



幼児期における足脚部の発育発達様相

上田, 恵子

(Degree)

博士 (教育学)

(Date of Degree)

2018-03-25

(Date of Publication)

2020-03-25

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲第7077号

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1007077>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



博 士 論 文

幼児期における足脚部の発育発達様相

平成 30 年 1 月

神戸大学大学院人間発達環境学研究科

人間発達専攻 学び系講座

上 田 恵 子

目 次

第一章 序論	1
第1節 研究の背景	2
第2節 目的	6
第3節 用語の定義	7
第4節 研究の限界	9
第二章 文献研究の概要	10
第1節 幼児を対象とした足の調査に関する文献	11
第2節 足計測の方法	13
第3節 LMS法を用いた幼児の発育標準値の作成に関する文献	15
第4節 日本工業規格 靴のサイズ JIS S 5037 の問題点に関する文献	16
第5節 幼児の脚形態に関する文献	18
第6節 幼児を対象とした土踏まずに関する文献	19
第7節 足の季節変動に関する文献	23
第8節 幼児の遊び習慣の構造と足の発育発達に及ぼす影響	25
第三章 方法	26
第1節 本論文の構成	27
第2節 足脚部の計測の方法	28
第3節 幼児の足型計測方法の違いによる計測値の検討の方法	32
第4節 LMS法を用いた幼児の足の発育標準チャートの作成の方法	34
第5節 幼児の脚形態（外反膝・内反膝）の発育変化の方法	36
第6節 幼児における足長成長速度の季節変動と身長および体重の 発育速度との関連の方法	39
第7節 幼児の遊び習慣の構造と足の発育発達に及ぼす影響の方法	41
第8節 倫理審査	44
第四章 幼児の足型計測方法の違いによる計測値の検討	45
第1節 結果	46
第2節 考察	49
第3節 小結	51

第五章 LMS 法を用いた幼児の足の発育標準チャートの作成	52
第1節 結果	53
第2節 考察	58
第3節 小結	60
第六章 幼児の脚形態（外反膝・内反膝）の発育変化	61
第1節 結果	62
第2節 考察	69
第3節 小結	71
第七章 幼児における足長成長の季節変動	72
第1節 足長、身長、体重の経時的変化	73
第2節 季節変動成分	78
第3節 クラスタ分析による変動パターン分類	81
第4節 小結	84
第八章 幼児の遊び習慣の構造と足の発育発達に及ぼす影響	85
第1節 遊びの種類および遊具の利用の因子構造	86
第2節 遊びの種類ならびに遊具の種類と得点の経時的変化	90
第3節 足長と遊びの種類および遊具の季節変動パターンとの関連分析	94
第4節 小結	101
第九章 総合考察	102
第十章 結論および今後の課題	109
第1節 結論	110
第2節 今後の課題	112
参考資料	113
引用・参考文献	114
参考論文	122
謝 辞	123

第一章

序 論

第1節 研究の背景

近年、足趾が変形ぎみの幼児の靴を調べると、足と靴の不適合による母趾角の外反角度との関連（大野ら，1996）や誤った靴の履き方による足の障害（柴田ら，2001）、土踏まず形成の遅れ（佐藤ら，1997）についての報告があり、不適合の靴が成長期の子どもの足の健康に影響を及ぼすことが指摘されている。

健全な子どもの足成長には適切な時期に靴を買い替えることが不可欠である。しかし、足型計測結果の数値と着用靴のサイズを検討した結果、適合と推定されたのは約半数であったとの報告（塩之谷ら，2008）がある。また、日本学校保健会（2009）が実施した児童生徒を対象とした足の計測及び足に関するアンケート（複数回答）の報告では、外反母趾、内反小趾、爪の痛み、まめ・靴ずれ、踵痛・膝痛等の足のトラブルの中で、何らかのトラブルを経験したことがある子どもは43%に達しており、小学校低学年では31%、小学校高学年では40%、中学生では57%、高校生では74%と3学年ごとに7~8%の割合で増加している傾向がみられた。また、計測した足長と実際に着用している靴サイズを検証した結果、実際の足サイズよりも大きめの靴を履いていた割合が70~76%、小さめの靴を履いていた割合が7~10%、1.5cm以上大きい靴を履いていた割合が18~26%であった。さらに、適合した靴を履いていた割合は15~19%であり、足のトラブルが少ない傾向がみられたが、2.0cm以上大きな靴を履いている場合のトラブル発生率は48~50%と高い傾向であったことを報告している。

