

幼児期及び児童期における足趾筋力の発達  
- 発達に伴う変化と運動課題の影響 -

Development of Toe Muscle Strength  
in Early childhood and Childhood  
- Changes in Development  
and Influence of Exercise Tasks -

2017 年11月  
15N0002 浮田 咲子  
Sakiko UKITA

## 目 次

第1章 序論	1
第2章 先行研究	5
2-1 足趾筋力に関して	6
2-2 足趾筋力と基礎運動能力について	8
2-3 足趾筋力及び基礎運動能力の発達に及ぼす運動の効果	9
第3章 問題の所在と検討課題	13
3-1 問題の所在	14
3-2 本研究における検討課題	14
3-3 仮説の設定	15
3-4 用語の定義	16
3-5 研究の限界	18
第4章 4歳児から7歳児における足趾筋力の発達と性差	21
4-1 目的	22
4-2 方法	22
4-2-1 対象者	
4-2-2 測定項目	
4-2-3 測定方法	
4-2-4 統計処理	
4-3 結果	23
4-4 考察	26
4-5 まとめ	27
第5章 6歳児から10歳児(児童期)における足趾筋力の発達と性差、 及び足趾筋力と基礎運動能力との関係	29
5-1 目的	30

5-2	方法	30
5-2-1	対象者	
5-2-2	測定項目	
5-2-3	測定方法	
5-2-4	統計処理	
5-3	結果	32
5-4	考察	34
5-5	まとめ	35
<b>第6章</b>	<b>足趾筋力の向上を目的とした運動課題が、</b>	
	<b>足趾筋力及び基礎運動能力に及ぼす効果の検討</b>	<b>37</b>
6-1	目的	38
6-2	方法	38
6-2-1	対象者	
6-2-2	測定項目	
6-2-3	測定方法	
6-2-4	指導計画について	
6-2-5	統計解析	
6-3	結果	41
6-4	考察	43
6-5	まとめ	44
<b>第7章</b>	<b>総括</b>	<b>45</b>
7-1	仮説の検証	46
7-2	結論	48
7-3	今後の課題	49
<b>参考文献</b>		<b>50</b>

謝辞

# 第 1 章 序 論

1960年頃から子どもの身体がどこかおかしい<sup>1)</sup>と言われ始め、すでに55年が経過し、この間、子どもの体力低下が叫ばれてきた<sup>2)</sup>。鳥居<sup>3)</sup>は小学校1年生の時点における体力・運動能力値は1980年代に比べて低く、幼児期においては、幼児の様々な体力や運動能力要素に低下が見られ、幼児期に体力・運動能力の低下問題が発生していると述べている。

一方、近年、転んだ時に手が出ずに顔面を負傷する子どもが多いことも問題視されている<sup>4)</sup>。子どもの転倒の原因の一つとして、足趾筋力が弱いことや浮き趾が多いことがあげられている<sup>5)</sup>。高齢者の場合も足趾筋力の低下やつま先の変形が転倒リスクを高めることが報告されている<sup>6,7)</sup>。二足歩行のヒトにおいて、足は唯一地面に接地しており、足趾筋力が立位姿勢の制御や転倒軽減に重要な役割を果たす<sup>6)</sup>。幼児期は安定した立位姿勢や、歩く、走る、跳ぶ等の移動が可能になり、基礎運動能力が著しく発達する<sup>8,9)</sup>。足趾筋力は安定立位姿勢の保持や身体移動の成就に深く関与する<sup>10,11)</sup>。幼少期における足趾筋力の発達は重要であり、また、幼児や児童の体力や運動能力の低下には、足趾筋力も関係している可能性がある。

足趾筋力や膝伸展筋力等の下肢の筋力は、立位姿勢や移動に直接的に関与することから、これまで下肢筋力の年代差や性差が検討されてきた<sup>12)</sup>。特に、高齢期において、足部機能(足趾把持力と足底感覚)は加齢に伴い著しく低下する<sup>13,14,15)</sup>。足部機能の低下は、バランス機能の低下<sup>16)</sup>、転倒<sup>7,17)</sup>、そして歩行速度や歩幅<sup>18)</sup>とも密接に関係することから、主に高齢者を対象に足趾筋力に関する研究が行われてきた<sup>13,17)</sup>。半田ら<sup>15)</sup>は20代から70代において足趾筋力は加齢に伴い低下傾向にあり、20代から60代における足趾筋力は、女性は男性の60~70%であると報告している。Larsson<sup>19)</sup>とLarsson et al.<sup>20)</sup>は男性において等尺性と等速性の膝伸展筋力は10~20歳代で発達し、40歳代くらいまで維持され、それ以降加齢に伴い低下すると報告している。木村<sup>21)</sup>や吉村と相馬<sup>22)</sup>は下肢筋力の発達ピークは20~30歳(遅くて40歳代)で、その後加齢とともに低下すると報告している。一方、藤原ら<sup>23)</sup>は20代から70代における母趾屈曲筋力及び背屈筋力は、男性が女性よりも優れると報告している。田中<sup>24)</sup>は幼児を対象に、関ら<sup>25)</sup>は児童を対象に、足趾筋力は加齢に伴い発達するが、性差は見られないと報告している。以上のように、下肢筋力に関する研究は、これまで主に青年期から高齢期を対象として行われており、また下肢筋力は、一般に男性が優れる<sup>8)</sup>が、幼児期及び児童期を対象とした研究では性差は認められないことが報告されている。

一方、上肢の代表的な筋力である指の把握筋力である握力に関しては、文部科学省の児童の新体力テストの項目にも選ばれていることもあり、幼児や児童の体力測定の項目として広く利用され<sup>24,25)</sup>、握力の年齢別・性別標準値も作成されている<sup>26)</sup>。松浦<sup>8)</sup>は把握筋力(握力)は、4歳及び5歳では性差は見られないが6歳ぐらいから性差が見られ、男子が一貫して女子より大きく、12~13歳頃から性差が拡大すると報告している。足趾筋力は歩行、走行、跳躍等の基本的動作の成就に深く関与し、握力と同様に重要

である。しかし、握力に比べ、幼児や児童の足趾筋力に関する報告は極めて少なく、知見も乏しい<sup>24,25)</sup>。前述したように、同じ指(趾)の把握力であるが、握力と異なり、幼児<sup>24)</sup>及び児童<sup>25)</sup>の足趾筋力には性差が認められたことが報告されている。よって、足趾筋力の発達を適切に評価する標準値を作成するためにも、幼児期から児童期における足趾筋力の加齢に伴う発達や性差を大きな標本に基づき検討し、明確にする必要がある。

幼児期は神経機能が著しく発達し<sup>27)</sup>、立つ、歩く、走る、跳ぶ、投げる等の基礎的動作が加齢に伴い段階的に発達し、児童期にはほぼ大人と同様に成就できるようになる。これまで、幼児や児童の走力<sup>8,28,29)</sup>、跳躍力<sup>8,29,30,31,32,33,34)</sup>あるいは、投能力<sup>8,29,30)</sup>は、加齢に伴い発達し、投能力<sup>28,35,36,37)</sup>には性差が見られることが報告されている。

足趾筋力は幼児期には、安定立位姿勢の保持や歩行時の蹴り出しに関与する<sup>11,38,39)</sup>。下肢筋力と運動能力の関係に関しては、深代ら<sup>40)</sup>や渡邊ら<sup>41)</sup>は男子スプリンターの最大疾走速度は股関節伸展筋力と有意な関係が認められたこと、また尾縣ら<sup>42)</sup>はソフトボール遠投距離は下肢の伸展筋力と有意な相関が認められたことを報告している。しかし、幼少児を対象とし、足趾筋力と運動能力の関係に関してはほとんど研究されていない。Morita et al.<sup>39)</sup>は小学3年生及び5年生の足趾筋力は、下肢が主体となる運動成就能力と関係があることを示唆している。足趾筋力は歩行、走行、跳躍及び投といった基本的動作の成就に関与すると考えられることから、足趾筋力の向上は、足趾筋力が関与する運動の成就能力の向上においても貢献すると仮定される。しかし、この問題に関してもこれまでほとんど検討されていない。

既述したように、足趾筋力は歩行や転倒との関係が考えられることから、これまで主に高齢者を対象に、足趾筋力を高めるトレーニング(以下、足趾筋力トレーニング)の効果が検討されてきた。木藤ら<sup>17)</sup>や村田と忽那<sup>43)</sup>は足趾筋力トレーニングにより高齢者の歩行速度が向上すると報告している。竹井ら<sup>44)</sup>は足趾筋力トレーニング(タオルギャザー)の効果は3週間で見られたと報告している。金子ら<sup>45)</sup>は足趾筋力トレーニングにより、蹴り出し時の脚の運びの方向性が適正化し、歩行率が改善し、最大歩行速度が向上したと報告している。福田と小林<sup>46)</sup>は若年健常者を対象に、4種類の足趾筋力トレーニングにより足把持筋力対体重比、10m全力歩行速度及び歩幅が有意に変化すると報告している。以上の報告から、足趾筋力トレーニングにより足趾筋力が向上し、関連する歩行能力も向上すると仮定される。

一方、学校教育現場では、児童・生徒の体力や運動能力を向上させる取り組みがなされ、それに関連する研究もこれまで行われている。宮崎と尾縣<sup>47)</sup>は、高校生の体育授業への走運動プログラム(ミニハードル走、ラダー走等)及び投運動プログラム(バウンド投げ、サイドステップ投げ)の導入より、彼らの走能力や投能力が向上したと報告している。尾縣ら<sup>48)</sup>は小学生の体育授業にオーバーハンドスローを改善する運動プログラムを導入した結果、児童の遠投距離が向上したと報告している。長野ら<sup>49)</sup>は、小学校低

学年児童を対象に、走運動の質的向上をねらいとした授業実践を試み、走運動の基本動作習得に有効であったこと、また、体育授業における「走・跳」の運動遊び実施が「走運動」技能の発達に効果的であったことを報告している。以上の報告は、体育授業における適切な運動プログラムの導入は、児童・生徒の運動能力が向上することを示唆している。つまり、特別に足趾筋力トレーニングを実施しなくても、足趾筋力が関与する運動課題を体育授業に導入することにより、足趾筋力が発達し、かつ足趾筋力が関与する基礎運動能力も発達することが考えられる。

以上のことを踏まえて、本研究では、幼児期及び児童期の子どもを対象に、加齢に伴う足趾筋力の発達と性差、及び足趾筋力と基礎運動能力の関係及び足趾筋力の発達を意図する運動課題が足趾筋力及び基礎運動能力に及ぼす効果を検討すること目的とする。本研究において得られる足趾筋力の発達や性差及び足趾筋力と基礎運動能力の関係に関する知見は、子どもの足趾筋力、転倒防止や運動能力の発達に関する重要な基礎資料を提供する。

## 第 2 章 先行研究



## 2-1 足趾筋力に関して

二足歩行のヒトにおいて、足部は唯一地面に接地している。足趾の重要な機能として、姿勢の保持、歩行時の蹴りだし、左右方向への動きへの敏捷な対応、斜面や不整地への対応及びつま先立ち<sup>50)</sup>が挙げられる。足趾は立脚時には接地面積を大きくする動きをし、歩行の蹴り出し時には体重移動のためのテコの役割を担っている<sup>51)</sup>。また、足は身体の中で唯一地面に接して身体を支え、身体の動きを誘導することから、高齢者の転倒予防のみならず、障害予防においても着目されている<sup>52)</sup>。よって、足趾は立位動作や歩行動作時あるいは下肢の俊敏な動作時に重要な役割を果たすと考えられる。

足趾の筋力発揮に関与する筋として、伸展には、長趾屈筋、長母趾屈筋、短趾屈筋など、屈曲には、短趾筋、足底方形筋、虫様筋、短母趾屈筋など<sup>53)</sup>があげられている。また、Kurihara et al.<sup>54)</sup>は足底内外筋肉の最大足趾屈筋力の主動筋は、足底内在筋の内側部分の短母指屈筋、短指屈筋、方足底筋、虫様筋、母趾外転筋であると報告している。Baumgartner et al.<sup>51)</sup>は足趾を屈曲させる筋力は、長趾屈筋、長母趾屈筋、短趾筋力、虫様筋、短母趾屈筋など協働して発揮されるとしている。また、足趾筋力を発揮した際の足関節周囲筋の役割を検討した佐藤ら<sup>55)</sup>は、成人女性を対象に、足趾筋力発揮時には、足関節周囲筋(前脛骨筋、ヒラメ筋、腓腹筋内側頭など)も関与し、足趾筋力の発揮が弱い時は足関節周囲筋による足関節の固定は要求されないが、足趾筋力の発揮を高めて行くと足関節周囲筋が同時に収縮して足関節固定に働くと報告している。よって、足趾筋力発揮時には、足部における種々の筋群が関与すると考えられる。

足趾筋力の発達と性差に関しては、田中は4歳後半から6歳前半の幼児において、足趾筋力は加齢に伴い発達するが、性差は認められない<sup>24)</sup>と報告している。同様に小学生を対象に、足趾筋力の年齢差及び性差が検討され、足趾筋力は加齢に伴い発達するが、性差は認められない<sup>25)</sup>と報告されている。一方で、成人と高齢者を対象とし、足趾筋力の年代差及び性差を検討し、足趾筋力は加齢に伴い低下する傾向にあり<sup>13, 14, 15)</sup>、20代から60代では女性は男性の60~70%、70代では約90%となり、性差が縮小する傾向にある<sup>15)</sup>と報告している。また成人男女を対象とした報告では、足底内外筋肉の最大等尺性足趾屈筋力と断面積との関係を調査し、足趾筋力に性差が認められ、足趾筋力は男性が大きく<sup>54), 56)</sup>、高齢者では、男性は女性より有意に大きいことが<sup>13)</sup>報告されている。以上より足趾筋力に関する研究は、主に青年や成人、高齢者を対象に行われ、幼児や児童を対象とした研究報告は限られる。また足趾筋力は、青年期以降では加齢に伴い低下し、性差が認められるが、幼児期や児童期では、性差が認められないことが明らかにされている。

足趾筋力と関係がある下肢の筋力に関しては、11歳から70歳の男性を対象に、大腿四頭筋の等尺性強度、動的強度、最大膝伸展速度などの加齢変化が検討され、等尺性と等速性の膝伸展筋力は、10歳から

20歳代で増加し、40歳代くらいまで維持し、それ以降加齢に伴い低下すると報告されている<sup>19,20)</sup>。同様に下肢筋力の発達ピークは20歳から30(遅くて40)歳代で、その後加齢に伴い低下する<sup>22)</sup>と報告している。また新井ら<sup>13)</sup>は高齢者の等尺性膝伸展筋力は加齢に伴い低下し、性差が認められると報告し、木村<sup>21)</sup>は、下肢筋力は60歳代ではピーク時の男性の場合70%、女性の場合50%であると報告している。一方、幼児期には、立ち幅跳び、大腿四頭筋の筋厚、大腿四頭筋の筋硬度、足趾把持力、及び握力を計測し全ての項目において有意な性差は認められず、大腿四頭筋の筋厚は、身長と体重にのみ有意な相関は認められた<sup>57)</sup>。また、下肢筋厚値は加齢に伴い増大し、大腿部筋厚値は、児童期前半において男児は大腿後部、女児は大腿前部で、高値で性差が認められ<sup>58)</sup>、また下肢筋厚値は、女児は全ての部位において一定の速度で増大するが、男児の下肢筋群間に部位差が存在する<sup>58)</sup>と報告されている。久保ら<sup>60)</sup>は、年長男児及び女児の握力と運動能力テスト(25m走、立ち幅とび、ボール投げ、両足跳び越し、体支持時間)との関係を検討し、男児は女児より握力が優れ、男女児ともに握力は身長、体重、25m走、立ち幅とび、体支持持続時間、及びボール投げとの間に中等度以下の有意な相関が認められたと報告している。児童期には、能動的と受動的握力、背筋力、反復握力発揮力(10秒間隔で最大握力を連続15回発揮)、垂直跳、脚筋力、上体そらしなどを測定し、握力のような小筋群が関与する筋力では有意な性差が認められないが、背筋力や脚力などの大筋が関与する筋力では有意な性差が認められ、能動握力及び受動握力は、背筋力と有意な相関が認められた<sup>59)</sup>と報告している。以上より、足趾筋力と関係がある下肢筋力は、一般的な筋力と同様、青年期まで発達し、その後、加齢とともに低下し、性差が認められると判断される。しかし、幼児や児童期の下肢筋力に関する研究報告はほとんどみられない。

