

国際医療福祉大学審査学位論文（博士）

大学院医療福祉学研究科博士課程

高齢者における身体機能と身体能力認識が
隙間通過時の運動戦略に及ぼす影響

平成 28 年度

保健医療学専攻・福祉支援工学分野・福祉支援工学領域

学籍番号：14S3035 氏名：須藤 大輔

研究指導教員：山本 澄子教授

副指導教員：東島 弘子教授

要旨

本研究の目的は高齢者の身体機能と身体能力認識が運動戦略に与える影響を隙間通過課題を用いて検討することである。対象は若年者 12 名と高齢者 20 名で三次元動作解析装置、アイマークレコーダを使用し、課題は 5m の歩行路にパーテーションを設置し隙間を通過する動作とした。高齢者は身体機能評価から Low risk (LR 群), High risk (HR 群) に分けた。更に隙間通過する際に身体を回旋するか否か質問し、申告通りか否かで身体能力認識を確認し正確群と誤認識群に分けた。

結果, HR 群は身体幅よりも狭い隙間を通過する際に歩幅が縮小して回旋角度は若年群や LR 群に比べ大きかった。身体能力認識の誤認識群は正確群に比べ、頭部、胸郭の他に骨盤を大きく回旋させ、パーテーションを長い時間注視して隙間を通過していた。誤認識群は身体幅の 1.0~1.3 倍で検出され LR, HR 両群に存在していた。以上のことから転倒予測の評価は身体機能だけではなく身体能力認識評価の必要性が示唆された。

Key Words : 身体能力認識, 身体機能, 注視時間, 三次元動作解析

Effect of body function and recognition for body function on the movement strategy in
obstacle avoidance task of the elderly

Daisuke Sudo

Abstract

In recent years the effect of visual function and recognition for body function on the movement of elder subjects has been investigated. The purpose of this study was to clarify the effect of body function and the recognition for body function on the movement strategy in obstacle avoidance task of elder subjects. Twenty elder and 12 young subjects participated in this study. They were told to walk along 5m pass and go through the gap with various width. The movement was measured by a 3D motion capture system and the duration of gaze was measured by an eye mark recorder. Elder subjects were categorized into 2 groups, Low risk (LR) and High risk (HR) groups by physical assessment. To identify the level of recognition for body function elder subjects were asked whether they could go through the gap without rotating the body. According to the answer elder subjects were also categorized, correct and incorrect.

Result showed in the HR group the stride diminished as it passed through narrow gaps than the body width, and the angle of rotation was increased compared to than the young group and the LR group.

Elder subjects in incorrect group showed larger rotation of the pelvis than that of correct group. The gaze duration was longer in incorrect group than correct group subjects. It was that the erroneous recognition of elderly people was easily detected at 1.0 to 1.3 times of the body width.

These results showed the necessary to evaluation of fall prediction by not only body function evaluation but also body recognition evaluation.

Key Words : body recognition, body function, gaze duration,
3D motion analysis

目次

1. 第1章 序論	1
1-1 本研究の背景.....	1
1-2 本研究の枠組み, 用語の定義.....	4
1-3 本研究の目的.....	5
1-4 仮説.....	5
1-5 本研究の構成.....	6
1-6 倫理的配慮.....	6
第2章 若年者, 高齢者における隙間通過の視線, 運動学的分析	7
2-1 緒言.....	7
2-2 方法.....	8
2-2-1 対象.....	8
2-2-2 計測機器及びマーカー貼付位置.....	8
2-2-3 計測課題及び計測空間.....	10
2-2-4 算出パラメータ及び分析方法.....	11
2-2-5 統計学的分析.....	14
2-3 結果.....	15
2-3-1 歩幅の比較.....	16
2-3-2 ステップ時間の比較.....	21
2-3-3 回旋角度.....	24
2-3-4 障害物注視時間.....	32
2-3-5 結果のまとめ.....	33
2-4 考察.....	36
第3章 身体能力認識と隙間通過時の視覚, 運動学的パラメータの関係	39
3-1 緒言.....	39
3-2 方法.....	39
3-2-1 対象.....	39
3-2-2 計測機器及びマーカー貼付位置.....	39
3-2-3 計測課題.....	40
3-2-4 算出パラメータ及び分析方法.....	41
3-2-5 統計学的分析.....	41
3-3 結果.....	42
3-3-1 高齢者の身体能力認識.....	43
3-3-2 歩幅の比較.....	44

3-3-3	ステップ時間の比較.....	46
3-3-4	頭部胸郭骨盤回旋角度.....	47
3-3-5	障害物注視時間.....	53
3-4	考察.....	54
第4章	結論.....	56
4-1	結論.....	56
4-2	本研究の限界と今後の課題.....	57
	謝辞.....	58
	引用文献.....	59

1. 第1章 序論

1-1 本研究の背景

わが国の高齢化率は26.7% となり、超高齢社会を迎えた。今後もこの割合は上昇を続け、2035 年には高齢者の割合が33.4% になると見込まれている¹⁾。2014年度の国民医療費は40兆8,071億円となり²⁾、健康寿命の延長は医療費の抑制のためにも重要な課題となっている。わが国の高齢者は、1 年間で約10~20 %が転倒し、そのうちの約10% が骨折に至ると指摘されている³⁾。小川ら⁴⁾は、地域在住での比較的自立度の高い高齢者であっても、転倒リスクは経年的に上昇すると報告しており、早期より転倒ハイリスク者を識別し、予防的介入を展開する必要があると報告している。

従来転倒予測に関する指標として下肢筋力、転倒歴、片脚立位時間、**timed up and go test** (以下 **TUG**)、年齢 (80 歳以上)、服薬 (向精神薬) などが用いられ、転倒 **High risk, Low risk** に分類されてきた⁵⁾。しかし、身体機能や年齢、投薬状況が基準をクリアしていても転倒する高齢者は少なくない。

加齢に伴う歩行能力の低下の主な要因は大腰筋の筋量の減少⁶⁾、膝伸展筋力の低下⁶⁾、足底屈・足背屈筋力の低下⁷⁾、バランス機能の低下⁸⁾、下肢の関節可動域の低下⁹⁾などが報告されており、これらが複合的に影響しているものである。しかし転倒予防介入としてこれらの項目を改善させるトレーニングを実施しても転倒する高齢者は存在する。

このような問題に対し障害物回避のトレーニングや動作分析を行い、実際の障害物回避動作へのアプローチも多く行われている¹⁰⁾。歩行中の障害物回避動作に関しては高齢者の属性や運動課題によって結果は様々である。最も多く行われているものは、歩行中の跨ぎ動作であり、高齢者の障害物回避時には、若年者の歩幅は拡大し、高齢者は縮小すると報告されている¹¹⁾。障害物回避の動作分析では歩幅の比較やクリアランスの検討がほとんどであり、障害物回避前のどの時点で動きの変化が起きているのか詳細な身体運動の変化については明らかではない。

近年、転倒予防に関する研究には、身体機能以外の影響に関するものが増えてきている。例えば、Yamada ら¹²⁾の **TUG** を 8.3 秒以内に遂行する人でも転倒を経験しているという報告は、高齢者においては身体機能のみでは説明のつかない要因の存在を示唆している。また、山下ら¹³⁾は高齢者の身体能力認識と運動パフォーマンスの乖離について検討し、転倒経験者は出来ると思っていたのに出来なかったという身体機能と動作のギャップがあることを報告している。

自己の身体能力認識と運動パフォーマンスの乖離についての研究では自身の身体機能の予測値と実測値の差から転倒予測を行うことが多く、**TUG** や **Functional reach** (以下 **FR**) の予測時間と実測時間の差から転倒リスクを予測することが行われてきている。

身体能力認識に関する Robinovitch ら¹⁴⁾のリーチングテストを用いた研究は、高齢者のほうが若年者よりも自己の身体能力認識を過大評価する傾向にあり、特にその傾向はリーチング能力の低い高齢者ほど強いことを報告している。跨ぎ越し動作の予測値を実測値の

差を見たところ高齢者では過大評価する傾向があると報告されている¹⁵⁾。高齢者に自己のTUGの時間を予測させる課題を実施した研究では、その時間を過大評価する者は認知機能が有意に低下していたことが報告されている¹⁶⁾。杉原ら¹⁷⁾は転倒に対する多重ロジスティック分析により、3ヶ月以内の転倒に影響する因子としてFRの予測値と実測値の差で示される身体能力認識の誤差が選択されたと述べている。こうした先行研究からも身体機能評価に加えて身体能力認識の評価を行うことの重要性がみえてくる。しかし、身体能力認識に関する研究の多くはFRやTUGを使っており、歩行中の身体能力認識と運動戦略について検討した研究はほとんどない。また、なぜ過大評価するのかといったメカニズムについても明らかになっていない。

歩行中の身体能力認識に関しては、若年者、高齢者を対象にした隙間通過課題を用いた研究がいくつかある。これらの研究によれば、隙間を通る際に体幹を回旋するか否かの判断について、若年者は肩幅のおよそ1.3倍より狭いかどうかで判断し¹⁸⁾、高齢者では、およそ1.6倍より狭いかどうかで判断する¹⁹⁾とされている。これらは、高齢者には環境に合わせ身体を動かす能力の低下があることを示唆している。また高齢者は身体幅よりも狭い隙間を通過する際は過小評価をして、安全に通過しようとしているという解釈の実験もある²⁰⁾。

Hackneyら²¹⁾は、若年者と高齢者を対象にした実験で、隙間通過の判断を歩行前に求める静的条件と、歩行中に求める動的条件では、動的条件においてその判断が異なるとしている。

このように若年者と高齢者で回旋を開始するcritical pointが異なり、目の前の環境に対し自身の身体運動をあわせる能力が高齢者では変化している可能性が考えられる。

さらに目の前の環境に合わせて身体運動を選択するには視覚からの情報が重要である。知花ら²²⁾は高齢者と若年者に対し交差点歩行中の視線分析を行い、屋外歩行中の注視時間は高齢者が長くなることを報告している。桂ら²³⁾は高齢者の歩行中の視線の分析を行い、転倒経験のある高齢者は転倒経験のない高齢者に比べて注視範囲が狭いと報告している(図1-1)。年齢による障害物の注視時間や注視範囲については徐々に報告数も増えてきており、ある一定の見解が得られている。しかし、身体機能や身体能力認識についての違いなどと合わせて検討したものは少なく統一した見解は得られていない。

以上の様に高齢者の転倒に関する研究は多数報告されているが、実際の転倒場面の聴取を行うと、転倒時の動きに限らず、転倒に至るまでの行動に問題があるのではないかと考える。若年者は動作を自在に環境に適応させることが出来るが、転倒リスクのある高齢者はこれが不十分である可能性があり、身体能力認識の正確さが転倒に影響するかを検討することは重要であると考えられる。



図 1-1 階段降段時の若年者と転倒経験者の注視範囲の例 ²³⁾

1-2 本研究の枠組み, 用語の定義

先行研究で挙げられているように, 自己の身体能力認識と運動パフォーマンスの乖離についての実験手法については FR の予測値と実測値の実験²⁴⁾, 障害物跨ぎ動作での予測値と実測値の実験^{13) 15)}, TUG の予測時間と実時間の実験¹⁶⁾ ADL 得点と実際の ADL 得点とを比較検討している実験²⁵⁾ など様々な実験が行われている。

いずれもある特定の動作能力に対する対象者の予測と実測の比較を行うことで手法は統一されているが, 得られた結果は報告によって様々である。

これらの論文で用いられている用語は自己認識能力, 認識誤差, 転倒しない自信と身体能力との乖離, 身体能力認識など統一されていないのが現状である。課題に対して予測した身体能力の認識の違いと実際の身体運動の関係という同一概念を対象にしているが前述した言葉の違いが存在している。

本論文では, 予測した身体能力水準と実際の身体運動の関係を, 「身体能力認識」という言葉で統一して表記する。

また, 従来の転倒リスク評価で用いられる転倒経験, TUG や歩行速度, 片脚立位の時間の転倒予測評価結果を対象者の「身体機能」として定義する。

本研究で使用する視覚情報に関する用語を以下に述べる。先行研究では視線停留時間を注視時間として表記しているものが多い^{26) 27)}。したがって本研究では, 障害物に対して視線が停留している時間を「障害物注視時間」として定義する。

1-3 本研究の目的

本研究では高齢者の身体機能と身体能力認識が運動戦略に与える影響を隙間の通過課題を用いて検討することを目的とした。具体的には、身体機能と身体能力認識が、間通過時の歩幅、ステップ時間、頭部、胸郭、骨盤回旋角度、障害物注視時間に与える影響を明らかにすることとした。

高齢者の転倒は、筋力といった身体機能だけではなく、目の前にある環境にあわせる能力の低下もひとつの要因と考えられる。隙間通過における身体運動の分析は、今後の転倒予防に対する理学療法アプローチにもつながると考えている。

1-4 仮説

現在は身体機能評価で転倒リスクの分類がされているが、身体機能で **High risk** とされた人でも転倒しない人もいればその逆に **Low risk** とされた人でも転倒する人もいる。その差は身体能力認識の違いにあるのではないかと考えている。

身体能力を正確に認識している高齢者は若年者同様に障害物注視時間が短く歩幅やステップ時間も一定であり、過剰に回旋することや接触することなく隙間を通過すると考えた。

身体能力認識が正確ではない高齢者は、隙間に対し回旋するかしないかの判断に迷い、その結果、障害物注視時間が長くなり、歩幅やステップ時間は短くなり、隙間に対し過剰な回旋運動が起きるのではないかと考えた。

1-5 本研究の構成

本論文は4つの章により構成した。

第1章では、本研究の背景、先行研究から研究課題を提示し、本研究の目的を述べた。

第2章では、課題1として若年者、高齢者を対象に三次元動作解析装置とアイマークレコーダを用いて隙間通過の動作分析、視線行動分析を行った。高齢者は身体機能評価にて **High risk** 群(HR 群)Low risk 群(LH 群)に分類して歩幅、ステップ時間、頭部、胸郭、骨盤回旋角度、障害物注視時間について分析し、若年群、HR 群、LR 群の特徴を示した。

第3章では、高齢者を対象に課題2として身体能力認識の正確、誤認識を調べ、第2章と同様のパラメータを分析し、HR、LR の影響に加えて、身体能力認識の影響について検討した。

第4章では、本研究で得られた結果をまとめ、本研究の限界と今後の課題を述べた。

1-6 倫理的配慮

本研究に参加したすべての被検者には、研究の目的や方法を事前に口頭、および紙面で説明した。そして、研究内容の理解と研究への協力に同意が得られた場合に同意書を締結した。本研究は国際医療福祉大学倫理審査委員会(14-1g-97)と帝京平成大学倫理審査委員会(26-073)の承認を得て実施した。

第 2 章 若年者，高齢者における隙間通過の視線，運動学的分析

2-1 緒言

第 1 章で述べたように，隙間通過における若年者と高齢者の身体を回旋する隙間幅は先行研究で明らかになっている^{18) 19)}．これまで加齢に伴う歩行の変化として，高齢者の歩行では歩幅の減少，骨盤回旋角度の減少，膝関節屈曲角度の減少，足関節角度の減少などが報告されている²⁸⁾．しかし身体機能の低下があるにも関わらず転倒しない高齢者が存在する理由として目の前の環境に合わせる能力に差がある可能性がある．現在，目の前の環境に合わせる能力を分析する為に隙間通過を運動課題とした研究の中で，肩幅の回旋角度以外のパラメータの分析はされていない．本章では回旋角度に加えて歩幅やステップ時間，注視時間について分析することを目的とした．また身体機能によって HR，LR に分け，さらに転倒経験が結果に影響するかについて調べた．

2-2 方法

2-2-1 対象

対象は健常若年者 12 名(男性 8 名, 女性 4 名, 年齢 29.9 ± 3.1 歳, 身長 169.3 ± 6.4 cm, 体重 65.3 ± 10.5 kg), 地域在住高齢者 20 名(男性 5 名, 女性 15 名, 年齢 72.8 ± 8.4 歳, 身長 158.1 ± 6.6 cm, 体重 55.1 ± 9.6 kg) とした(表 2-1). 高齢者の除外基準は 3 ヶ月以内に重度の疾患に罹患している者(脳卒中, 心疾患, 転倒に起因する外傷など), 重度の視覚障害を認める者, 認知機能の低下を認める者, シルバーカー等の歩行補助具を使用している者, 向精神薬を服用している者とした.