このような現状の中、成長期にある子どもの足成長を阻害しないためにも、幼児の足発育の実態を把握し、足成長を明らかにすることが重要であると考えられる。

これまでの子どもの足に関する大規模調査では、海外においてMullerら（2012）が1-13歳の子ども10,382名を対象にした報告はみられるが、我が国では、児童生徒を対象にしたものが多い（日本学校保健学会，2009；早川ら，2013；野田，1979）。

その理由として、乳幼児の足は未熟な骨格を保護するために厚い脂肪で覆われているため、柔らかく、従来の手計測による計測法では力のかけ方が難しく、計測が困難であることが考えられる。加えて、幼児は計測時に周囲や計測が気になり、下を向いたり、周りを見たりと直立姿勢での静止が難しいため、成人と比較して外郭線を描きにくい。さらに、小さい

子どもは尖った計測器の先端を怖がるなどの理由から、計測器の先端にはとくに注意するなど、安全に配慮する必要がある（持丸ら，2013）。

このように、幼児の足は計測が困難であるという特性から、特に3歳以下を対象にした報告は限られている。従って、幼児の標準的な足発育の様相については未だ明らかにされておらず、当該時期の靴の適合にも発育標準の資料が生かされていない。従って、幼児の足の実態を把握し、足成長を明らかにするためには、幼児の足の計測を簡便にし、より多くのデータを収集する必要がある。

次に、足型計測のそれぞれの特性について述べ、幼児に適した計測方法を検討したいと考える。足型計測を大別すると、直接計測、間接計測、機械計測による計測方法がある。直接計測による計測方法では物差しを用いて計測するため、その場ですぐに計測値を確認できるという長所がある。しかし、接触型のため、形状が柔らかいものを計測する場合には、計測者の力の入れ具合で数値が変化する可能性がある。また、足と靴と健康協議会製のフットゲージは木製であり、計測点に面で触れることに加え、計測者が計測値を読む際の固定が難しく、計測誤差が+に出る傾向がある。次に、間接計測による計測方法ではスクライバーで足の外郭投影図を描き、その投影図をもとに計測を行うため、再現性が高く、外形寸法から多くの情報を得られるという長所がある。この短所としては、接触型のため、形状が柔らかいものを計測する場合には、計測者の力の入れ具合で数値が変化する可能性があり、測定誤差要因が含まれる可能性がある。従って、これらの手計測による直接計測、間接計測による計測方法では幼児の計測が難しいことから、報告が限られているという現状がある。

近年、スキャン技術の開発により、2次元および3次元の足型計測器が開発されている。2次元計測による計測方法では、足裏面をスキャンした画像をもとにパソコン上で足裏の解析および外形寸法を計測する。幼児の足型計測では幼児を静止させることが難しいため、迅速に正確な計測を行う必要があるが、これらの方法は非接触型のため、柔らかい対象物の計測に適し、短時間で簡易に計測できるという長所がある。

しかし、画像を解析する際に、足長および足幅に目視のみで計測点をつける必要があり、成人の足は骨格が完成しているために計測点を特定しやすいが、幼児の足は骨格が完成しておらず、特に低年齢の幼児の場合には足幅の計測点の特定が難しい。

以上のことから、これまで困難であった幼児の足の計測を簡便にするためには機械計測が適しているのではないかと考えるが、各計測方法の違いについてはこれまで検討されていない。従って、それぞれの計測方法による数値を比較し、検討する必要があると考える。

