

成人視覚障害者の身体活動量評価 ーロービジョンと盲での比較ー

Assessment of Physical Activity in Adults with Visual Impairments: A Comparison between Low Vision and Blindness

辰田和佳子（日本大学 スポーツ科学部）

稲山 貴代（長野県立大学 健康発達学部）

Wakako TATSUTA (College of Sports Sciences, Nihon University)

Takayo INAYAMA (Department of Food and Health Sciences, Faculty of Health and Human Development, The University of NAGANO)

要旨：

目的：成人視覚障害者の身体活動促進のためのアプローチ法を検討するため、日常的な身体活動量について性およびロービジョン・盲区分別に評価すること。

方法：日本視覚障害者連合に所属する65歳未満の者114名（男性74名・女性40名）の身体活動量を解析した。身体活動量評価は、妥当性が検証された3軸加速度計を用い、歩数、中高強度の身体活動（MVPA）時間を性、ロービジョン・盲群に分け比較した。

結果：男性では、ロービジョン群は盲群に比較し、MVPA時間が有意に多かったが、歩数に差はなかった。女性では、ロービジョン群は盲群に比較し、歩数、MVPA時間とも有意に多かった。

考察：本研究におけるロービジョン群の平均歩数は、全国調査と同程度であり、アクティブガイドのキーワードである+10により、健康日本21（第2次）の目標値に到達する可能性がある。一方、盲群の歩数は、特に女性では、全国調査との差が大きく、段階的な目標設定が重要と考えられる。

キーワード：視覚障害者、身体活動量、MVPA、健康づくり

Abstract

Purpose: To evaluate the amount of daily physical activity by sex and low vision/blind category in order to examine approaches to promote physical activity in adults with visual impairments.

Method: We analyzed the physical activity of 114 persons (74 males and 40 females) under 65 years of age who belong to the Japan Federation of the Visually Impaired. For the evaluation of physical activity, we used a validated triaxial accelerometer, and compared the number of steps and the duration of moderate-to-vigorous physical activities (MVPA) time by sex and low vision/blindness groups.

Result: In men, the low vision group had significantly more MVPA time than the blind group, but

there was no difference in the number of steps. In women, the low vision group had significantly more steps and MVPA time than the blind group. Discussion: The average number of steps noted in the low vision group in this study is comparable to that in the national survey, it was suggested that there is a possibility of achieving the target values of Health Japan 21 (the second term) by +10 of the Active Guide. Nevertheless, the number of steps noted in the blind group, particularly among female participants, significantly differed from that in the national survey, thereby highlighting the importance of setting gradual goals.

Key Words: people with visual impairments, physical activity, MVPA, health promotion

1. 目的

視覚障害者は、視覚障害がない者に比較し身体活動量 (physical activity : PA) が少ないことが明らかになっている (Marmeleira et al., 2014; da Silva et al., 2018)。視覚障害のある子どもと若年成人を対象としたメタアナリシスの結果から、低強度の活動量は変わらないものの、正常な視力を持つ人に比べて中高強度の身体活動 (moderate-to-vigorous physical activity : MVPA) 時間が短いことが報告されている (Jung et al., 2018)。

MVPA は、身体活動の中でも生活習慣病のリスク低下との関連が示され (Chen et al., 2020; Gilchrist et al., 2020)、WHO では、週 150 分以上の確保を推奨している。我が国では、健康づくりのための身体活動基準 2013 において、18～64 歳では 60 分 / 日の MVPA が推奨されている。

視覚障害のある者は、高いレベルの PA を維持するために必要なバランス感覚が低下し、転倒の恐れが高まり、歩行速度が低下することが報告されている (da Silva et al., 2018; Klein et al., 1998)。また、歩行行動は視覚からの情報が大きく影響する可能性が高い (柳原, 2010) ことや、視覚経験が空間認知に重要である (Herman et al., 1983; Dodds et al., 1982) ことが示されている。これらの背景を踏まえると、視覚障害がない者に比較し、視覚障害者では PA が低いだけでなく、ロービジョンの者よりも盲の者で身体活動がしにくい可能性が考えられる。実際

