

原著論文

## 低年齢児における身体活動量の測定：機種による比較

## Measuring Physical Activity for Toddlers

## — A comparison between devices —

石沢 順子 (白百合女子大学) ・ 佐々木 玲子 (慶應義塾大学)  
Ishizawa Junko (Shirayuri University) ・ Sasaki Reiko (Keio University)松崎 洋子 (千葉大学)  
Matsuzaki Yoko (Chiba University)

2019年にWHOから5歳未満の子どもの身体活動量や座位行動等に関するガイドラインが示され、2歳児以下では1日あたり180分の身体活動が推奨されるなど、より低年齢の時から身体活動を日常的に取り入れることが求められている。しかし、子どもの客観的な身体活動量に関する先行研究は、日本では3歳児以上を対象としたものが中心であり、それより年齢の低い子どもを対象とした報告は少ない。また、身体活動量を測る際に使用する加速度計はその種類やアルゴリズムによって、出力する結果に大きな差が出ることや、低年齢の子どもと成人では活動のパターンが異なることも報告されている。そこで、本研究では幼児期前期にあたる2歳児の身体活動量を2種類の加速度計を用いて測定し、その現状を把握するとともに、出力される活動量の値に差異がみられるのかについて検証を試みた。

本研究の測定結果において、2歳児の保育中の身体活動量はWHOのガイドラインの推奨値の5割程度であった。活動内容と身体活動量の関係のみたところ、散歩などで園外に出かけると歩数が増加するものの、中・高強度活動時間については園内・外に関わらず、活動内容と関連する傾向がみられた。

また、それぞれの加速度計の測定値を比較したところ、中程度から高い相関がみられたものの、歩数や中・高強度活動時間の値には有意な差が見られた。特に低年齢児の場合は、運動発達の特性などを踏まえた上で、使用する加速度計を選ぶ必要があることが示唆された。

## 1. はじめに

近年、幼児を含む子どもの体力低下や肥満児の増加が世界的に問題視されている。その原因の一つとして日常生活での身体活動量の減少が挙げられており、多くの国々で子どもたちが体を動かす機会が減少していることが指摘されている(Dollman et al.2005)。日本においても、子どもの身体活動は十分とはいえない現状であり、幼児を対象とした調査では、外遊びの時間が一日あたり60分未満の子どもが4割を超えることが報告されている(文部科学省, 2011)。

このような中、子どもが健康であるためにどの程度の身体活動が必要かについては国内外を問わず様々な検討がなされている。堀内ら(2008)のレビューによると、World Health Organization(以下、WHOと記す)やアメリカ、イギリスなどの諸外国では、早くから幼児を含む子どもの身体活動ガイドラインが出され、一日あたり少なくとも60分以上の中強度から高強度の身体活動を行うことや、テレビ・コンピューターゲームなどの座位活動の時間を減らすことが推奨されてきた。日本においても、幼児期運動指針(文部科学省, 2012)が策定され、「幼児は様々な遊びを中心に、毎日、合計60分以上、楽しく体を動かすことが大切」という内容が明記された。さらに、2019年には、WHOから5歳未満の子どもの身体活動量や座位行動、睡眠等に関するガイドラインが示されるなど、より低年齢の時から体を動かす習慣を身につけることが求められている。

子どもの身体活動の現状を知るためには、客観的な測定を行うことが望ましい。しかし、日本においては、子ど

もの客観的な身体活動量に関する先行研究は、3歳児以上を対象としたものが中心であり(田中ら, 2015; 中野ら, 2016; 野中ら, 2017), それより年齢の低い子どもを対象とした報告は、1歳児と3歳児の個別事例の検討を行った矢野・三村(2009)と1歳児の歩数と建築環境を検討した長谷川・定行(2019)のみである。そこで、本研究では幼児期前期にあたる2歳児を対象に、加速度計により身体活動量を測定し、その現状を把握することを試みた。