また、幼児期の足発育に関してはその標準化が行われておらず、当該時期の靴の適合にも発育標準の資料が生かされていない。さらに、子ども靴サイズの規格である JIS S 5037:1998 の資料は 1977 年制定時には 3 歳から 6 歳の資料を用い、1998 年に改定時には 7 歳以上の資料を用いている。従って、3 歳未満は制定時に計測されておらず、3 歳児未満の資料は 11 歳以上の足長発育に対する足囲の数値を外挿したものであり、その資料的根拠が十分でないことが指摘されている（和田ら, 1997 ; 大野ら, 1997）。このように、現在の子ども用の靴サイズは幼児の足の実態に即していない可能性が考えられ、実態を把握することが必要であると考ええる。

幼児の足成長に関わる先行研究としては、これまでに身長と足長の成長（Ke Min Liu, 1998）や身長と足長の相関（岡田, 1971）、身長と体重と足部の相関（下枝ほか, 1993 ; Grivas et al., 2008）、足の成長曲線（上田ほか, 2014）についての報告が散見されるが、足成長の季節変動に関する報告はみられない。

身体発育の季節変動に関わる研究をみると、身長や体重の発育曲線を明らかにし、発育の特徴を明らかにする研究や気候や生活習慣が原因となるような季節変動に関わる研究がみられる。身長や体重の季節変動に関わる研究をみると、その知見の多くは、身長は春から秋に促進され、冬に停滞する傾向が見られ、体重は秋から冬に促進される傾向を示している

（Marshall, 1971 ; 大山, 1976 ; Bogin, 1978 ; Togo & Togo, 1982 ; 川畑と芦沢, 1987 ; 戸部, 1993 ; 東郷, 1998）。また、幼児を対象にした報告では、田中ら（1999）が東郷（1998）の報告と同様、身長は春から夏にかけて高いことを報告している。しかし、幼児における季節変動の報告をみると、松本と國土（1996）が身長では冬に最大の増加がみられ、体重では秋から冬にかけて最大の増加がみられるという報告しており、小林（2004）は、身長は夏から秋にかけて、体重は秋から冬にかけて高くなることを報告しており、様々に見解がわかれる。

これまでの身長および体重以外の形質における季節変動の報告では、東郷（1998）の腸骨綾幅、胸矢状径と腹矢状径、バスト、ウエスト、ヒップ、座高、坐骨下脚長の季節変動の報

告があるが、それ以外には Suda et al., (1976) の四肢成長、Gelander (1994) の下肢長の報告のみと限られている。

このように、幼児期の足成長の季節変動についての研究は世界的にもほとんど見られない。これまで教育現場において、身長・体重のデータから肥満の予測や発育遅延を予測してきたように、幼児の足の実態を明らかにすることは、足趾変形や脚変形等の予防につながり、子どもの健全な足成長に役立つものになると考える。さらに、季節ごとの足成長に応じて、その時々で足に適合した靴の買い替えが必要であるという、現場の教員が健康教育に活用可能な教育的支援となる情報を提供することが可能となる。加えて、身長および体重の発育の季節変動と足長の季節変動が連動するのであれば、身長および体重の変化から足成長を捉えることも可能となる。

これまでの上田らの足の季節変動についての報告では、間接計測という手計測による報告であったことから、幼児の足長の季節変動、身長および体重の発育速度と足長成長速度との関連について、機械計測を用いた計測方法で明らかにすることが必要であると考えられる。