に、アメリカ人若年者を対象とした先行研究では、軽度～中程度の視覚障害がある者に比較し重度の視覚障害がある者では、身体活動レベルが低い (Haegele et al., 2019) と報告されている。その一方で、ロービジョンと盲の少年および青年で身体活動レベルに差がみられなかったこと (Aslan et al., 2012)、視覚障害児の運動スキルは、中程度と重度の視覚障害間で有意差がなかったこと (Houwen et al., 2007) が報告されており、視覚の障害程度と PA については、集団属性によって、異なる可能性がある。

健康づくりのための効果的な PA 促進プログラムを計画するためには、対象者の実態を把握したうえで、目標や方法を検討する必要がある。しかし、日本人視覚障害者の客観的な測定による PA のデータはほとんどなく、視覚の障害程度により差があるかどうかについても不明である。ロービジョンの者と盲の者では、身体活動状況が異なるのであれば、それぞれの集団に合わせた身体活動量の目標達成のための段階的な身体活動促進プログラムが必要となる。現状を把握し、違いがわかれば、障害者スポーツセンターの指導員やリハビリテーション専門職が運動教室を企画する際、各集団に合わせた実現可能な PA の到達目標やプログラム内容を検討することが可能になる。

本論文の目的は、成人視覚障害者の身体活動促進のためのアプローチ法を検討するために日常的な PA について性およびロービジョン・盲の区分別に評価することである。

2. 方法

2.1. 対象者

対象者は、日本視覚障害者連合 (Japan Federation of the Visually Impaired : JFVI) に所属する 65 歳未満の成人視覚障害者 122 名 (男性 80 名・女性 42 名) である。

2.2. 手続き

手順は以下の通りである。まず、研究者は、書面と口頭で研究の意義と方法を説明したうえで、JFVI の同意と協力を得た。その後、JFVI は日本国内の 61 の会員団体に説明書と応募用紙を郵送し、各団体に 4 名の参加者を募るよう依頼した。各会員団体は、会員に直接または電子メールで本研究を説明し、参加を希望する会員から連絡先を開示する許可を得た。

研究者は、JFVI が作成したリストを受け取った後、リストに載っている方に電子メールまたは電話で調査概要を知らせ、加速度計を参加者に郵送した。その後、個別に電話で調査の説明を行った。同意は、参加者から口頭で同意の意思を確認したのち、許可を得て、名前と同意の意思の音声情報を録音により得た。同意を得た後、研究者は 3 軸加速度センサーの装着方法と装着時間帯を説明した。本研究は、ヘルシンキ宣言および日本の「人を対象とする医学・健康科学研究のための倫理指針」に準拠して行われた。研究プロトコルは、日本大学スポーツ科学部の倫理審査委員会で承認された (2017-03)。

2.3. 調査項目および方法

2.3.1. 属性と身体的特徴: 性別、年齢、ロービジョン・盲の情報は、JFVI が管理している記録から入手した。障害の発生時期 (先天, 中途)、居住形態、雇用形態、身長、体重については、電話インタビューで調査した。自己申告の身長と体重から、BMI (体重 [kg]/身長 [m]²) を算出した。

2.3.2. 身体活動量: PA は、感度 3mG、範囲 ± 6G の 3 軸加速度計を内蔵した妥当性検証済み (Ohkawara et al., 2011) の 3 軸加速度計 (Active style PRO HJA-750C, オムロンヘルスケア株式会社, 京都) を用いてモニターし、エポック長は 10 秒、合成加速度は 10 秒の絶対値

の平均値を用いた。なお、本加速度計は、得られた加速度値から合成加速度を算出する際に重力加速度成分を取り除くフィルタリングをしているが、そのフィルタリング前後の比から、歩行・走行活動 (歩行活動) とそれ以外の生活活動 (生活活動) の判別をしている (Oshima et al., 2010)。加速度計は腰に装着し、装着期間は、2019 年 9 月から 11 月までの休日を含む 7 日間とした。休日は仕事がない日、または週末とした。参加者は、装着できない場合 (水泳, 着替え, 入浴時など) と睡眠時を除き、継続的に装着した。

データは、平日 3 日以上、休日 1 日以上で、1 日あたり 600 分以上装着されていた (未装着 120 分未満) 場合にのみ分析した (Healy et al., 2011)。

本研究では、10 秒ごとに評価した MET (metabolic equivalents) 時間から、低強度活動 (low physical activity : LPA, METs 1.5 ~ <3.0) と MVPA (METs \geq 3.0) の活動強度ごとの活動時間を採用した。MVPA は、歩行とそれ以外の生活活動に分類された。