これまで幼児や児童の足趾筋力に加齢に伴う発達や性差に関する報告がほとんどなかった大きな理由の一つとして、田中<sup>24)</sup>と関<sup>25)</sup>は幼児の足趾筋力を測定する適切な器具が開発されていなかったことを挙げている。2002年に握力計を利用して村田と忽那<sup>56)</sup>が足趾筋力の測定を試みている。また、福本ら<sup>61)</sup>は足趾筋力測定器を開発し、測定値の信頼性(0.83~0.91)及び客観性(0.95)が高いことを報告している。さらに、Endo et al.<sup>14)</sup>及びSoma et al.<sup>62,63)</sup>は成人と高齢者を対象に、足趾筋力測定時の上体姿勢や四肢の角度と位置などを検討し、Uritani et al.<sup>64)</sup>及び村田と忽那<sup>56)</sup>は成人や高齢者を対象に、足趾筋力測定器による測定値の信頼性を検討している。以上の経緯を経て、足趾筋力の測定器が開発され、測定法が確立し、測定値の信頼性や客観性が検討されてきた。しかし、幼児・児童用の適切な足趾筋力器はまだ開発されておらず、成人用の足趾筋力器が利用されている。このことも、幼児や児童の足趾筋力に関する知見不足に関係していると考えられる。

## 2-2 足趾筋力と基礎運動能力について

幼児期は、走る、跳ぶ、投げるなどの基本的動作を習得することが重要である。文部科学省の「幼児期の運動指針」<sup>65)</sup>には、次のような知見に基づき作成されている。神経機能は生後から発達し幼児期に著しく発達する<sup>27)</sup>。人間の脳は使うことで成長し、その成長は実質的には6歳で完了する<sup>66)</sup>。また、2歳から7歳ごろは「基礎的な運動」が成就可能になる段階であり、歩、走、跳、投などの運動を組み合わせる多彩な動きが可能になる<sup>67)</sup>。Gallahue<sup>67)</sup>は、幼児期は神経機能の発達が著しく、巧みな動きを習得するのに最も適した時期であるとしている。中村と松浦<sup>29)</sup>は、4歳から8歳の幼児・児童の基礎運動能力を発達と性差を検討し、男女児とも基本運動能力は加齢に伴いほぼ直線的に発達すること、性差は4～5歳に認められ、男児が女児より優れており、加齢に伴い大きくなると報告している。松浦<sup>8)</sup>は5歳から6歳では、運動成就の速さや力強さなどは男児が優位であるが、運動調整や協調面は女子が優位であり、6歳から7歳は幼児期の延長で、運動成就の結果は筋力などよりも協調能力や調整力の優劣に依存する。また、垂直跳びは10歳から12歳ころから性差が急激に増大し、跳躍高は男子が高く、把握筋力(握力)は4歳から5歳では性差は見られないが、6歳ぐらいから性差が見られ、男児が一貫して大きい<sup>8)</sup>と報告している。小学生の体格と体力を6年間追跡調査し、体格及び長座体前屈を除く体力項目(握力、立ち幅とび、上体起こし及び反復横とび)は、加齢に伴い発達するが、上体起こし以外は男子が優れ、加齢に伴う発達も項目間で性差が認められている<sup>68)</sup>。また、投能力の向上を図るために、小学校4年生にゲーム教材「ロケットボールゴルフ」を考案し、9時間の授業実践し、授業前後において投能力は男児の方が優れた<sup>37)</sup>と報告されている。一方、中尾ら<sup>31)</sup>、伊藤<sup>32)</sup>そして渡部ら<sup>33)</sup>は幼児期の運動能力(体支持持続時間、両足連続跳び越し、25m走、テニスボール投げ、立ち幅とび及び開眼片足立ち)の発達と性差を検討し、両足連続跳び越しを除く、全ての項目において加齢に伴う発達と性差が認められ<sup>31,32,33)</sup>、男子が優れた<sup>31)</sup>値を示したと報告した。一方、25m走や立ち幅跳に性差は認められないが、ソフトボール投げは男児が女児より優れた<sup>32,33,34)</sup>値を示したとも報告されている。また、5歳児の投球能力は男児の方が女児よりも優れており、思春期前の投能力の性差は環境要因に起因する<sup>36)</sup>と報告している。さらに、金と松浦<sup>28)</sup>は3.0と7.5歳では、走行運動スキル及びジャンプ動作スキルは男女児ともに、ほぼ直線的な発達傾向を示すが、投球運動スキルは、男児の成長傾向が顕著で、女児は顕著な発達傾向を示さないと報告している。以上より、幼児期・児童期の運動能力は、加齢に伴い発達するが、性差に関しては、必ずしも一致しているわけではなく、投能力に関しては、性差が認められることが報告されている。

山田と須藤<sup>69)</sup>は大学生や成人男女を対象に、足趾筋力と50m走速度との関係を検討し、足趾筋力と50m走速度は有意な相関が認められたと報告した。また、村田と忽那<sup>56)</sup>は足把持力と重心動揺や走行速度との関係を検討し、足趾持力は姿勢の安定に関与し、走行時は全身駆動力としての役割を果たしていると報

告している。半田ら<sup>15)</sup>は20代から70代を対象に、足趾把握筋力と立位の平衡調整能力及び歩行時間との関係を検討し、趾把握筋力は、握力、開眼片足立位保持時間及び上肢前方到達距離と正の相関が、そして10m最速歩行時間及び10m自由歩行時間とは負の相関が認められたと報告した。高齢者において、足趾筋力の低下は歩行速度の低下、片足支持期の短縮、歩行時の歩幅の短縮と関係している<sup>18)</sup>。したがって、開眼片足立ち保持時間と身体機能(上下肢筋力や柔軟性、足底感覚など)ならびに注意機能は、足趾把持力が強く年齢が若いほど、片足立ち保持が安定していることから、片足立ち能力を高めるために、足趾把持力を高めることが重要である<sup>16)</sup>。また、高齢者において足趾筋力は、等尺性膝伸展筋力、バランス能力、10 m 最大歩行速度、及びTimed “Up and Go” テストと有意な相関が認められている<sup>13)</sup>。一方、関ら<sup>25)</sup>は小学生を対象に、男女児ともに足趾筋力と新体力テストの全項目(握力、上体おこし、長座体前屈・反復横とび、20mシャトルラン、50m走、立ち幅とび及びソフトボール投げ)の間に有意な相関が認められたと報告した。また、Morita et al.<sup>39)</sup>は小学生3、5年生を対象に、足趾筋力と体力要因との関係を検討し、足趾筋力が下肢の運動能力(50m走、立ち幅とび及び反復横とび)の間に有意な相関が認められたと報告している。さらに、田中<sup>24)</sup>は幼児の足趾筋力と体格との関係を検討し、足趾筋力は体格と関係があると報告している。以上より、足趾筋力は走、跳及び投の基礎運動能力と関係がある可能性が高いが、それに関する報告は非常に少なく、詳細に検討されていない。

## 2-3 足趾筋力及び基礎運動能力の発達に及ぼす運動の効果

文部科学省<sup>71)</sup>の報告によると、小学校児童の持久走、50m走、立ち幅とび、ハンドボール投げ及びソフトボール投げは、前年度(平成21年)に比べて横ばいあるいは向上傾向がみられる(男子の立ち幅とびを除く)が、昭和60年頃と比較すると依然低い水準にあるとしている。また、鳥居<sup>3)</sup>はこれまでの文部科学省の全国体力・運動能力調査の結果を検討し、近年の小学校1年生の時点における体力・運動能力値は1980年代に比べて低く、幼児期では、幼児の様々な体力や運動能力要素に低下が見られ、幼児期に体力・運動能力の低下問題が発生している。そのため、発育発達にあわせた運動指導が必要と考えられている。また、穂丸<sup>70)</sup>は幼児の30年間の体力の変化を検討し、瞬発力、敏捷性、脚筋の持久性、協応性及び用具の操作性を評価するテスト項目では向上傾向がみられるが、投能力、腕筋の持久性及び平衡性を評価するテスト項目では低下傾向が見られ<sup>70)</sup>、1985年度と2013年度における幼児の走、跳、投の基礎運動能力の比較では、後者(2013年度)は前者よりも劣る<sup>72)</sup>と報告している。一方、近年、転んだ時に手が出ずに顔面を負傷する子どもが多いことも問題視されている<sup>4)</sup>。原田と原田<sup>5)</sup>は子どもの転倒の原因の一つとして、足趾筋力が弱いことや浮き趾が多いことをあげている。二足歩行のヒトにおいて、足は唯一地面に接地しており、足趾筋力が立位姿勢の制御や転倒軽減に重要な役割を果たす<sup>6)</sup>また、足趾筋力は安定し

た立位姿勢の保持や身体移動の成就に深く関与する<sup>10,11)</sup>。以上より、昭和60年頃から現在にかけて幼児期・児童期の子ども達の体力や運動能力は低下していることが指摘され、また、彼らの体力や運動能力の低下には、足趾筋力の低下が関係していることが考えられる。

木藤ら<sup>17)</sup>は高齢者を対象として、足趾機能と身体運動能力(握力、膝伸展筋力、10m歩行時間、静止立時の足圧中心動揺、動的バランス)との関係及び転倒予防のための足趾トレーニング(8週間)の有用性を検討し、足趾機能訓練は転倒予防のために有効であると報告した。また、金子ら<sup>45)</sup>は成人男女を対象に、4週間の足趾把持筋力トレーニングを実施し、4週間後の足趾把持筋力、10m最大歩行速度、床反力横方向最小床反力及び歩行率が向上したと報告している。さらに、相馬ら<sup>11)</sup>は1日10~20分間程度、週4回、3週間の足趾把持力トレーニングは、足趾把持力の向上とともに、Functional Reach Test(FRT)や最大1歩幅などの平衡機能に影響を及ぼすと報告した。竹井ら<sup>44)</sup>は1日10分程度、週4日、6週間の足把持力トレーニング(タオルギャザー)は、トレーニング開始から3週間で筋肉増強効果が示されたと報告している。福田ら<sup>46)</sup>も先行研究<sup>44)</sup>と同様に、トレーニング開始後3週目より、介入群の足把持筋力対体重比、10m全力歩行速度、及び歩幅に有意な変化が認められたと報告している。大学男子バスケットボール選手を対象とした研究においても、2ヵ月間の足趾筋力トレーニングと足趾運動巧緻性(足趾ジャンケン)トレーニングは、左右の足趾把持筋力を有意な改善したことから、疼痛発生予防に寄与する<sup>73)</sup>と考えられている。以上より、足趾筋力のトレーニング効果が検討され、一定の成果が認められることが明らかにされている。また、トレーニングによる足趾筋力の向上は、基礎的運動の成就能力においても貢献すると考えられる。しかし、これまでの報告は、青年や高齢者を対象に検討され、幼児期・児童期の子どもを対象には検討されていない。

現行の学習指導要領<sup>74)</sup>は、子どもたちの現状をふまえ、「生きる力」を育むという理念のもと、確かな学力、豊かな人間性、健康・体力の知育・徳育・体育をバランスよく育てることを目指し、また、体育科においては、生涯にわたって運動に親しみ、健康を保持増進し、1人ひとりに応じた体力の向上を図ることで、豊かなスポーツライフの実現を目指している。特に小学校では、「学校における体育・健康に関する指導は、児童の発達の段階を考慮して、学校の教育活動全体を通じて適切に行うものとする。」と内容を明確化しているとともに、運動の取り上げ方は学年で弾力性を持たせるようになっている。徳永ら<sup>75)</sup>は年間計画は地域や学校の実態を考慮するとともに、個々の児童の運動経験や技能の程度などに応じて、その運動をどの学年で取り上げるか、単元の構成や配列に創意工夫が求められると述べられている。また、学習指導要領<sup>74)</sup>の学年目標において、低学年(1、2学年)では体の基礎的な動きや各種運動の基礎となる動きなどを身につけることが求められている。以上のことから、小学校低学年の段階では、

走る、跳ぶ、投げる等の基本的運動動作を身につけさせるとともに、児童の体力の発達を考慮し、年間カリキュラムに弾力的に運動課題を導入することは可能と判断される。

体育的遊びの年間プログラムを導入の効果に関して、西田<sup>76)</sup>は幼稚園・保育所に在籍する5歳児を対象に体育的遊びのプログラム(マット・跳び箱・鉄棒・平均台の大型遊具や縄やボールなどの小型遊具を用いた活動、水遊び・プール遊び、かけっこ・リレー遊びや鬼遊びなどの集団遊び)を1回50分、週1回、年間を通して実施し、専門指導員による意図的・計画的な運動遊びの実践は多様な運動技能の獲得に結びついている可能性がある<sup>76)</sup>と報告している。また、古俣<sup>77)</sup>は小学校5年生を対象に週5日6ヵ月間、「うんてい」を利用した運動課題の能動握力及び受動握力に及ぼす効果を検討し、両握力に顕著な効果は認められなかったと報告している。さらに、長野ら<sup>49)</sup>は小学校低学年児童を対象に、単元8時間での「走・跳」の運動遊びが「走運動」技能の習得に及ぼす効果を検討し、運動遊びは走運動の基本動作習得に有効であると報告している。以上より、年間カリキュラムへの特別運動プログラムの導入は、体力や運動能力の向上に一定の成果がみられることが報告されている。幼児期・児童期の子ども達の体力や運動能力向上の方策は、トレーニング形式よりも、子ども達が楽しんで実施可能な運動課題を体育授業等に導入することが有効であるものと考えられる。一方、幼児及び児童を対象とした足趾筋力を高める運動課題の効果はこれまでに検討されていない。また、足趾筋力は基礎的運動の成취に關与することから、足趾筋力の向上は運動能力の向上においても貢献する可能性がある。しかし、この問題についても検討されていない。



## 第 3 章

# 問題の所在と検討課題



### 3-1 問題の所在

先行研究の整理及び考察から、以下に示す問題が存在することが明らかにされた。つまり、近年、子どもの体力や運動能力の低下や転倒の原因の一つとして、足趾筋力の低下が関係している可能性がある。しかし、幼児や児童の足趾筋力に関する研究報告は、非常に少なく、足趾筋力の加齢に伴う発達や性差に関する知見は、同じ指(趾)の筋力である握力に比べて極めて少ない。この原因の一つとして、幼児や児童の足趾筋力を測定する適切な器具の開発の遅れが考えられる。足趾筋力と体力や運動能力要因との関係に関する知見も乏しい。

幼児や児童の体力や運動能力は、積極的な運動実践により向上することが明らかにされている。しかし、足趾筋力を高める運動課題の実施が足趾筋力の発達に及ぼす効果及び足趾筋力が関与する運動成就能力に及ぼす効果に関しては不明で、検討されていない。大きな標本に基づき、足趾筋力の加齢に伴う発達及びその性差、足趾筋力と基礎運動能力の関係並びに足趾筋力を高める運動課題が足趾筋力及び基礎運動能力に及ぼす効果を明らかにすべきであろう。

### 3-2 本研究における検討課題

3-1において、本研究において検討すべき具体的問題点が明確にされた。ここでは、本研究において検討すべき具体的な問題を、本研究における研究課題として設定する。

足趾筋力の加齢に伴う発達と性差に関しては、研究課題1において4歳児から7歳児を対象に、そして研究課題2では6歳児から10歳児を対象に検討する。足趾筋力と基礎運動能力の関係は、研究課題2において6歳児から10歳児を対象に検討する。また、足趾筋力及び足趾筋力と関係がある基礎運動能力(走、跳、投)の向上を目的とした運動課題が、足趾筋力及び基礎運動能力に及ぼす効果に関しては、研究課題3において7歳児を対象に検討する。以下の、3つ研究課題の検討により、本研究の目的が達成されると判断した。なお、研究課題1から3は、それぞれ4章から6章において説明する。

#### 研究課題1. 4歳児から7歳児における足趾筋力の発達と性差

4歳児から7歳児における足趾筋力の加齢に伴う発達と性差を、体格の指標である身長及び体重の加齢に伴う発育との比較から検討する(第4章)。

#### 研究課題2. 6歳児から10歳児(児童期)における足趾筋力の発達と性差及び足趾筋力と基礎運動能力との関係

児童期における、加齢に伴う足趾筋力の発達と性差及び足趾筋力と基礎運動能力の関係について検討する(第5章)。

### 研究課題 3. 足趾筋力の向上を目的とした運動課題が、足趾筋力及び基礎運動能力に及ぼす効果の検討

小学2年生(7歳)を対象に、年間指導カリキュラムに導入した足趾筋力の発達を意図した運動課題が、足趾筋力及び足趾筋力が関与する基礎運動能力(走、跳、投)に及ぼす効果を検討する。(第6章)。