また、身体活動量の測定では、使用する加速度計の機種や推定式によって、出力される結果に大きな違いがみられたという報告がある(Guinhouya, 2006)。また、幼児の身体活動強度に関する先行研究では、中強度のMETs値は必ずしも一致しておらず(角南ら2004, 塩見ら2003), 使用する活動量計によって活動強度の算出式が異なることが報告されている(田中・田中, 2010)。そこで、2種類の活動量計を用いて測定を行い、出力される活動量の値に差異がみられるのかについても検討を行った。

## 2. 方法

### 1) 対象

東京都内の保育所1園に通う2歳児18名(男児10名, 女児8名)

### 2) 測定方法

#### (1) 使用する加速度計について

幼児の身体活動量を測定する際は、遊びを中心に多様な動きを含む活動を行っているという特徴を考慮し、上下方向の加速度だけを捉える1軸加速度計よりも、前後、左右の方向も感知できる複数の軸を持つ加速度計での測定が望ましいことが報告されている(田中ら, 2007)。そのため、3軸加速度計のうち、欧米で広く使用されているActigraph GT3X (Actigraph社製)と主に日本で使われているActive style Pro HJA-350 IT (オムロン社製, 以降Active Styleと示す)の2種類を用いた。加速度計は2種類とも著者が作成した特製ベルトに入れ、対象児の腰に同時に装着した。測定は平日5日間の保育中とし、ほぼ全ての子どもが在園している9時~16時(午睡・着替えなどを除く)に実施した。

#### (2) 活動強度のCut Pointについて

Actigraphの活動強度のCut Point(区切り)の設定については、管理ソフト上で、先行研究の結果を基にして作られた対象年齢に応じたアルゴリズムを選択すると、それに連動して決まる仕組みとなっている。今回は2歳児までを対象としたTrost Toddler(2011)のアルゴリズムを用い、Sedentary(座位行動):0~195CPM, Light Physical Activity(LPA:軽強度):196~1672CPM, Moderate to Vigorous Activity(MVPA:中・高強度):1673CPM以上とする区分を採用した。

一方、Active styleでは、成人を基準とした3METs以上を中・高強度に換算するように設定されており、年齢等による活動強度の区分は正式には定められていない。そのため、石沢ら(2011)は、Active styleを用いた幼児対象の測定において、成人と同様に3METsを中強度のCut Pointとして換算をしたところ、中・高強度活動時間が過大評価される可能性が高かったことを指摘している。

そこで、本研究では、Active styleを用いて幼児の活動量と実際の活動内容の検討を行った佐々木ら(2016)の報告をもとに、この活動量計で表示される4METs以上の総活動時間を中・高強度活動時間とした。また、Active styleにおける子どもを対象とした座位行動や軽強度のCut Pointについては、これまでに一定の見解が得られていないため、本研究では歩数と中・高強度活動時間の値のみを採用した。

統計処理はSPSS Standard Version21.0 for Windowsを用いて行い、有意水準は5%未満とした。日にちごとの活動量の比較には一元配置の分散分析を用いた。機種間の測定平均値の比較には対応のあるt検定、機種間の関連にはPearsonの相関係数を用いて分析を行った。

本研究の測定は千葉大学教育学部生命倫理審査委員会にて倫理審査を受け、承認を得た上で実施し、対象児の保護者および所属園の園長からも書面による承諾を得た。

### 3. 結果

測定期間中に欠席・遅刻・早退等の欠損がないデータを3日以上記録できた16名(男児10名, 女児6名)を分析対象とした。分析対象者の身長は $87.6 \pm 4.8\text{cm}$ , 体重は $12.5 \pm 1.6\text{kg}$ , 年齢は $2.5 \pm 0.3$ 歳であった。