高齢者 20 名に対し, 先行研究にならって⁵⁾ 1 年以内の転倒経験, 片脚立位時間(5 秒以下), TUG(14 秒以上), 5m 歩行時間(毎秒 1m 以上)の評価を実施して, ひとつでも転倒リスクのカットオフ値をクリアできなければ HR 群とした. 転倒経験について高齢者全被検者に 1 年以内に転倒したか, どのような場所か, 原因は何か, 転倒しそうになったかなど聞き取りを行った. 転倒の定義は Gibson²⁹⁾による「本人の意思からではなく, 地面またはそれより低い面に身体が倒れたもの」とした.

2-2-2 計測機器及びマーカ貼付位置

計測機器は三次元動作解析装置(VICON 社製 サンプル周波数 100Hz), アイマークレコーダ(ERGONEERS 社製 サンプル周波数 50Hz)(図 2-1)を使用した. 赤外線反射マーカ貼付位置は Plug in Gait model を参考に全身 34 箇所貼付した(図 2-2).



図 2-1 アイマークレコーダ³⁰⁾

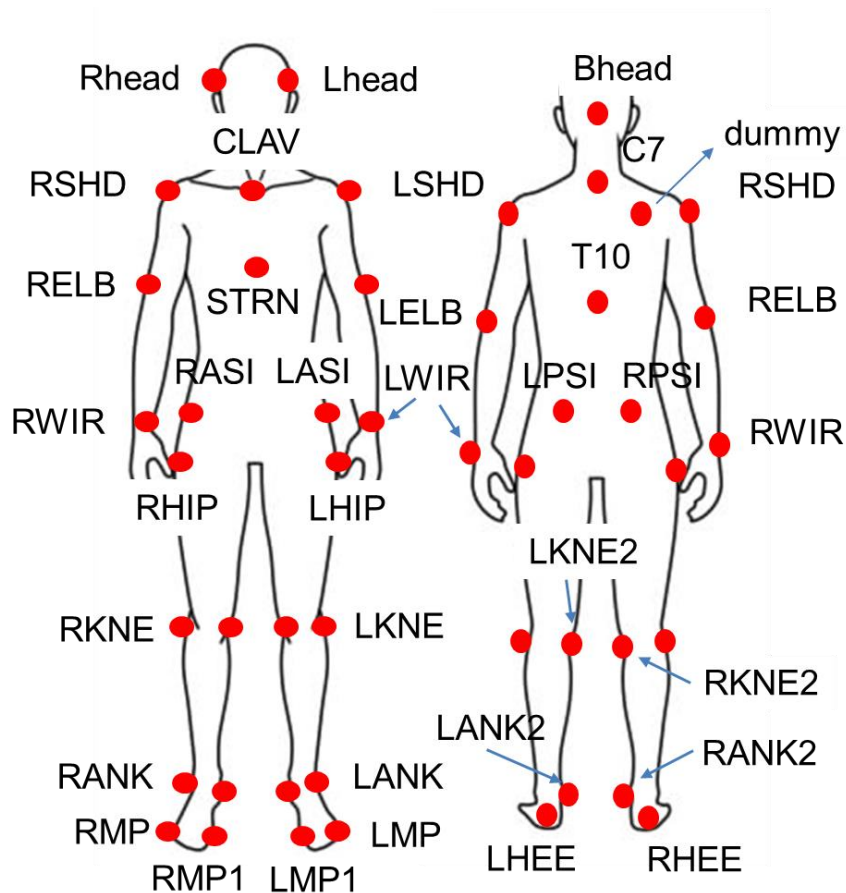


図 2-2 マーカー貼付位置

R・Lhead(側頭骨)Bhead(後頭隆起) CLAV(胸骨切痕) C7(第 7 頸椎棘突起) STRN(剣状突起)
T10(第 10 胸椎棘突起) R・LSHD(左右肩峰) R・LELB(左右上腕骨外側上顆) R・LWIR(左右橈骨
骨茎状突起) R・LASI(左右上前腸骨棘) R・LPSI(左右上後腸骨棘) R・LHP(上前腸骨棘と大転
子を結ぶ遠位 1/3 点) R・LKNE(左右膝関節外側裂隙) R・LKNE2(左右膝関節内側裂隙)
R・LANK (左右足関節外果中心)R・LANK2(左右足関節内果中心) R・LMP(左右第 5 中足骨
頭部) R・LMP1(左右第 1 中足骨頭部) R・LHEE(左右踵骨)

2-2-3 計測課題及び計測空間

運動課題は 5m の歩行路に 2 枚の可動式のパーテーションを設置し、それによって作られた隙間を通過することとした。また転倒を防ぐためにすぐに補助できる位置に人員配置した。アイマークレコーダのケーブルの摩擦により CCD カメラがずれることを防ぐために計測室の天井に滑車を設置した。

三次元動作解析装置とアイマークレコーダの同期には計測開始のトリガースイッチを使用した。また、映像に光刺激を入れてビデオ解析でスタートが分かるようにした。

被検者はまず、障害物のない状態で定常歩行を計測する。この際、三次元動作解析は行わすが、アイマークレコーダは装着しない。その後、歩行路に隙間を設置し「隙間に接触しないように通過してください」と指示して計測を行った。隙間幅は先行研究を参考に肩幅に対し 1.6 倍、1.3 倍、1.0 倍、0.8 倍の 4 条件とした。各条件の提示順序はランダムにした。試行回数は条件ごとに 3 試行とし、疲労がみられた場合は試行回数を減らすか十分な休憩をとった。隙間は歩行開始の時点から被検者には見せて行った (図 2-3)。

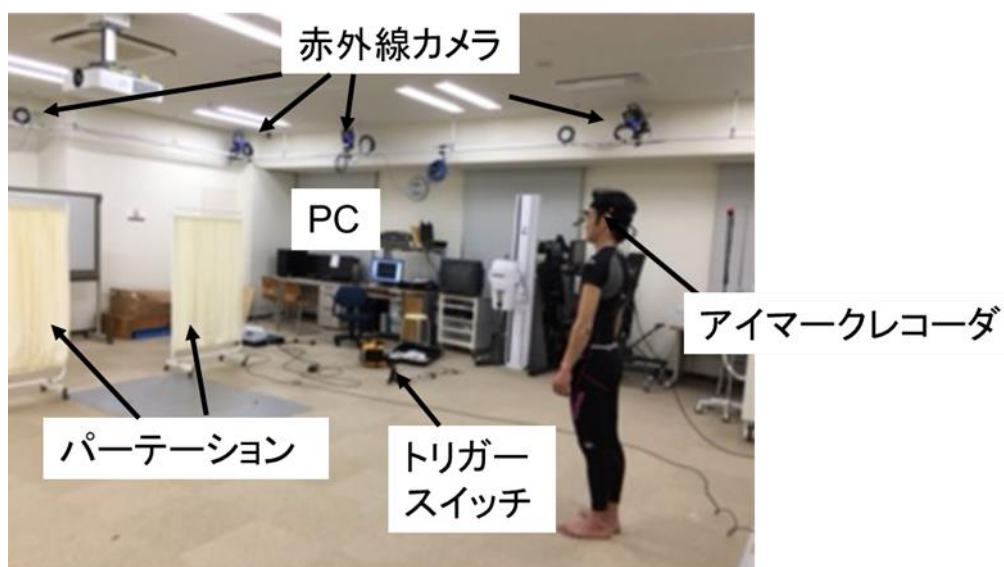


図 2-3 計測空間

三次元動作解析装置とアイマークレコーダを同期させ、トリガースイッチを用いて歩行開始時期を合わせた。

2-2-4 算出パラメータ及び分析方法

運動学的パラメータ

三次元動作解析装置から得られた座標データは Butterworth filter ソフト VICON Nexus1.7.1 にて遮断周波数 10Hz のローパスフィルターをかけた。空間座標の座標軸は、左右を X 軸(右方が+)、前後を Y 軸(前方が+)、上下を Z 軸(上方が+) と定義した。

歩幅は進行方向の踵マーカージ間距離を算出し身長比を算出した。ステップ時間は IC (Initial Contact) ～対側 IC までの時間を計測動画から IC を目視にて判断し算出した(図 2-4)。

回旋角度は計測空間に対する頭部、胸郭、骨盤セグメントの絶対角度を算出するため、プログラミング言語 Body Builder Language によって各体節に局所座標系を定義し、角度を計算した。まず Bodybuilder にて頭部、胸郭、骨盤セグメントを定義し(頭部:Rhead, Lhead, Bhead, 胸郭: C7, CLAV, T10, STRN, 骨盤: RASI, LASI, RPSI, LPSI) 各相の絶対空間水平面上における頭部、胸郭、骨盤、股関節の回旋の絶対角度変化量(1 歩の最大値-最小値の差)を算出し、各条件で比較した(図 2-5)。4 歩前は被検者によりマーカートをカメラで捉えることが出来ないため、マーカートが撮影できる 3 歩前～1 歩前の区間で回旋角度を算出した。得られた歩幅、頭部、胸郭、骨盤回旋角度は群間比較と個別データから群内での分布の特徴を示した。

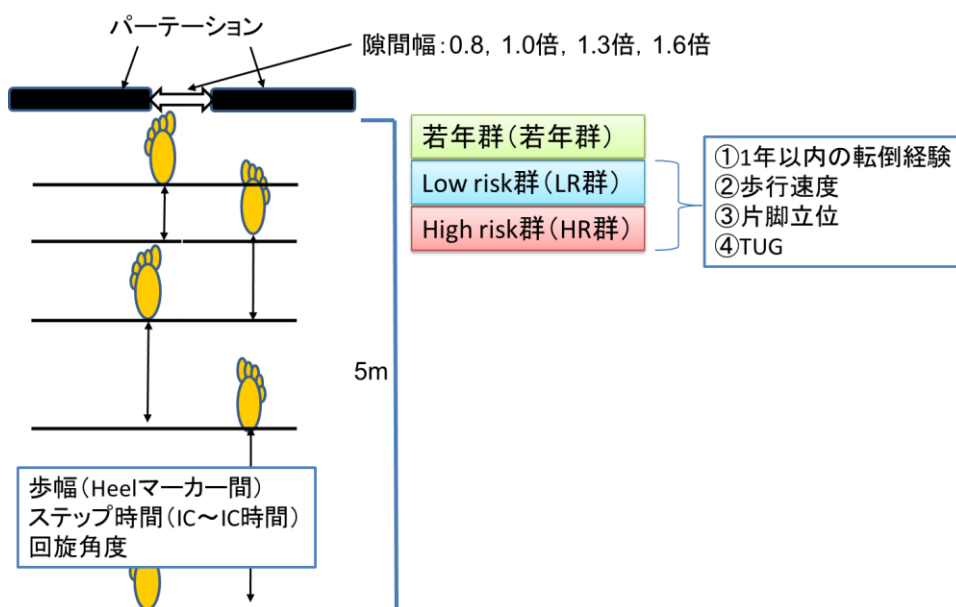


図 2-4 運動課題と分析区間

身体機能評価から高齢者を HR 群, LR 群に分類し 3 群間でパーテーションの 4 歩前から 1 歩前までの歩幅, ステップ時間, 回旋角度を比較した。

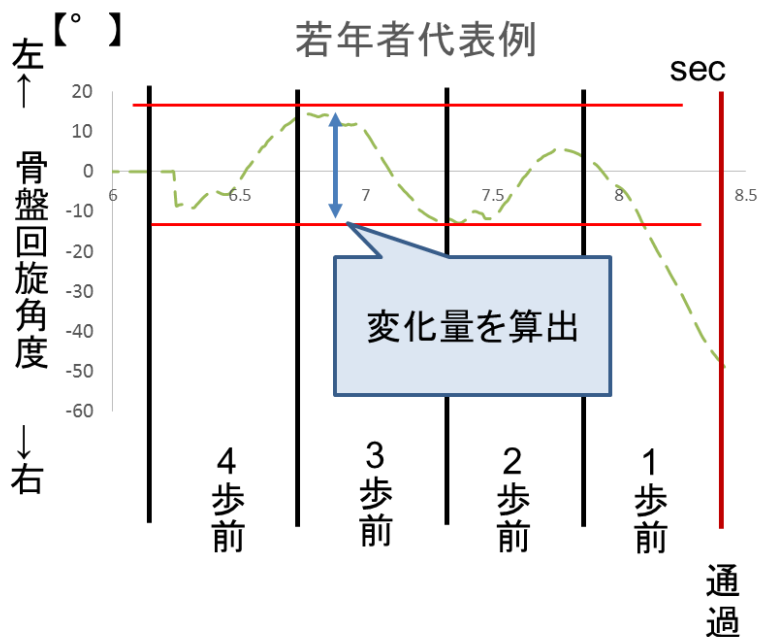


図 2-5 骨盤回旋角度の算出方法の例

隙間通過 3 歩前～1 歩前までの 1 歩を 100%に正規化して回旋角度の変化量を算出した。

障害物注視時間

三次元動作解析装置と同期し、歩行開始時から隙間通過 1 歩前までの障害物注視の時間を計測カメラの映像から判断し、注視点がパーテーション上に停留している時間を算出した(図 2-6)。得られたビデオデータから既存のプログラムで視線停留時間、注視点移動時間、瞬きの時間を算出し、ビデオデータから注視点パーテーション上に停留している時間をコマ送りにて確認し障害物に対しての視線停留時間を算出し総注視時間とした(図 2-7)。総注視時間を歩行開始から隙間通過 1 歩前までの歩行時間で除して時間比として算出した。注視とは、一定範囲内にある同一対象物を一定時間以上見続ける状態のことであり、アイマークレコーダを用いた研究ではこの注視に着目して分析を行うのが一般的である。ただし、移動を伴う実験では、アイマークデータから注視点を抽出する際に目視による判読を必要とするため膨大な時間を要するが多い。そこで本研究では、知花³¹⁾の注視の定義を参考に、0.2 秒以上の停留が起きている状態を注視と定義し、注視が起きた際にアイマークと重なり合っているものを注視対象物と定義した。

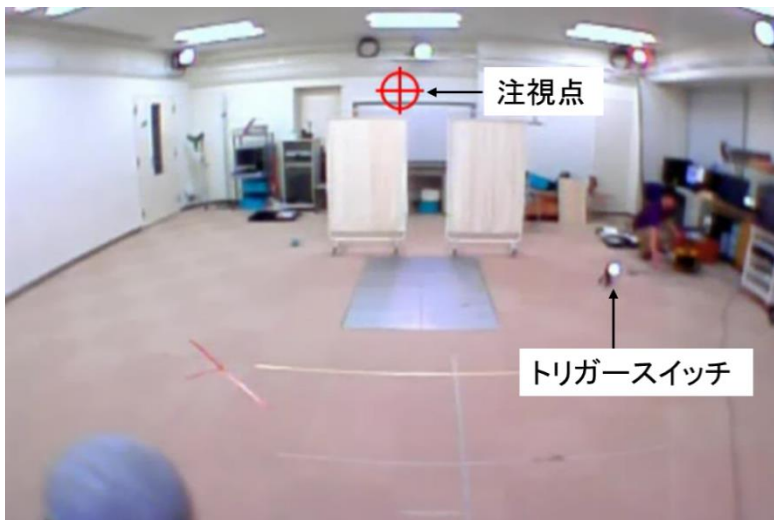


図 2-6 注視時間分析方法

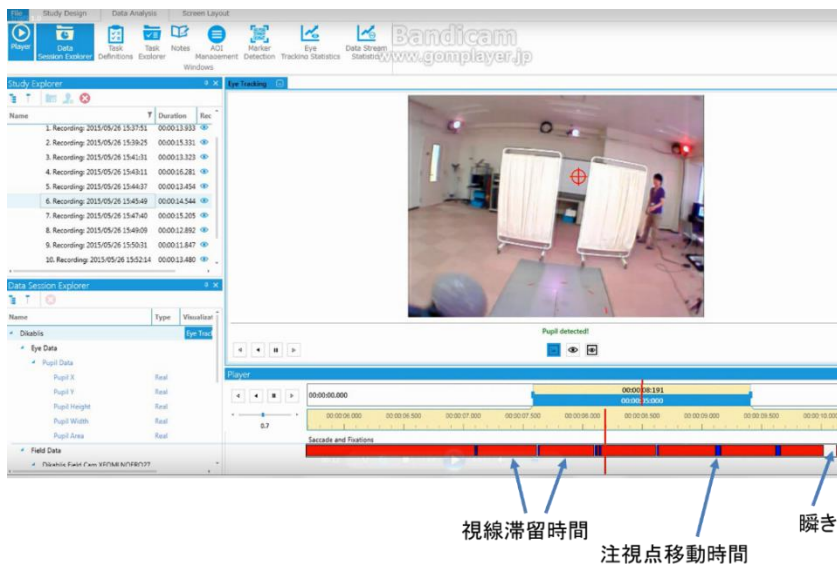


図 2-7 障害物注視時間算出方法

注視点がパーテーションに被っている時間をビデオデータを見ながら確認し視線停留時間を障害物注視時間として算出した。

その他のパラメータ

身体機能評価では 1 年以内の転倒経験の聴取と TUG, 片脚立位時間, 5m 歩行時間を計測室内で実施した。TUG, 片脚立位, 5m 歩行は 2 回計測し, 成績の良いほうを採用した。

2-2-5 統計学的分析

上記項目について群間（若年群，HR 群，LR 群）と歩数間（4 歩前，3 歩前，2 歩前，1 歩前）の 2 要因の二元配置分散分析を行った。交互作用が認められた場合は各要因で 1 元配置分散分析を実施した。交互作用がなく主効果が認められたものに対し多重比較検定（Bonferroni）を実施した。

障害物注視時間に関しては定義に基づきデータを目視にて見ていくため，瞬きや大きな眼球の移動などでデータが欠落している区間があり，歩数間での障害物注視時間算出が難しいために時間比を算出し，群間での 1 元配置分散分析を実施した。

定常歩行の歩幅，ステップ時間，回旋角度は若年群，LR 群，HR 群の 3 群間の比較を 1 元配置分散分析にて行った。

被検者属性，高齢者の群間の差についてはマンホイットニーの U 検定を実施した。

統計学的有意水準は 5%とし，統計ソフトは JSTAT を使用した。

2-3 結果

以下に被検者属性と高齢者を HR と LR に分けた属性を示す(表 2-1, 表 2-2).