#### 3-3 仮説の設定

本研究において検討すべき仮説を以下に設定した。以下の仮説の検証を通して、3-2の研究課題を検討する。

#### 研究課題 1. 4歳児から7歳児における足趾筋力の発達と性差

仮説1. 4歳児から7歳児における足趾筋力は男女児とも加齢に伴い発達する。

仮説2. 4歳児から7歳児における加齢に伴う足趾筋力の発達量は、身長や体重の発育量と同程度である。

#### 研究課題 2. 6歳児から10歳児(児童期)における足趾筋力の発達と性差、足趾筋力と基礎運動能力との関係

仮説3. 児童期における足趾筋力は男女児とも加齢に伴い発達する。

仮説4. 児童期における足趾筋力は走、跳及び投の基礎運動能力と関係がある。

#### 研究課題 3. 足趾筋力の向上を目的とした運動課題が、足趾筋力及び基礎運動能力に及ぼす効果の検討

仮説5. 足趾筋力の発達を意図した体育カリキュラムへの運動課題(6-2-4「指導計画」について)を参照)の導入は、男女児ともに、足趾筋力の発達に効果がある。

仮説6. 仮説5における運動課題は、走、跳及び投の基礎運動能力においても効果がある。

### 3-4 用語の定義

本研究において用いられる主な用語及び概念について定義する。

#### 足趾

デジタル大辞泉<sup>78)</sup>によると、あしあと、足、もしくは足の指と定義している。そして、「指」とは、手足の末端の5本に枝分かれした部分。もとは手のものを指(てゆび)、足のものを趾(あしゆび)として区別したとしている。足の指の、「指」という言葉は、世界大百科事典 第2版<sup>79)</sup>によると、前肢(上肢)のゆびfingerを(指)とし、後肢(下肢)のゆびtoeを(趾)と書いたとしている。本研究では、足の指だけを明確に示すために、「足趾」と定義した。

#### 足趾筋力

足趾筋力は、2-1-5「足趾筋力の測定」において示した方法に従い、足趾筋力測定器を用いて趾の屈曲によって発揮される最大等尺性筋力と定義する。足趾筋力発揮に関連する主要な筋は、短趾筋力、足底方形筋、虫様筋、短母趾屈筋、母趾外転筋、長趾屈筋であり、また足趾筋力発揮時には、足関節周囲筋(前脛骨筋、ヒラメ筋、腓腹筋内側頭など)が関与する<sup>49, 51, 52, 53)</sup>と報告されている。

#### 子ども

栄養・生化学辞典<sup>80)</sup>では「小児」はおおむね15歳までの児童としている。学校教育法<sup>81)</sup>では、満6～12歳の学齢児童とされている。児童福祉法<sup>81)</sup>では、1歳から就学前までを「幼児」、小学校就学の始期から、満18歳に達するまでを「少年」と分けている。本研究では、対象とした4歳から12歳までを「子ども」と定義した。

#### 幼児期

大辞林 第三版<sup>82)</sup>では、生後1年ないし1年半の期間の乳児期以後で、小学校入学までの期間としている。学校教育法<sup>81)</sup>では、幼稚園に入園することができる者は、満3歳から、小学校就学の始期に達するまでの幼児としている。本研究では、3歳から小学校就学迄を「幼児期」と定義した。

## 児童期

大辞林 第三版<sup>82)</sup>では、6～7歳から12～13歳までの時期としている。学校教育法<sup>81)</sup>では、満六歳に達した日の翌日以後における最初の学年の初めから、満十二歳に達した日の属する学年の終わりまでとしている。本研究では、小学校に在籍する期間を「児童期」と定義した。

## 基礎運動能力

スポーツ百科事典<sup>83)</sup>では、基礎的動きは、神経系の発達が著しい子どものころに無理なく身につくとされており、どのような動きをとらえるかによって様々なものがある。Wickstromは、歩、走、跳、投、捕、打、蹴、ボールのドリブル、縄跳び、うんてい渡りをあげている。文部科学省<sup>71)</sup>の新体力テスト項目は、走、跳及び投からテスト項目は選択されている。また、出村ら<sup>84)</sup>は、重要な「基本運動として、「走る」、「跳ぶ」及び「投げる」を挙げている。本研究では、走、跳及び投動作を成就する能力を「基礎運動能力」と定義した。

## カリキュラム

大辞林 第三版<sup>82)</sup>では、「学校の教育目標を達成するために、児童・生徒の発達段階や学習能力に応じて、順序だてて編成した教育内容の計画。教育課程」とされている。現行の教育課程は、各教科、道徳、特別活動によって編成され、その具体的な内容は文部大臣が定める学習指導要綱<sup>74)</sup>によって定められている。その諸教科に分けた教科カリキュラムの、教育内容の範囲と性質を踏まえ、学習者の能力や関心の程度を考慮して、段階的に到達される具体的な目標が求められる。この枠組に基づき教材などが選択用意され、これに時間配当をして各年間、月間及び週ごとの学習進行予定が決められる。よって、本研究では、年間の学習進行予定を、「カリキュラム」と定義した。

## 運動課題

体力要因や基礎運動能力を効率的に高めるには、各能力が密接に関与する動作の反復が必要である。成人では、足趾筋力高めるための特別な把持トレーニングが利用されている<sup>6, 11, 12, 17, 43, 44, 72)</sup>。本研究では、足趾筋力を高めることを意図して、体育授業において児童が楽しんで実施可能で、下肢の筋群に運動負荷をかけることを主とした縄跳び、スピード走及び時間走が適切と判断し（6-2-4「指導計画について」を参照）した。よって、本研究における運動課題とは、縄跳び、スピード走及び時間走運動課題とする。

### 3-5 研究の限界

各研究課題を検討するために種々の仮定や作業仮説を必要とする。また、用語の定義、被験者の特性、測定項目や測定方法、統計解析法等の諸条件により結果の一般化が制限される。本節では、仮定に基づく限界（被験者の最大努力発揮など）や研究者自身が決める限界（被験者やテスト項目の選択など）について簡単に説明する。

#### 定義による限界

筋力は、1つの筋あるいは複数の筋群の収縮により発揮される力であるが、本研究では3-4で定義した方法に従い、足部及び下腿部の筋群により発揮される筋力を足趾筋力と仮定した。また、基礎運動能力は、走、跳及び投以外にも歩、登、捕等の能力から構成されるが、本研究では、走、跳及び投動作の成취に關与する能力を基礎運動能力(3-4「用語の定義」参照)と仮定した。

#### 被験者による限界

本研究の被験者(幼児及び児童)は、研究課題Ⅰでは首都圏のこども園、幼稚園及び小学校に在籍する410名、研究課題Ⅱでは小学校に在籍する288名、そして研究課題ⅢではK県在住の小学2年生74名であった。これらの被験者は任意に選出したが、それぞれ母集団を代表する標本と仮定した。また、全ての被験者は、本研究の主旨や目的を十分に理解し、最大努力でテストを実施したと仮定した。

#### テストによる限界

筋力は動的筋力、静的筋力、筋持久力等に分類されるが、本研究では、足趾筋力(静的筋力)は、等尺性筋収縮の発揮により評価できると仮定した。走、跳及び投の基礎運動能力は、それぞれ50m走、立ち幅跳び及びソフトボール投げテストにより適切に評価することができると仮定した。また、体格は、長育、量育、周育及び幅育から構成されるが、後者3側面は密接な関係があり、本研究では長育と量育をそれぞれ代表する身長と体重により体格を捉えられると仮定した。

#### 統計解析に伴う限界

本研究では、各研究課題において妥当と考えられる解析方法を利用した。以下、統計に関する主な仮定や選択に伴う限界について説明する。

分散分析において、交互作用あるいは主効果に有意性が認められた場合の事後比較は、種々の方法が存在し、いずれを利用するかにより結果が異なる。本研究では、有意水準の管理が適正と判断される Tukey

の Honestly Significant Difference (HSD) 法を選択した。また、平均値差は、標本が大きい場合、僅差でも有意差が認められる場合がある。よって、本研究では、差の程度を、効果サイズ<sup>85, 86, 87)</sup>により検討した。2変数間の関係の程度は、両者に直線関係を仮定するピアソンの積率相関係数を利用した。さらに、統計的な有意水準は5%に設定した。すなわち、帰無仮説が正しいにも関わらず、棄却してしまう第1種の過誤を犯す確率は5%まで認めた。



## 第4章

### 4 歳児から7 歳児における 足趾筋力の発達と性差



#### 4-1 目的

本章では、4歳児から7歳児における足趾筋力の加齢に伴う発達と性差を、体格の指標である身長及び体重の加齢に伴う発育との比較から検討する。

#### 4-2 方法

##### 4-2-1 対象者

対象者は、2014年と2016年において、首都圏の市街地にある私立Mこども園、S幼稚園及びM小学校に在籍する410名(4歳：男児51名と女児46名、5歳：男児60名と女児75名、6歳：男児50名と女児58名、7歳：男児37名と女児33名)であった。

本研究は、関東学院大学「人に関する研究倫理審査」と日本体育大学の「ヒトを対象とした実験等倫理審査」の委員会の承認を得て実施した(承認番号：人2014-1-1、第015-H42号)。なお、対象者には口答で、保護者には紙面で本研究の趣旨を事前に説明し、研究参加への同意を得た。

##### 4-2-2 測定項目

足趾筋力及び足趾筋力の加齢に伴う発達の比較項目として、身長及び体重を選択した。

##### 4-2-3 測定方法

足趾筋力、身長及び体重は2014年と2016年の5月から6月の期間に測定した。

足趾筋力は足指筋力測定器(竹井機器工業(株)社製、T. K. K. 3361)(図4-1)を用いて、先行研究の測定方法に準じて測定した<sup>61,63)</sup>。つまり、座位にて股関節90度、膝関節90度屈曲位、足関節背屈0度の肢位で行った。対象者には、測定中両手を膝の上に置き、上体を椅子にもたれかけないように保ち、5本の趾を足指筋力計の足指かけ棒(8mm)に掛け、最大努力で足趾を屈曲することを指示した(図4-2参照)。左右足の足趾筋力を各2回ずつ測定した。足趾筋力は、左右足の大きい値の平均を代表値として採用した。

身長及び体重は、一般的に行われている方法<sup>84)</sup>に従い測定した。

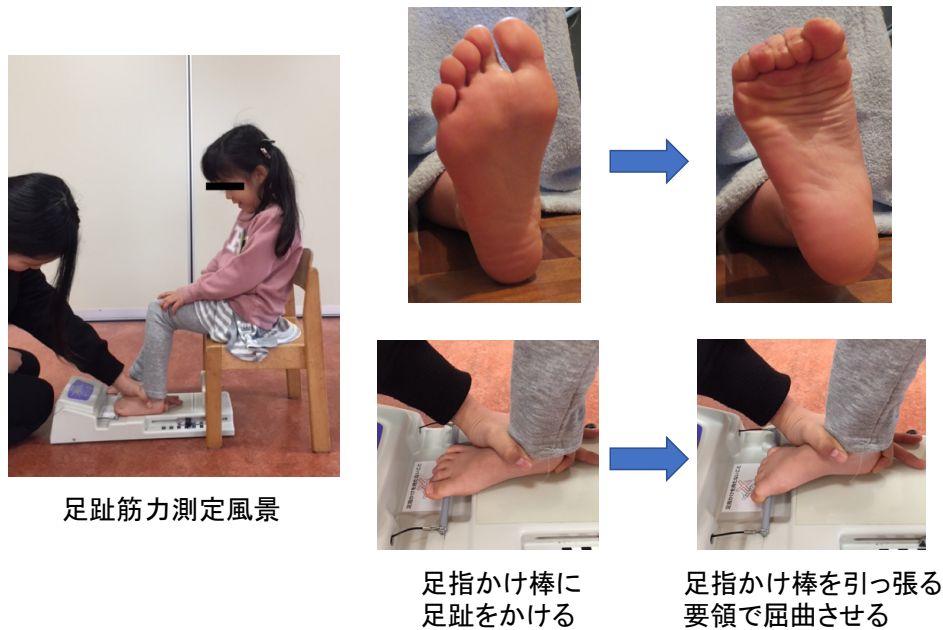


図4-2 足趾筋力測定風景と足趾の動かし方

#### 4-2-4 統計処理

幼児期は加齢に伴う身体の発育・発達が著しく、0.5歳間隔での分析が望ましい<sup>84)</sup>。よって、本研究では、0.5歳間隔の統計量(平均値±標準偏差)を算出した。年齢別・性別平均値の差の検定は、2要因ともに対応のない2要因(年齢×性)分散分析を利用した。有意な交互作用、あるいは主効果がみられた場合、Tukey法を利用して多重比較検定を行った。足趾筋力、身長及び体重の年齢別平均値と年齢との回帰式を算出した。変数間の関係は、ピアソンの相関係数及び年齢の影響を考慮した偏相関係数により検討した。足趾筋力の測定値の試行間信頼性は、級内相関係数(Intraclass Correlation Coefficients : ICC)により検討した。回帰係数の差は、回帰係数の同質性の検定を利用し、同質性が認められなかった場合、多重比較検定を行った<sup>89)</sup>。なお、本研究における有意水準は危険率5%未満とした。

#### 4-3 結果

足趾筋力は、利き足と非利き足間に有意差がなく、測定値の信頼性は高いと報告されている<sup>61)</sup>。本研究における左右の足趾筋力のICCは、0.73(5歳女児)~0.90(7歳男児)の範囲であった。

表4-1は、足趾筋力の年齢別・性別平均値と2要因分散分析の結果を示している。交互作用に有意性は認められず、年齢要因にのみ有意な主効果が認められ、多重比較検定の結果、4歳前半(G1)より5歳前半(G3)以降、4歳後半(G2)より5歳後半(G4)以降、5歳前半(G3)より6歳前半(G5)以降、5歳後半(G4)より7歳前半(G7)以降、そして6歳前半(G5)より7歳前半(G7)が高い値を示した。

表 4-1 足趾筋力の年齢別・性別平均値と2要因分散分析の結果 単位:kg

	男児			女児			F	$\eta^2$
	n	M	SD	n	M	SD		
4歳前半 (G1)	17	2.8	1.44	10	3.3	1.33	F1 = 0.085	0.001
4歳後半 (G2)	34	3.6	1.65	36	3.7	1.51	F2 = 26.212 *	1.198
5歳前半 (G3)	31	4.4	1.47	41	4.2	1.68	F3 = 0.878	0.040
5歳後半 (G4)	29	5.0	1.55	34	4.6	1.21	Post-hoc	
6歳前半 (G5)	26	5.3	1.92	38	5.5	1.68	G1<G3~G8, G2< G4~G8, G3<G5~G8, G4<G6~G8, G5<G7	
6歳後半 (G6)	24	6.5	1.58	20	5.9	1.90		
7歳前半 (G7)	19	6.1	1.60	18	6.2	1.80		
7歳後半 (G8)	18	6.9	1.90	15	6.8	1.99		

注) \*p<0.05, F1 : 性要因, F2 : 年齢要因, F3 : 交互作用,

表 4-2 身長及び体重の年齢別・性別2要因分析の結果

	身長 (cm)				体重 (kg)				F値	$\eta^2$
	男児		女児		男児		女児			
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD		
4歳前半 (G1)	102.5	3.10	104.4	3.91	16.1	1.68	16.0	1.70	F1 = 0.966	0.048
4歳後半 (G2)	104.9	3.98	105.1	4.51	17.1	1.83	17.5	1.87	身 長 F2 = 97.238* F3 = 0.707	33.534 0.244
5歳前半 (G3)	106.8	4.28	106.6	4.41	18.0	1.96	17.6	1.90		
5歳後半 (G4)	111.0	3.65	109.5	3.58	19.2	2.03	18.2	2.46		
6歳前半 (G5)	113.9	5.15	113.4	4.88	20.0	2.98	20.3	3.39	体 重 F1 = 2.442 F2 = 34.579* F3 = 0.980	0.048 4.796 0.136
6歳後半 (G6)	117.4	5.62	115.9	2.94	22.1	3.84	20.6	1.74		
7歳前半 (G7)	119.8	4.21	118.3	4.82	22.7	2.86	21.9	4.67		
7歳後半 (G8)	122.6	5.97	122.2	5.81	24.2	5.76	23.6	3.20		

注) \*p<0.05, F1 : 性要因, F2 : 年齢要因, F3 : 交互作用, 人数は表1参照,  
年齢差のPost-hocは、身長:G1~G3<G4<G5<G6~G8

体重:G1<G4~G8, G2<G5~G8, G3<G5~G8, G4<G6~G8, G5<G7~G8

表4-2 は、身長及び体重の年齢別・性別2要因分散分析の結果を示している。いずれの変数も交互作用に有意性は認められず、年齢要因にのみ有意な主効果が認められた。多重比較検定の結果は表4-2の注に示す通りであった。以上、足趾筋力、身長及び体重には有意な性差が認められなかったことから、以後は男女のデータを一括して足趾筋力、身長及び体重の年齢別平均値を算出した。

男女別に、年齢別平均値と年齢の回帰式における回帰係数は、足趾筋力(男児:y=1.1x-1.5, R<sup>2</sup>=0.342, 女児:y=1.1x-1.3, R<sup>2</sup>=0.291, t=-0.149)、身長(男:y=6.0x+76.6, R<sup>2</sup>=0.669, 女児:y=5.6x+78.3, R<sup>2</sup>=0.613, t=-0.197)及び体重(男児:y=2.3x+6.3, R<sup>2</sup>=0.399, 女児:y=2.1x+7.1, R<sup>2</sup>=0.359, t=-0.138)の3変数とも有意な性差を示さなかった。