幼児の脚形態については、蜂谷 (1981) が誕生後1歳までは内反膝 (O脚) 傾向、18ヶ月～3歳は外反 (X脚) 傾向を示し、その後、中間位の脚に近づいていくと報告している。幼児期の生理的なO脚は自然治癒するものが多いが、成人を対象にした研究においては、我が国ではO脚を有する人の頻度が高く (松本ら, 1996)、これは外見上の問題にとどまらず、O脚は変形性膝関節症が発生する誘因ともなっている (腰野, 1985)。また、O脚を有する原因としては、O脚形成自体が幼児期の脚の発育過程であることが疑われる。従って、幼児期の足脚部の発育発達を明らかにすることは、幼児期のみならず、将来にわたる足脚部の健康のためにも重要であると考えられる。さらに、その脚形態の変化と土踏まず形成の関連がみられるのではないかと考えるが、それについてはまだ実際に検討されていない。従って、幼児の脚形態の年齢ごとの発育様相を明らかにすることは、正常な脚成長を促進するための基礎資料となると考える。

以上のことから、本研究は、幼児の足脚部に焦点をあて、幼児の足脚部成長の4要素 (足長、足幅、O脚・X脚、土踏まず形成) の成長過程を明らかにすると共に、遊び習慣との相互作用を明らかにすることを目的とする。

第2節 目的

本研究では、幼児の足脚部のデータ収集を行い、いまだ未解決である幼児の足の基礎研究を完成することを目指し、その目的を達成するために以下の5つの研究課題を設定した。

1. 幼児の足型計測を簡便にするため、計測方法の違いについて検討する
2. 幼児の足の発育標準値を作成し、幼児の足の実態について明らかにする
3. 幼児の脚形態の発育様相を明らかにし、土踏まずと脚形態の関連について検討する
4. 幼児の足長の成長速度の季節変動について明らかにする
5. 幼児の足の発育発達に影響を及ぼす遊び習慣について検討する

第3節 用語の定義

ここでは、本研究を通じて使用する用語について、それぞれの定義を行う。

足の計測

足長・足幅・足囲の計測には、我が国においては、財団法人日本規格協会（1998）による JIS S 5037:1998 および・全履協による定義がある。外国においては、ドイツ工業規格である DIN による定義がある。本研究では JIS S 5037 の定義を採用する。

○脚

脚形態について、直立時に内反傾向で膝が開く場合を○脚（内反膝）とする。

X脚

脚形態について、直立時に外反傾向で膝が重なる場合をX脚（外反膝）とする。

中間位

脚形態について、直立時に膝が隙間なくつく場合を中間位とする。

土踏まず

足裏の中央部のくぼんだところ。立位時に床に触れない部分。一般的には6歳までに完成する。

土踏まず形成

土踏まず形成の判定には、足裏輪郭図の内側線と外側線の交点から第2趾中央を結んだ線を基準とし、土踏まずがその線を超えていれば土踏まず形成ありと評価するHラインが一般的に用いられている。本研究では、土踏まず形成の判定には内側線と外側線の交点から第2趾中央までを結んだHラインを用いる。

季節変動

一般に周期変動はある一定の期間に同様の変動を繰り返すことであり、季節変動は一年を周期として繰り返す変動を示す。資料は、週ごと、月ごと、季節ごとなど、定期的に得る必要があるが、本研究では先行研究を参考にし、年間4回の測定を実施し、その変化の繰り返しを季節変動とした。

第4節 研究の限界

ここでは、本研究を制限する標本、仮説、諸々の条件を挙げる。

1. 仮定による限界

本研究では、幼児の足および脚形態の年齢別の発育変化については、実態を把握するために横断研究を行っている。従って、各年齢群の発育の特性については検証しているが、縦断研究ではないため、発達の傾向については検証できていない。

2. 定義による限界

本研究では、膝の外反・内反についての計測数値は、レントゲン撮影や内反・外反角度による測定ではなく、果間幅および膝間幅を測定しているという限界がある。

3. 標本による限界

本研究では、1～6歳までの幼児を対象とするが、対象はランダムサンプリングされておらず、日本人幼児の傾向を必ずしも反映しない。また、縦断研究には一幼稚園の標本を用いており、その季節変動は幼稚園の教育環境の影響を受けていることが予想され、一般的な傾向であるとは言えない。