HR 群の 9 名のうち 6 名は 1 年以内の転倒経験者で, LR 群は 11 名で転倒経験はなかった. 身体機能評価では TUG や 5m 歩行時間に有意差はなく, 片脚立位で HR 群が LR 群に対し有意に低値を示した(表 2-2). 被検者の男女比について若年者と高齢者で差があるが, 若年者間, 高齢者間で回旋角度や下肢関節角度など得られた三次元動作解析データから身体運動に性差は認められない事を確認した. 視線の計測を行うにあたり各被験者の眼疾患の有無を聴取し事前に眼疾患がない事を確認した. 視力は日常生活に支障がない程度の視力の人を募集したため視力検査や聴取はしていない.

HR 群の分類のなかで転倒経験があり HR となった人が 6 名, 転倒経験がなく, 片脚立位が 5 秒以下だった人が 3 名であった. HR 群の中で転倒経験者と非転倒者が混在しており運動学的パラメータに影響を及ぼしている可能性も考えられる. HR 群のなかで転倒群と非転倒群の 2 群に分類をして歩幅, ステップ時間, 頭部, 胸郭, 骨盤回旋角度, 障害物注視時間を比較して確認したところ転倒経験の有無での有意差がないことを確認した. 統計処理はマンホイットニーの U 検定にて行った.

表 2-1 被検者属性

	若年者	高齢者	検定結果
人数(名)	12(男性 8 女性 4)	20(男性 5 女性 15)	
年齢(歳)	29.9±3.1	72.8±8.4	
身長(cm)	169.3±6.4	158.1±6.6	p=0.0001
体重(kg)	65.3±10.5	55.1±9.6	p=0.0059

表 2-2 高齢者を HR と LR に分けた属性

	High risk	Low risk	検定結果
人数(名)	9 (転倒経験 6)	11	
年齢(歳)	73.2±8.7	69.7±5.8	n.s.
身長(cm)	160.0±6.8	156.8±7.4	n.s.
体重(kg)	58.6±10.4	53.0±9.6	n.s.
片脚立位(s)	16.8±18	36.1±18.8	p=0.0414
TUG(s)	7.4±2.3	6.7±0.6	n.s.
5m 歩行時間(s)	3.3±0.9	3.0±0.1	n.s.
眼疾患	0	1(白内障 OPE)	

n.s. : non-significant

2-3-1 歩幅の比較

定常歩行と肩幅の 1.6 倍, 1.3 倍, 1.0 倍, 0.8 倍の隙間通過時の歩幅の平均値と標準偏差を以下に示す (表 2-3~表 2-9).

定常歩行の歩幅に関して若年群, LR 群, HR 群に有意差を認めなかった.

隙間幅 1.6 倍では交互作用は認めなかった.群間の主効果 ($F=9.51, p<0.01$) が有意になった.

隙間幅 1.3 倍では交互作用は認められなかった.群間の主効果 ($F=19.00, p<0.01$) が有意になった.

隙間幅 1.0 倍では交互作用は認められなかった.群間の主効果 ($F=10.08, p<0.01$) と歩数間の主効果 ($F=4.39, p<0.01$) が有意となった. 全被検者のデータをみると HR 群ではばらつきが多い傾向があるが転倒の有無についての特徴はみられなかった(図 2-8).

隙間幅 0.8 倍では群間の主効果 ($F=15.54, p<0.01$) と歩数間の主効果 ($F=28.36, p<0.01$) が有意となった. 群間と歩数間の交互作用も有意となった ($F=2.38, p<0.05$).

交互作用が認められ, 群間を要因とした分散分析では, 若年群に対し LR 群, HR 群が有意に低値を示した. 歩数間を要因とした分散分析では若年群では 3 歩前に対し 1 歩前で有意に低値を示した. LR 群は 4, 3, 2 歩前に対し 1 歩前が有意に低値を示した. HR 群も同様に 4, 3, 2 歩前に対し 1 歩前が有意に低値を示した. 全被検者のデータから HR, LR 群ともにデータのばらつきがあり, HR 群の中で非転倒者の歩幅は若年群同様に一定であった(図 2-9).

表 2-3 定常歩行での歩幅の比較 (%)

定常歩行	若年	LR	HR	p 値
歩幅	35.9±3.2	37.1±1.5	34.2±3.3	n.s.

n.s. : non-significant

表 2-4 隙間幅 1.6 倍での歩幅の比較 (%)

1.6 倍	若年	LR	HR	交互作用 (若・LR・HR)×(歩数間)	主効果 (若・LR・HR)	主効果 (歩数間)
4 歩前	37.9±2.7	37.4±1.8	35.7±4.3	n.s.	p=0.0002 b, c	n.s.
3 歩前	37.9±2.0	37.4±1.2	34.0±4.0			
2 歩前	37.7±2.7	36.4±2.4	33.9±4.1			
1 歩前	36.7±2.6	36.4±1.5	33.2±2.9			

a : 若年 vsLR

b : 若年 vsHR

c : HRvsLR

n.s. : non-significant

表 2-5 隙間幅 1.3 倍での歩幅の比較 (%)

1.3 倍	若年	LR	HR	交互作用 (若・LR・HR)×(歩数間)	主効果 (若・LR・HR)	主効果 (歩数間)
4 歩前	37.2±3.8	36.9±1.3	35.6±2.6	n.s.	p<0.0001 b, c	n.s.
3 歩前	37.0±3.4	36.7±1.9	33.3±3.7			
2 歩前	36.6±4.6	36.0±2.0	34.0±2.5			
1 歩前	36.5±4.3	35.5±3.2	31.6±2.4			

a : 若年 vsLR
 b : 若年 vsHR
 c : HRvsLR
 n.s. : non-significant

表 2-6 隙間幅 1.0 倍での歩幅の比較 (%)

1.0 倍	若年	LR	HR	交互作用 (若・LR・HR)×(歩数間)	主効果 (若・LR・HR)	主効果 (歩数間)
4 歩前	36.9±3.4	36.1±1.4	34.1±4.4	n.s.	p<0.0001 b, c	p=0.0058 a [^] , b [^]
3 歩前	37.2±3.2	36.0±1.8	33.2±3.6			
2 歩前	36.0±3.5	35.3±1.8	31.3±4.2			
1 歩前	35.5±4.4	33.2±3.0	27.8±6.1			

a : 若年 vsLR
 b : 若年 vsHR
 c : HRvsLR
 a[^] : 4 歩前 vs2 歩前
 b[^] : 4 歩前 vs1 歩前
 c[^] : 3 歩前 vs2 歩前
 d[^] : 3 歩前 vs1 歩前
 e[^] : 2 歩前 vs1 歩前
 n.s. : non-significant

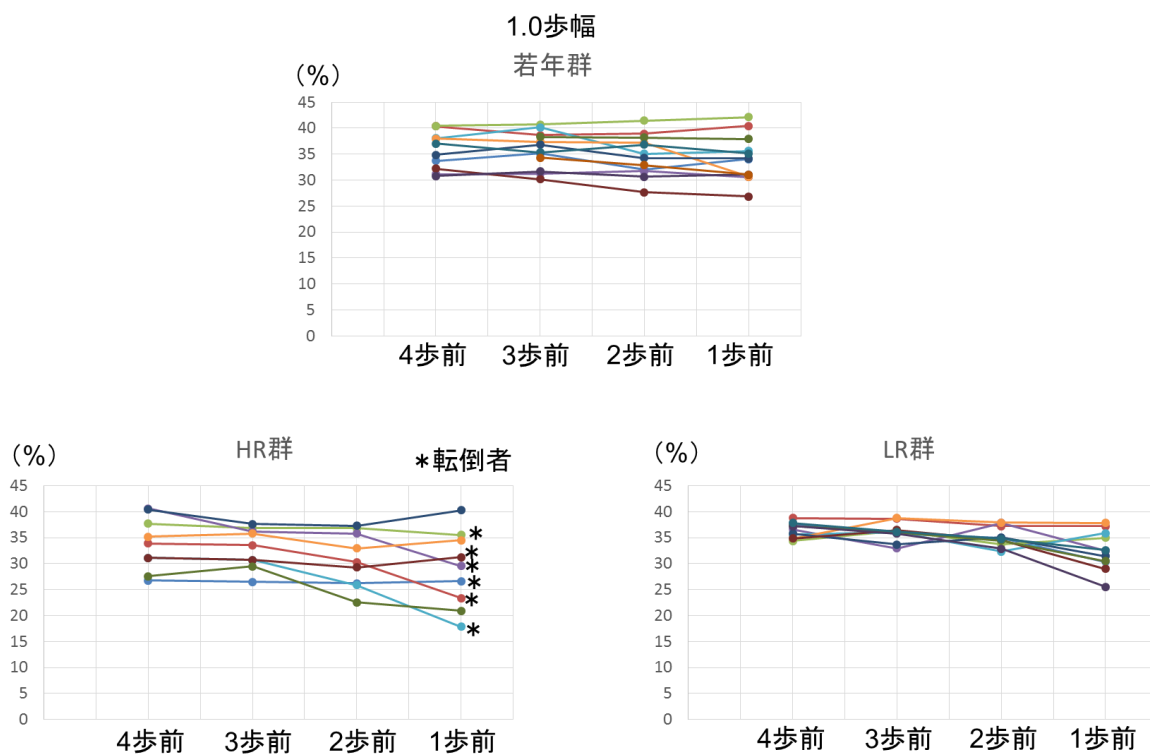


図 2- 8 隙間幅 1.0 倍の全被検者の歩幅の比較

表 2-7 隙間幅 0.8 倍での歩幅の比較

(%)

0.8 倍	若年	LR	HR	交互作用 (若・LR・HR)×(歩数間)	主効果 (若・LR・HR)	主効果 (歩数間)
4 歩前	37.1±3.2	36.8±2.0	34.5±4.2	p=0.0329		
3 歩前	37.1±3.4	34.4±2.1	32.4±3.5			
2 歩前	36.4±4.3	30.2±3.6	30.2±3.5			
1 歩前	32.2±6.4	21.9±10.5	16.7±9.4			

表 2-8 間を要因とした 1 元配置分散分析

	若年	LR	HR	主効果	多重比較
4 歩前	37.1±3.2	36.8±2.0	34.5±4.2	n.s.	
3 歩前	37.1±3.4	34.4±2.1	32.4±3.5	p=0.044	b
2 歩前	36.4±4.3	30.2±3.6	30.2±3.5	p=0.031	a b
1 歩前	32.2±6.4	21.9±10.5	16.7±9.4	p=0.029	a b

a : 若年 vsLR

b : 若年 vsHR

c : HRvsLR

n.s. : non-significant

表 2-9 歩数間を要因とした 1 元配置分散分析

	4 歩前	3 歩前	2 歩前	1 歩前	主効果	多重比較
若年	37.1±3.2	37.1±3.4	36.4±4.3	32.2±6.4	n.s.	
LR	36.8±2.0	34.4±2.1	30.2±3.6	21.9±10.5	p<0.0001	b ^ˆ , d ^ˆ , e ^ˆ
HR	34.5±4.2	32.4±3.5	30.2±3.5	16.7±9.4	p<0.0001	b ^ˆ , d ^ˆ , e ^ˆ

a^ˆ : 4 歩前 vs2 歩前b^ˆ : 4 歩前 vs1 歩前c^ˆ : 3 歩前 vs2 歩前d^ˆ : 3 歩前 vs1 歩前e^ˆ : 2 歩前 vs1 歩前

n.s. : non-significant

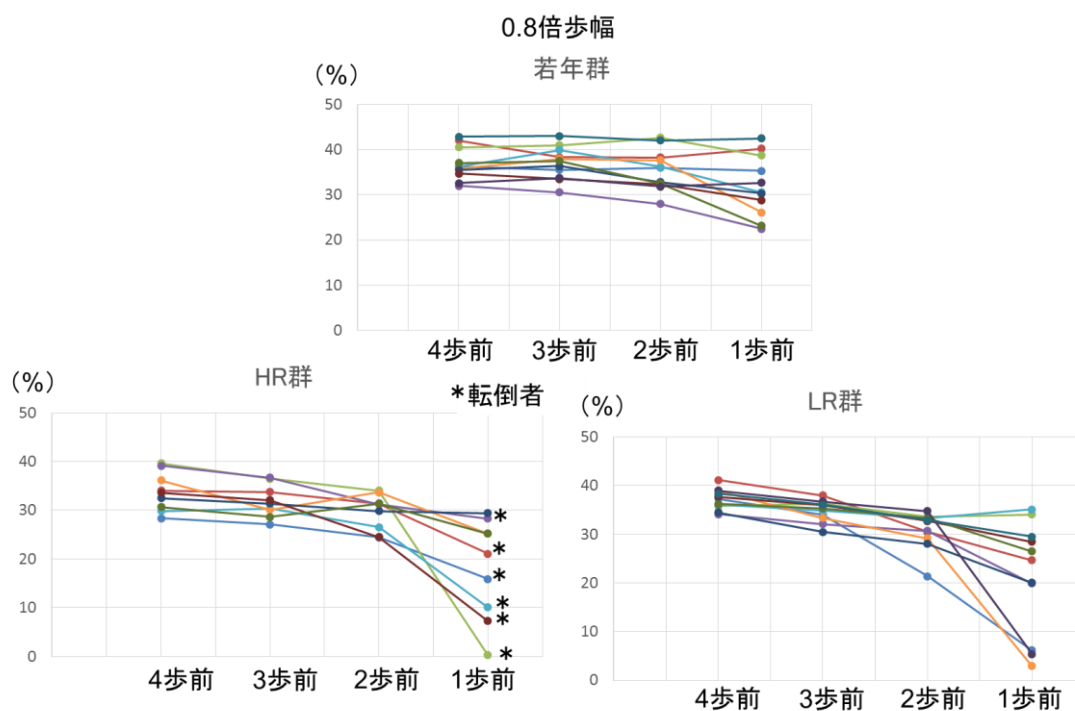


図 2-9 隙間幅 0.8 倍での全被検者の歩幅の比較

2-3-2 ステップ時間の比較

定常歩行, 1.6 倍, 1.3 倍, 1.0 倍, 0.8 倍の隙間通過時のステップ時間の平均値と標準偏差を以下に示す (表 2-10~表 2-14).