保育所での活動概要を表2に示した。2歳児では一人一人の着替えや排泄, 身支度等に保育者の援助が多く必要であり, 子どもが自由に活動できる時間が限られていた。そのため, 子どもが体を動かす活動ができる機会は, 主に9時30分~10時30分頃までと14時30分~16時のうち, おやつを除いた時間帯の合計2時間程度であった。

#### 1) 測定期間全体の身体活動量

測定期間中(5日間)の保育中の身体活動量の平均値±標準偏差を表2に示した。Actigraphでは, 歩数は $7236 \pm 1285$ 歩/日, 中・高強度活動時間は $21.5 \pm 5.3$ 分/日, 軽強度活動時間は $77.0 \pm 10.0$ 分/日であった。Active Styleでは, 歩数は $4498 \pm 821$ 歩/日, 中・高強度活動時間は $26.2 \pm 5.4$ 分/日であった。

また, 加速度計の機種間の歩数および中・高強度活動時間を比較したところ, 歩数ではActigraphが有意に高い値を示した。一方, 中・高強度活動時間ではActive Styleが有意に高い値を示した。

表1. 保育所での活動概要

時刻	活動内容
7:00~9:10	順次登園 自由遊び(室内)
9:10	おやつ オムツ交換
9:30	自由遊び(室内・戸外)
10:30	着替え・オムツ交換
10:45	絵本・紙芝居等をみる
11:00	昼食 着替え・排泄
11:45~14:30	午睡
14:30	起床・排泄・着替え 自由遊び(室内)
15:00	おやつ
15:30~	自由遊び(室内・ベランダ)
16:00~19:00	順次降園

表2. 測定期間全体の身体活動量

加速度計	歩数 (歩/日)	中・高強度活動時間 (分/日)	軽強度活動時間 (分/日)
Actigraph	$7236 \pm 1285^{**}$	$21.5 \pm 5.3^{**}$	$77.0 \pm 10.0$
Active Style	$4498 \pm 821$	$26.2 \pm 5.4$	—

\*\* :  $p < 0.01$

#### 2) 一日ごとの身体活動量

一日ごとの主な活動内容を表3に示した。測定期間のうち3日間は保育室や園庭など園内で活動していた。残りの2日間は片道徒歩10分ほどの公園へ散歩に出かけ, その公園で遊ぶ活動を行っていた。

表3. 一日ごとの主な活動内容

		1日目 (晴)	2日目 (曇時々雨)	3日目 (晴)	4日目 (晴)	5日目 (晴)
主な活動	午前	室内遊び (ブロック・絵本等) 園庭遊び (サーキット・砂遊び, ポックリ等)	室内遊び (体操・ブロック, 汽車等) 園庭遊び (サーキット・砂遊び, フラフープ等)	室内遊び (ままごと・三連箱, ブロック等) 散歩・公園で遊ぶ (探索・総合遊具, 砂遊び等)	室内遊び (ブロック・絵本) 室内or園庭遊び (コンビカー・ごっこ遊び, 砂遊び・ボール蹴り, ままごと等)	室内遊び (体操・汽車・絵本等) 散歩・公園で遊ぶ (探索・総合遊具等)
	午後	室内遊び (ブロック・汽車, ベランダで歩く等)	室内遊び (ブロック・絵本, ままごと等)	室内遊び (ブロック・絵本, ボタンはめ, ベランダで歩く等)	室内遊び (ブロック・汽車, ベランダで歩く, ゴムくぐり等)	室内遊び (ブロック・汽車, 絵本・ままごと等)

2種類の加速度計によって出力された5日間の保育中の歩数を図1に示した。日にちごとに比較したところ, いずれの加速度計においても3日目の歩数が最も多く(Actigraph: 9940歩/日, Active Style: 7484歩/日), その他の日に比べて有意に高い値を示した。次いで5日目の歩数が多く(Actigraph: 7941歩/日, Active Style: 5636