4. 調査時期による限界

本研究で用いた資料は、2013年から2016年に収集している。この点で調査時期による限界がある。

第二章

文献研究の概要

本章では、本研究の問題提起となった文献、およびモデル構築、尺度構成の基礎となった文献の概要について述べる。ここでは、幼児を対象とした足の調査に関する文献、LMS法を用いた幼児の発育標準値の作成に関する文献、JIS S 5037の問題点に関する文献、足の季節変動に関する文献、乳幼児の脚形態に関する文献、幼児の足の発育発達に影響を及ぼす生活および遊び習慣に大別される。

第1節 幼児を対象とした足の調査に関する文献

幼児を対象とした足の問題に関する報告では、足と靴の不適合による母趾角の外反角度との関連（大野ら，1996）や誤った靴の履き方による足の障害（柴田ら，2001）や土踏まず形成の遅れ（佐藤ら，1997）についての報告があり、不適合の靴が成長期の子どもの足の健康に影響を及ぼすことが指摘されている。

足型計測結果の数値と着用靴のサイズを検討した報告では、塩之谷ら（2008）が、足のトラブルで外来を受診した子どもの靴を調べた結果、適合と推定されたのは約半数であったと報告している。

子どもの足の報告では、代表的なものに日本学校保健会（2009）が実施した児童生徒10,000名を対象とした、足の計測および足に関するアンケート（複数回答）の報告がある。その結果、外反母趾、内反小趾、爪の痛み、まめ・靴ずれ、踵痛・膝痛等の足のトラブルの内、何らかのトラブルを経験したことがある子どもは43%に達していることを報告している。また、小学校低学年では31%、小学校高学年では40%、中学生では57%、高校生では74%と3学年ごとに7~8%の割合で増加している傾向がみられ、計測した足長と実際に着用している靴サイズを検証した結果では、実際の足サイズよりも大きめの靴を履いていた割合が70~76%、小さめの靴を履いていた割合が7~10%、1.5cm以上大きい靴を履いていた割合が18~26%であったことを報告している。さらに、適合した靴を履いていた割合は15~19%で足のトラブル発生率が少ない傾向がみられたが、2.0cm以上大きな靴を履いている場合のトラブル発生率は48~50%と高い傾向であったことを報告している。

海外における子どもの足の大規模調査では、Mullerら（2012）が1-13歳の子ども1,0382名を対象にした横断研究で、静止時および歩行中の動きをフットプリントのアーチインデックスで調査した報告がある。

一方、我が国では、日本学校保健学会（2009）が小中学生10,057名を対象に実施した足の計測および足に関するアンケート調査の報告、早川ら（2013）が中学生2,019名を対象に実施した足の計測、野田（1979）が3～18歳の4,541名を対象に土踏まずの発達を調査した報告がみられるが、児童生徒を対象にしたものが多い。

成長期にある子どもの足成長を阻害しないためにも、子どもの足発育の実態を把握し、足成長を明らかにすることが重要であると考え、これまでの足に関する大規模調査は児童生徒を対象にしたものが多く、特に3歳以下を対象にしたものは少ない。

その理由として、乳幼児の足は未熟な骨格を保護するために厚い脂肪で覆われているため、柔らかく、従来の手計測による計測法では力のかけ方が難しく、計測が困難であることが考えられる。加えて、幼児は計測時に周囲や計測が気になり、下を向いたり、周りを見たりと直立姿勢での静止が難しいため、成人と比較して外郭線を描きにくい。さらに、小さい子どもは尖った計測器の先端を怖がるなどの理由から、計測器の先端にはとくに注意するなど、安全に配慮する必要がある（持丸ら、2013）。このように、幼児の足は計測が困難であるという特性から、特に3歳以下を対象にした報告は少ない。

以上のことから、幼児の標準的な足発育の発育発達様相については未だ明らかにされておらず、当該時期の靴の適合にも発育標準の資料が活かされていない。従って、幼児の足の実態を把握し、足成長を明らかにするためには、幼児の足の計測を簡便にした上で、より多くのデータを収集する必要があると考える。