定常歩行では 1 元配置分散分析の結果, LR 群と HR 群で有意差を認めた.

隙間幅 1.6 倍で群間の主効果 (F=3.18, p<0.05) が有意になった.

隙間幅 1.3 倍で群間の主効果 (F=6.63, p<0.01) が有意になった.

隙間幅 1.0 倍で群間の主効果 (F=6.59, p<0.01) が有意になった.

隙間幅 0.8 倍で群間の主効果 (F=5.42, p<0.01) が有意になった.

表 2-10 定常歩行でのステップ時間の比較 (s)

定常歩行	若年	LR	HR	p 値	多重比較
ステップ時間	0.5±0.03	0.49±0.02	0.5±0.03	p=0.0334	a, c

a : 若年 vsLR

b : 若年 vsHR

c : HRvsLR

表 2-11 隙間幅 1.6 倍でのステップ時間の比較 (s)

1.6 倍	若年	LR	HR	交互作用 (若・LR・HR)×(歩数間)	主効果 (若・LR・HR)	主効果 (歩数間)
4 歩前	0.51±0.02	0.49±0.05	0.49±0.02			
3 歩前	0.49±0.02	0.48±0.02	0.51±0.02	n.s.	p=0.0473	n.s.
2 歩前	0.50±0.03	0.47±0.04	0.51±0.03		c	
1 歩前	0.47±0.04	0.47±0.02	0.52±0.05			

a : 若年 vsLR

b : 若年 vsHR

c : HRvsLR

n.s. : non-significant

表 2-12 隙間幅 1.3 倍でのステップ時間の比較

(s)

1.3 倍	若年	LR	HR	交互作用 (若・LR・HR)×(歩数間)	主効果 (若・LR・HR)	主効果 (歩数間)
4 歩前	0.50±0.03	0.48±0.02	0.51±0.04			
3 歩前	0.51±0.03	0.49±0.02	0.52±0.04	n.s.	p=0.0019	n.s.
2 歩前	0.49±0.04	0.48±0.03	0.51±0.03		a, c	
1 歩前	0.51±0.04	0.49±0.05	0.50±0.02			

a : 若年 vsLR

b : 若年 vsHR

c : HRvsLR

n.s. : non-significant

表 2-13 隙間幅 1.0 倍でのステップ時間の比較

(s)

1.0 倍	若年	LR	HR	交互作用 (若・LR・HR)×(歩数間)	主効果 (若・LR・HR)	主効果 (歩数間)
4 歩前	0.48±0.05	0.48±0.02	0.51±0.04			
3 歩前	0.49±0.03	0.47±0.03	0.51±0.02	n.s.	p=0.0020	n.s.
2 歩前	0.51±0.04	0.50±0.02	0.52±0.04		a, b	
1 歩前	0.50±0.04	0.48±0.02	0.49±0.05			

a : 若年 vsLR

b : 若年 vsHR

c : HRvsLR

n.s. : non-significant

表 2-14 隙間幅 0.8 倍でのステップ時間の比較

(s)

0.8 倍	若年	LR	HR	交互作用 (若・LR・HR)×(歩数間)	主効果 (若・LR・HR)	主効果 (歩数間)
4 歩前	0.47±0.03	0.48±0.04	0.51±0.04			
3 歩前	0.5±0.05	0.5±0.03	0.52±0.04	n.s.	p=0.0057	n.s.
2 歩前	0.5±0.04	0.49±0.04	0.51±0.04		c	
1 歩前	0.49±0.05	0.45±0.1	0.49±0.06			

a : 若年 vsLR

b : 若年 vsHR

c : HRvsLR

n.s. : non-significant

2-3-3 回旋角度

定常歩行，隙間幅 1.6 倍，1.3 倍，1.0 倍，0.8 倍の隙間通過時の頭部，胸郭，骨盤回旋角度の平均値と標準偏差を以下に示す（表 2-15～表 2-19）。

定常歩行では 1 元配置分散分析の結果，骨盤回旋角度に有意差を認め若年者に対し LR 群，HR 群が有意に低値を示した(表 2-15)。

隙間幅 1.6 倍では交互作用は認められなかった。骨盤回旋角度が群間で主効果(F=15.71, p<0.01) が有意になった(表 2-16)。

表 2-15 定常歩行での頭部・胸郭・骨盤回旋角度 (°)

歩行	若年	LR	HR	p 値	多重比較
頭部	2.3±1.2	2.5±1.1	2.5±1.1	n.s.	
胸郭	5.8±1.9	6.0±2.2	5.6±2.6	n.s.	
骨盤	15.5±4.4	10.2±3.4	8.53±4.1	p=0.0086	a, b

a : 若年 vsLR

b : 若年 vsHR

c : HRvsLR

n.s. : non-significant

表 2-16 隙間幅 1.6 倍での頭部回旋角度の比較 (°)

1.6 倍	若年	LR	HR	交互作用 (若・LR・HR)×(歩数間)	主効果 (若・LR・HR)	主効果 (歩数間)
頭部 3 歩前	2.5±0.7	1.9±0.9	2.8±0.8			
2 歩前	2.1±1.3	2.0±0.6	2.1±0.6	n.s.	n.s.	n.s.
1 歩前	2.6±1.1	2.5±0.9	2.6±1.1			
胸郭 3 歩前	4.9±1.7	4.2±1.3	5.5±1.1			
2 歩前	4.4±1.4	5.6±1.4	5.1±0.9	n.s.	n.s.	n.s.
1 歩前	5.8±2.0	5.8±2, 7	4.7±1.5			
骨盤 3 歩前	14.6±2.8	11.9±5.2	7.9±2.7			
2 歩前	15.3±4.0	9.8±3.5	8.3±4.3	n.s.	p<0.0001 a, b	n.s.
1 歩前	16.4±3.6	9, 9±4.4	7.6±2.6			

a : 若年 vsLR

b : 若年 vsHR

c : HRvsLR

n.s. : non-significant

隙間幅 1.3 倍の隙間通過時の頭部，胸郭，骨盤回旋角度の平均値と標準偏差を以下に示す
(表 2-17).

1.3 倍では，交互作用は認められなかった。

頭部，胸郭回旋角度には有意差は認められなかった。

骨盤回旋角度において群間で主効果 (F=13.52, p<0.01) が有意になった。

表 2-17 隙間幅 1.3 倍での頭部・胸郭・骨盤回旋角度の比較 (°)

1.3 倍	若年	LR	HR	交互作用 (若・LR・HR)×(歩数間)	主効果 (若・LR・HR)	主効果 (歩数間)
頭部 3 歩前	2.5±1.4	2.4±0.7	2.5±1.0			
2 歩前	2.0±1.2	2.4±0.4	2.9±0.3	n.s.	n.s.	n.s.
1 歩前	2.5±1.3	4.3±3.2	2.1±0.3			
胸郭 3 歩前	4.2±2.3	4.4±1.6	6.0±1.2			
2 歩前	4.7±2.1	6.2±3.8	5.8±1.2	n.s.	n.s.	n.s.
1 歩前	5.0±2.4	12.7±8.7	5.9±2.0			
骨盤 3 歩前	16.5±3.8	11.5±4.1	7.9±1.3			
2 歩前	16.7±4.0	10.2±4.5	9.2±3.8	n.s.	p<0.0001	n.s.
1 歩前	16.7±3.3	16.6±11.2	7.7±3.4		b, c	

a : 若年 vsLR

b : 若年 vsHR

c : HRvsLR

n.s. : non-significant

隙間幅 1.0 倍の隙間通過時の頭部，胸郭，骨盤回旋角度の平均値と標準偏差を以下に示す
(表 2-18)。

1.0 倍では交互作用は認められなかった。

頭部回旋角度では歩数間で主効果 (F=15.12, p<0.01) が有意になった。

胸郭回旋角度でも歩数間で主効果 (F=30.68, p<0.01) が有意になった。

全被検者のデータから HR 群の骨盤のばらつきが多くみられた。転倒の有無での特徴的な変化は認められなかった(図 2- 10 図 2- 11 図 2- 12)。

表 2-18 隙間幅 1.0 倍での頭部・胸郭・骨盤回旋角度の比較 (°)

1.0 倍	若年	LR	HR	交互作用 (若・LR・HR)×(歩数間)	主効果 (若・LR・HR)	主効果 (歩数間)
頭部 3 歩前	2.6±1.2	2.0±0.9	2.2±0.4			
2 歩前	2.5±1.3	2.1±0.7	3.1±2.2	n.s.	n.s.	p<0.0001
1 歩前	5.7±4.2	4.6±2.0	6.1±3.2			d', e'
胸郭 3 歩前	4.1±2.7	5.2±1.2	4.7±1.4			
2 歩前	4.7±2.7	4.9±1.9	4.4±2.5	n.s.	n.s.	p<0.0001
1 歩前	12.9±7.0	13.9±7.9	17.0±9.6			d', e'
骨盤 3 歩前	15.3±3.0	10.3±5.3	10.1±2.0			
2 歩前	16.5±3.3	10.4±5.4	9.9±3.8	n.s.	n.s.	n.s.
1 歩前	13.7±5.0	12.3±7.1	16.4±10.6			

a' : 4 歩前 vs2 歩前

b' : 4 歩前 vs1 歩前

c' : 3 歩前 vs2 歩前

d' : 3 歩前 vs1 歩前

e' : 2 歩前 vs1 歩前

n.s. : non-significant

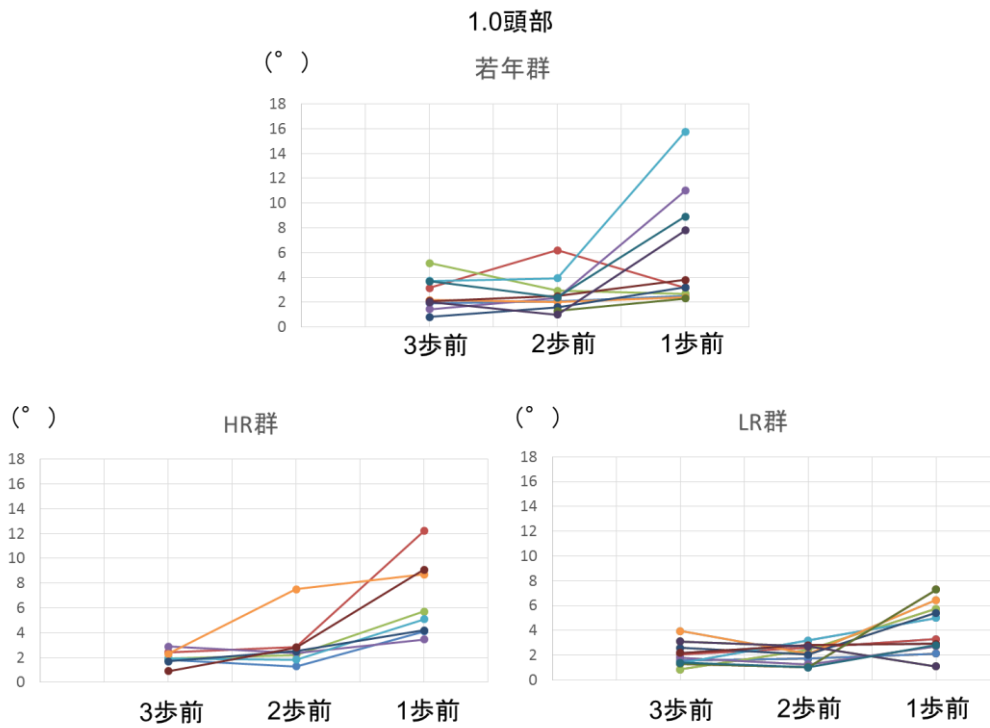


図 2- 10 隙間幅 1.0 倍での全被検者の頭部回旋角度の比較

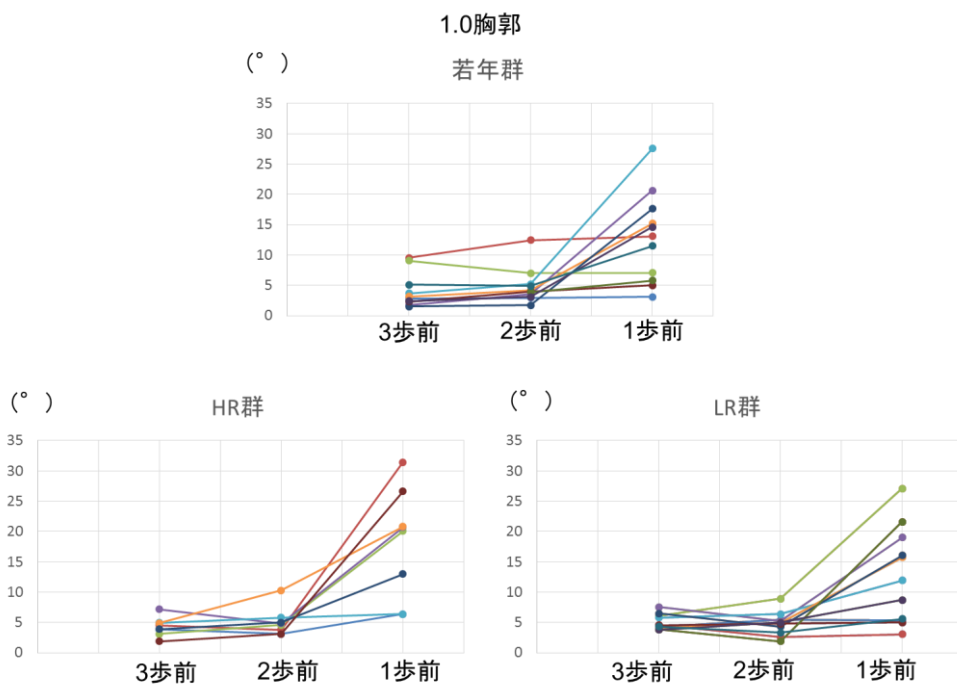


図 2- 11 隙間幅 1.0 倍での全被検者の胸郭回旋角度の比較

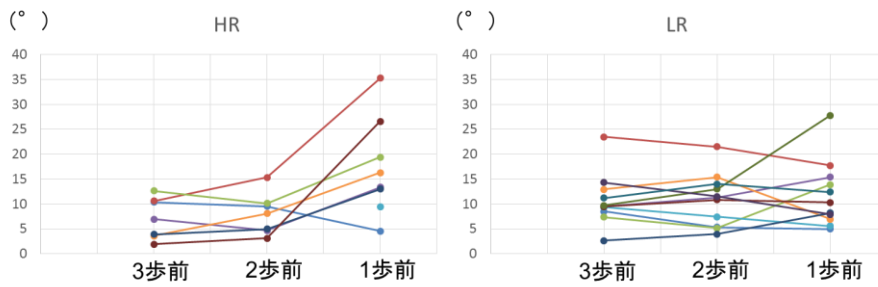
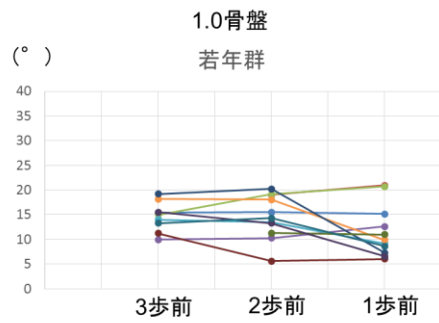


図 2- 12 隙間幅 1.0 倍での全被検者の骨盤回旋角度の比較

隙間幅 0.8 倍の隙間通過時の頭部、胸郭、骨盤回旋角度の平均値と標準偏差を以下に示す
(表 2-19).

0.8 倍では交互作用は認められなかった.

頭部回旋角度では歩数間で主効果 (F=13.55, p<0.01) が有意になった.

胸郭回旋角度では歩数間で主効果 (F=81.07, p<0.01) が有意になった.

骨盤回旋角度では群間 (F=4.49, p<0.05) と歩数間 (F=5.99, p<0.01) で主効果を認めた.

全被検者のデータから HR 群のばらつきが大きい、転倒の有無での特徴は認められなかった(図 2-13 図 2-14 図 2-15).