歩/日), 1日目, 2日目, 4日目よりもそれぞれ有意に高い値となっていた。

同様に日にちごとの中・高強度活動時間を比較したところ(図2), Actigraphでは有意な差は見られなかった。一方, Active Styleでは3日目の中・高強度活動時間が38.2分/日となり, その他の日に比べて有意に高い値を示した。

次に, 加速度計の種類による結果の違いを比較すると, 歩数については全ての日にちにおいて, Actigraphの方がActive Styleよりも有意に高い値を示した(図1)。一方, 中・高強度活動時間では, 1日目, 3日目, 5日目において, Active Styleのほうが有意に高い値を示した(図2)。

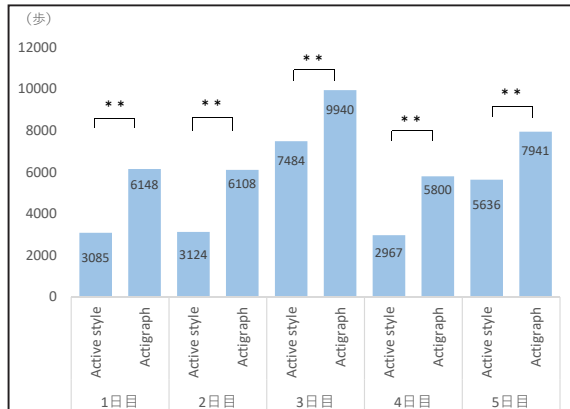


図1. 活動量計ごとの歩数

\*\* :  $p < 0.01$

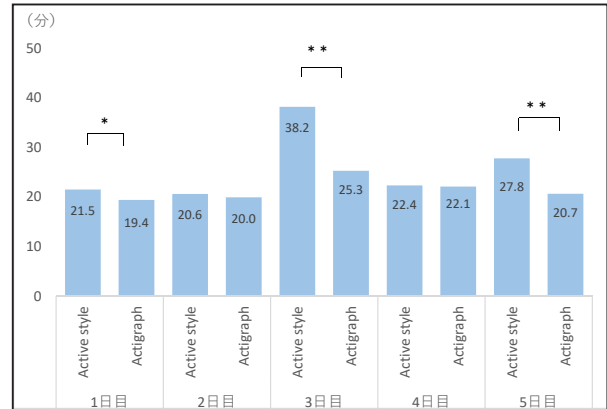


図2. 活動量計ごとの中・高強度活動時間

\*\* :  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$

### 3) 加速度計の機種間の測定値の関連

ActigraphとActive Styleの出力結果の関連を検査するために Pearson の相関係数を用いて検査を行い, その結果を図3・4に示した。測定期間全体の平均値を検査したところ, 歩数では中程度の相関 ( $r=0.60$ ,  $p<0.05$ ) がみられ, 中・高強度活動時間では高い相関 ( $r=0.83$ ,  $p<0.05$ ) がみられた。

一日ごとの出力結果の関連を検査したところ, 歩数では, 5日目を除く全ての日で, 中程度から高い相関 ( $r=0.63 \sim 0.76$ ,  $p<0.05$ ) がみられた。また, 中・高強度活動時間においても, 1日目から5日目までの全てで中程度から高い相関 ( $r=0.60 \sim 0.93$ ,  $p<0.05$ ) がみられた。