表 4-3-1 : 標準化資料に基づく足趾筋力、身長及び  
体重の年齢別平均値及び年齢との回帰式

		$r^2$	回帰係数の有意性 (t-値)
身長	$y = 0.790x + 45.399$	0.640	26.94 *
体重	$y = 0.608x + 46.459$	0.378	15.74 *
足趾筋力	$y = 0.557x + 46.757$	0.316	13.73 *

表 4-3-2 : 表 4-3-1 における足趾筋力、身長及び体重の  
回帰係数の同質性の検定及び多重比較の結果

	回帰係数 (a)	F	p	多重比較
1 年齢 × 身長	0.790			
2 年齢 × 体重	0.608	11.635 *	0.000	1 > 2, 3
3 年齢 × 足趾筋力	0.557			

各測定項目は、それぞれ単位が異なるので、変数ごとに測定値を標準化(偏差値に変換)し、標準化資料に基づき年齢別平均値と年齢と回帰式を作成した(表4-3-1)。回帰式はいずれも有意であった。回帰係数の同質性の検定結果、同質性が棄却(回帰係数間に有意差)された。多重比較検定の結果、年齢と身長の係数は、年齢と体重及び年齢と足趾筋力の係数より高い値を示した(表4-3-2)。つまり、加齢に伴う増加量が、身長は体重や足趾筋力より大きく、体重と足趾筋力に差はなかった。

表4-4は、本研究で対象とした対象者全体の年齢、身長、体重及び足趾筋力の平均値、標準偏差、個人差の指標である変動係数(CV)、変数相互の相関係数(左下)及び偏相関係数(右上)を示している。CVは、身長が6.61、年齢及び体重、17~18の範囲であるのに対し、足趾筋力は約40であった。つまり、足趾筋力の個人差は、身長の約6倍で、年齢及び体重の約2倍であった。変数相互の相関係数はいずれも有意で、年齢と身長及び身長と体重の係数は0.80以上の非常に大きい値であった。年齢の影響を取り除いた偏相関係数もいずれも有意であった。

表4-4 年齢、身長、体重、足趾筋力の平均値、標準偏差、変動係数、  
相関係数（左下）及び偏相関係数（右上）

	M	SD	CV	1	2	3	4
1 年齢(歳)	5.83	1.01	17.39				
2 身長(cm)	111.26	7.36	6.61	0.80*		0.72*	0.19*
3 体重(kg)	19.39	3.59	18.54	0.61*	0.83*		0.20*
4 足趾筋力(kg)	4.93	1.96	39.85	0.56*	0.54*	0.47*	

注) CVは変動係数, \* p < 0.05

#### 4-4 考察

子どもの転倒の原因の一つとして、足趾筋力が関係していることが指摘されている<sup>5)</sup>。足趾筋力に関する研究報告は、成人や高齢者は多く見られる<sup>15, 18, 39, 46)</sup>が、幼児に関しては限られ、幼児の足趾筋力の発達や性差は必ずしも十分明らかにされていない。身長と体重は、発育の代表的な指標であり、身長は遺伝の影響が大きく<sup>88)</sup>、身体の充実度を示す体重は栄養や運動などの生活習慣の後天的な影響を受ける<sup>84)</sup>。加齢に伴う足趾筋力の発達は、身長及び体重の発育状態との比較により明確にされると判断される。よって足趾筋力の加齢に伴う発達の比較項目として、身長及び体重を選択した。本章では、4歳から7歳における、足趾筋力の加齢に伴う発達と性差及び加齢に伴う足趾筋力と身長及び体重の増大量を比較・検討した。本研究における左右の足趾筋力の年齢別及び男女別信頼性係数(ICC)は、0.73(5歳女児)～0.90(7歳男児)の範囲であった。いずれもICCも0.7以上であり、足趾筋力の測定値の信頼性は高い<sup>89)</sup>と判断される。なお、足趾筋力に左右差は認められなかった。

足趾筋力の平均値に、年齢差が認められたが、性差は認められなかった。つまり、足趾筋力は、4歳から7歳にかけて、加齢に伴い発達するが、性差はないことが明らかにされた。先行研究<sup>24, 25)</sup>においても、足趾筋力は、4歳後半から6歳前半の幼児<sup>24)</sup>、あるいは小学1年から6年の児童<sup>25)</sup>において加齢に伴い発達するが、性差は認められなかったと報告されている。以上のことから、足趾筋力は、4歳から7歳の年齢段階において加齢に伴い発達するが、性差はないと判断された。

一方、身長及び体重も年齢別平均値間に差が認められ、回帰係数も有意であったが、性差は認められなかった。春日<sup>90)</sup>によると、身長と体重は3.5歳から6.5歳までほぼ直線的な増加傾向を示し、加齢とともに増加量が少しずつ大きくなる。本研究の結果においても身長と体重はほぼ同様な発育傾向を示したことから、本研究の対象者は一般的な発育状態にあると考えられる。

以上のことから、本研究における被験者の身長及び体重は足趾筋力の発達傾向の比較資料として適切と判断される。体格は幼児期に加齢に伴い著しく発育する。身長及び体重は幼児期における身体発育の基本的指標であり、これらの測定法は一般化されており、測定値の信頼性も非常に高い。幼児期において、身長や体重は体力や運動能力とも密接な関係がある<sup>91)</sup>。したがって、足趾筋力の発達や性差も身長や体重の発育状態との比較から適切に検討できると考えられる。ただし、身長は遺伝の影響を大きく受け<sup>88)</sup>、体重は栄養などの環境面の影響を受ける<sup>84)</sup>ことから、両者の発育は足趾筋力の発達と密接な関係がある<sup>23)</sup>が、関係の程度は異なると考えられる。

本研究の結果から、足趾筋力は身長や体重と同様、加齢に伴い発達するが、その発達量は身長の発育量に比べ小さく、体重の発育量とは差がないこと、身長は体重に比べて加齢に伴う発育量は大きいことが明らかにされた。また、本研究の結果から、4歳児から7歳児における体重の個人差は、身長の個人差の約3倍と判断された。同じ体格の指標であるが、加齢に伴う身長と体重の発育量の違いは、両者の発育に及ぼす遺伝的・環境的要因の違いやそれに関係する個人差の違いが関係していると推測される。

幼児期における運動遊び経験は、体力や運動能力の発達に関係する<sup>84,92)</sup>。また、両親や保護者、特に母親<sup>93)</sup>の運動に対する興味や関心<sup>9,94)</sup>が幼児の体力や運動能力の発達に関係することが報告されている。さらに、短期間の運動遊び経験による身体機能向上の可能性も報告されている<sup>95)</sup>。つまり、幼児の体力や運動能力の発達は、運動遊びの程度や保護者の運動に対する関心の影響を受けると考えられる。本研究で選択した足趾筋力(体力要因)の発達も、幼児の運動経験の個人差あるいは、保護者の運動に対する関心の違いが足趾筋力発達の個人差に関係していると考えられた。

以上より、足趾筋力の加齢に伴う発達量は、遺伝的要因の影響が大きい身長の発育量より<sup>88)</sup>小さく、運動遊びの種類や頻度<sup>93)</sup>などの生活習慣や環境的要因の影響を受ける体重の発育量と変わらなかったことから、足趾筋力の個人差は大きいと推測された。

一方、身長と体重は密接な関係があり( $r = 0.72$ )、足趾筋力は身長及び体重と低い関係があることが確認された。関ら<sup>25)</sup>も足趾筋力が体格と関係が認められたことを報告している。野田<sup>50)</sup>は足趾の重要な機能として、姿勢の保持や歩行時の蹴りだしなどを挙げている。足趾筋力は体格や姿勢の維持や移動に関与することが推測された。

#### 4-5 まとめ

足趾筋力は幼児期から児童期(低学年)において、加齢に伴い発達するが性差は認められなかった。また、足趾筋力は身長及び体重と関係があり、加齢に伴う発達量は身長の発育量より小さいが、体重の発育量とは差が認められなかった。足趾筋力は身長に比べ非常に大きい個人差を示した。



## 第 5 章

6 歳児から 10 歳児(児童期)における  
足趾筋力の発達と性差、  
及び足趾筋力と基礎運動能力との関係



### 5-1 目的

本章では、児童期における、加齢に伴う足趾筋力の発達と性差及び足趾筋力と基礎運動能力の関係について検討する。

### 5-2 方法

#### 5-2-1 対象者

本研究の対象者は、首都圏の市街地にある私立M小学校に在籍する 288 名（6 歳：男子 20 名と女子 21 名、7 歳：男子 37 名と女子 35 名、8 歳：男子 23 名と女子 15 名、9 歳：男子 23 名と女子 24 名、10 歳：男子 48 名と女子 42 名）であった。そして、対象者には口答で、保護者には紙面にて本研究の趣旨を事前に説明した後、研究参加への同意を得た。なお、本研究は、関東学院大学「人に関する研究倫理審査」と日本体育大学の「ヒトを対象とした実験等倫理審査」の委員会の承認を得て実施した承認番号：人 2014-1-1、第 015-H42 号）。

#### 5-2-2 測定項目

走、跳、投の基礎運動能力は、幼児期から児童期にかけて著しく発達する<sup>8)</sup>。したがって、測定項目として、足趾筋力と走、跳、投の基礎運動能力を代表する 50m 走、立ち幅跳び及びソフトボール投げを選択した。

#### 5-2-3 測定方法



図5-1 足指筋力測定器

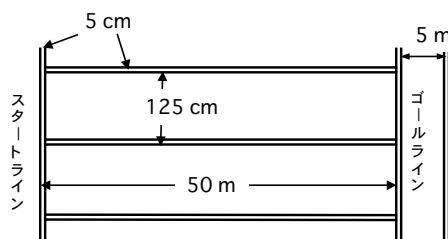


図5-2 50m走の直走路

### (1) 足趾筋力測定

足趾筋力の測定方法は、4-2-3において説明した。足指筋力測定器(竹井機器工業株式会社製、T.K.K. 3361) (図5-1参照)を用いて、先行研究の測定方法に準じて測定した<sup>61,63)</sup>。つまり、座位にて股関節90度、膝関節90度屈曲位、足関節背屈0度の肢位で行った。対象者には、測定中両手を膝の上に置き、上体を椅子にもたれかけないように保ち、5本の趾を足指筋力計の足指かけ棒(8mm)に掛け、最大努力で足趾を屈曲することを指示した(図4-2参照)。左右足の足趾筋力を各2回ずつ測定した。左右足の大きい値の平均を代表値として採用した。

### (2) 運動能力の測定法

文部科学省の新体力テスト実施要領(6~11歳対象)<sup>96)</sup>のに従い測定した。

#### ① 50m走(走能力評価)

人工芝に描かれているコース幅125cmの50mの直走路を使用した(図5-2参照)。ライン幅は5cm幅でラインを引き、対象者のスタートは、スタンディングスタートで行った。レディーゴーでスタートし、ゴールライン上に胴が到達するまでに要した時間を計測した。記録は1/10秒単位とし、1/10秒未満は切り上げた。測定は1回とした。



図5-3 立ち幅とび距離測定用マット

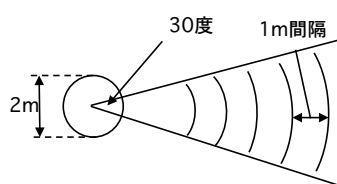


図5-4ソフトボール投げ測定の投球範囲

#### ② 立ち幅とび(跳躍能力評価)

立ち幅とび測定用に開発されたマット(TOEILIGHT社製、T-2598)を利用した(図5-3参照)。対象者はマット上に、両足を軽く開き、つま先が踏み切り線の前端に揃えて立った後、自身のタイミングで跳躍を行った。跳躍の際に、できるだけ前方へ跳ぶように指示した。記録測定として、着地の踏み切り線に近い足の踵までの距離をcm単位で2回測定し、大きい値を代表値として採用した。

### ③ ソフトボール投げ（投能力評価）

グラウンドに直径2mの円を書き、円の中心から中心角30度になるように直線を図5-1のように引き、その間に同心円弧を1m間隔に描く（図5-4参照）。対象者に円内から、ソフトボール1号（外周26.2cm～27.2cm、重さ136g～146g）を投球させた。円を踏んだり、越したり、ボールが30°の範囲から出ないように注意させた。対象者が前述の注意点に抵触した場合は、再度測定をした。記録測定として、ボールが落下した地点までの距離を、あらかじめ1m間隔に描かれた円弧によって計測した。記録はm単位で2回実施してよい方の記録を代表値とした。

#### 5-2-4 統計処理

学年間隔の統計量（平均値±標準偏差）を算出した。年齢別・性別平均値の差の検定は、2要因ともに対応のない2要因（年齢×性）分散分析を利用した。有意な交互作用、あるいは主効果がみられた場合、Tukey法を利用して多重比較検定を行った。変数間の関係は、Pearsonの相関係数及び偏相関係数により検討した。2つの平均差の程度は、効果サイズ（ES：effect size）により検討した。ESは、0.2以下は小さい、0.5は中程度、0.8以上は大きいと解釈される<sup>97)</sup>。なお、本研究における有意水準は危険率5%未満とした。

#### 5-3 結果

表5-1は、足趾筋力の年齢別・性別平均値と2要因分散分析の結果を示している。年齢要因にのみ有意な主効果が認められ、多重比較検定の結果、男子では、8歳、9歳及び10歳が6歳より、9歳及び10歳が7歳及び8歳より、そして、女子では8歳、9歳及び10歳が6歳より、9歳及び10歳が7歳より、そして10歳が8歳より高い値を示した。

表5-1 足趾筋力の年齢別・性別平均値と2要因分散分析の結果

単位：kg

	男子			女子			F	$\eta^2$
	n	M	SD	n	M	SD		
6歳	20	5.5	1.77	21	5.3	1.77	F1= 43.564*	0.868
7歳	37	6.1	2.24	35	6.5	2.41	F2= 0.850	0.017
8歳	23	7.8	2.14	15	7.7	2.44	F3= 0.594	0.012
9歳	23	9.9	2.02	24	8.8	2.26		
10歳	48	10.3	2.76	42	10.0	2.89		

注) \*p<0.05, F1：年齢要因, F2：性要因, F3：交互作用,  
 男子：6歳<8歳, 9歳, 10歳    7歳, 8歳<9歳, 10歳  
 女子：6歳<8歳, 9歳, 10歳    7歳<9歳, 10歳    8歳<10歳

表5-2 は、50m走、立ち幅とび及びソフトボール投げの年齢別・性別2要因分散分析の結果を示している。50m走は、交互作用に有意性は認められず、年齢要因に有意な主効果が認められた。多重比較検定の結果、平均値は、男子では、7歳から10歳は6歳より、8歳と9歳は7歳より、10歳は7歳から9歳より、そして女子では、7歳から10歳は6歳より、9歳及び10歳は7歳より、そして10歳が8歳より低い値を示した。立ち幅とびは、交互作用に有意性は認められず、性要因と年齢要因に有意な主効果が認められ、多重比較検定の結果、平均値は、男子では8歳から10歳は6歳及び7歳より、そして女子では、8歳から10歳は6歳より、そして9歳及び10歳は7歳より高い値を示したが、いずれの年齢においても性差は認められなかった。ソフトボール投げは、有意な交互作用が認められ、多重比較検定の結果、平均値は、男子では、8歳から10歳は6歳及び7歳より、10歳は8歳及び9歳より、そして女子では、9歳および10歳は6歳及び7歳より大きく、また7歳から10歳では男子が高い値を示した。

表5-2 50m走、立ち幅とび及びソフトボール投げの年齢別・性別2要因分散分析の結果

	50m走(秒)				立ち幅とび(cm)				ソフトボール投げ(m)				F	$\eta^2$
	男子		女子		男子		女子		男子		女子			
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD		
6歳	12.1	0.24	13.0	0.23	123.0	17.95	112.6	20.47	7.6	1.03	5.7	1.00	50 m 走 F1 = 62.537 * F2 = 3.322 F3 = 2.361	0.237 0.013 0.009
7歳	11.2	0.17	11.2	0.18	120.8	21.87	120.3	15.55	9.7	0.76	7.1	0.78		
8歳	10.3	0.22	10.7	0.27	138.7	15.46	134.0	11.53	14.3	0.96	9.3	1.19		
9歳	10.3	0.22	10.0	0.21	144.8	21.45	140.6	17.96	14.5	0.96	10.7	0.94	立ち 幅 と び F1 = 33.628 * F2 = 3.932 * F3 = 0.471	39.570 4.627 0.554
10歳	9.5	0.15	9.8	0.16	150.2	17.33	146.9	20.43	19.6	0.66	12.4	0.71		
注) *p<0.05, F1: 年齢要因, F2: 性要因, F3: 交互作用, 人数は表1参照, 性差のPost-hocは、立ち幅とび: n.s														
ソフトボール投げ: 7歳, 8歳, 9歳, 10歳 女子<男子														
年齢差のPost-hocは、50m走: 男子: 6歳>7歳, 8歳, 9歳, 10歳 7歳>8歳, 9歳>10歳, 女子: 6歳>7歳, 8歳, 9歳, 10歳 7歳>9歳, 10歳 8歳>10歳,														
立ち幅とび: 男子: 6歳, 7歳<8歳, 9歳, 10歳 7歳<9歳, 10歳														
ソフトボール投げ: 男子: 6歳, 7歳<8歳, 9歳, 10歳 8歳, 9歳<10歳, 女子: 6歳, 7歳<9歳, 10歳														
ソフトボール投げ														
F1 = 41.453 * 3.000														
F2 = 50.492 * 3.654														
F3 = 3.657 * 0.265														