表 2-19 隙間幅 0.8 倍での頭部・胸郭・骨盤回旋角度の比較 (°)

0.8 倍	若年	LR	HR	交互作用 (若・LR・HR)×(歩数間)	主効果 (若・LR・HR)	主効果 (歩数間)
頭部 3 歩前	2.5±0.9	2.4±1.3	2.7±1.1			
2 歩前	3.2±1.8	3.4±2.2	6.7±2.9	n.s.	n.s.	p<0.0001
1 歩前	9.3±7.1	5.8±3.5	10.5±8.1			d', e'
胸郭 3 歩前	5.6±2.2	4.9±1.8	5.6±2.1			
2 歩前	5.8±2.4	8.1±3.7	7.9±4.0	n.s.	n.s.	p<0.0001
1 歩前	26.7±10.7	23.4±8.6	35.5±12.5			c', e'
骨盤 3 歩前	15.7±4.3	9.2±4.0	10.7±6.1			
2 歩前	17.6±5.1	9.0±5.6	16.5±6.8	n.s.	p=0.0148	p=0.0043
1 歩前	16.1±5.3	14.8±6.6	26.2±11.7		a, c	d'

a : 若年 vsLR

b : 若年 vsHR

c : HRvsLR

a' : 4 歩前 vs2 歩前

b' : 4 歩前 vs1 歩前

c' : 3 歩前 vs2 歩前

d' : 3 歩前 vs1 歩前

e' : 2 歩前 vs1 歩前

n.s. : non-significant

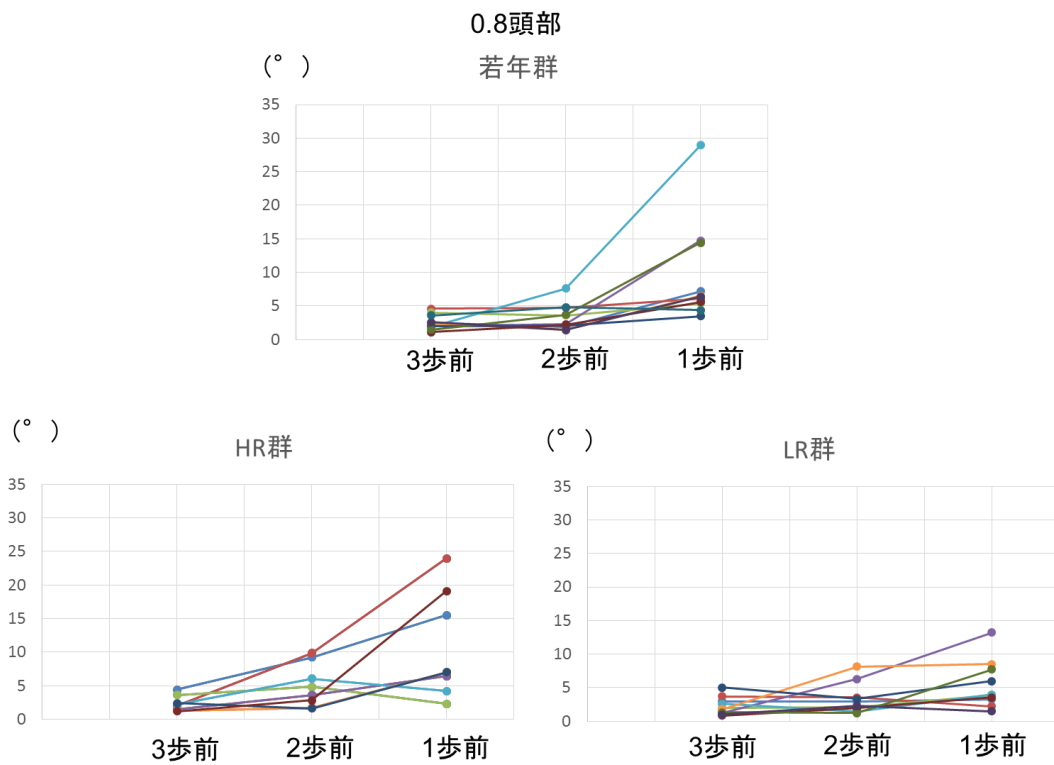


図 2- 13 隙間幅 0.8 倍での全被検者の頭部回旋角度の比較

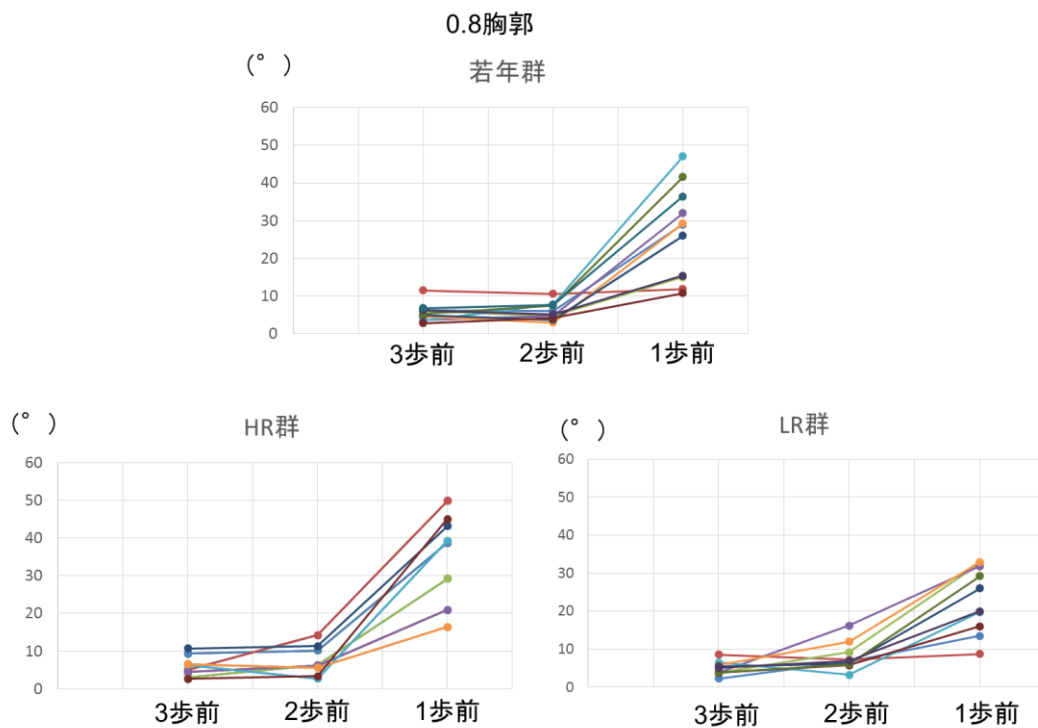


図 2- 14 隙間幅 0.8 倍での全被検者の胸郭回旋角度の比較

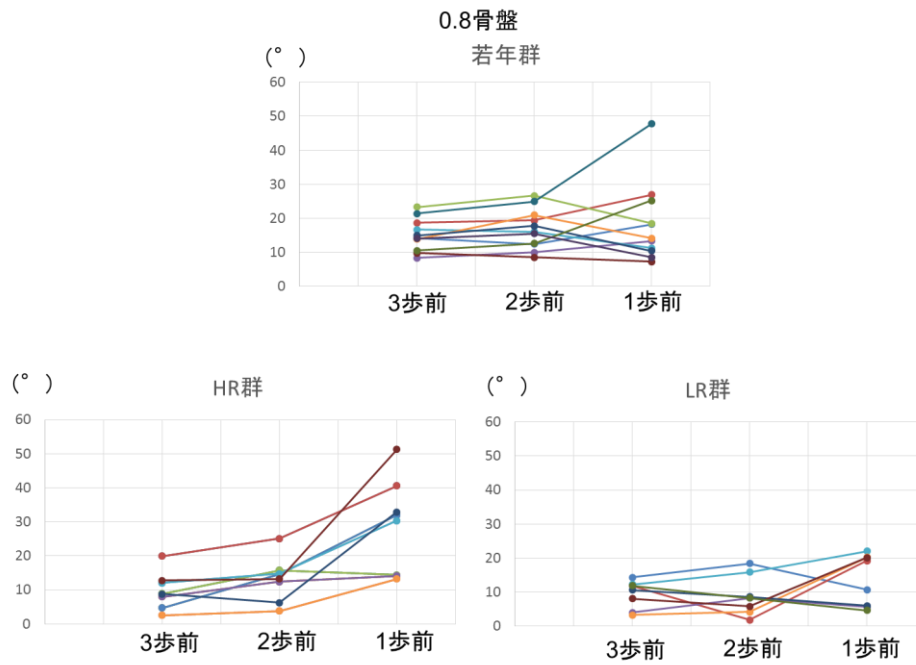


図 2- 15 隙間幅 0.8 倍での全被検者の骨盤回旋角度の比較

2-3-4 障害物注視時間

以下に障害物注視時間の平均値±標準偏差を示す（表 2-20）.

3 群間の 1 元配置分散分析の結果, 全ての条件で若年群に対し HR 群が有意に高値を示した.

表 2-20 障害物注視時間の比較 (%)

条件	若年群	LR	HR	F 値	p 値	多重比較
1.6 倍	0±0.0	6.5±12.0	19.2±18.6	4.310	p=0.0270	b
1.3 倍	0±0.0	13.5±12.4	17.7±20.6	3.262	p=0.0079	a, b
1.0 倍	6.1±7.0	24.9±21.1	28.4±16.5	4.724	p=0.0216	b
0.8 倍	13.4±9.4	29.2±22.2	42.5±29.2	4.516	p=0.0234	b

a : 若年 vsLR

b : 若年 vsHR

c : HRvsLR

2-3-5 結果のまとめ

歩幅に関して隙間幅が身体幅よりも広いと HR 群が若年群, LR 群よりも小さくなった. 身体幅よりも狭いと LR 群, HR 群ともに若年群よりも狭く, 歩数間では 1 歩前で有意に狭くなっていた(表 2-21~23).

ステップ時間では定常歩行では若年群, LR 群, HR 群に有意差を認めなかった. 全ての条件で HR 群は LR 群に対し有意に長かった(表 2-24).

回旋角度では定常歩行と 1.6 倍では骨盤回旋角度が若年群に対し LR, HR 群ともに有意に少なかった. 1.3 倍では骨盤回旋角度が若年群, LR 群よりも HR 群のほうが少なくなった. 身体幅よりも狭いと HR 群では骨盤回旋角度が若年, LR 群に対し大きくなった(表 2-25~表 2-27).

障害物注視時間はすべての条件で若年群に対し HR 群が有意に長かった. 3 群ともに隙間が狭くなるほど注視時間は長くなった.

表 2-21 歩幅 結果のまとめ

		1.6 倍	1.3 倍	1.0 倍	0.8 倍
交互作用	群間×歩数間	n.s	n.s	n.s	*
主効果	群間	**	**	**	
	歩数間	n.s	n.s	**	
多重比較	若年				
	LR	**	**	**	
	HR	**	**	**	
	4 歩前				
	3 歩前			**	**
	2 歩前				
	1 歩前				

(*:p<0.05, **:p<0.01, n.s: non-significant)

表 2-22 0.8 倍の群間を要因とした 1 元配置分散分析のまとめ

群間	
若年	
LR	**
HR	**

表 2-23 0.8 倍の歩数間を要因とした 1 元配置分散分析

歩数間	若年	LR	HR
4 歩前			
3 歩前			
2 歩前]]]
1 歩前]]]

表 2-24 ステップ時間結果のまとめ

		1.6 倍	1.3 倍	1.0 倍	0.8 倍
交互作用	群間×歩数間	n.s	n.s	n.s	n.s.
主効果	群間	**	**	**	**
	歩数間	n.s	n.s	n.s	n.s
多重比較	若年]]	
	LR]]]
	HR]]]]
	4 歩前				
	3 歩前				
	2 歩前				
	1 歩前				

(*:p<0.05, **:p<0.01, n.s: non-significant)

表 2-25 頭部回旋角度結果のまとめ

		1.6	1.3	1.0	0.8
交互作用	群間×歩数間	n.s	n.s	n.s	n.s.
主効果	群間	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	歩数間	n.s	n.s	**	**
多重比較	若年				
	LR				
	HR				
	4 歩前				
	3 歩前]]
	2 歩前]]
	1 歩前]]

(*:p<0.05, **:p<0.01, n.s: non-significant)

表 2-26 胸郭回旋角度結果のまとめ

		1.6 倍	1.3 倍	1.0 倍	0.8 倍
交互作用	群間×歩数間	n.s	n.s	n.s	n.s.
主効果	群間	n.s.	n.s.	n.s.	n. s.
	歩数間	n.s	n.s	**	**
多重比較	若年				
	L R				
	HR				
	4 歩前				
	3 歩前]]
	2 歩前			**]	**]
	1 歩前			**] **	**] **

(*:p<0.05, **:p<0.01, n.s: non-significant)

表 2-27 骨盤回旋角度結果のまとめ

		1.6 倍	1.3 倍	1.0 倍	0.8 倍
交互作用	群間×歩数間	n.s	n.s	n.s	n.s.
主効果	群間	**	**	n.s.	*
	歩数間	n.s	n.s	n.s.	**
多重比較	若年]]]
	L R	**]	**]		**]
	HR	**]	**]		**]
	4 歩前				
	3 歩前]
	2 歩前				**]
	1 歩前				**]

(*:p<0.05, **:p<0.01, n.s: non-significant)

2-4 考察

歩幅に関して定常歩行では若年群，LR 群，HR 群に有意差はなく，隙間幅が身体幅よりも広いと HR 群が若年群，LR 群よりも狭くなり，身体幅よりも狭いと LR 群，HR 群ともに若年群よりも狭くなった。HR 群は，身体機能評価の結果から片脚立位の時間が LR 群に比べ短くバランス能力が低下していると考えられる。歩行中の回旋運動を伴う隙間通過課題中はパーテーションを長い時間見ていたために，注意が障害物に集中し歩幅が狭くなったと考える。また障害物を回避する実験でも，本研究と同様，高齢者が歩幅を縮小することが報告されている¹¹⁾。若年者は隙間幅に関わらず歩幅はほぼ一定に保ち通過していた。スムーズに障害物を回避するには，障害物と踏み出し足の位置関係が重要であり³²⁾，そのためには障害物と下肢の位置に関する視覚情報を周辺視野から得る必要がある³³⁾とされている。本研究では周辺視野についてはデータで示していないため言及できないが，若年者の障害物注視時間が短かったということは視線の停留時間が短いということであり，注視点が広く移動している結果として，周辺視野でパーテーションを捉えることが出来たのではないかと考える。

定常歩行の歩幅では3群間に有意差は認められなかったが，隙間通過課題で歩幅の変化が認められた。1.6倍での群間の差は3%程度であり定常歩行のときの差と同等のため隙間通過の影響とは考えにくい。しかし1.3倍から0.8倍では数値が大きく変化しており隙間通過の影響によるものと考えられる。特に0.8倍では交互作用が認められ，隙間に近づくにつれてHR 群，LR 群ともに歩幅は狭くなっていた。つまり高齢者は隙間が狭いほど歩幅の変化が大きくなり，特に身体幅よりも狭いとより顕著に現れるということである。特に変化の大きかった1.0倍や0.8倍の個別のデータをみると，1.0倍では若年者はほぼ全例一定であり，LR 群でも半数以上は歩幅の変化は少なかった。一部に1歩前で低下する被検者もあり，LR 群の中でも違いが認められた。HR 群ではさらに個人差が大きく認められた。HR 群の中での非転倒者は1.0倍の歩幅に規則性はなく，歩幅が狭くなる被検者もいれば一定で通過している被検者もいた。0.8倍では若年者はほぼ一定であり最大最小の差は多くて15%ほどであった。LR 群では1歩前で低値を示す被検者と徐々に狭くなっていく被検者が存在しLR 群内でも個人差が認められた。HR 群では半数以上が1歩前で低値を示し最大最小の差は30%になった。非転倒者は歩数間での差は少なく通過していた。つまり身体機能が良くても急激な歩幅の縮小が起こり，スムーズな動作の遂行に影響を及ぼしている可能性がある。