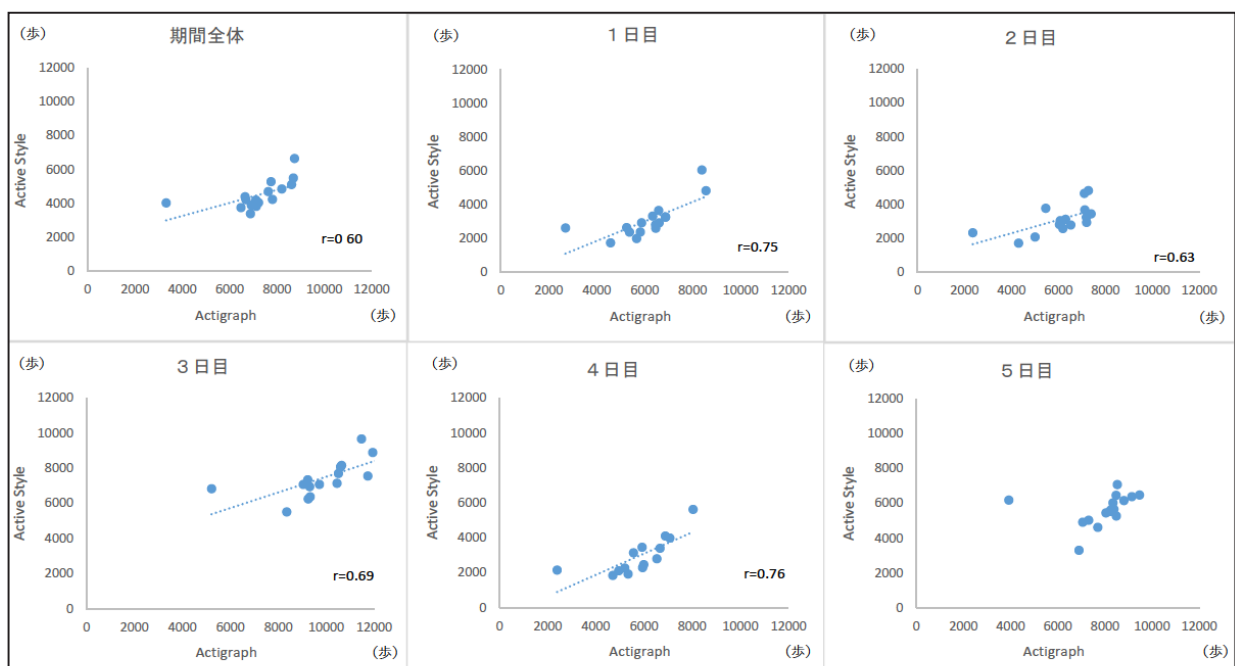


図3. ActigraphとActive Styleの歩数の関連

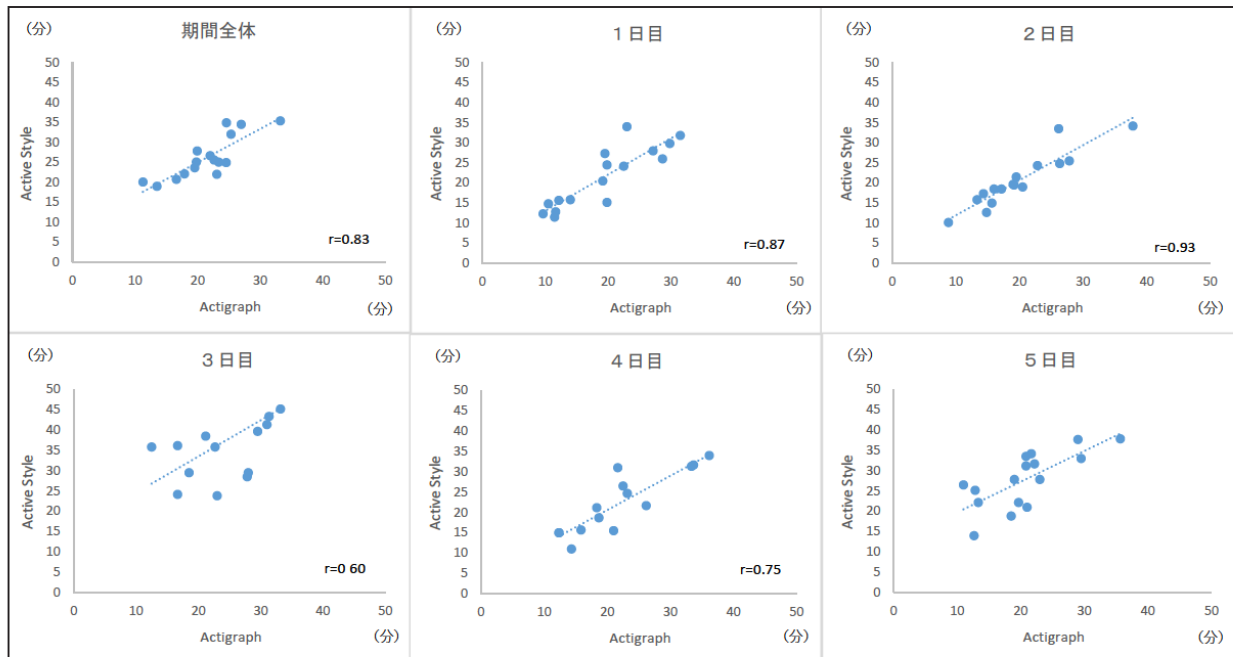


図4. ActigraphとActive Styleの中・高強度活動時間の関連

## 4. 考察

### 1) 2歳児の保育中の身体活動量

測定期間中の5日間の平均歩数をみると、Actigraphでは7236歩/日、Active Styleでは4498歩/日となっていた。また、中・高強度活動時間は、Actigraphでは21.5分/日、Active Styleでは26.2分/日であった。

WHOのガイドライン(2019)によると、1~2歳児は様々な活動の総和が1日あたり180分以上となることが推奨されている。本研究の対象児について、軽強度を含む活動強度の区分が明確なActigraphの測定値を参考に計算すると、9時~16時の在園時間中の軽強度と中・高強度活動時間の合計は98.5分であり、保育中に推奨値の5割程度を行っていた。9時~16時以外の保育所の在園時間は子どもによって異なるが、残りの半分を全て保育中の活動で賄うことは困難だと予想される。そのため、保育中だけでなく、家庭でも出来るだけ座位行動の時間を減らしたり、体を動かす遊びを行ったりするなど活動量の確保に努める必要があると考えられた。