表5-3は、足趾筋力と50m走、立ち幅とび及びソフトボール投げ間の相関係数及び年齢を考慮した偏相関係数を示している。相関係数は、全ての運動能力テストと中程度の有意な相関が認められた。偏相関係数も相関係数に比べ低くなったが、いずれも有意であった。

表5-3 足趾筋力と50m走、立ち幅とび及びソフトボール投げとの相関係数及び偏相関係数

	相関係数		偏相関	
	男子	女子	男子	女子
50m走	-0.547 *	-0.576 *	-0.243 *	-0.298 *
立ち幅とび	0.595 *	0.586 *	0.388 *	0.351 *
ソフトボール投げ	0.597 *	0.531 *	0.331 *	0.285 *

注) \* : p<0.05

#### 5-4 考察

足趾筋力は加齢にともない増加する傾向を示したが、性差は認められなかった。発育発達期には、加齢に伴い筋量が増大し、それに伴い筋力も発達することによって、思春期には性差が顕著になる<sup>98)</sup>。本研究では児童を対象としており、児童期には足趾筋力に性差がないことが報告されている<sup>25)</sup>。本研究の結果においても児童期の足趾筋力は、加齢に伴い発達するが、性差は認められないことが示唆された。

一方、50m 走、立ち幅とび及びソフトボール投げの基礎運動能力テストは、いずれも加齢に伴う発達が認められた。中村と松浦<sup>29)</sup>は4歳から8歳の幼児・児童の男女の基礎運動能力は年齢の増加に伴ってほぼ直線的に発達すると報告している。陳<sup>99)</sup>は立ち幅とびは、8歳で成熟した動作に達すると報告している。阿部<sup>34)</sup>は幼稚園児の立ち幅とび及びボール投げは、加齢に伴い発達する報告している。以上より、本研究の結果は先行研究とほぼ一致している。幼児期には、50m 走、立ち幅とび及びソフトボール投げの基礎運動能力は加齢に伴い発達すると考えられた。

また、本研究の結果では、性差は立ち幅とびとソフトボール投げに認められ、立ち幅とびは多重比較検定の結果、いずれの年齢においても性差が認められず、50m 走においても性差は認められなかった。中尾ら<sup>31)</sup>は25m 走は3歳、テニスボール投げは2歳から5歳、立ち幅とびは4歳において、有意な性差が認められたと報告している。一方、伊藤<sup>32)</sup>の報告によると、2歳から5歳では、立ち幅とびに性差は認められない。また、渡部ら<sup>33)</sup>は幼児(3歳から5歳)の25m 走及び立ち幅とびには性差が認められないが、ボール投げに性差が認められたと報告している。さらに、松浦<sup>8)</sup>は投能力は性差が大きく、3歳児においても男児が女児より優れ、4歳時以降も一貫して男児が女児より優れるが、50m 走は児童初期では男児より女児の方が走力に優れ、9歳から10歳ごろより男子が優れること、立ち幅とびは13歳・14歳ぐらいから性差が大きくなることを報告している。つまり、50m 走の性差は9歳以降、立ち幅とびの性差は13歳以降に性差が認められるものと考えられる。実際、幾つかの先行研究<sup>31,32,33,34)</sup>では、幼児期では立ち幅とびに性差は認められないと報告している。

以上のことから、先行研究においても、幼児期ではボール投げには性差が認められているが、50m 走には性差が認められない。これらのことは、本研究の結果と同様であった。立ち幅とびは中尾の報告以外、幼児期には性差は認められていない。本研究における平均差の効果サイズ(ES)は、ソフトボール投げ(男14.0m vs 女9.4m)は0.80と大きな値を示したが、立ち幅とび(男136.8cm vs 女132.3cm)は0.20で、性差が認められなかった50m 走(男10.5秒 vs 女10.8秒)の0.18とほぼ同じであった。50m 走及び立ち幅とびは下肢の筋群が主動筋であり<sup>8)</sup>、ソフトボール投げに比べ、足趾筋力の関与も大きいと考えられる。以上より、本研究の結果より50m 走、立ち幅とび及びソフトボール投げは男女共、加齢に伴い発達するが、性差はソフトボール投げのみに認められると判断された。

足趾の機能として、姿勢の保持、歩行時の蹴りだし、左右方向への動きへの敏捷な対応、斜面や不整地への対応及びつま先立ちが挙げられている<sup>50)</sup>。また、足趾筋力は走動作で蹴りだし時の前進推進力や姿勢の安定のために重要である<sup>69)</sup>。中でも、走る時の前進推進力を得るため地面を蹴る、投球時のステップや軸足で身体を押し出す時<sup>100)</sup>及び跳躍時の踏切には足趾筋力が少なからず関与する。また、関ら<sup>25)</sup>は男女ともに、足趾筋力は50m走、立ち幅とび及びソフトボール投げを含む体力要因と関係があると報告している。児童を対象とした研究において、Morita et al.<sup>39)</sup>は足趾筋力は50m走、立ち幅とび、大学生を対象とした研究において、山田と須藤<sup>69)</sup>は50m走と足趾筋力は関係があると報告している。よって、足趾筋力は50m走、立ち幅とび及びソフトボール投げと関係が認められることが示唆された。

本研究の結果、足趾筋力は50m走、立ち幅とび及びソフトボール投げと関係が確認され、仮説は支持された。Morita et al.<sup>39)</sup>は児童を対象とし、足趾筋力は50m走、立ち幅とびと有意な相関があったと報告している。中でも、走る時に前進推進力を得るため地面を蹴る、跳躍時に踏切及び投球時のステップに、足趾筋力が関与するため、足趾筋力と50m走、立ち幅とび及びソフトボール投げ間に関係が認められたと考えられた。

#### 5-5 まとめ

児童期において、足趾筋力は加齢に伴い発達するが性差は認められなかった。走、跳、投の基礎運動能力も加齢に伴い発達し、ソフトボール投げに性差が認められた。また、足趾筋力は、男女ともに50m走、立ち幅とび及びソフトボール投げと関係が認められなかった。



## 第6章

足趾筋力の向上を目的とした運動課題が、  
足趾筋力及び基礎運動能力に  
及ぼす効果の検討



## 6-1 目的

前章において足趾筋力と基礎運動能力と関係があることが確認された。本章では、小学校2年生を対象に、年間指導カリキュラムに導入した足趾筋力の発達を意図した運動課題が、足趾筋力及び足趾筋力が関与する基礎運動能力(走、跳、投)に及ぼす効果を検討する。

## 6-2 方法

### 6-2-1 対象者

宮下<sup>101)</sup>によると、投げる動作は7~9歳、また跳ぶ動作は6~8歳において練習効果が明確になる。運動課題の効果は小学2~3年が顕著と判断される。本研究では、首都圏の市街地にある私立M小学生2年生に在籍する74名(2014年度:男児18名と女児16名、2015年度:男児16名と女児24名)を選択した。前者の34名は2014~2015年の期間、文部科学省の学習指導要領に基づいた従来の体育カリキュラム(以降、旧カリ)で授業を実施した。後者の40名は2015~2016年の期間、足趾筋力及び足趾筋力が関与する基礎的な運動能力の向上を目的とし、特別な運動課題を体育授業時に導入し(以降、新カリ)実施した。対象者(後者)は1年後のほぼ同時期に運動課題の効果を検討するために、再度テストを受けた。表6-1は、旧カリと新カリを受けた2年生時の身長と体重の、そして表6-2は、運動能力(走、跳及び投)テストの平均値の差の検定結果(性差及び旧新カリ要因)を示している。年齢、身長及び体重は2年時の新旧カリ別・男女別の平均値間に有意差は認められなかった。年齢及び体格に関しては同質の集団であったと仮定される。運動能力では、ソフトボール投げにのみ有意な性差(男児9.4m vs 女児7.6m)が認められた。出村<sup>84)</sup>はソフトボール投げには4歳前半で性差が認められ、その差は加齢に伴い大きくなると報告している。ボール投げには、社会的環境や運動経験などの後天的要因が強く関与し、一般に性差が認められる<sup>102)</sup>。

表6-1 2年生における体格の性別・群わけ平均値と2要因分散分析の結果

		旧カリ		新カリ		平均		F	$\eta^2$	Post-hoc
		M	SD	M	SD	M	SD			
年齢	(歳) 男子	7.5	0.58	7.6	0.33	7.6	0.48	F1=	0.09	0.000
	女子	7.7	0.29	7.6	0.33	7.6	0.32	F2=	0.04	0.000
	平均	7.6	0.47	7.6	0.33			F3=	1.64	0.003
身長	(cm) 男子	121.0	6.40	122.7	5.21	121.8	5.85	F1=	0.07	0.027
	女子	122.9	6.26	121.5	4.09	122.0	5.04	F2=	0.01	0.006
	平均	121.9	6.31	122.0	4.54			F3=	1.42	0.559
体重	(kg) 男子	24.9	8.90	24.5	3.98	24.7	6.93	F1=	1.81	0.676
	女子	23.6	3.36	22.4	3.01	22.9	3.17	F2=	0.44	0.164
	平均	24.3	6.81	23.2	3.54			F3=	0.12	0.045

注) \*p<0.05, F1: 性差要因, F2: 旧カリ・新カリ要因, F3: 交互作用

表 6-2 2年生における各測定項目の性別・群わけ平均値と2要因分散分析の結果

			旧カリ		新カリ		平均		F	$\eta^2$	Post-hoc
			M	SD	M	SD	M	SD			
足趾筋力	(kg)	男子	6.0	2.35	6.3	1.91	6.1	2.12	F1=	0.87	0.046
		女子	5.9	2.13	5.5	1.64	5.7	1.84	F2=	0.03	0.002
		平均	6.0	2.21	5.8	1.78			F3=	0.68	0.036
50m走	(秒)	男子	11.4	1.11	11.9	1.34	11.7	1.23	F1=	3.55	0.056
		女子	11.4	0.78	11.0	1.05	11.2	0.96	F2=	0.01	0.000
		平均	11.4	0.96	11.4	1.25			F3=	3.20	0.050
立ち幅とび	(cm)	男子	115.3	21.45	117.4	13.16	116.3	17.80	F1=	0.08	0.336
		女子	120.3	14.36	114.8	17.84	117.0	16.56	F2=	0.16	0.636
		平均	117.6	18.36	115.9	16.00			F3=	0.87	3.444
ソフトボール投げ (m)	(m)	男子	8.6	3.07	10.3	3.30	9.4	3.25	F1=	7.81 *	0.898
		女子	7.0	2.50	8.0	2.84	7.6	2.72	F2=	3.90	0.448
		平均	7.8	2.89	8.9	3.20			F3=	0.24	0.028

注) \* $p < 0.05$ , F1 : 性差要因, F2 : 旧カリ・新カリ要因, F3 : 交互作用

本研究は、関東学院大学「人に関する研究倫理審査」と日本体育大学の「ヒトを対象とした実験等倫理審査」の委員会の承認を得て実施した(承認番号:人2014-1-1、第015-H42号)。

#### 6-2-2 測定項目

前述の通り、本章では、走、跳、投の基礎運動能力を代表するテストとして、50m走、立ち幅とび及びソフトボール投げを選択した。前章において、これらの基礎運動能力と足趾筋力との関係が確認された。

#### 6-2-3 測定方法

足趾筋力の測定方法は、4-2-3において説明した。50m走、立ち幅とび及びソフトボール投げは、文部科学省の新体力テスト実施要領(6~11歳対象)<sup>96)</sup>のに従い、5-2-2(2)において説明した方法で測定した。

#### 6-2-4 指導計画について

先行研究により、足趾筋力は足趾筋力を直接高める筋力トレーニングにより高まること<sup>15, 44, 45)</sup>が報告されている。しかし、発育発達期にある子ども達の場合は、トレーニング形式よりも楽しんで行える運動課題の方が適切と考えられる。よって、足趾筋力が関与する適切な運動課題を検討した。縄跳運動には下肢の筋力、特に足趾筋力が関与する<sup>103, 104)</sup>。走や跳動作の主動筋も下肢筋力である<sup>8)</sup>が、足趾で地面を蹴って前方移動するため、特に足趾筋力の貢献が大きい<sup>23, 39, 69)</sup>と考えられる。つまり、縄跳び、走や跳躍等の運動は、足趾筋力に負荷がかかるため、足趾筋力を高める運動として有効であり、また、これ

らの運動の反復は走や跳躍の成就能力も高めると考えられる。旧カリには跳の運動遊び（縄跳び）、走の運動遊び（リズム走・時間走）が含まれているが、新カリでは、跳の運動遊び（縄跳び）や走の運動遊び（時間走）の運動時間を増やすとともに、走の運動遊びにスピード走を新たに加えることとした。つまり、新カリでは、下肢に高強度の負荷を短時間かける走の運動遊び（スピード走）を5月に7回、下肢に低強度の負荷を長時間かける走の運動遊び（時間走）を11月から12月に12回（旧カリでは6回）、そして、下肢に伸張反射負荷をかける縄跳びを<sup>103, 104</sup>1月から3月に22回（1回4分間×22回）それぞれ追加実施した。これらの追加時間は、旧カリにおいて4月に実施していた器械・器具を使つての運動遊び（固定遊具）とゲーム（鬼ごっこ）や、5月と3月に実施していた表現リズム遊び、あるいは器械・器具を使つての運動遊び（マット）などを減らして時間を確保した。変更前後のカリキュラムの内容については、表6-3に記載した。

表6-3 変更前後のカリキュラム(体育科年間指導計画)の内容

旧カリ (2014年4月～2015年3月まで)		新カリ (2015年4月～2016年3月まで)				
学年	2年 (105)	学年	2年 (105)			
指導者	担任あるいは体育専科	指導者	体育専科		担任	
週の時間数	3時間	週の時間数	2時間	71	1時間	24
4月	ゲーム(鬼ごっこ)・走の運動遊び(リズム走) 器械・器具を使つての運動遊び(固定遊具)	4月	走の運動遊び(スキップ走)	(35)	体ほくしの運動	(8)
5月	表現リズム遊び	5月	走の運動遊び(スピード走)・ 表現リズム遊び		走の運動遊び(スピード走)・ 表現リズム遊び	
6月	器械・器具を使つての運動遊び(鉄棒)	6月～7月	器械・器具を使つての運動遊 び(鉄棒)	跳の運動遊び (ゴム跳び・ケンパー他)		
7月	跳の運動遊び(ゴム跳び・ケンパー) 水遊び		器械・器具を使つての運動遊 び(マット)			
9月	水遊び 器械・器具を使つての運動遊び(マット)	水遊び(6)				
10月	ゲーム(ボール投げ・ボール蹴り)	9月～10月	水遊び(4)			
11月	走の運動遊び(時間走)	11月～12月	ゲーム(ボール投げ)	(22)	器械・器具を使つての運動遊 び(固定遊具)	(8)
12月	跳の運動遊び(縄跳び)		走の運動遊び(時間走)		走の運動遊び(時間走)	
1月	力試しの運動遊び	1月～3月	ゲーム(ボール蹴り)	(14)	力試しの運動遊び	(8)
2月	器械・器具を使つての運動遊び (跳び箱)		跳の運動遊び(縄跳び)・ 器械・器具を使つての運動遊 び(跳び箱)		跳の運動遊び(縄跳び)・ 多様な動きをつくる運動遊び	
3月	表現リズム遊び					

※( )は、時間数。  
水泳は、水泳専門家が教えており、体育専科・担任は関与してない。

### 6-2-5 統計解析

全ての測定データは平均値±標準偏差で示した。身長、体重、足趾筋力及び基礎運動能力について、男女別に指導前後(2年時と3年時)の平均値及び新旧カリキュラム(以下、新旧カリ)の平均値の差を、1要因に対応のある2要因分散分析(要因1:学年要因、要因2:新旧カリ要因)により検討した。また2年生から3年生の変化率を変数とし、性別(男女)の平均値及び新旧カリキュラム(以下、新旧カリ)の平均値の差を、対応のない2要因分散分析(要因1:性差要因、要因2:新旧カリ要因)より検討した。有意な交互作用、あるいは主効果がみられた場合、Tukey法を利用して多重比較検定を行った。また、いずれも有意水準は5%未満とした。

### 6-3 結果

表6-4は、男子における足趾筋力及び基礎運動能力テストの2要因分散分析の結果を示している。足趾筋力は有意な交互作用が認められ、平均値は新カリでは3年生が2年生より、また3年生では新カリが旧カリより高い値を示した。