ステップ時間は群間で有意な差が認められたが，危険率5%で示された有意な差は点推定で0.01秒違うことになる。三次元動作解析装置のサンプリングが100Hzであり最小単位は0.01秒であることから誤差ギリギリのラインでの有意差ということが考えられる。つまり結果は有意だがステップ時間は隙間幅に対してあまり影響を受けないパラメータであることが考えられる。

骨盤回旋角度は，定常歩行，1.6倍，1.3倍でHR 群が他群に比べ，有意に低値を示した。これは，身体機能が低下している被検者の場合，歩幅も狭く，骨盤回旋角度も少ないことを

意味している。1.0倍では群間の差がなかったため、個別の結果をみるとHR群の骨盤の回旋角度が若年群やLR群に比べてややばらついている傾向がみられる。転倒経験の有無による違いはみられなかった。

0.8倍では群間の主効果が認められ、HR群で骨盤回旋角度が有意に大きくなっていった。0.8倍のような身体幅よりも狭い幅ではHR群が若年群、LR群に比べて大きく骨盤を回旋していた。人間が隙間に接触しないで安全に通過できると感じる隙間と身体の距離は年齢によって変わるのかは明らかではないが、通常隙間が狭くなればなるほど回旋が大きくなり、歩幅が狭く、ときにはクロスステップのような運動戦略をとることになる。そのため下肢の筋力やバランス能力が不十分な高齢者は予め多めに回旋し安全に通過しようとして回旋角度が増えたと考える。本研究においても、片脚立位の時間はHR群が有意に短く、下肢機能低下があり、歩行しながら回旋するのではなく、予め大きく回旋してから通過しようとしたと考える。

さらに個別に見てみると若年群でも若干個人差は見られたが頭部、胸郭、骨盤は概ね一定の角度で通過していた。LR群ではHR群に比べ全体的にばらつきは少なく回旋角度は概ね一定であると考えられる。HR群は全てのセグメントでばらつきが大きく、個人差が大きいといえる。HR群内の転倒者、非転倒者には規則性はなかった。

アイマークレコーダを用いた研究では、スポーツ場面において初心者と熟練者では周辺視野と中心視の使い方に違いがあると報告されている³⁴⁾。本研究でもアイマークレコーダにより障害物注視時間を計測しており、HR群が若年群に対し有意に高値を示していた。LR群も条件によって若年群に比べ障害物注視時間は長い傾向が認められた。若年者の障害物注視時間に関しては隙間幅1.3倍、1.6倍では0秒であり、パーテーションを注視していないことが分かる。本研究の計測環境はパーテーションが見えた状態でスタートしたために1.3倍や1.6倍では既にスタート前に視覚情報処理は済んでいたために隙間に対し回旋するか否かを決めていたのではないかと考える。また、すべての群において隙間幅が狭くなるほど障害物注視時間は長くなっていった。身体機能の違いや運動の熟練度によって視線行動が変わることは、年齢間においても同様のことが言える。桂らの研究で転倒経験者は若年者や非転倒群に比べ障害物注視時間が長いと報告しており²³⁾本研究も転倒HR群は若年者に対し有意に障害物注視時間が長いという同様の結果となった。Chapmanら³⁵⁾は視線と四肢の関係について、転倒の可能性が高い高齢者は若年者や転倒の可能性が低い高齢者と比較して視線と下肢の協調的な動きが苦手であると報告している。運動学的な変化と合わせてみても視線の動きや視覚情報のとり方によって運動戦略も変わってくる言える。

本章では、身体機能が隙間通過に及ぼす影響を運動学的、視線行動学的に分析した。歩幅やステップ時間、骨盤回旋角度にはHR群、LR群の違いが認められたが、隙間通過の大きくかわる胸郭の回旋角度や障害物注視時間などのパラメータでは著明な差異が認められなかった。理由として、本研究の被検者は地域在住のADLが自立した高齢者であり、身体

機能的にはそれほど大きな問題はない人たちであった。転倒歴がある被検者は 6 名であったが TUG や片脚立位などに問題のない人も含まれ、身体機能のみでは転倒原因の説明はつかないとも言える。詳しい転倒場面の聴取は出来ていないが、ふらつきやスリップで転倒した訳ではなく、「足を上げようとしても上がっていなかった」や「人混みは苦手」といったことが聞かれた。LR 群でも同様の訴えがあり、歩行速度や TUG、片脚立位が転倒リスクのカットオフ値をクリアしていても、それが転倒しない理由ではない場合も存在する。

本章の結果から隙間通過課題においては身体幅よりも狭いと顕著に群間の違いが出るが、身体幅と同等または広い場合には HR 群と LR 群に明らかな差異を認めないことがわかった。その要因として高齢者の中でも視覚情報のとり方や身体能力認識の差もあるのではないかと考えている。そこで次章では、身体能力認識による運動戦略の違いについて分析することとした。

第3章 身体能力認識と隙間通過時の視覚、運動学的パラメータの関係

3-1 緒言

我々は何らかの運動行動を行う際には、意識・無意識的に自己の身体機能をフィードバックし、その能力に応じた適切な判断を行っていると考えられるが、この自己の身体能力認識が正確でなければ、生活上の不利益が生じることは容易に想像できる。第2章では、身体機能別に動作分析を実施したところHR群とLR群間で著明な差異が認められなかった。先行研究では身体能力認識が転倒に及ぼす影響を分析しているものはあるが、静的な運動課題が多く³⁶⁾、歩行開始前の身体能力認識が歩行中の身体運動にどのような影響を及ぼすのかは不明である。本章では身体能力認識が隙間通過の動きに影響を及ぼしているのかを運動学・視線行動学的に分析した。また転倒経験が結果に影響するかについて調べた。

3-2 方法

3-2-1 対象

第2章と同じ高齢者のみを対象とした。

3-2-2 計測機器及びマーカ貼付位置

第2章と同じ機器及びマーカ貼付位置で計測を行った。

3-2-3 計測課題

第2章と同様に隙間の通過課題を行う。手続きは動作経験による学習の影響を除外するために全ての歩行計測の前に被検者に、「肩をまわさずに普通に歩くようにして接触しないで通過できますか？」と質問をして Yes-No で答えてもらい視覚的に回旋すると判断した幅を決めた。隙間の提示方法は心理物理学的手法に基づいて、狭い幅から広い幅、広い幅から狭い幅と階段法にて行い回旋が必要な幅を申告してもらい、その後実際に動作計測を行った (図 3-1 図 3-2)。

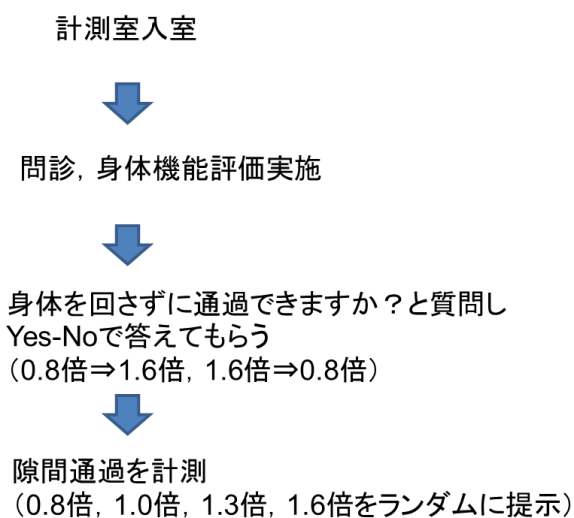


図 3-1 実験手続き

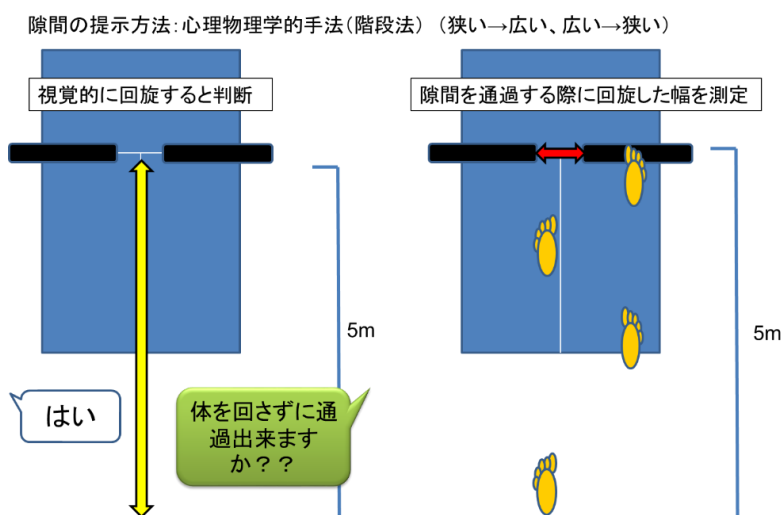


図 3-2 身体能力認識の評価方法

全ての歩行動作を計測する前に回旋するか否かを聞き Yes-No で答えてもらう。その後隙間通過動作を計測し正確に判断したか誤認識かを確認した。

3-2-4 算出パラメータ及び分析方法

分析項目は4歩前から1歩前の歩幅，ステップ時間，頭部，胸郭，骨盤回旋角度，障害物注視時間と，隙間通過時のパーテーションへの接触回避動作を計測データの映像から目視にて判断した．分析範囲は第2章と同様に歩行開始地点から隙間通過する前までの2歩行周期とした．群分けは身体能力認識を正確に判断した群（正確群）と申告と違う動きをした群（誤認識群）の2群に分けた．

3-2-5 統計学的分析

上記の項目について運動学的パラメータ（歩幅，ステップ時間，頭部，胸郭，骨盤回旋角度）は群間（正確群，誤認識群）と歩数間（4歩前，3歩前，2歩前，1歩前）の2元配置分散分析を行い，障害物注視時間は正確群と誤認識群の2群の比較をマンホイットニーのU検定を用いて行った．有意水準は5%とした．

3-3 結果

以下に2群の被検者属性を示す(表3-1)。2群間の比較を実施した結果、年齢、身長、体重、片脚立位時間、TUG、歩行速度に有意差は認められなかった。

表3-1 被検者属性

	正確群	誤認識群	検定結果
人数(名)	8	12	
年齢(歳)	75.3±9.0	70.6±7.5	n.s.
身長(cm)	156.8±7.2	159.0±6.0	n.s.
体重(kg)	53.4±10.6	56.2±8.7	n.s.
片脚立位(s)	23.1±22.7	26.0±19.6	n.s.
TUG	7.8±2.1	6.7±0.9	n.s.
5m歩行時間(s)	3.3±0.8	3.0±0.3	n.s.

n.s. : non-significant

3-3-1 高齢者の身体能力認識

以下に高齢者の身体能力認識について示す（表 3-2）。

高齢者 20 名の内正確群 8 名，誤認識群 12 名であった。また誤認識した 12 人全員が 1.0 倍や 1.3 倍のいずれかで誤認識していた。また身体機能に関わらず誤認識する傾向が認められた。

身体能力認識の結果，分析する隙間幅の条件は 0.8 倍，1.0 倍，1.3 倍，1.6 倍のうち 1.0 倍と 1.3 倍で誤認識する傾向があったため，1.0 倍，1.3 倍を分析する条件として採用した。

表 3-2 各条件での隙間通過判断結果

被検者	0.8 倍	1.0 倍	1.3 倍	1.6 倍
HR 正確 ①	正確まわす	正確まわす	正確まわさない	正確まわさない
HR 正確 ②	正確まわす	正確まわす	正確まわさない	正確まわさない
HR 正確 ③	正確まわす	正確まわす	正確まわさない	正確まわさない
LR 正確 ①	正確まわす	正確まわす	正確まわさない	正確まわさない
LR 正確 ②	正確まわす	正確まわす	正確まわさない	正確まわさない
LR 正確 ③	正確まわす	正確まわす	正確まわさない	正確まわさない
LR 正確 ④	正確まわす	正確まわす	正確まわさない	正確まわさない
LR 正確 ⑤	正確まわす	正確まわす	正確まわさない	正確まわさない
HR 誤認識 ①	正確まわす	まわす⇒上肢内転	正確まわさない	正確まわさない
HR 誤認識 ②	正確まわす	正確まわす	まわす⇒まわさない	正確まわさない
HR 誤認識 ③	正確まわす	正確まわす	まわす⇒まわさない	正確まわさない
HR 誤認識 ④	正確まわす	まわす⇒上肢内転	正確まわさない	正確まわさない
HR 誤認識 ⑤	正確まわす	まわさない⇒接触	正確まわさない	正確まわさない
HR 誤認識 ⑥	正確まわす	まわす⇒接触	正確まわさない	正確まわさない
LR 誤認識 ①	正確まわす	まわさない⇒上肢内転	正確まわさない	正確まわさない
LR 誤認識 ②	正確まわす	正確まわす	まわさない⇒まわす	正確まわさない
LR 誤認識 ③	正確まわす	正確まわす	まわさない⇒まわす	正確まわさない
LR 誤認識 ④	正確まわす	正確まわす	まわさない⇒上肢内転	正確まわさない
LR 誤認識 ⑤	正確まわす	正確まわす	まわさない⇒上肢内転	正確まわさない
LR 誤認識 ⑥	正確まわす	正確まわす	まわさない⇒まわす	正確まわさない

3-3-2 歩幅の比較

隙間幅 1.3 倍, 1.0 倍の隙間通過時の歩幅の平均値と標準偏差を以下に示す (表 3-3, 3-4).

1.3 倍では, 交互作用, 主効果は認められなかった.

1.0 倍では交互作用は認められなかった. 歩数間で主効果($F=3.51, p<0.05$)が有意になった. 個別のデータをみると 1.3 倍, 1.0 倍ともにばらつきは大きく, 誤認識群の転倒者の歩幅は縮小する傾向がみられた(図 3-3 図 3-4).

表 3-3 隙間幅 1.3 倍での歩幅の比較 (%)

	正確	誤認識	交互作用 (正確・誤認識)×(歩数間)	主効果 (正確・誤認識)	主効果 (歩数間)
4 歩前	36.1±2.5	36.0±3.1			
3 歩前	35.1±4.2	35.0±2.5			
2 歩前	34.9±3.1	34.2±3.5	n.s.	n.s.	n.s.
1 歩前	34.3±3.1	33.2±3.3			

n.s. : non-significant

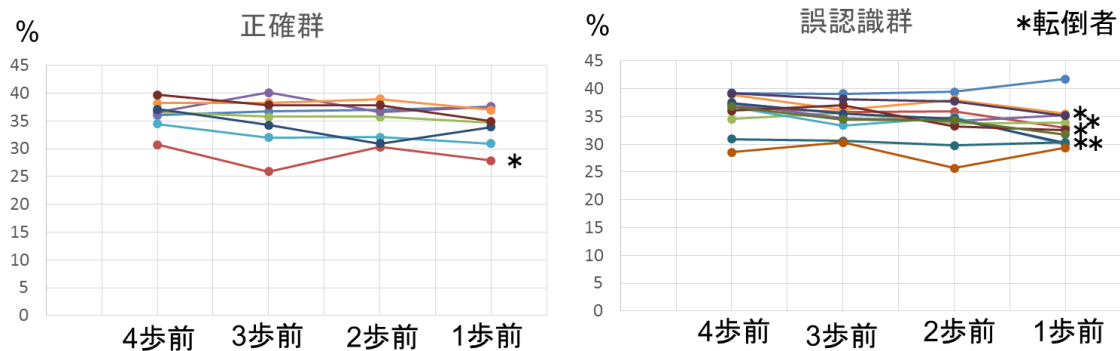


図 3-3 隙間幅 1.3 倍での全被検者の歩幅の比較

表 3-4 隙間幅 1.0 倍での歩幅の比較

(%)

	正確	誤認識	交互作用 (正確・誤認識)×(歩数間)	主効果 (正確・誤認識)	主効果 (歩数間)
4 歩前	34.7±3.9	35.6±3.3			
3 歩前	34.7±3.8	34.6±2.5	n.s.	n.s.	p=0.0194
2 歩前	33.1±4.3	33.1±4.0			
1 歩前	31.1±6.5	30.6±4.9			

a : 4 歩前 vs1 歩前

b : 3 歩前 vs1 歩前

n.s. : non-significant

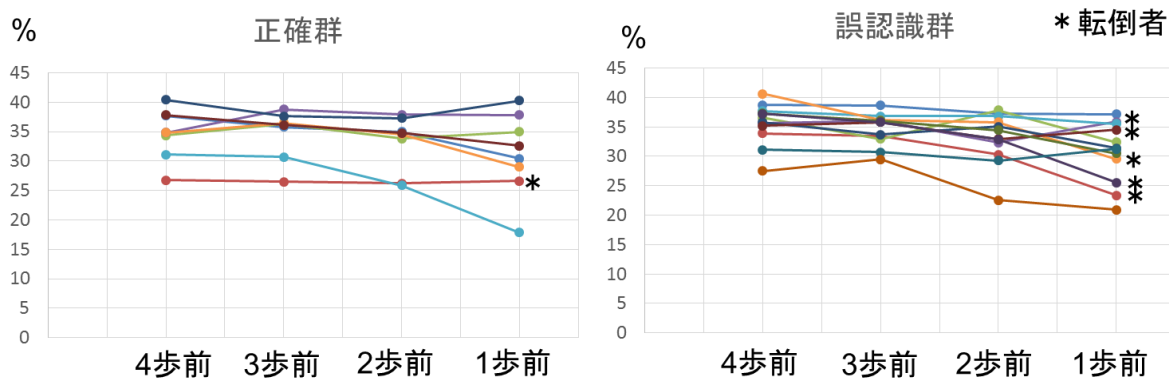


図 3-4 隙間幅 1.0 倍での全被検者の歩幅の比較

3-3-3 ステップ時間の比較

隙間幅 1.3 倍, 1.0 倍の隙間通過時のステップ時間の平均値と標準偏差を以下に示す (表 3-5, 3-6).