### 2) 保育中の主な活動内容と身体活動量の関連

日にちごとの主な活動内容と身体活動の関数の関係を検討したところ、午前中にクラス全体で散歩と公園での遊びを行った3日目と5日目は、保育室内や園庭での活動を行った日より、歩数が有意に多くなっていた。野中ら(2017)は、3歳児クラスの幼児を対象とした研究において、散歩に出かけて公園で遊んだ日は園内での活動をした日より、歩数や活動強度が高い値を示したことを報告している。本研究の対象児においても、歩数では同様の傾向がみられており、公園までの移動距離が長かったことが歩数の多さに影響したものと考えられる。

一方、中・高強度活動時間については、Active Styleでは、3日目において他の日より有意に高い値となっていたものの、Actigraphでは散歩の有無による有意な差はなく、全体的に歩数ほど大きな違いがみられなかった。この理由の一つとして、今回の対象園では園庭にサーキットのコースを設置したり、室内でも体操やベランダでの歩行を取り入れたりするなど、園内で体を動かす機会を積極的につくっていたことが挙げられる。このような取り組みが中・高強度活動に影響した可能性がある。

このように、散歩などで園外に出かけることにより歩数が増加するものの、活動強度については園の内外にかかわらず、活動内容と関連することが伺えた。そのため、園内の活動でも内容や環境設定等の工夫によって、適切な身体