第2節 足計測の方法

足型計測の分類には、大別すると、直接計測、間接計測、機械計測による計測方法がある。直接計測による計測方法では、物差しで計測するため、その場ですぐに計測値を確認できるという長所がある。しかし、接触型のため、形状が柔らかいものを計測する場合には、計測者の力の入れ具合で数値が変化する可能性がある。また、足と靴と健康協議会製のフットゲージは木製であり、計測点に面で触れることに加え、計測者が計測値を読む際の固定が難しく、計測誤差が+に出る傾向がある。

間接計測による計測方法では、スクライバーで足の外郭投影図を描き、その投影図をもとに計測を行うため、再現性が高く、外形寸法から多くの情報を得られるという長所がある。しかし、外郭線を描く際に計測者が足側面の接触圧力を一定にすることが難しく、柔らかい人体の計測には経験が必要である。特に、乳幼児の足は未熟な骨格を保護するために厚い脂肪で覆われており、柔らかい。加えて、幼児は計測時に周囲や計測が気になって、下を向いたり、周りを見たりと直立姿勢での静止が難しく、成人と比較して外郭線を描きにくい。また、持丸ら（2013）によれば、小さい子どもは尖った計測器の先端を怖がるなどの理由から、計測器の先端にはとくに注意するなど、安全に配慮する必要がある。

近年、スキャン技術の開発により、2次元および3次元の足型計測器が開発されている。2次元計測による計測方法では、足裏面をスキャンした画像をもとにパソコン上で足裏の解析および外形寸法を計測する。非接触型のため、柔らかい対象物の計測に適しており、短時間で簡易に計測できるという長所がある。しかし、画像を解析する際に、足長および足幅に目視のみで計測点をつける必要があり、成人の足は骨格が完成しているために計測点を特定しやすいが、幼児の足は骨格が完成しておらず、特に低年齢の幼児の場合には足幅の計測点の特定が難しい。

これまでの足型計測の信頼性に関する先行研究を概観すると、成人を対象にした研究では、ひとりの検者が同一被検者を複数回計測する検者内信頼性を調べた報告、経験の豊富な複数の検者が計測する検者間信頼性を調べた報告があり、検者の経験値の多さに関わらず、高い検者間信頼性が得られることが報告されている（仲澤ら，2014；Nathan et al., 2007；Sarah Reel et al., 2010）。

萩原ら（1992）が幼児の足型計測方法の違いによる計測値を検討した研究では、足長の直接計測と間接計測の数値を比較すると直接計測の数値が大きく、最大6mm近くの差がみられたと報告している。

以上のことから、幼児の足の計測には、従来の手計測（直接計測、間接計測）による計測方法よりも、機械計測による計測方法が適しているのではないかと考える。さらに、足型計測方法については、直接計測と間接計測の数値を比較した報告はあるが、直接計測と間接計測および機械計測の数値の違いについて比較した報告はみられない。また、直接計測と間接計測および機械計測による計測方法の違いによる計測値について、それぞれの数値を検討する必要があると考える。

第3節 LMS法を用いた幼児の発育標準値の作成に関する文献

LMS法 (Cole et al., 1992) とは、発育標準値を作成する際、世界的に広く採用されている手法である。これは、各年齢の度数分布から、パーセンタイル値 (3, 10, 25, 50, 75, 90, 97パーセンタイル値) を求め、各年齢の同一パーセンタイル値を年齢軸に沿って結ぶ曲線をスプライン関数によって求める方法である。

Cole et al. (2010) の報告では、各年齢の度数分布から、LMS法を用いた米国人女児の体重の標準値の作製を提案している。

このLMS法を用いた幼児の発育標準値の集計結果 (厚生労働省の乳幼児身体発育調査) は、我が国では母子健康手帳に掲載され、乳幼児身体発育曲線として乳幼児の身体発育や栄養状態の評価、医学的診断に活用されている。