50m走及びソフトボール投げは学年要因に有意な主効果が認められた(50m走:2年=11.7秒 vs 3年=10.8秒、ソフトボール投げ:2年=9.4m vs 3年=11.2m)。立ち幅とびは有意な交互作用が認められ、多重比較検定の結果、平均値は新カリでは3年生が2年生より、また3年生では新カリが旧カリより高い値を示した。したがって、足趾筋力と同じ結果を示した。

表6-4 男子における足趾筋力及び基礎運動能力テストの2要因分散分析の結果

		旧カリ (n=18)		新カリ (n=16)		平均		F	$\eta^2$	Post-hoc
		M	SD	M	SD	M	SD			
足趾筋力	(kg) 2年生	6.0	2.35	6.3	1.91	6.1	2.1	F1= 17.57 *	0.934	新カリ:2年生<3年生
	3年生	5.3	1.78	9.4	1.75	7.2	2.7	F2= 12.68 *	1.360	3年生:旧カリ<新カリ
	平均	5.7	2.09	7.8	2.39			F3= 43.76 *	2.234	
50m走	(秒) 2年生	11.4	1.11	11.9	1.34	11.7	1.2	F1= 32.36 *	0.287	
	3年生	10.6	1.04	10.9	0.91	10.8	1.0	F2= 1.05	0.128	
	平均	11.0	1.13	11.4	1.25			F3= 0.62	0.003	
立ち幅とび	(cm) 2年生	115.3	21.45	117.4	13.16	116.3	17.8	F1= 5.56 *	2.063	新カリ:2年生<3年生
	3年生	115.0	19.56	129.7	17.08	121.9	19.6	F2= 2.16	1.632	3年生:旧カリ<新カリ
	平均	115.1	20.23	123.6	16.24			F3= 6.09 *	25.303	
ソフトボール投げ	(m) 2年生	8.6	3.07	10.3	3.30	9.4	3.3	F1= 9.36 *	0.450	
	3年生	10.8	4.36	11.6	4.01	11.2	4.2	F2= 1.25	0.112	
	平均	9.7	3.88	11.0	3.68			F3= 0.55	0.142	

注) \*p<0.05, F1:学年要因, F2:新旧カリ要因, F3:交互作用

表6-5は、女子における足趾筋力及び基礎運動能力テストの2要因分散分析の結果を示している。足趾筋力は有意な交互作用が認められ、平均値は新カリでは3年生が2年生より、3年生では新カリが旧カリより高い値を示した。50m走は学年要因に有意な主効果が認められ(50m走:2年=11.2秒 vs 3年=

10.4秒)、2年生より3年生において低い値を示した。立ち幅とびは有意な交互が認められたが、多重比較検定の結果、いずれの平均値間においても有意差は認められなかった。ソフトボール投げは交互作用も、主効果も有意差は認められなかった。

表6-5 女子における足趾筋力及び基礎運動能力テストの2要因分散分析の結果

		旧カリ (n=16)		新カリ (n=24)		平均		F	$\eta^2$	Post-hoc
		M	SD	M	SD	M	SD			
足趾筋力	(kg) 2年生	5.9	2.13	5.5	1.64	5.7	1.8	F1= 21.26 *	0.934	新カリ: 2年生<3年生 3年生: 旧カリ<新カリ
	3年生	5.2	2.34	9.0	1.89	7.5	2.8	F2= 9.08 *	1.360	
	平均	5.6	2.24	7.2	2.51			F3= 50.86 *	2.234	
50m走	(秒) 2年生	11.4	0.78	11.0	1.05	11.2	1.0	F1= 60.75 *	0.287	
	3年生	10.7	0.72	10.1	1.00	10.4	0.9	F2= 3.34	0.128	
	平均	11.1	0.82	10.6	1.10			F3= 0.68	0.003	
立ち幅とび	(cm) 2年生	120.3	14.36	114.8	17.84	117.0	16.6	F1= 0.56	2.063	
	3年生	115.1	15.48	124.2	20.04	120.5	18.7	F2= 0.14	1.632	
	平均	117.7	14.92	119.5	19.35			F3= 6.92 *	25.303	
ソフトボール投げ	(m) 2年生	7.0	2.50	8.0	2.84	7.6	2.7	F1= 3.37	0.450	
	3年生	8.5	2.84	8.4	2.87	8.5	2.8	F2= 0.44	0.112	
	平均	7.8	2.74	8.2	2.83			F3= 1.07	0.142	

注) \*p<0.05, F1: 学年要因, F2: 新旧カリ要因, F3: 交互作用

表6-6は足趾筋力及び基礎運動能力テストにおける指導前後の変化率の性別(要因1)及び新旧カリ別(要因2)平均値の2要因分散分析の結果を示している。足趾筋力は、新旧カリ要因に有意な主効果が認められ、平均値は新カリが旧カリより高い値を示した(旧カリ = -7.1% vs 新カリ = 69.9%)。50m走及びソフトボール投げはいずれの要因においても有意差は認められなかった。立ち幅とびは新旧カリ要因に有意な主効果が認められた(旧カリ = -1.0% vs 新カリ = 9.8%)。

表6-6 足趾筋力及び基礎運動能力テストにおける指導前後の変化率の性別(要因1)・新旧カリ別(要因2)平均値の2要因分散分析の結果

		男子		女子		平均		F	$\eta^2$	Post-hoc
		M	SD	M	SD	M	SD			
足趾筋力	(%) 旧カリ	-4.0	32.55	-10.7	27.45	-7.1	30.0	F1= 0.20	6.244	男子: 旧カリ<新カリ 女子: 旧カリ<新カリ
	新カリ	60.6	49.60	76.9	57.00	70.4	54.1	F2= 51.74 *	2695.546	
	平均	26.4	52.28	41.9	64.00			F3= 1.19	60.189	
50m走	(%) 旧カリ	6.7	5.88	6.0	4.36	6.4	5.2	F1= 0.22	0.002	
	新カリ	8.2	7.92	7.6	5.88	7.9	6.7	F2= 1.20	1.605	
	平均	7.4	6.85	7.0	5.33			F3= 0.00	0.015	
立ち幅とび	(%) 旧カリ	1.6	22.48	-4.0	10.82	-1.0	17.9	F1= 0.73	15.121	
	新カリ	10.4	5.78	9.5	17.76	9.8	14.1	F2= 8.51 *	36.118	
	平均	5.7	17.17	4.1	16.59			F3= 0.38	9.745	
ソフトボール投げ	(%) 旧カリ	32.6	50.26	34.7	63.46	33.6	56.0	F1= 0.01	0.034	
	新カリ	15.3	36.52	10.8	38.76	12.6	37.5	F2= 3.41	173.137	
	平均	24.5	44.55	20.3	50.76			F3= 0.09	10.003	

注) \*p<0.05, F1: 性要因, F2: 新旧カリ要因, F3: 交互作用,

伸び率(立ち幅とび・足趾筋力): (3年生-2年生)/2年生 × 100, (50m走): (2年生-3年生)/2年生 × 100

#### 6-4 考察

足趾筋力は男女とも2年時では、新カリ及び旧カリ平均値間に有意差が認められなかったが、3年時では、新カリの平均値が高い値を示し、新カリの平均値は3年時が2年時比べて高い値を示した(表6-4と表6-5)。足趾筋力の変化率の結果(表6-6)も平均値は有意な向上を示した。本研究では、下肢筋の伸張反射を発達させることを目的として、新カリにおける体育授業において跳躍運動である縄跳びを長期間(4分×22回)実施した。縄跳びは敏捷性、全身持久力、跳躍力等が関与し<sup>103,104)</sup>、跳躍及び着地時に下肢の筋群に大きな負荷がかかる。したがって、新カリでは縄跳びを運動課題として導入したことによって、足趾筋力が発達したと推測された。

一方、それぞれの項目の伸び率に性差は認められなかった。関ら<sup>25)</sup>は足趾筋力は小学1年から6年の児童において加齢に伴い発達するが、性差は認められなかったと報告している。松浦<sup>8)</sup>によると、6歳から7歳は幼児期の延長で、男女児における協調能力や調整力の発達の程度に大差がないものと考えられている。このように小学校低学年の段階では、協調能力や調整力の発達の程度と同様に足趾筋力の発達の程度に性差はない可能性が考えられる。以上から、対象とした年齢段階において、足趾筋力に性差がなく、男女児ともに運動課題としての縄跳びの導入により、足趾筋力が発達したと判断された。

50m走、立ち幅とび及びソフトボール投げのいずれも、男女とも2年時では新カリ及び旧カリ平均値間に有意差は認められなかった(表6-4と表6-5)。50m走は男女とも3年時が2年時より速くなったが、伸び率は性要因及び新旧カリ要因ともに有意ではなかった。50m走は瞬発的な走力の指標であり、児童期初期における50m走の発達は調整力の発達に大きく依存する<sup>8)</sup>。山田と須藤<sup>69)</sup>は走動作において足趾は蹴りだし時の前進推進力の役割を果たし、足趾筋力は走動作時の重心移動の安定のために重要であると報告している。本研究では、新カリにおいて走の運動遊びとして50m走を導入した。走動作の成就には足趾筋力も関与すると考えられるが、脚パワーや全身の協応性や敏捷性等も関与する。これらの能力はこの年代に著しく発達する<sup>30)</sup>。新旧カリ間で差がなく、性差も認められなかったことから、50m走能力の向上は、足趾筋力よりも他の体力要因の発達の影響が大きい可能性が示唆された。

立ち幅とびは、男女児ともに有意な交互作用が認められ、男児では新カリの平均値は3年時が2年時より大きく、3年時の平均値は、新カリの方が旧カリより高い値を示した。伸び率の平均値は、新カリの方が旧カリより高い値を示したが、性差は認められなかった。概して、足趾筋力と類似する結果であった。足趾筋力は足趾を曲げる筋力であり、屈曲時には、短趾筋力、足底方形筋、虫様筋、短母趾屈筋などが関与する。立ち幅とびは投げや走動作に比べ単純な動作であり、足趾は立ち幅時に地面への作用部位として直接動作に関与するため、足趾筋力は跳躍力に大きな貢献をする<sup>40)</sup>。以上のことから、立ち幅とびは、足趾筋力の発達や性差と類似傾向が認められたと推測された。

ソフトボール投げは男児においてのみ平均値は3年時が2年時より高い値を示した。しかし、男女児とも、新旧カリ要因に有意差はなく、伸び率(表6-6)も有意差はなかった。ボール遠投には体幹のひねりや腕の振り方に加えて、踏み足や軸足の使い方も関与する。よって、下肢筋力の一つである足趾筋力の向上は、ソフトボール投の遠投においても貢献することが示唆された。旧カリでは10月中はボール投げを行なったが、新カリではボール投げに器械・器具を使つての運動遊び(固定遊具)を加えた。よって、新カリでは、結果的にボール投げ遊びの時間が減ったことが関係したと考えられた。

以上より、本研究では、体育の授業時に高強度・低強度そして伸張反射に負荷を足趾かける目的として運動課題導入を行った。足趾筋力に関しては、前述の運動課題導入の効果が確認されたが、50m走、立ち幅とび及びソフトボール投げの運動能力に及ぼす効果は異なる結果を示した。運動課題導入は足趾筋力の発達に貢献し、その影響が足趾筋力と関係のある前述の運動能力の発達においても貢献する可能性が示唆された。足趾筋力は体力要因であるが、50m走、立ち幅とび及びソフトボール投げは、走る、跳ぶ、投げるといった動作を伴うため、動作の成就には足趾筋力だけでなく、他の体力要因に加え技術的要因も関与する。また、それぞれの運動成就に関与する足趾筋力の程度も異なる。以上のことが結果の違いとして表れたものと推測される。中でも、立ち幅とびは最も単純な動作であり、足趾筋力の関与も大きいことから、足趾筋力と類似した結果を示した可能性が考えられた。

#### 6-5 まとめ

本研究で実施した足趾筋力の発達を意図したカリキュラムへの運動課題導入は、足趾筋力の発達に効果的であるが効果の程度に性差は認められなかった。また、立ち幅とびには、足趾筋力と同様な効果が認められるが、50m走及びソフトボール投げに関しては、効果は確認されなかった。

# 第7章 総括



近年、子どもの転倒の原因の一つとして、足趾筋力の低下が関係していることが示唆されている。足趾筋力は安定姿勢の保持や歩行に関与する<sup>12)</sup>ことから、幼児期・児童期において、把握筋力と同様に重要であるが、この年齢期における足趾筋力の加齢に伴う発達とその性差に関してはほとんど明らかにされていない。また、足趾筋力は走、跳及び投の基礎運動の成就に密接に関与すると考えられ、これらの動作の達成能力とも関係があると考えられるが、十分に明らかにされていない。

現行の文部科学省の学習指導要領では、低学年の体力や運動能力の発達を考え、身体の基礎的な動きや各種の運動の基礎となる動きなどを身につけることが特に求められている。したがって、足趾筋力及び足趾筋力と関係がある基礎運動能力の発達を意図する運動課題をカリキュラムに導入することにより、足趾筋力及び基礎運動能力の発達の効果が期待される。このように運動課題導入の効果が具体的に明らかにされれば、幼児期や児童期における足趾筋力の発達の有効な基礎資料を提供するものと考えられる。

上記の問題点を検討するために、本論文で検討する以下の具体的な研究課題を設定した。

**研究課題 1. 4 歳児から 7 歳児における足趾筋力の発達と性差(第 4 章)**

**研究課題 2. 6 歳児から 10 歳児(児童期)における足趾筋力の発達と性差、及び足趾筋力と基礎運動能力との関係(第 5 章)**

**研究課題 3. 足趾筋力の向上を目的とした運動課題が、足趾筋力及び基礎運動能力に及ぼす効果の検討(第 6 章)**

#### 7-1 仮説の検証

論文では、3-3において、仮説を設定した。本研究において得られた結果を踏まえて、以下、仮説を検証した。

**研究課題 1. 4 歳児から 7 歳児における足趾筋力の発達と性差**

第 4 章において、以下のことが明らかにされた。4 歳児から 7 歳児において、足趾筋力は男女児とも加齢に伴い発達するが性差は認められなかった。また、足趾筋力は身長及び体重と関係が認められ、加齢に伴う増加量は身長に比べ小さいが、体重とは差が認められなかった。

仮説 1. 4 歳児から 7 歳児における足趾筋力は男女児とも加齢に伴い発達する。

研究課題 1 の結果から、仮説 1 は採択された。

仮説 2. 4 歳児から 7 歳児における加齢に伴う足趾筋力の発達量は、身長や体重の発育量と同程度である。

研究課題 1 の結果から、仮説 2 は体重についてのみ採択され、身長に関しては棄却された。

## 研究課題 2. 6 歳児から 10 歳児(児童期)における足趾筋力の発達と性差、及び足趾筋力と基礎運動能力との関係

第 5 章において、以下のことが明らかにされた。児童期において、足趾筋力は加齢に伴い発達するが性差は認められなかった。走、跳、投の基礎運動能力も加齢に伴い発達し、ソフトボール投げに性差が認められた。また、足趾筋力は男女児ともに 50m 走、立ち幅とび及びソフトボール投げと関係が認められた。

仮説 3. 児童期において足趾筋力は男女児とも加齢に伴い発達する。

研究課題 2 の結果から、仮説 3 は採択された。

仮説 4. 児童期における足趾筋力とは走、跳及び投の基礎運動能力と関係がある。

研究課題 2 の結果から、仮説 4 は採択された。

## 研究課題 3. 足趾筋力の向上を目的とした運動課題が、足趾筋力及び基礎運動能力に及ぼす効果の検討

第 6 章において、小学 2 年生(7 歳)を対象に研究課題 3 を検討し、以下のことが明らかにされた。

足趾筋力及び足趾筋力と関係がある基礎運動能力の向上を意図する運動課題(詳細は、「6-2-4 指導計画について」参照)をカリキュラムに導入した群と導入しなかった群との比較から、足趾筋力は男女児ともに、足趾筋力の発達に効果が認められた。また、立ち幅とびには足趾筋力と同様な効果が認められたが、50m 走及びソフトボール投げには、効果が認められ認められなかった。

仮説 5. 足趾筋力の発達を意図した体育カリキュラムへの運動課題導入は、男女児ともに、足趾筋力の発達に効果がある。

研究課題 3 の結果から、仮説 5 は採択された。

仮説 6. 仮説 5 における運動課題は、走、跳及び投の基礎運動能力においても効果がある。

研究課題 3 の結果から、仮説 6 は立ち幅とびのみ採択され、50m 走とソフトボール投げは採択されなかった。

## 7-2 結論

本研究では、幼児期及び児童期の子どもを対象に、加齢に伴う足趾筋力の発達と性差、及び足趾筋力と基礎運動能力の関係及び足趾筋力の発達を意図する運動課題が足趾筋力及び基礎運動能力に及ぼす効果を検討すること目的とした。第4章から第6章において、本論文において設定した研究課題をそれぞれ検討した結果、各章において、本研究の限界（詳細は「3-5 研究の限界」参照）の下で、以下の知見が得られた。