1.3 倍, 1.0 倍ともに交互作用, 主効果は認められなかった.

表 3-5 隙間幅 1.3 倍でのステップ時間の比較 (s)

	正確	誤認識	交互作用 (正確・誤認識)×(歩数間)	主効果 (正確・誤認識)	主効果 (歩数間)
4 歩前	0.5±0.04	0.5±0.03			
3 歩前	0.5±0.04	0.5±0.03			
2 歩前	0.4±0.02	0.5±0.05	n.s.	n.s.	n.s.
1 歩前	0.4±0.03	0.5±0.05			

n.s. : non-significant

表 3-6 隙間幅 1.0 倍でのステップ時間の比較 (s)

	正確	誤認識	交互作用 (正確・誤認識)×(歩数間)	主効果 (正確・誤認識)	主効果 (歩数間)
4 歩前	0.4±0.04	0.4±0.03			
3 歩前	0.4±0.03	0.5±0.03			
2 歩前	0.4±0.03	0.5±0.03	n.s.	n.s.	n.s.
1 歩前	0.5±0.04	0.5±0.07			

n.s. : non-significant

3-3-4 頭部胸郭骨盤回旋角度

以下に隙間幅 1.3 倍の隙間通過時の頭部，胸郭，骨盤回旋角度の平均値と標準偏差を以下に示す（表 3-7~9）。

1.3 倍では，交互作用，主効果は認められなかった。

高齢者の個別のデータをみると誤認識群はばらついており，転倒者は回旋が少ない傾向を示した(図 3-5 図 3-6 図 3-7)。

表 3-7 隙間幅 1.3 倍での頭部回旋角度の比較 (°)

	正確	誤認識	交互作用 (正確・誤認識)×(歩数間)	主効果 (正確・誤認識)	主効果 (歩数間)
3 歩前	2.9±1.9	2.2±0.7			
2 歩前	2.7±1.0	2.4±0.5	n.s.	n.s.	n.s.
1 歩前	2.8±1.0	3.8±3.5			

n.s. : non-significant

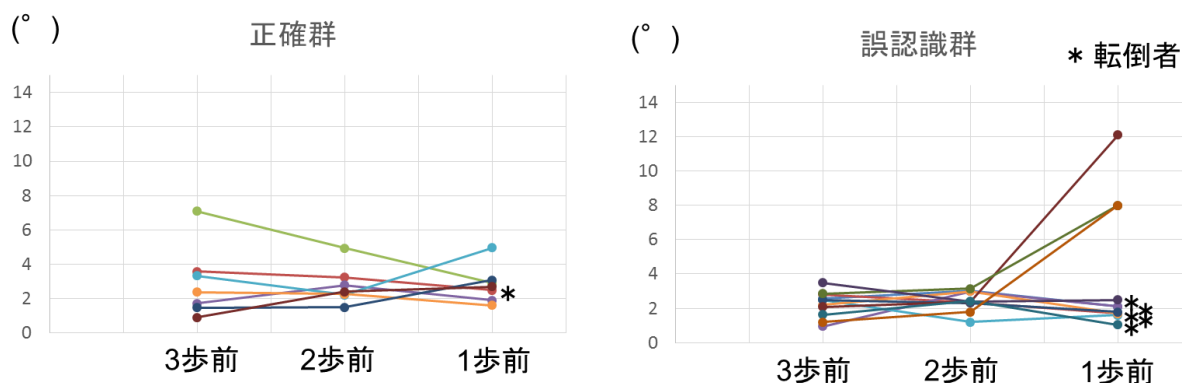


図 3-5 隙間幅 1.3 倍での頭部回旋角度の全被検者の比較

表 3-8 隙間幅 1.3 倍での胸郭回旋角度の比較

(°)

	正確	誤認識	交互作用 (正確・誤認識)×(歩数間)	主効果 (正確・誤認識)	主効果 (歩数間)
3 歩前	5.8±2.5	4.6±1.2			
2 歩前	5.4±2.1	6.2±3.3	n.s.	n.s.	n.s.
1 歩前	5.7±1.2	13.0±12.0			

n.s. : non-significant

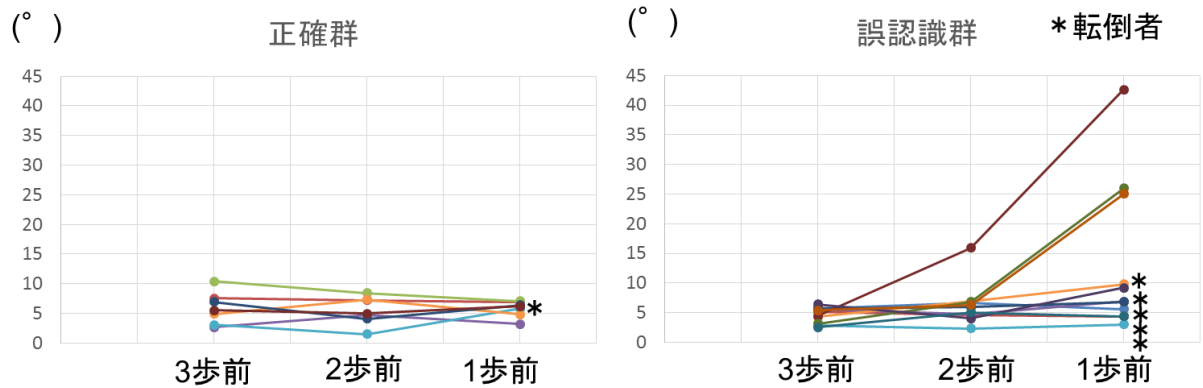


図 3-6 隙間幅 1.3 倍での胸郭回旋角度の全被検者の比較

表 3-9 隙間幅 1.3 倍での骨盤回旋角度の比較

(°)

	正確	誤認識	交互作用 (正確・誤認識)×(歩数間)	主効果 (正確・誤認識)	主効果 (歩数間)
3 歩前	8.6±2.4	11.0±4.3			
2 歩前	9.4±3.9	9.4±4.3	n.s.	n.s.	n.s.
1 歩前	11.6±3.6	14.9±11.7			

n.s. : non-significant

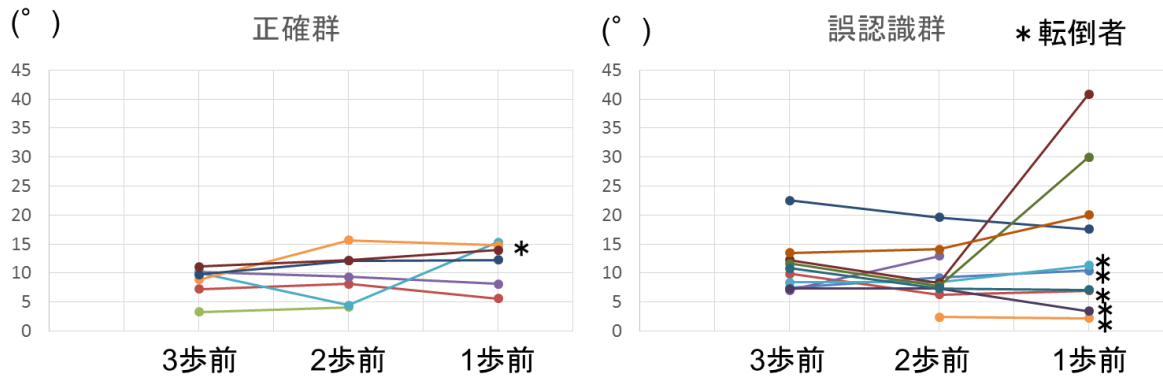


図 3-7 隙間幅 1.3 倍での骨盤回旋角度の全被検者の比較

1.0 倍での回旋角度

以下に隙間幅 1.0 倍の 3 歩前, 2 歩前, 1 歩前の頭部胸郭骨盤回旋角度の平均値±標準偏差を示す(表 3-10~12).

頭部回旋角度では交互作用は認められなかった. 歩数間で主効果($F=12.99$, $p<0.01$)が有意になった.

胸郭回旋角度では交互作用は認められなかった. 歩数間で主効果($F=20.49$, $p<0.01$)が有意になった.

骨盤回旋角度では交互作用は認められなかった. 群間で主効果($F=4.93$, $p<0.05$)が有意になった.

個別のデータから誤認識群の転倒者は大きく回旋している傾向を示した(図 3-8 図 3-9 図 3-10).

表 3-10 隙間幅 1.0 倍での頭部回旋角度の比較 (°)

	正確	誤認識	交互作用 (正確・誤認識)×(歩数間)	主効果 (正確・誤認識)	主効果 (歩数間)
3 歩前	2.3±0.9	1.8±0.4			
2 歩前	2.3±0.3	2.4±1.6	n.s.	n.s.	$p<0.0001$
1 歩前	3.7±1.7	5.9±2.7			c,d

c : 3 歩前 vs 2 歩前

d : 2 歩前 vs 1 歩前

n.s. : non-significant

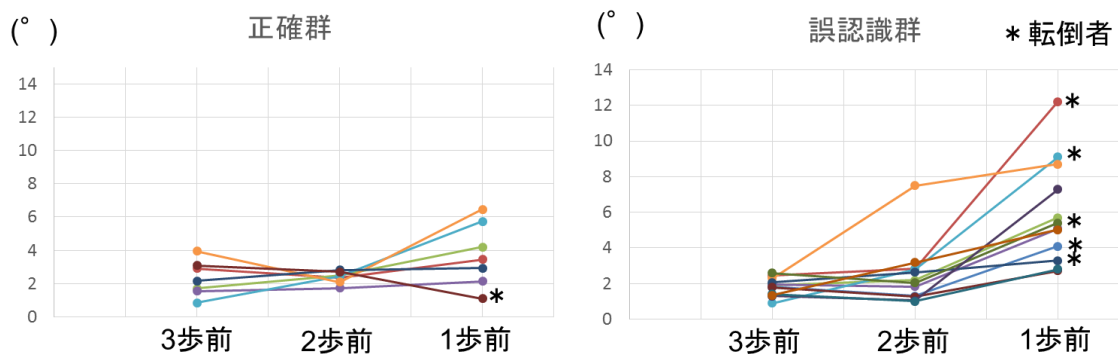


図 3-8 隙間幅 1.0 倍での頭部回旋角度の全被検者の比較

表 3-11 隙間幅 1.0 倍での胸郭回旋角度の比較

(°)

	正確	誤認識	交互作用 (正確・誤認識)×(歩数間)	主効果 (正確・誤認識)	主効果 (歩数間)
3 歩前	4.8±1.2	4.6±1.4			
2 歩前	5.5±1.3	4.5±2.1	n.s.	n.s.	p<0.0001
1 歩前	13.6±7.5	15.8±8.6			c,d

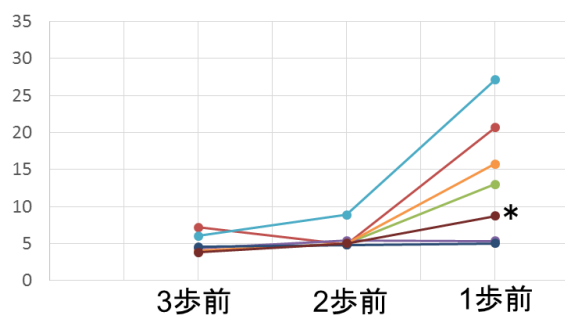
c : 3 歩前 vs2 歩前

d : 2 歩前 vs1 歩前

n.s. : non-significant

(°)

正確群



(°)

誤認識群

* 転倒者

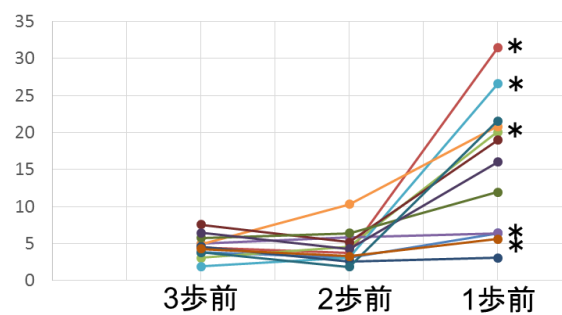


図 3-9 隙間幅 1.0 倍での胸郭回旋角度の全被検者の比較

表 3-12 隙間幅 1.0 倍での骨盤回旋角度の比較

(°)

	正確	誤認識	交互作用 (正確・誤認識)×(歩数間)	主効果 (正確・誤認識)	主効果 (歩数間)
3 歩前	9.4±2.9	10.1±5.0			
2 歩前	9.2±4.1	11.0±4.5	n.s.	p=0.0306	n.s.
1 歩前	8.6±3.3	16.6±9.2			

n.s. : non-significant

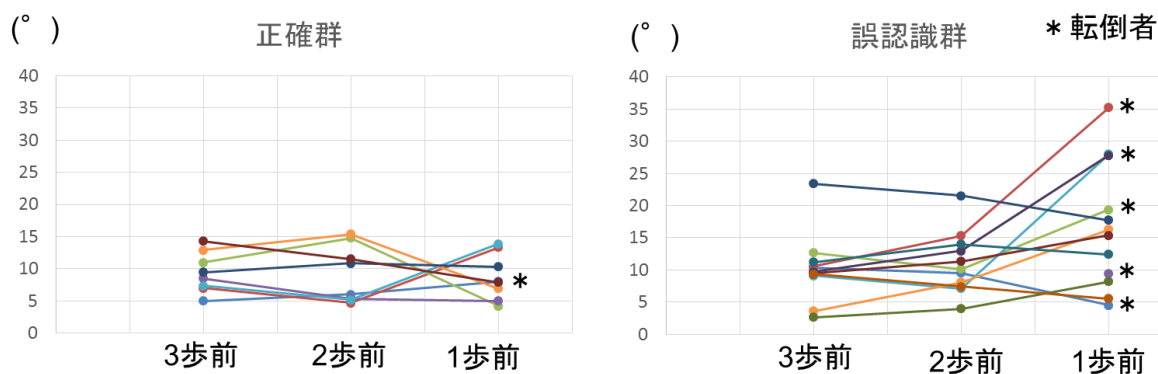


図 3-10 隙間幅 1.0 倍での骨盤回旋角度の全被検者の比較

3-3-5 障害物注視時間

以下に隙間幅 1.3 倍, 1.0 倍の障害物注視時間の平均値±標準偏差を示す(表 3-13).

1.0 倍, 1.3 倍ともに誤認識群は正確群に対し有意に長かった.