2.4. 統計処理

本研究参加に同意した 122 名 (男性 80 名・女性 42 名) のうち、1 日 10 時間未満の装着者、休日を含む 4 日以上データがない者 8 名を除いた 114 名 (男性 74 名・女性 40 名) を解析した。自己申告によりロービジョン群 41 名と盲群 73 名に層別化し、属性および身体的特性を比較した。解析は、 χ^2 検定もしくは Fisher の直接法を用いた。PA は、性ごとにロービジョン群、盲群で層別化し比較した。群間の比較は *t* 検定を用いた。歩数目標、MVPA 推奨時間達成者の割合は、Fisher の直接法を用い群間で比較した。

統計解析は、IBM SPSS Statistics 21 (日本アイ・ビー・エム株式会社, 東京, 日本) を用いて行い、有意水準は両側検定で 5% 未満とした。

3. 結果

参加者の属性と身体的特徴を表 1 に示す。就業者は、ロービジョン群では 83%、盲群では 82% であった ($p=1.000$)。体格指数は、ロービジョン群では、BMI > 18.5 が 22%、BMI 25- < 30 が 51%、BMI \geq 30 が 27% であった。盲

表1 対象者の属性および身体的特性

		ロービジョン群(n=41) ¹		盲群(n=73) ¹		差* p
		n	%	n	%	
性	男性	28	(68)	46	(63)	0.683
	女性	13	(32)	27	(37)	
障害時期 ²	先天	25	(61)	34	(47)	0.173
	中途	16	(39)	39	(53)	
就業	あり	34	(83)	60	(82)	1.000
	なし	7	(17)	13	(18)	
居住形態	独居	7	(17)	20	(27)	0.256
	同居	34	(83)	53	(73)	
BMI区分	18.5未満	9	(22)	6	(8)	0.110
	18.5以上25未満	21	(51)	42	(58)	
	25以上	11	(27)	25	(34)	
主観的健康感	とてもよい	16	(40)	21	(30)	0.157
	よい	24	(60)	45	(63)	
	あまりよくない	0	(0)	5	(7)	

¹自己申告によりロービジョン群、盲群に分類した。

²自己申告により先天、中途に分類した。

*群間の差は、 χ^2 検定もしくはFisherの直接法を用いた。

群では、BMI > 18.5 が 8%、BMI25- < 30 が 58%、BMI \geq 30 が 34%であった (χ^2 4.409, 自由度 2, $p=1.000$)。主観的健康感は、ロービジョン群では 100%、盲群では 93%がとてもよい、よいと回答した (χ^2 3.698, 自由度 2, $p=0.157$)。すべての項目において、群間に有意差はみられなかった。

LPA および MVPA 時間を表 2 に示した。男性では、平均歩数は、ロービジョン群 7,809 歩、盲群 6,302 歩と有意差はみられなかった (t -1.562, 自由度 72, $p=0.123$)。男性の LPA 時間はロービジョン群 291 分、盲群 262 分と有意差はみられなかったが (t -1.587, 自由度 72, $p=0.117$)、MVPA 時間はロービジョン群が 60 分であり、盲群の 44 分に比較し有意に多かった (t -2.238, 自由度 72, $p=0.028$)。MVPA 時間のうち歩行時間は群間に有意差がみられなかったが (t -1.375, 自由度 72, $p=0.173$)、生活活動時間はロービジョン群が有意に多かった (t -3.472, 自由度 72, $p=0.001$)。女性では、平均歩数はロービジョン群が 7,438 歩と盲群 4,776 歩に比較し有意に多かった (t -3.010, 自由度 38, $p=0.005$)。LPA 時間に有意差はみ

られなかったものの (t -0.148, 自由度 38, $p=0.884$)、MVPA 時間 (t -4.813, 自由度 38, $p<0.001$)、そのうち歩行時間 (t -3.254, 自由度 38, $p=0.002$)、生活活動時間 (t -4.153, 自由度 38, $p<0.001$) は、それぞれ、ロービジョン群 65 分、41 分、25 分、盲群 32 分、20 分、13 分、であり、すべてロービジョン群が有意に多かった。

歩数の目標値および MVPA の推奨時間を達成している者の人数 (割合) を表 3 に示した。歩数目標値、MVPA 推奨時間達成者の割合は、男性では群間で有意差はみられなかったが ($p=0.164$, $p=0.121$)、女性はロービジョン群が盲群に比較し有意に多かった ($p=0.131$, $p<0.001$)。