活動量の確保に繋がる可能性があると考えられた。

### 3) 加速度計の機種による測定値の違い

今回の測定では、2つの機種間で歩数と中・高強度活動時間に有意差が認められ、特に歩数の数値で大きな差がみられた。この原因の一つとして、Active Style の歩数のカウント方法が影響していることが考えられる。Active Style の説明書によると、歩き始めは、誤動作を防ぐため歩行を始めたかどうかを判断しており、2秒以上の歩行があると、そこまでの歩数を遡って加算したものが表示されている。このような時間はマスク時間と呼ばれ、立ち座りなど歩行以外の動作を歩数にカウントしてしまう誤測定を避けることができる一方で、その長さが歩数の計測値に影響することも報告されている(大島ら, 2015)。このような機能は意図的な運動を継続して行う成人対象の測定の場合には適しているが、乳幼児のように遊びや生活の中で一定の動作を続けることが少ない場合は、歩数を少なくカウントしてしまう可能性が高いと考えられる。一方、Actigraph では、細かい移動でも歩数にカウントしているため、Active Style よりも多い数値になったことが予想される。ただし、上述のような誤動作を含んでいる可能性があることや、特に低年齢の子どもの場合にどのような動きであれば歩行とカウントして良いのかという明確な定義は今のところはまだ明らかにされていないため、どちらの数が実際に正しいのかということに関しては、本研究では検証できていない。

一方、それぞれの測定値間では有意な相関がみられ、全体の傾向は共通点がみられることが明らかとなった。そのため、どちらの機種を使用した場合でも、集団内での活動量の多寡の傾向は読み取れる可能性が高いと考えられる。加速度計を使った測定をする際は、このような機種の特徴や対象者の特徴を把握した上で、適切な方法を選ぶ必要があるだろう。

今後は活動量計での出力値と合わせて、実際の歩数を確認するなどの検討を行うことで、より正確な測定に近づけられるようにしたい。

## 5. おわりに

本研究では、2歳児を対象に2種類の加速度計を用いて保育中の身体活動量を測定し、低年齢児の身体活動の現状と機種間の測定値の違いの検証を試みた。その結果、保育中にはWHOのガイドラインで推奨されている活動量の5割程度を行っていることが確認された。

活動内容と身体活動量の関係を歩数と活動強度の視点からみたところ、散歩などで園外に出かけると歩数が増加することが明らかとなった。一方、活動強度については園の内外にかかわらず、活動内容と関連する傾向がみられたことから、園内の活動であっても活動内容や環境設定等の工夫によって、適切な身体活動量の確保に繋がる可能性があると考えられた。

また、加速度計の機種によって、出力される数値には有意差がみられた。特に歩数ではその差が大きく、測定機材のマスク時間などの特性によるものと推察された。一方、機種間の測定値には有意な相関がみられたため、集団内での活動量の多寡は同様の傾向になることも明らかとなった。低年齢児の場合は成人とは異なる行動パターンが予想されるため、運動発達の特性などを踏まえた上で、使用する加速度計を選ぶ必要がある可能性が示唆された。

## 謝辞

本調査の測定にご協力いただいた保育所の園児、保護者、教職員の皆様に心より御礼申し上げます。

本研究は文部科学省科学研究費「幼児初期の移動的・平衡的運動の形成過程における保育環境と指導方法の解明(17K01890)」(研究代表者:松崎洋子)の助成を受けた研究の一部である。