- 1) 足趾筋力は4歳児から7歳児・児童期において加齢に伴い発達し、性差は認められなかった。
- 2) 加齢に伴う足趾筋力の発達量は、身長が発育量より小さいが、体重の発育量と同程度であった。
- 3) 足趾筋力は身長や体重と関係があり、個人間に差が認められた。
- 4) 足趾筋力は男女児ともに50m走、立ち幅とび、及びソフトボール投げと関係が認められた。
- 5) 本研究で実施した足趾筋力の発達を意図した運動課題は、男女児ともに足趾筋力の発達に効果が認められた。
- 6) 本研究で実施した足趾筋力の発達を意図した運動課題は、立ち幅とびには足趾筋力と同様な効果が認められるが、50m走及びソフトボール投げには効果が認められなかった。

以上の結果から、幼児期及び児童期(4歳～10歳)において、足趾筋力は加齢に伴い発達し、発達の程度に性差は認められなかった。また、足趾筋力は体格及び、走、跳、投の基礎運動能力と関係が認められた。さらに、足趾筋力を高める運動課題の実施により、足趾筋力を高めることが可能であり、跳躍能力(立ち幅とび)の発達においても効果があることが示唆された。

これらのことにより、足趾筋力と基礎運動能力には関係が認められ、足趾筋力が運動課題で向上する事も明らかにされた。したがって、本研究の結果は、これからの子ども達の体力・運動能力の向上において、足趾筋力が重要な役割を果たすことが示唆された。

### 7-3 今後の課題

本研究では、足趾筋力の発達と性差及び足趾筋力と基礎運動能力の関係を検討した。足趾筋力は浮き趾の影響を受けることや、足趾筋力の低下は転倒と関係があることが示唆されている。今後、足趾筋力と浮き趾及び転倒との関係を検討する必要がある。また、子どもの体力の低下や転倒などを考えると、基礎運動能力の他に、握力や下肢筋力、平衡性等の体力要因との関係も検討する必要がある。さらに、今回の運動課題での効果は、足趾筋力と跳躍能力の向上のみに着目したが、他の運動能力の向上が期待される運動課題の考案が必要と考える。

## 参考文献

- 1) 正木 建雄(1989)やる気のおこるからだづくり(初版). 芽ばえ社:東京, 1. 49.
- 2) 中村 和彦(2009)いまだきの子どもの体力・運動能力, 教育と医学, 57(10):904-911.
- 3) 鳥居 俊(2015)幼児の運動能力の現状と, 運動発達における幼児期の意義(第25回日本臨床スポーツ医学会 学術集会)(教育研修講演), 日本臨床スポーツ医学会誌, 23(3):350-355.
- 4) 阿久根 英昭(2005)足力(初版). スキージャーナル:東京, 22-24.
- 5) 原田 碩三, 原田 昭子(1995)間違いだらけの幼児教育(2版). 黎明書房:名古屋, 100-112.
- 6) 加辺 憲人, 黒澤 和生, 西田 裕介, 岸田 あゆみ, 田中 淑子, 牧迫 飛雄馬, 増田 幸泰, 渡邊 観世子(2002)足趾が動的姿勢制御に果たす役割に関する研究. 理学療法学, 29(supplement2):199-204.
- 7) Mickle KJ, Munro BJ, Load SR, Menz HB, and Steele JR. (2009) Toe weakness and deformity increase the risk of falls in older people. Clin Biomech (Bristol, Avon), 24:787-791.
- 8) 松浦 義行(1996)体力の発達(10版). 朝倉書店:東京, 50-51. 31-34.
- 9) 杉原 隆, 河邊 貴子(2014)幼児期における運動発達と運動遊びの指導(初版). ミネルヴァ書房:京都. 18-25.
- 10) Hughes J, Clark P, and Klenerman L. (1990) The importance of the toes in walking. J Bone Joint Surg Br, 72(2):245-51.
- 11) 相馬 正之, 五十嵐 健文, 工藤 渉, 中江 秀幸, 安彦 鉄平(2012)足指把持力トレーニングがFunctional Reach Test や最大1歩幅, 歩行能力に与える影響について, ヘルスプロモーション理学療法研究, 2(2):59-63.
- 12) 藤原 勝夫, 池上 晴夫, 岡田 守彦, 小山 吉明(1982)立位姿勢の安定性における年齢および下肢筋力の関与, 人類学雑誌, 90(4):385-399
- 13) 新井 智之, 藤田 博暁, 細井 俊希, 森田 泰裕, 石橋 英明(2011)地域在住高齢者における足趾把持力の年齢, 性別および運動機能との関連. 理学療法学, 38(7):489-496.
- 14) Endo M, Ashton-Miller JA, and Alexander NB. (2002) Effects of age and gender on toe flexor muscle strength, J Gerontol A Biol Sci, 57(6):392-397.
- 15) 半田 幸子, 堀内 邦雄, 青木 和夫(2004)足趾把握筋力の測定と立位姿勢調整に及ぼす影響の研究, 人間工学, 40(3):139-147.
- 16) 村田 伸, 大山 美智江, 大田尾 浩, 村田 潤, 豊田 謙二, 藤野 英巳, 弓岡 光徳, 武田 功(2008)地域在住女性高齢者の開眼片足立ち保持時間と身体機能との関連. 理学療法科学, 23(1):79-83.

- 17) 木藤 伸宏, 井原 秀俊, 三輪 恵(2001)高齢者の転倒予防としての足指トレーニングの効果. 理学療法学, 28(7) : 313-319.
- 18) Misu S, Doi T, Asai T, Sawa R, Tsutsumimoto K, Nakakubo S, Yamada M, and Ono R. (2014) Association between toe flexor strength and spatiotemporal gait parameters in community-dwelling older people, Journal Neuroeng Rehabil, 11 : 1-6.
- 19) Larsson L. (1978) Morphological and functional characteristics of the ageing skeletal muscle in man, Acta. Physiol. Scand. (Suppl.), 457 : 1-36.
- 20) Larsson L, Grimby G, and Karlsson J(1979) Muscle strength and speed of movement in relation to age muscle morphology, J. Appl. Physiol 46, 451-456.
- 21) 木村 彰男(1991)筋力と筋持久力, 総合リハ, 19(4) : 301-304.
- 22) 吉村 茂和, 相馬 正之(1998)理学療法における標準(値)2 下肢筋力, 理学療法ジャーナル, 32(8) : 607-614.
- 23) 藤原 勝夫, 池上 晴夫, 岡田 守彦, 小山 吉明(1982) 立位姿勢の安定性における年齢および下肢筋力の関与. 人類学雑誌, 90(4) : 385-399,
- 24) 田中 瑛(2016)幼児期における足指筋力と身体的特徴について. 大阪物療大学紀要, 4, 23-27.
- 25) 関 耕二, 米嶋 美智子, 西田 彰訓, 露木 亮人(2014)小学生の足指筋力と体力や生活習慣の関係について. 地域学論集, 18(1) : 41-48.
- 26) 東京都立大学体力標準値研究会(2000)新日本人の体力標準値, 不昧堂出版
- 27) 穂丸 武臣、安藤 正樹 編著, 安倍 大輔, 井狩 芳子, 居崎 時江, 井筒 紫乃, 浮田 咲子, 酒井 俊郎, 寺田 泰人, 寺田 恭子, 斉藤 典子, 田中 望, 山本 彩未, 渡邊 明宏(2010)幼児の心身を育てる遊びと運動の教育-めざせガキ大将-(初版). 圭文社 : 東京, 16-24.
- 28) 金 善鷹, 松浦 義行(1988)幼児及び児童における基礎運動技能の量的変化と質的变化に関する研究 : 走, 跳, 投運動を中心に, 体育学研究, 33(1) : 27-38.
- 29) 中村 栄太郎 松浦 義行(1979)4-8 歳の幼児・児童の基礎運動能の発達に関する研究, 体育学研究, 24(2) : 127-135
- 30) 高本 恵美, 出井 雄二, 尾縣 貢 (2003) 小学校児童における走, 跳および投動作の発達 : 全学年を対象として, スポーツ教育学研究, 23(1) : 1-15.
- 31) 中尾 武平, 寺本 圭輔, 村松 愛奈子, 斉藤 篤司, 大柿 哲朗, 小宮 秀一(2010)身長と除脂肪量の相対発育からみた幼児(2-5 歳)の運動能力の性差. 愛知教育大学保健体育講座研究紀要, 35 : 39-47.

- 32) 伊藤 功子(1989) 幼児の運動能力の発達に関する縦断的研究(第三報). 東海女子短期大学紀要, 15 : 105-112.
- 33) 渡部 昌史, 藤井 真里, 後藤 大輔, 梶谷 信之(2013) 幼児の基礎運動能力における性差の経年変化-岡山県A幼稚園の1993年と2012年の調査より-. 幼児体育学研究, 5(1) : 65-70.
- 34) 阿部 恵子(2010) 幼児期における運動能力に関する一考察. 日本幼児体育研究, 2(1) : 83-92.
- 35) 出村 慎一(1993) 幼児期におけるボール遠投に対する体力及び投動作の貢献度とその性差, 体育学研究, 37(4), 339-350,
- 36) Nelson, J. K, Tomas, J. R, Nelson, K. R, and Abraham, P. C. (1986) Gender differences in children's throwing performance. -Biology and in environment-, Res. Quart. Exerc. Sports 57 : 280-287.
- 37) 赤羽根 直樹, 澤田 浩, 黒岩 奈穂子, 荻原 朋子, 高橋 健夫(2009) 投能力向上をめざしたターゲット型教材の開発とその有効性について, スポーツ教育学研究, 28(1) : 25-34
- 38) Uritani D, Fukumoto T, Matsumoto D, and Shima M. (2014) Reference values for toe grip strength among Japanese adults aged 20 to 79 years, Journal of Foot and Ankle Research 7 : 1-6.
- 39) Morita N, Yamauchi J, Kurihara T, Fukuoka R, Otsuka M, Okuda T, Ishizawa N, Nakajima T, Nakamichi R, Matsuno S, Kamiie S, Shide N, Kambayshi I, and Shinkaiya H. (2015) Toe Flexor Strength and Foot Arch Height in Children, J. Phys. Ther. Sci, 27 : 3533-3536.
- 40) 深代 千之・若山 章信・原田 康弘(1991) トップアスリートの体力とパフォーマンス—陸上・短距離選手について—, 体育の科学, 41 : 262-268.
- 41) 渡邊 信晃, 榎本 靖士, 大山下 圭悟, 宮下 憲, 尾縣 貢, 勝田 茂(2003) スピリント走時の疾走動作および関節トルクと等速性最大筋力との関係, 体育学研究, 48 : 405-419,
- 42) 尾縣 貢, 中田 順造, 山本 章雄, 熊安 貴美江(1989) 成人女性におけるオーバーハンドスロー動作の検討 : 投距離影響を与える体力要因を考慮して, 体育学研究, 34(1) : 63-72
- 43) 村田 伸, 忽那 龍雄(2004) 在宅障害高齢者に対する転倒予防対策—足把持力トレーニング—. 日本在宅ケア学会誌, 7(2) : 67-74.
- 44) 竹井 和人, 村田 伸, 甲斐 義浩, 村田 潤(2011) 足把持力トレーニングの効果. 理学療法科学, 26(1) : 79-81.
- 45) 金子 諒, 藤澤 真平, 佐々木 誠(2009) 足趾把持筋力トレーニングが最大速度歩行時の床反力に及ぼす影響. 理学療法科学, 24(3) : 411-416.
- 46) 福田 泉, 小林 量作(2008) 若年健常者に対する足把持筋力トレーニングの効果. 理学療法学, 35(5) : 261-266.

- 47) 宮崎 明世, 尾縣 貢(2009) 高校生の体育授業における走・投能力向上の可能性—動作改善に着目して—, スポーツ教育学研究, 28(2), :11-23.
- 48) 尾縣 貢, 高橋 健夫, 高本 恵美, 細越 淳二, 関岡 康雄(2001) オーバーハンドスロー能力改善のための学習プログラムの作成: 小学校2・3年生を対象として, 体育学研究, 46 : 281-294
- 49) 長野 敏晴, 小磯 透, 鈴木 和弘(2011) 走運動の基本的動作習得を目指した体育学習: 低学年児童を対象とした授業実践を通して. 発育発達研究(53) : 1-53.
- 50) 野田 雄二(1998) 足の裏からみた体(初版), 講談社: 東京, 95-96.
- 51) Baumgartner R, and Stinus H, 赤木 家康(監訳)(2002) 足と靴(改訂版初版). フスウントシュー インスティテュート: 東京, 3, 7-11, 77.
- 52) 加辺 憲人(2003) 足趾の機能, 理学療法科学, 18(1) : 41-48,
- 53) 山崎 信寿, 鈴木 隆雄, 河内 まき子, 楠本 彩乃, 西澤 哲(2004) 足の辞典(第3版). 朝倉書店: 東京, 10-16.
- 54) Kurihara T, Yamauchi J, Otsuka M, Tottori N, Hashimoto T, and Isaka T. (2014) Maximum toe flexor muscle strength and quantitative analysis of human plantar intrinsic and extrinsic muscles by a magnetic resonance imaging technique. J Foot Ankle Res, 7 : 26.
- 55) 佐藤 洋介, 相馬 正之, 中江 秀幸, 甲斐 義浩, 村田 伸(2013) 足趾把持筋力漸増に伴う足関節周囲筋の筋活動の変化, 理学療法ジャーナル, 47(10) : 939-943.
- 56) 村田 伸, 忽那 龍雄(2002) 足趾把握力測定の試み—測定器の作成と測定値の再現性の検討—. 理学療法学, 17(4) : 243-247.
- 57) 古後 晴基, 村田 伸, 村田 潤, 久保 温子, 満丸 望, 田中 真一(2015) 幼児における体格と運動機能の性差および超音波画像法を用いて計測した筋厚との関連, ヘルスプロモーション理学療法研究 5(3) : 107-12.
- 58) 船津京太郎, 村木里志, 綱分憲明: 3-8 才児における下肢筋厚の発育と性差. 体力科学, 2012, 61(5) : 479 - 486.
- 59) 宮崎 義憲, 朽木 勤, 宇佐美 かおる, 竹倉 宏明(1985) 児童の背筋力と握力の異同に関する検討 : 発育期の体力に関する基礎的研究, 体力科学, 34 : 79-87.
- 60) 久保 温子, 村田 伸, 満丸 望, 田中 真一(2017) 年長児の握力測定の意義について, ヘルスプロモーション理学療法研究 7(2) : 51-55.
- 61) 福本 貴彦, 瓜谷 大輔, 前岡 浩, 岡田 洋平, 松本 大輔(2011) 足指筋力測定器の開発. 畿央大学紀要, 13 : 31-35.



- 62) Soma M, Murata S, Kai Y, Nakae H, and Satou Y. (2016) Strength and muscle activities during the toe-gripping action : comparison of ankle angle in the horizontal plane between the sitting upright and standing positions, J Phys Ther Sci, 28(3) : 992-995.
- 63) Soma M, Murata S, Kai Y, Nakae H, and Satou Y. (2014) An Examination of Limb Position for Measuring Toe-grip Strength, J Phys Ther Sci, 26(12) : 1955-1957.
- 64) Uritani D, Fukumoto T, and Matsumoto D. (2012) Intrarater and Interrater Reliabilities for a Toe Grip Dynamomete, J. Phys. Ther. Sci, 24 : 639-643.
- 65) 文部科学省(2015) 幼児期運動指針(2版). 株式会社サンライフ企画 : 東京.
- 66) Glenn Doman, Douglas Doman, and Bruce Hagy. (1988) 赤ちゃんは運動の天才サイマル出版 : 東京, 55-67. )
- 67) Gallahue D L, 杉原隆(監訳) (2009) 幼少年期の体育(第3版). 大修館書店 : 東京, 57-87
- 68) 吉田 真咲, 石塚 諭, 栗原 知子, 水村(久埜) 真由美(2016) 小学生児童の体格と体力の発達に関する縦断的検討. 人文科学研究, 12 : 395-402.
- 69) 山田 健二, 須藤 明治(2015) 足把持力と疾走速度との関係, 理学療法科学, 30(4) : 519-521.
- 70) 穂丸武臣(2003) 幼児の体格・運動能力の30年間の推移とその問題, 子どもと発育発達, 1, 128-132.
- 71) 文部科学省(2010) 平成22年度全国体力・運動能力、運動習慣等調査結果, (参照日 2017年9月20日). [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/sports/kodomo/zencyo/1300107.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/kodomo/zencyo/1300107.htm)
- 72) 宮口 和義, 出村 慎一(2016) 石川県における幼児の体格・基礎運動能力についての考察 : 1985年と2013年との比較, 発育発達研究, 73 : 20-23
- 73) 露口 亮太, 瀬戸 孝幸, 大槻 伸吾, 仲田 秀臣, 濱口 幹太, 田中 史朗(2015) 男子バスケットボール選手における足趾把持トレーニング期とディトレーニング期の足趾把持筋力とバランスの変化および足関節の疼痛発生の変化. 日本臨床スポーツ医学会誌, 23(2) : 217-223.
- 74) 文部科学省(2009) 小学校学習指導要領 第1章 総則, 東京書籍 : 東京.
- 75) 徳永 隆治, 木原 成一郎, 林 俊雄(2015) 新版 初等体育科教育の研究, 学術図書出版社 : 東京. 24-30.
- 76) 西田 明史(2012) 体育的遊びを通して獲得される幼児の運動技能, 永原学園西九州大学短期大学部紀要, 43 : 21-27.
- 77) 古俣 龍一(2001) うんてい遊びが捉まり移動能力と能動および受動握力に及ぼす効果について 一高学年児童の実践から一体力科学, 50 : 557- 570.