4. 考察

本研究の対象者の PA は、男性では MVPA 時間、女性では歩数、MVPA 時間ともロービジョン群は、盲群に比較し多かった。これは、Haeegele et al. (2019) の研究と同様であり、特に盲群の MVPA 時間の確保が課題であることが示された。本研究は、客観的なデータに基づき、今後、特

表2 性およびロービジョン・盲群別にみた身体活動量

	男性			女性		
	ロービジョン群 n=28	盲群 n=46	差* p	ロービジョン群 n=13	盲群 n=27	差* p
	平均 (SD)	平均 (SD)		平均 (SD)	平均 (SD)	
歩数 (歩/日)	7809 (3360)	6302 (4377)	0.123	7438 (3322)	4776 (2222)	0.005
LPA ¹ (分/日)	290.5 (80.0)	261.7 (72.8)	0.117	341.6 (100.0)	336.9 (90.0)	0.884
MVPA ¹ (分/日)	60.3 (28.4)	44.4 (30.4)	0.028	65.2 (25.1)	32.2 (17.6)	<0.001
歩行活動 ² (分/日)	44.0 (21.5)	35.4 (28.4)	0.173	40.6 (24.8)	19.7 (15.7)	0.002
生活活動 ² (分/日)	16.3 (11.2)	8.9 (7.0)	0.001	24.5 (9.5)	12.5 (8.1)	<0.001

¹LPAとは低強度(1.5~2.9METs)、MVPAは中高強度(3METs以上)の身体活動である。

²歩行活動とは歩行(通常, ゆっくり, 速歩)やジョギング、生活活動とは家事などの歩行以外の活動を指す。

* 群間の差は、t検定を用いた。

表3 性およびロービジョン・盲群別にみた歩数目標およびMVPA推奨量達成者の割合

	男性			女性		
	ロービジョン群 n=28	盲群 n=46	差* p	ロービジョン群 n=13	盲群 n=27	差* p
	人数 (割合%)	人数 (割合%)		人数 (割合%)	人数 (割合%)	
歩数 ¹	9 (32)	8 (17)	0.164	4 (31)	1 (4)	0.031
MVPA ² (分/日)	12 (43)	11 (24)	0.121	8 (62)	1 (4)	<0.001

¹歩数は健康日本21(第二次)の当面の目標値である64歳以下男性9,000歩、女性8,500歩を達成している者とした。

²MVPAはアクティブガイドに合わせ男女とも60分以上を達成している者とした。

* 群間の差は、 χ^2 検定を用いた。

に盲群に焦点を当てPA促進の取り組みが必要である可能性を明らかにした。

本研究に参加したロービジョン群の平均歩数は、令和元年国民健康・栄養調査の平均値、男性7,864歩、女性6,685歩と男女ともに同程度の結果であった。「健康日本21(第二次)」中間報告書(厚生科学審議会地域保険健康推進栄養部会, 2018)では、平成34年(令和4年)までの日常生活の歩数の目標として、20~64歳男性9,000歩、女性8,500歩を掲げている。目標までにおおよそ1,000歩が必要だが、これは健康づくりのための身体活動指針(アクティブ

ガイド)のキーワードである+10(今よりプラス10分、歩数では約1,000歩多く毎日体を動かす)に相応している。

ロービジョン群のMVPA時間の平均は、男女ともアクティブガイドに示された60分に達していた。また、MVPA30分を確保する者は、男性で72%、女性で92%であった。ポルトガルの成人男女を対象とした研究(Marmeleira et al., 2014)では、MVPA時間が25分であり、ブラジルの成人男女を対象とした研究(Barbosa Porcellis da Silva et al., 2018)では、MVPA30分を達成している人の割合が60%であったこと

が報告されている。これら海外の先行研究に比較しても、本研究に参加したロービジョン群のMVPA時間は多い。本研究のロービジョン群においては、アクティブガイドのキーワードである+10により、「健康日本21（第二次）」中間報告書（厚生科学審議会地域保険健康推進栄養部会，2018）の歩数目標に到達することは難しいだろう。