## 文献

- 1) Dollman,J.,Norton,K.,Norton,L.(2005) Evidence for secular trends in children's physical activity behavior. *British Journal of Sports Medicine*,39 : 892-897.
- 2) Guinhouya,C.B., Hubert,H., Soubrier,S., Vilhelm,C., Lemdani,M.,Durocher,M.(2006)Moderate-to-vigorous physical activity among children: discrepancies in accelerometry-based cut-off points. *Obesity*,14(5):774-777.
- 3) 長谷川恵美・定行まり子 (2019) 保育所における1歳児の歩行と建築環境の関係に関する研究. *日本女子大学紀要 家政学研究科・人間生活学研究科*, 25 : 27-34.
- 4) 堀内明子, 大場ゆかり, 竹中晃二 (2008) 日本の子どもにおける身体活動・運動の行動目標 設定と効果の検証—第2報—子どもを対象とした身体活動ガイドライン:その国際的動向. *平成19年度日本体育協会・スポーツ医・科学研究報告Ⅱ* : 4-13.
- 5) 石沢順子, 佐々木玲子, 松寄洋子, 吉武裕 (2011) 保育園に通う幼児の日常身体活動量. *東京純心女子大学紀要*, 15 : 21-28.
- 6) 文部科学省 (2011) 体力向上の基礎を培うための幼児期における実践活動の在り方に関する調査研究報告書. [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/sports/youjiki/index.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/sports/youjiki/index.htm)(2019.10.1 確認)
- 7) 中野貴博, 春日晃章, 松田繁樹 (2016) 幼児における一日の運動強度の変化パターン分類と平均歩数および生活習慣. *健康状態との関連性*. *発育発達研究*, 70 : 55 – 65.
- 8) 野中壽子, 小泉大亮, 穂丸武臣, 張婉婧 (2017) 保育所における園庭と園外での外遊びの活動状況. *発育発達研究*, 74:19-25.
- 9) 大島秀武, 北村裕美, 関和俊 (2015) マスク時間が異なる加速度センサ方式の歩数計の評価. *健康支援*, 17 : 15-22.
- 10) 佐々木玲子, 石沢順子 (2016) 3軸加速度計を用いた幼児の自由遊び中の活動水準評価. *慶應義塾大学体育研究所紀要*, 55:7-15.
- 11) 角南良幸, 塩見優子, 沖嶋今日太, 西牟田守, 吉武裕, 足立稔 (2004) 幼児の日常生活身体活動量についての研究 (第1報) : 加速度計による身体活動量測定の妥当性. *体力科学*, 53 : 844.
- 12) 塩見優子・松井健(2003)幼児(4～6歳)の身体活動強度METS表作成の試み. *平成14年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告書* : 79-85.
- 13) 田中千晶, 田中茂穂 (2010) 子どもにおける身体活動量の評価. *体育の科学*, 60 (6) : 389-395.
- 14) 田中千晶, 安藤貴史, 引原有輝, 田中茂穂 (2015) 幼児の外遊び時間と日常の中高強度活動との関連および身体活動量の変動要因. *体力科学*, 64 (4) :443-451.
- 15) Trost S.G, Fees B.S, Haar S.J, Murray A.D, Crowe L.K. (2011) Identification and validity of accelerometer cut-points for toddlers. *Obesity*,20(11):2317-2319.
- 16) World Health Organization (2019) GUIDELINES ON PHYSICAL ACTIVITY, SEDENTARY BEHAVIOUR AND SLEEP FOR CHILDREN UNDER 5 YEARS OF AGE
- 17) 矢野正, 三村寛一 (2009) 幼児の睡眠・覚醒リズムと身体活動量. *大阪大学紀要第IV部門*, 58(1) : 201-211.

## 英文要旨

According to WHO's guideline, it's important to let young children (age 0-5 years old ) to be physically active as much as possible; furthermore, it's recommended for children under age of 2 to have at least 180 minutes of physical activities. While there are more data regarding physical activities for toddlers in western countries, there is limited data and research regarding the same topic in Japan. Therefore, there is a need to carry out the similar research procedure in Japan.

According to previous studies, the output varied from device to device, and the movement pattern is different between adults and toddlers. Based on these information, we conducted an experiment using two kinds of accelerometers for toddlers to get the physical activity outcome. As a result, the physical activity time was about half of what WHO recommended. When we looked at the relation between contents of activity and physical activity level, the step counts did increase when they went for strolling; however, there was no difference for MVPA (Moderate to Vigorous Physical Activity) between staying inside or going outside of the nursery school. We found that step counts and MVPA from the two accelerometers were correlated; still, there's a significant difference for the step counts and MVPA. Overall, we concluded that if we wanted to measure the physical activity for young children under age of 2 years old, we must first understand motor development of toddlers, then conduct the measurement using different methods and machines accordingly.