表 3-13 障害物注視時間の比較 (%)

	正確群	誤認識群	検定結果
1.0 倍	11.9±7.3	35.9±19.4	p=0.0396
1.3 倍	1.6±2.7	20.4±14.9	p=0.0029

3-4 考察

本研究の結果、身体能力認識は高齢者の約半数で誤認識をしており、身体機能に関わらず誤認識していた。若年者を対象にした先行研究では隙間通過できるかどうかの境界を判断させた場合、身体幅の約 1.3 倍よりも狭い幅で回旋するという報告があり、身体幅よりも余裕を持たせて回旋すると言われている¹⁹⁾。Hackney ら²¹⁾の報告では高齢者は若年者よりも歩行中の隙間通過判断が過小評価であると報告している。また転倒リスクの高い高齢者は自身の身体運動を過大評価または過小評価すると報告されており¹³⁾¹⁵⁾¹⁶⁾²⁴⁾、本研究の結果も 1.0 倍や 1.3 倍を通過する際の申告の際には、まわすと答えていたにも関わらず回旋しないで接触や上肢を内転している動きがみられた。これは身体幅に対して回旋するか否かを適切に評価できなかった結果であると考えられる。その結果、対応できずに接触したか直前で上肢を内転させて接触を回避していたと考える。本研究の結果では隙間通過判断において 1.0 倍～1.3 倍の間で誤認識する傾向が確認された。つまり隙間通過課題において 1.0 倍～1.3 倍は誤認識を検出しやすい幅にであることが明らかになった。

過大評価、過小評価に関しては、身体運動のパラメータにおいて交互作用は認められなかったために言及することはできない。しかし、視覚的に回旋すると判断したが、実際は回旋せずに隙間を通過することや、回旋しないと判断したが、実際は回旋する又は上肢を内転させて接触を回避するなどの動作がみられた。すなわち誤認識の中でも被検者によって様々な戦略をとっていたと言える。

運動学的パラメータ、視覚パラメータでは 1.0 倍での骨盤回旋角度と 1.0 倍、1.3 倍の障害物注視時間で群間の主効果が認められた。

歩幅では 1.0 倍で歩数間に主効果を認めた。第 2 章において身体機能別の比較では HR 群は LR 群に対し有意に低値を示していた。本章においては身体能力認識の正確群、誤認識群間での有意差は認められず、歩数間で主効果が有意になった。すなわち歩幅は身体能力認識の影響を受けないと考える。個別の歩幅の結果をみても 1.0 倍、1.3 倍ともに誤認識群で、よりばらついており 1 歩前で狭くなる被検者やほぼ一定で通過している被検者など様々であった。

転倒者に関しては歩幅は狭くなる傾向があると考えたが、歩幅が変わらない被検者もいたため言及はできない。しかし身体能力認識課題下では特に転倒者は変化する可能性があると考えられる。

ステップ時間は計算や認知課題などの心理的負荷をかけた場合には歩行速度が遅くなるといわれており³⁷⁾、仮説では回旋するかしないかの迷いが歩行速度に影響を及ぼす可能性は十分にあると考えステップ時間の結果に違いが出ると考えたが、第 2 章同様に有意差を認めなかった。すなわちステップ時間は身体能力認識の影響を受けないパラメータだといえる。

回旋角度に関しては、隙間幅 1.3 倍では有意差はなく、1.0 倍で群間に主効果が認められ誤認識群では骨盤回旋角度が有意に高値を示した。これは身体幅と同じ隙間ではいつから、

どのくらい回旋したら良いのか判断できず、通過直前の 1 歩前で正確群に比べて大きく回旋したと考える。個別データからも誤認識群は骨盤回旋角度のばらつきが多く、誤認識群の転倒者はより多く回旋する傾向があることが確認できた。これは身体機能の低下から、または転倒に対する恐怖心から、パーテーションに接触することを避けようと過剰に回旋して接触を回避したためと考える。頭部、胸郭回旋角度では群間に主効果は認めず歩数間に主効果を認めた。回旋角度の値も同程度であり、隙間幅 1.0 倍では頭部、胸郭の回旋角度は身体能力認識の影響を受けないが誤認識群のみ頭部、胸郭に加えてさらに骨盤を回旋させて通過していると言える。

障害物注視時間では、誤認識群で有意に高値を示した。序論で述べたように先行研究では高齢者は若年群に対し障害物注視時間は長いという報告がある^{22) 38)}。しかし身体能力認識による高齢者の障害物注視時間についての研究はない。本研究の結果、誤認識群は正確群に対し、障害物注視時間は有意に長くなることが示された。これは正確群では若年群同様に視覚情報をフィードフォワード的に使い、誤認識群はフィードバック的に使っていることが考えられる³⁹⁾。

本章では正確群と誤認識群で群間の差は骨盤回旋角度と障害物注視時間で認められた。他のパラメータで有意な差を認めなかった要因としては、正確群と誤認識群の身体機能に今回実施した機能評価では見つけられない筋力やバランス能力に差があったと考えると誤認識をしていても直前に対応できる被検者もいた可能性があり、歩幅やステップ時間、頭部や胸郭回旋角度に有意差がでなかったと考える。また隙間幅の条件を細かく区切り、その被検者ごとの **critical point** が明確になればより顕著に回旋するかしないかが分かれ、身体運動の変化も得られたのではないかと考える。被検者数が高齢者 20 名と少なく、サンプル数の少ないことも有意な差として表れなかった要因のひとつと考える。また計測環境の性質上、隙間通過中のマーカはパーテーションに被ってしまい赤外線カメラで撮影することが難しく正確に角度を算出することが困難であった。通過中の回旋角度にも影響がでる可能性があると考えられる。

本研究での結果、身体幅に近い隙間を通過する際に、誤認識群は頭部、胸郭に加えて骨盤を大きく回旋させて障害物を長い時間注視して通過していることが明らかになった。

第4章 結論

4-1 結論

本研究の目的は高齢者を対象に隙間通過する際に身体機能と身体能力認識が運動戦略に与える影響を、運動学的、視線行動学的に分析し、身体能力認識が運動戦略に及ぼす影響を検討することである。

身体能力認識を要する課題を与えたときの身体機能の異なる群では歩幅や回旋角度に差が出やすいが、特に HR 群ではデータのばらつきが大きくなることが明らかになった。また身体能力認識を誤認識する高齢者が LR 群 HR 群ともに存在し、このことは身体能力認識と身体機能は独立であることを意味している。誤認識する幅は身体幅に対し 1.0~1.3 倍で顕著に現れることが認められた。そして身体能力認識の正確群と誤認識群において、隙間通過時には骨盤回旋角度と障害物注視時間に違い出ることが明らかになり、誤認識群の転倒経験者はより顕著に違いが認められた。

以上のことから転倒予測の評価では身体機能だけではなく身体能力認識評価の必要性が示唆された。

4-2 本研究の限界と今後の課題

本研究では、身体能力誤認識が運動学的、視線行動学的に運動戦略に影響を及ぼすことは明らかになった。また、追跡調査を実施していないために、身体能力認識の結果が転倒に関係するのかわかりません。今後は被検者を増やすとともに縦断的に計測を行い、各パラメータの普遍性を示すことが重要であると考えます。

実験の条件設定の再考も重要であると考えます。隙間幅の条件を細かくし、その被検者ごとの **critical point** が明確になれば、身体運動の変化も得られたのではないかと考えます。機能評価においても転倒リスクだけではなく、運動器不安定症やロコモティブシンドロームなど社会的に注目されている指標に対する評価も行うと、より地域に還元できるデータになると考えます。

近年運動支援だけでなく視線に対する介入が増えてきている。石垣は⁴⁰⁾、こうした方法のひとつであるスポーツビジョントレーニングは測定、評価、矯正、強化の4つの側面から身体運動に寄与しようとするものであると述べている。スポーツのみならず、日常生活において転倒リスクの高い高齢者の歩行中の視線変容トレーニングが、転倒リスクを低下させる可能性も示唆されている⁴¹⁾。

本研究では、訓練効果は調べていないため、高齢者に対するビジョントレーニングについては今後検討を重ねていく必要がある。しかし、本研究において視線行動が運動戦略に影響を及ぼすことは明らかであり高齢者に対するビジョントレーニングについては検討する意義はあると考えます。

謝辞

本研究を遂行し学位論文をまとめるにあたり、多くのご指導を賜りました国際医療福祉大学大学院保健医療学専攻福祉支援工学分野教授・山本澄子先生に深く感謝申し上げます。修士課程から5年間山本先生の下で研究手法やデータの解析方法、論文の書き方、研究者として必要な資質など様々なことを学ばせていただきました。

帝京平成大学ヒューマンケア学部柔道整復学科准教授・原口力也先生には被検者募集にご協力していただきました。帝京平成大学健康メディカル学部准教授・景山剛先生には計測施設を使用できるように様々な工面をしていただき、夜遅くまで残って計測にご協力いただいたので、事故なく高齢者の計測を行うことができました。

帝京大学医学部附属病院リハビリテーション科教授・緒方直史先生には、お忙しい中、研究計画やデータ解析についてご助言をいただきました。

山本ゼミの院生や修了生の方からもたくさんのご助言、ご指摘をいただき本研究を進めていくことができました。

最後に、働きながらの大学院生活に深い理解を示し、いつも笑顔であたたかい励ましを送ってくれた家族に心から感謝します。

引用文献

1. 総務省ホームページ. 高齢者の人口.<http://www.stat.go.jp/data/topics/topi721.htm>. 2016.10.1.
2. 厚生労働省ホームページ. 平成 24 年度国民医療費の概況.
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-iryohi/12/dl/kekka.pdf> /2016.10.1
3. 安村誠司. 地域における転倒・骨折等に関する疫学的研究. (財) 東京都老人総合研究所. 長期プロジェクト研究報告書「中年からの老化予防総合的長期追跡研究」中年からの老化予防に関する医学的研究 -サクセスフル・エイジングをめざして-. 2000; 192-198
4. 小川純人. 高齢者の転倒予防ガイドライン. 第 1 版. 地域在住高齢者における介護予防指標, 転倒リスクの縦断的变化と関連性. 東京: メジカルビュー社, 2012; 1: 137-139
5. 池添冬芽. 高齢者の体力づくり. 京都大学医学部保健学科紀要. 健康科学. 2004; 1: 39-45
6. 金 俊東, 久野譜也, 相馬りか. 加齢による下肢筋量の低下が歩行能力に及ぼす影響. 体力科学.2000; 49(5): 589-596
7. 福永哲夫. 中高年者の筋量と筋力. 体育の科学.2000; 50(11): 864-870
8. 泉キヨ子. 重心動揺ならびに歩行分析による高齢者における転倒予測因子に関する研究. 金沢大学十全医学会雑誌.1996; 105(5): 603-616
9. 形本静夫, 青木純一郎, 石原啓次. 柔軟性が高齢者における歩行の経済性に及ぼす影響. 体育科学 2000; 29: 83-90
10. 山田実, 原田真. 地域在住の特定高齢者における複数課題条件下での障害物回避能力—転倒経験高齢者と非転倒経験高齢者との比較. 保健師ジャーナル. 2009;65(11):960-963
11. 中野渉, 大橋ゆかり. 障害物を跨ぐための歩幅調節における年齢と歩行速度の影響について. 理学療法学 2010; 37 (3) 153-159
12. Yamada M, Aoyama T, Arai H, et al. Dual-task walk is a reliable predictor of falls in robust elderly adults. J Am Geriatr Soc. 2011; 59: 163-4
13. 山下裕之, 柚木脩, 藤野雅広. 高齢者人工関節置換術後長期例の自覚的な身体運動能力認識と転倒について. 川崎医療福祉学会誌 2013; 22(2): 194 - 198
14. Robinovitch SN CT. Perception of postural limits in elderly nursing home and day care participants. J. Gerontol A Biol Sci Med Sci.1999; 54(3) : 124-130
15. 鈴木宏幸, 桜井良太, 藤原佳典. 高齢者の自己認識能力低下は心身機能低下・転倒発生

- を予測するか. 第 26 回健康医科学研究助成論文集. 2011 ; 49-57
16. Beauchet O ACeA. Imagined timed up & go test: a new tool to assess higher-level gait and balance disorders in older adults? J Neurol Sci. 2011 ; 294(2): 102-106
 17. 杉原敏道・郷貴大・三島誠一. 高齢者の身体能力認識と転倒について. 理学療法科学 2005 ; 20 (1) : 13-16
 18. Kate Wilmut AL. Locomotor behaviour of children while navigating through apertures. Exp Brain Res 2011 ; 210 : 185-194
 19. Amy L. Hackney MEC. Action strategies of older adults walking through apertures. Gait & Posture. 2011 ; 33 : 733-736
 20. David Comalli JFAC&KA. Ledge and wedge: younger and older adults' perception of action possibilities Exp Brain Res . 2013 ; 228:183-192
 21. Amy L. Hackney MEC. Older adults are guided by their dynamic perceptions during aperture crossing. Gait Posture. 2013 ; 37 : 93-97
 22. 知花弘吉, 亀谷義浩, 竹嶋祥夫. 交差点付近における高齢者と健常者の注視特性 日本建築学会計画系論文集. 2008 ; 73(624). 319-324
 23. 桂敏樹, 三浦範大, 高橋康朗. 階段下降時における転倒高齢者の視覚による情報探索の特性 -アイマークレコーダを用いた転倒高齢者, 非転倒高齢者, 中年者, 若年者の定性分析- (研究活動報告 2): 京都大学医学部保健学科紀要. 健康科学. 2005 ; 2: 67-71
 24. 中村凌, 三栖翔吾, 上田雄也・他. 要介護高齢者における Functional Reach の認識誤差と手段的日常生活活動との関係 理学療法科学 . 2014 ; 29 (6) : 1011-1015
 25. Sinoff G OL. The Barthel activities of daily living index: self-reporting versus actual performance in the old-old (> or = 75 years). 1997 ; 45(7):832-6
 26. 安岡晶子. 周辺視野における両眼性奥行き知覚. 甲南女子大学大学院論集第 6 号. 2008.
 27. 大野健彦. 視線から何がわかるか 視線測定に基づく高次認知処理の解明. 日本認知科学会. 認知科学. 2002 ; 9(4) : 565-576
 28. 柳川和優. 高齢者の歩行動作特性. 広島経済大学研究双書. 2008 ; 30 : 5
 29. MJ Gibson. Improving the health of older people.: Oxford Univ Press.England; 1990 ; 296-315
 30. インターリハ株式会社ホームページ. <http://www.irc-web.co.jp/dikablis/>.2015.5.20
 31. 知花弘吉. 交差点付近における車イス利用者と健常者の注視特性. 日本建築学会計画系論文集. 1998 ; 510 : 155-160
 32. Patla AE. GM. Any way you look at it, successful obstacle negotiation needs visually guided on-line foot placement regulation during the approach phase.

- Neurosci Lett.. 2006 ; 397:110-114
33. Marigold DS. Role of peripheral visual cues in online visual guidance of locomotion. *Exerc Sport Sci Rev.*2008 ; 36: 145-151
 34. 濱出広大, 中本浩揮, 幾留沙智, 森司朗. 視線行動を変容させるトレーニングがハードル走の歩幅の変動性に及ぼす効果. *スポーツパフォーマンス研究.* 2013 ; 5 : 261 -271
 35. Hollands GJC・MA. Age-related differences in visual sampling requirements during adaptive locomotion *Exp Brain Res* 2010 ;201:467-478
 36. 高井逸史, 井上健太郎, 高井由起子. 地域在住要介護高齢者の認識誤差と身体・精神・認知機能の比較. *生活科学研究誌.* 2011 ; 10 : 105-111
 37. 山田ともみ, 染矢富士子. 転倒経験者と未経験者における身体機能及び二重課題遂行パフォーマンスの差異: 金沢大学つるま保健学会誌 *.Journal of the Tsuruma Health Science Society Kanazawa University.*, 2009 ; 33(1): 49-56
 38. Zietz D,Hollands. Gaze behavior of young and adults during stair walking. *J Mot Behav.*2009;41:357-366
 39. 樋口貴広, 森岡周. 身体運動学 知覚・認知からのメッセージ. 三輪書店 : 2011 ; 93-106
 40. 石垣尚男. スポーツビジョントレーニング効果 愛知工業大学研究報告. 2002 ; 37
 41. Young WR HM. Can telling older adults where to look reduce falls? Evidence for a causal link between inappropriate visual sampling and suboptimal stepping performance. *Exp Brain Res.* 2010 ; 204:103-113