盲群では、歩数は令和元年国民健康・栄養調査報告書（厚生労働省，2019）の平均値や本研究ロービジョン群の平均値に比較し、男性では、約1,500歩、女性では、約2,000歩少なかった。また、LPA時間には有意差はみられなかったもののMVPA時間は、男性ではロービジョン群の2/3、女性ではロービジョン群の約半分であった。そのため、「健康日本21（第二次）」中間報告書（厚生科学審議会地域保険健康推進栄養部会，2018）の目標やアクティブガイドの推奨達成には、努力を要する。本研究に参加した盲群は、国民健康・栄養調査やロービジョンの者と比較しても、やせや肥満者が多い集団ではなく、93%の者が良好な主観的健康感をもっている。そのような健康状態に特段問題がない集団においても、PA、主にMVPA時間の確保が課題であることが示された。歩行行動は視覚からの情報が大きく影響する可能性が高い（柳原，2010）。男性においては、盲はロービジョンと比較し歩数に差がないものの、MVPA時間は有意に少ないことは、この視覚情報に影響されることが考えられるが、本研究では、不明である。

目標が現在の実態から離れていると、達成は難しくモチベーションは維持されにくい。盲群においては、例えば健康教育で用いられる代表的な技法であるスモールステップを用い、細分化された一つずつの目標（ステップ）を確実に達成し、自己効力感を高めながら最終的な目標へ段階を経て近付くことができるような支援が必要であろう。

日本人成人を対象とした研究（岡ら，2011）では、施設や周囲の安全性といった近隣的环境要因は、運動のセルフ・エフィカシーやソーシャルサポート、運動への負担を介し、身体活動に間接的に影響を与えることを報告してい

る。本研究の対象者についても、主に歩行によるMVPA時間を増やすことは、安心安全な場所の確保や、ガイド等支援者の存在といった環境要因が課題となることが考えられる。盲群では、男女ともロービジョン群に比較し、MVPA時間のなかでも生活活動によるものが少ないが、生活活動は家事や日常動作を含む。歩行活動が困難な場合でも、例えば安心して移動可能な自宅における日常生活の工夫や、室内での運動器具の活用、エクササイズなどが活用できるであろう。

ロービジョン群は盲群よりも良好なPAであることを示したが、これは、平均値での比較である。本研究参加者は、女性のロービジョン群のMVPA時間以外は、ロービジョン群、盲群とも半数以上の者が歩数目標値、MVPA60分を満たしていない。今後、達成していない者への働きかけをするとともに、PAを確保できている者ではどのようなPA促進要因があるのか、PAを確保できない者では、どのような阻害要因があるのかについても検討することが必要である。

本研究にはいくつかの限界がある。第一に、参加者は無作為に選ばれたものではなく、ボランティア参加者で構成されており、社会参加に積極的で、日常的に積極的に運動実施している者や健康づくりに興味がある者に偏っていた可能性がある。そのため、本研究の結果を一般化することはできない。第二に、PAは居住地域に影響されることが報告されている（Amagasa et al., 2019）。我々の参加者は日本全国の都道府県に居住していたが、都市部に住んでいるのか山間部に住んでいるのかなどの地理的環境は不明であった。第三に、本研究では勤務の内容や通勤での移動時間など身体活動に関する可能性がある項目の詳細が把握できていない。第四に、水泳や入浴の際に活動量計を外していたため、PAが過小評価されている可能性がある。

本研究では、これらの限界にもかかわらず、わが国の視覚障害者について客観的データから、ロービジョン群、盲群のPA量を明らかにし、特に盲群への身体活動促進に焦点をあてることが重要であることを示した。健康リスクが高いとされる（Steinman et al., 2011）視覚障害者では、

生活習慣病予防のためにも、今後、特に盲群のPA促進に向け、室内でも実施可能な安全性の高いプログラム作りが必要になる可能性があり、家事やゲーム等具体的手段についても検討する必要がある。

