の結果はこのことを支持しているものであり、偏軌に平衡性が関連していることが示唆された。また、中田(1983)は、視覚障害者と晴眼者の直立姿勢保持能力を指標に測定した結果、視覚障害者は晴眼者と比較して平衡機能が低い水準にあることを報告しており、偏軌に関して視覚障害者を対象とした実験も行い、本研究の結果と比較検討していくことが求められる。一方で、柳原・三星(2005)は、視覚障害者の直進歩行と方向感覚に関連があることを指摘している。今後、視覚障害者の歩行に関して、偏軌と平衡性、空間認知の関連について検討していく必要があると考える。

5.3. 音要因への配慮

偏軌の研究をする際、耳からの反射音の情報に左右差が生じることで偏軌に影響を与える可能性がある。そのため実験の際に音要因の統制をする必要があり、田伏・植阪・野口(2014)によると、聴覚を遮断する、音要因の影響がない場所を実施する、逆方向に進ませる条件をカウンターバランスとして取り入れる等の方法が挙げられる。本研究では音要因への配慮として、聴覚遮断は行わなかった。その理由は、アイマスクによる視覚遮断とイヤホンによる聴覚遮断を行うことで、視覚障害者よりも盲ろう者に近

い歩行状況になることが考えられたためであり、より視覚障害者に近い歩行状況にするために進行方向を逆に進む条件をカウンターバランスとして取り入れることが適当と判断したためである。対象者の内省からは「音は気にならない」「音はそんなに頼りにならない」といった意見があっただけでなく、対象者の歩行軌跡も進行方向に関わらず、一定の方向に偏軌していくことが観察されたことから、本研究では課題遂行中の音響環境が偏軌に影響を及ぼした可能性は低いと考えられる。

文献

- 1) Cohen, H. S. & Sangi-haghepeykar, H. (2011) Walking speed and vestibular disorders in a path integration task. *Gait Posture*, 33, 211-213.
- 2) Guth, D. (2008) Why does instruction reduce blind pedestrians' veering?. *Blindness and Brain Plasticity in Navigation and Object Perception*, 353-365.
- 3) 文部省 (1985) 歩行指導の手引. 慶應通信株式会社.
- 4) 中田英雄 (1983) 視覚障害者の直立姿勢保持能力. *姿勢研究*, 3 (1), 1-7.
- 5) 大倉元宏・村上琢磨・清水学・田内雅規 (1995) 視覚障害者の歩行特性と駅プラットホームからの転落事故. *人間工学*, 31 (1), 1-8.
- 6) 芝田裕一 (2000) 視覚障害者のリハビリテーションと生活訓練—指導者養成用テキスト—. 社団法人日本ライトハウス養成部.
- 7) 田伏久士・植阪友里・野口忠則 (2014) 上半身の姿勢保持に関する意識づけが直進歩行に及ぼす影響. *視覚リハビリテーション研究*, 4 (1), 17-27.
- 8) Uematsu, A., Inoue, K., Hobara, H., Kobayashi, H., Iwamoto, Y., Hortobagyi, T., & Suzuki, S. (2011) Preferred step frequency minimizes veering during natural human walking. *Neuroscience Letters*, 505, 291-293.
- 9) 柳原崇男・三星昭宏 (2005) 方向感覚質問紙簡易版 (SDQ-S) を用いた視覚障害者の歩行能力測定に関する基礎的研究. *交通科学*, 36 (2), 93-100.