- 78) 松村 明編者：デジタル大辞泉, <https://kotobank.jp/dictionary/daijisen/>, (参照日 2017 年 10 月 20 日)
- 79) 木村 久一編者(1993)世界大百科事典 第2版, 平凡社：東京.
- 80) 野口 忠(2002)栄養・生化学辞典, 朝倉書店：東京.
- 81) 市川 須美子, 小野田 正利, 勝野 正章, 窪田 眞二, 中嶋 哲彦, 成島 隆 (2017) 教育小六法 平成 29 年版, 学陽書房：東京, 89-106, 1012
- 82) 松村 明編者(2006)大辞林 第三版, 三省堂：東京.
- 83) 田口貞善編者(2007)スポーツ百科事典, 丸善株式会社：東京.
- 84) 出村 慎一 監, 村瀬 智彦, 酒井 俊郎, 春日 晃章 編著(2011)幼児のからだを測る, 知る一測定の留意点と正しい評価法(初版). 杏林書院：東京, 71.
- 85) 出村 慎一, 山次 俊介(2011)健康・スポーツ科学のためのやさしい統計学(初版), 杏林書院：東京, 122-123.
- 86) 出村 慎一(2007)健康・スポーツ科学のための研究方法(初版), 杏林書院：東京, 121-156.
- 87) 出村 慎一, 山下 秋一, 佐藤 進(2014)健康・スポーツ科学のための調査研究法(初版), 杏林書院：東京, 99-102.
- 88) Wood AR, Esko T, Yang J, Vedantam S, Pers TH, Gustafsson S, Chu AY, Estrada K, Luan J, Kutalik Z, Amin N, Buchkovich ML, Croteau-Chonka DC, Day FR, Duan Y, Fall T, Fehrmann R, Ferreira T, Jackson AU, Karjalainen J, Lo KS, Locke AE, Mägi R, Mihailov E, Porcu E, Randall JC, Scherag A, Vinkhuyzen AA, Westra HJ, Winkler TW, Workalemahu T, Zhao JH, Absher D, Albrecht E, Anderson D, Baron J, Beekman M, Demirkan A, Ehret GB, Feenstra B, Feitosa MF, Fischer K, Fraser RM, Goel A, Gong J, Justice AE, Kanoni S, Kleber ME, Kristiansson K, Lim U, Lotay V, Lui JC, Mangino M, Mateo Leach I, Medina-Gomez C, Nalls MA, Nyholt DR, Palmer CD, Pasko D, Pechlivanis S, Prokopenko I, Ried JS, Ripke S, Shungin D, Stancáková A, Strawbridge RJ, Sung YJ, Tanaka T, Teumer A, Trompet S, van der Laan SW, van Setten J, Van Vliet-Ostaptchouk JV, Wang Z, Yengo L, Zhang W, Afzal U, Arnlöv J, Arscott GM, Bandinelli S, Barrett A, Bellis C, Bennett AJ, Berne C, Blüher M, Bolton JL, Böttcher Y, Boyd HA, Bruinenberg M, Buckley BM, Buyske S, Caspersen IH, Chines PS, Clarke R, Claudi-Boehm S, Cooper M, Daw EW, De Jong PA, Deelen J, Delgado G, Denny JC, Dhonukshe-Rutten R, Dimitriou M, Doney AS, Dörr M, Eklund N, Eury E, Folkersen L, Garcia ME, Geller F, Giedraitis V, Go AS, Grallert H, Grammer TB, Gräßler J, Grönberg H, de Groot LC, Groves CJ, Haessler J, Hall P, Haller T, Hallmans G, Hannemann A,

Hartman CA, Hassinen M, Hayward C, Heard-Costa NL, Helmer Q, Hemani G, Henders AK, Hillege HL, Hlatky MA, Hoffmann W, Hoffmann P, Holmen O, Houwing-Duistermaat JJ, Illig T, Isaacs A, James AL, Jeff J, Johansen B, Johansson Å, Jolley J, Juliusdottir T, Junttila J, Kho AN, Kinnunen L, Klopp N, Kocher T, Kratzer W, Lichtner P, Lind L, Lindström J, Lobbens S, Lorentzon M, Lu Y, Lyssenko V, Magnusson PK, Mahajan A, Maillard M, McArdle WL, McKenzie CA, McLachlan S, McLaren PJ, Menni C, Merger S, Milani L, Moayyeri A, Monda KL, Morken MA, Müller G, Müller-Nurasyid M, Musk AW, Narisu N, Nauck M, Nolte IM, Nöthen MM, Oozageer L, Pilz S, Rayner NW, Renstrom F, Robertson NR, Rose LM, Roussel R, Sanna S, Scharnagl H, Scholtens S, Schumacher FR, Schunkert H, Scott RA, Sehmi J, Seufferlein T, Shi J, Silventoinen K, Smit JH, Smith AV, Smolonska J, Stanton AV, Stirrups K, Stott DJ, Stringham HM, Sundström J, Swertz MA, Syvänen AC, Tayo BO, Thorleifsson G, Tyrer JP, van Dijk S, van Schoor NM, van der Velde N, van Heemst D, van Oort FV, Vermeulen SH, Verweij N, Vonk JM, Waite LL, Waldenberger M, Wennauer R, Wilkens LR, Willenborg C, Wilsgaard T, Wojczynski MK, Wong A, Wright AF, Zhang Q, Arveiler D, Bakker SJ, Beilby J, Bergman RN, Bergmann S, Biffar R, Blangero J, Boomsma DI, Bornstein SR, Bovet P, Brambilla P, Brown MJ, Campbell H, Caulfield MJ, Chakravarti A, Collins R, Collins FS, Crawford DC, Cupples LA, Danesh J, de Faire U, den Ruijter HM, Erbel R, Erdmann J, Eriksson JG, Farrall M, Ferrannini E, Ferrières J, Ford I, Forouhi NG, Forrester T, Gansevoort RT, Gejman PV, Gieger C, Golay A, Gottesman O, Gudnason V, Gyllenstein U, Haas DW, Hall AS, Harris TB, Hattersley AT, Heath AC, Hengstenberg C, Hicks AA, Hindorff LA, Hingorani AD, Hofman A, Hovingh GK, Humphries SE, Hunt SC, Hyponen E, Jacobs KB, Jarvelin MR, Jousilahti P, Jula AM, Kaprio J, Kastelein JJ, Kayser M, Kee F, Keinänen-Kiukaanniemi SM, Kiemenev LA, Kooner JS, Kooperberg C, Koskinen S, Kovacs P, Kraja AT, Kumari M, Kuusisto J, Lakka TA, Langenberg C, Le Marchand L, Lehtimäki T, Lupoli S, Madden PA, Männistö S, Manunta P, Marette A, Matise TC, McKnight B, Meitinger T, Moll FL, Montgomery GW, Morris AD, Morris AP, Murray JC, Nelis M, Ohlsson C, Oldehinkel AJ, Ong KK, Ouwehand WH, Pasterkamp G, Peters A, Pramstaller PP, Price JF, Qi L, Raitakari OT, Rankinen T, Rao DC, Rice TK, Ritchie M, Rudan I, Salomaa V, Samani NJ, Saramies J, Sarzynski MA, Schwarz PE, Sebert S, Sever P, Shuldiner AR, Sinisalo J, Steinthorsdottir V, Stolk RP, Tardif JC, Tönjes A, Tremblay A, Tremoli E, Virtamo J, Vohl MC; Electronic Medical Records and Genomics (eMEMERGE) Consortium; MIGen Consortium; PAGEGE Consortium; LifeLines Cohort Study, Amouyel P, Asselbergs FW, Assimes TL,

- Bochud M, Boehm BO, Boerwinkle E, Bottinger EP, Bouchard C, Cauchi S, Chambers JC, Chanock SJ, Cooper RS, de Bakker PI, Dedoussis G, Ferrucci L, Franks PW, Froguel P, Groop LC, Haiman CA, Hamsten A, Hayes MG, Hui J, Hunter DJ, Hveem K, Jukema JW, Kaplan RC, Kivimaki M, Kuh D, Laakso M, Liu Y, Martin NG, März W, Melbye M, Moebus S, Munroe PB, Njølstad I, Oostra BA, Palmer CN, Pedersen NL, Perola M, Pérusse L, Peters U, Powell JE, Power C, Quertermous T, Rauramaa R, Reinmaa E, Ridker PM, Rivadeneira F, Rotter JJ, Saaristo TE, Saleheen D, Schlessinger D, Slagboom PE, Snieder H, Spector TD, Strauch K, Stumvoll M, Tuomilehto J, Uusitupa M, van der Harst P, Völzke H, Walker M, Wareham NJ, Watkins H, Wichmann HE, Wilson JF, Zanen P, Deloukas P, Heid IM, Lindgren CM, Mohlke KL, Speliotes EK, Thorsteinsdottir U, Barroso I, Fox CS, North KE, Strachan DP, Beckmann JS, Berndt SI, Boehnke M, Borecki IB, McCarthy MI, Metspalu A, Stefansson K, Uitterlinden AG, van Duijn CM, Franke L, Willer CJ, Price AL, Lettre G, Loos RJ, Weedon MN, Ingelsson E, O'Connell JR, Abecasis GR, Chasman DI, Goddard ME, Visscher PM, Hirschhorn JN, and Frayling TM. (2014) Defining the role of common variation in the genomic and biological architecture of adult human height, 46(11) : 1173-86.
- 89) 出村 慎一(2007)健康・スポーツ科学のための統計学(2版),大修館書店:東京, 245-253
- 90) 春日 晃章(2010)幼児期にみられる男女差. 体育の科学, 60(7) : 473-478.
- 91) 原田 碩三(1989)幼児健康学:黎明書房:名古屋. 18-19.
- 92) 山田 志麻, 花田 道子, 細井 陽子, 溝淵 由利子, 荒木裕子(2011)幼稚園児の運動能力と運動遊びとの関連. 九州女子大学紀要, 47(2) : 37-49.
- 93) 香村 玲奈, 春日 晃章, 福富 恵介(2011)幼児の体力運動能力と保護者の遊びや運動に関する養育態度との関係. 岐阜大学教育学部研究報告自然科学, 3 : 147-151.
- 94) 井上 芳光, 山瀧 夕紀, 谷 玲子(2006)母親の運動経験, 活動性が幼児の運動量, 運動能力に及ぼす影響. 日本生理人類学会誌, 11(1) : 1-6.
- 95) 松寄 洋子, 入澤 里子, 朝井 理香, 小林 直美, 久留 島太, 安藤 温子, 武藤 記世子, 木次 昭子(2016)幼稚園における運動遊び活動が身体能力に及ぼす効果. 千葉大学教育学部研究紀要, 64 : 103-111.
- 96) 文部科学省, 新体力テスト実施要項(6歳~11歳対象). (参照日 2014年4月1日) [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/sports/stamina/05030101/001.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/stamina/05030101/001.pdf)
- 97) 出村 慎一(2007)健康・スポーツ科学のための研究方法-研究計画の建て方とデータ処理方法(初版), 杏林書院:東京, 124-128)

- 98) Katić R1, Pavić R, and Cavala M(2013)Quantitative sex differentiations of motor abilities in children aged 11-14. Coll Antropol, 37(1) : 81-86.
- 99) 陳 周業(2008) 児童における基本動作発達に関する運動学的研究 — 立ち幅跳びに着目して —. 広島大学大学院教育学研究科紀要 第二部, 57 : 309-315.
- 100) 宮崎 明世, 小林 育斗, 阿江 通良(2013) 優れた投能力を持つ女子児童の投動作の特徴 全国小学生陸上競技交流大会ソフトボール投げ出場者の動作分析から, 体育学研究, 58, 321-330.
- 101) 宮下 充正(2007) 子どもに「体力」をとりもどそう, 杏林書店 : 東京, 13-15
- 102) Nelson, J.K. Thomas, J.R. and Nelson, K. R. Penny C. Abraham. (1986) Gender differences in children's throwing performance : biology and environment. Res. Quart. Exerc. Sports, 57 : 280-287.
- 103) 太田 昌秀(1992) 楽しいなわとび運動(初版), ベースボールマガジン社 : 東京, 20-21.
- 104) 前橋 明, 米谷 光弘, 田中 光, 星 永, 本保 恭子, 生形 直也, 浅川 和美, 佐野 裕子, 原田 健次, 松原 敬子(2007) 幼児体育-理論と実践- [初級] (初版). 大学教育出版 : 岡山, 124-135.

## 【謝辞】

本研究の遂行ならびに本論文をまとめるにあたり、多くの方々にご尽力賜りました。主査である中里浩一教授には研究の計画から最後までご指導を賜りました。また、副査の鈴木一宏教授、岡本孝信教授には審査会において貴重なご助言をいただきました。

日本体育大学津山薫教授、金沢大学出村慎一教授、福井工業高等専門学校青木宏樹講師には、本研究を進める上で貴重なご指導、ご助言いただきました事、深く感謝申し上げます。

そして、関東学院大学の山田哲雄元人間環境学部学部長、土谷みち子元教育学部学部長、そして伊藤賀永教育学部学部長には公務でのご配慮いただき、感謝いたしております。

また実験にあたり、ご協力いただいた関東学院六浦こども園、昭和学院幼稚園、関東学院六浦小学校の各長と関東学院六浦小学校体育専科の尾木征夫教諭そして諸先生方、園児、児童、保護者のみなさま、そして関東学院大学教育学部生、ゼミ生には多大なるご協力をいただきました。心から感謝申し上げます。

本論文を書き終え、とにかく一つの節目を付けたわけですが、明日からまた、気持ちを新たに研究に取り組みたいと考えています。ご指導、ご鞭撻のほど宜しくお願い致します。

最後に私事で恐縮ですが、3年間に及ぶ学生生活と本務校教員との間、物心両面にわたって、常に支援してくれた母・親族に深く感謝します。ありがとうございました。

## 付記

### 関連論文

(原著)

1. 浮田咲子, 津山薫, 出村愼一 (2017) 4歳児から7歳児における足指筋力の発達と性差, 第23巻 第1号 掲載決定 2017年12月31日予定
2. 浮田咲子, 津山薫, 青木宏樹 (2017) 小学校の低学年の体育授業カリキュラムの変更が児童の下肢の筋機能に及ぼす影響, 日本体育大学スポーツ科学研究, 第6巻 掲載決定 (論文受理証明書)

### 学会発表

#### 国際学会：ポスター発表

1. 浮田咲子・津山薫 (2017) Effects of Changes in Physical Education Curriculums for Elementary Schools and the Recruitment of Specialized Physical Education Teachers on Students' Physical Fitness, The 2018 Hawaii International Conference on Education, 2497-2507 (発表日：平成29年1月5日)

#### 国内学会：口頭発表

1. 浮田咲子・津山薫 (2016) 土踏まず形成と体力・運動能力との関係～幼児および児童を対象として～, 第23回日本運動・スポーツ科学学会, 大会抄録集, 19 (発表日：平成28年7月2日)

#### 国内学会：ポスター発表

1. 浮田咲子・津山薫 (2015) 私立M小学生(横浜市)の体力と運動習慣の実態, 第22回日本運動・スポーツ科学学会, 大会抄録集, 15 (発表日：平成27年6月13日)
2. 浮田咲子・津山薫 (2015) 保育内容の異なる園に通う幼児の身体活動量と運動習慣の比較, 日本体育学会第66回, 大会抄録集, 250 (発表日：平成27年8月27日)
3. 浮田咲子・津山薫 (2015) 幼児期から学童期の足指筋力の実態と体力との関係, 第70回日本体育医学学会大会, 大会抄録集, 315 (発表日：平成27年9月20日)
4. 浮田咲子・津山薫 (2016) 保育内容の異なる園に通う幼児(4～5歳児)の足指筋力、立ち幅跳び、両足連続跳び越しの縦断的研究, 日本発育発達学会大会 第14回, 大会抄録集, 122 (発表日：平成28年3月6日)

5. 浮田咲子・津山薫 (2017) 小学校の体育カリキュラム変更および体育専門教員の導入が児童の体力に及ぼす効果, 第24回日本運動・スポーツ科学学会, 大会抄録集, 15 (発表日:平成29年6月18日)
6. 浮田咲子・津山薫 (2017) 3ヶ月間の運動遊びの導入が幼児の体力・運動能力に及ぼす影響, 第72回日本体育医学学会大会, 大会抄録集, 270 (発表日:平成29年9月18日)