謝辞

本研究にご協力いただいた参加者の皆様に感謝いたします。また、JFVIのスタッフの方々のご協力にも感謝いたします。

文献

- 1) Amagasa, S., Inoue, S., Fukushima, N., Kikuchi, H., Nakaya, T., Hanibuchi, T., Sallis, F.J., & Owen, N. (2019) Associations of neighborhood walkability with intensity- and bout-specific physical activity and sedentary behaviour of older adults in Japan. *Geriatrics & Gerontology International*, 19(9), 861-867.
- 2) Aslan, U.B., Calik, B.B., Kitiş, A. (2012) The effect of gender and level of vision on the physical activity level of children and adolescents with visual impairment. *Research in Developmental Disabilities*, 33(6), 1799-804.
- 3) Chen, S., Chen, T., Kishimoto, H., Yatsugi, H., & Kumagai, S. (2020) Associations of objectively measured patterns of sedentary behavior and physical activity with frailty status screened by the frail scale in Japanese community-dwelling older adults. *Journal of Sports Science and Medicine*, 19(1), 166-174.
- 4) Dodds, A. G., Howarth, C. I., Carter, D.C. (1982) The Mental Maps of the Blind: The Role of Previous Visual Experience. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 76, 5-12.
- 5) Gilchrist, S.C., Howard, V.J., Akinyemiju, T., Judd, S. E., Cushman, M., Hooker, S.P., & Diaz, K.M. (2020) Association of Sedentary Behavior With Cancer Mortality in Middle-aged and Older US Adults. *JAMA Oncol*, 6(8), 1210-1217.
- 6) Haegele, J.A., Garcia, J.M., Healy, S. (2019) The association between neighborhood factors and physical activity and screen-time among youth with visual impairments. *Disability and Health Journal*, 12(3), 509-513.
- 7) Healy G.N., Matthews C.E., Dunstan D.W., Winkler E.A.H., Owen N. (2011) Sedentary Time and Cardio-Metabolic Biomarkers in US Adults: NHANES 2003-06. *Eur. Heart J.* 32, 590-597.
- 8) Herman, J. F., Chatman, S. P., Roth, S. F. (1983) Cognitive mapping in blind people: Acquisition of spatial relationships in a large-scale environment. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 77(4), 161-166.
- 9) Houwen, S., Visscher, C., Hartman, E., & Lemmink, K. A. (2007) Grossmotor skills and sports participation of children with visual impairments. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 78(2), 16-23.
- 10) Jung, J., Leung, W., Schram, B.M., & Yun, J. (2018) Meta-analysis of physical activity levels in youth with and without disabilities. *Adapted physical activity quarterly*, 35(4), 381-402.
- 11) Klein, B.E., Klein, R., Lee, K.E., & Cruickshanks, K.J. (1998) Performance-based and self-assessed measures of visual function as related to history of falls, hip fractures, and measured gait time. The Beaver Dam Eye Study. *Ophthalmology*, 105(1), 160-164.
- 12) 厚生科学審議会地域保健健康増進栄養部会 (2018). 「健康日本2 1 (第二次)」中間評価報告書 2018年9月. <https://www.mhlw.go.jp/content/000378318.pdf> (2021年10月1日閲覧).
- 13) 厚生労働省 (2019). 「令和元年国民健康・栄養調査報告書」2019年12月. <https://www.mhlw.go.jp/content/000710991.pdf> (2021年10月1日閲覧).
- 14) Marmeleira, J., Laranjo, L., Marques, O., & Pereira, C. (2014) Physical activity patterns in adults who are blind as assessed by accelerometry. *Adapted physical activity quarterly*, 31(3), 283-296.
- 15) Barbosa Porcellis da Silva, R., Marques, A. C., & Reichert, F. F. (2018) Objectively measured physical activity in Brazilians with visual impairment: description and associated factors. *Disability and Rehabilitation*, 40(18), 2131-2137.
- 16) Steinman, B.A., Vasunilashorn, S. (2011) Biological risk of older adults with visual

impairments. *The journal of nutrition, health & aging*, 15(4), 296-302.

- 17) 岡浩一郎, 石井香織, 柴田愛 (2011) 日本人成人の身体活動に影響を及ぼす心理的, 社会的, 環境的要因の共分散構造分析. *体力科学*, 60, 89-97.
- 18) Ohkawara, K., Oshima, Y., Hikihara, Y., Ishikawa-Takata, K., Tabata, I., & Tanaka, S. (2011) Real-time estimation of daily physical activity intensity by a triaxial accelerometer and a gravity-removal classification algorithm. *British Journal of Nutrition*, 105(11), 1681-1691.
- 19) Oshima, Y., Kawaguchi, K., Tanaka, S., Ohkawara, K., Y., Hikihara, Y., Ishikawa-Takata, & Tabata, I. (2010) Classifying household and locomotive activities using a triaxial accelerometer. *Gait Posture*, 31, 370-374.
- 20) 柳原崇男 (2010) 視覚障害者の視覚認知・空間認知と歩行環境整備. *土木計画学研究・論文集*, 27, 19-31.