子どもの発育には個人差があり、特に乳幼児の身体発育においては年月齢別の基準と比較する方法が用いられている。我が国では、厚生労働省が10年ごとに乳幼児身体発育調査を実施し、乳幼児の身長、体重、頭囲及び胸囲の計測結果をもとに、LMS法 (Cole et al., 1992) を用いた発育曲線が作成されている。その他には、國土ら (2010) の東南アジアや開発途上国の子どもを対象にした報告があるが、これまでにLMS法を用いた足発育についての報告はみられない。

以上のことから、LMS法を用いた足の発育標準値の作成はこれまでの報告により乳幼児期の足の発育を標準化することは、身体発育を評価する新たな基礎資料となると考える。

第4節 日本工業規格 靴のサイズ JIS S 5037 の問題点に関する文献

本節では、JIS S 5037（財団法人日本規格協会，1998）靴サイズ（子供用）に関する文献を列挙し、幼児の足の現状と JIS S 5037 の問題点を明らかにする。

JIS では昭和 52 年度（1977 年）に調査した足型計測データに基づき、平成 6 年（1994 年）に改定され、制定された規格であり、子ども用は 5mm の足長の等差ごとに、足囲の等差が 4mm（足長対足囲：5 対 4）に設定されている。この理由は、昭和 52 年度計測結果で 11 歳までは足長 5mm の伸びに対し、足囲の伸びが 4mm であったためである。

和田ら（1997）は「JIS では 11 歳以下が男女を区別せずに子ども用となっているが、昭和 52 年度計測結果のデータを男女別に見ると、男児の伸びは 12～14 歳にも 4mm 以上あり、男女で成長パターンが異なるにもかかわらず、11 歳を境に無理に規格を揃えた印象を受けると述べている。

大野ら（1997）によれば、1977 年の JIS 規格制定の際に 3 歳時未満は計測されておらず、足長 150 ミリ以下の足囲の数値は足長 150 ミリ以上の数値から等差で割り出されており、足の計測値とのズレが生じていると指摘している。また、1998 年改正時の JIS 規格のデータは 7 歳以上であり、3～6 歳では、幼児の足の実態に即していない可能性がある。さらに、保育園児を調査した報告では、男児は最大 5.4mm から最小 3.3mm まで、女児は最大 5.7mm から最小 3.6mm まで変化したと報告している。従って、昭和 52 年度の足型計測データと比較すると、各年齢範囲で JIS 規格の 4mm をほぼ上回ったと等差方式の問題点について報告している。

Mohsen ら（2002）によれば、足長と足囲の回帰直線による JIS サイズでは足長 5mm ピッチ、足囲 4mm ピッチであるが、調査の結果による回帰式では、足長 5mm 増加に対して足囲は 5.34mm 増加となり、JIS とは異なる結果を報告している。

以上のことから、JIS S 5037 は 1998 年に改訂されたが、その幼児の資料は 1977 年の調査書に基づくものであり、特に 3～6 歳の資料は足長の発育に対する足囲の数値を外挿したもので、その資料的根拠は十分ではない可能性がある。従って、幼児の足の発育標準値作成のための資料を収集し、得られた資料から、足長、足幅、足長/足幅比の発育標準値を作成

し、その発育曲線と JIS S 5037 の数値の比較を行い、幼児の足の実態に即した検討が必要
であるとする。

第5節 幼児の脚形態に関する文献

幼児の脚形態について、誕生後1歳までは内反膝(O脚)を呈し、18ヵ月～3歳は外反膝(X脚)傾向を示し、その後、正常な脚に近づいていくという報告がある(蜂谷, 1981)。その一方で、幼児期の生理的なO脚は自然治癒するものが多く、日本ではO脚を有する人の頻度が高いことが報告されている(松本ら, 1996)。従って、幼児期の脚の発育発達を明らかにすることは、幼児期のみならず、将来にわたる脚の健康のためにも重要であると考えられる。

これまでの乳幼児の脚形態に関する先行研究を概観すると、X線診断で膝外側角(FTA: Femoro-tibial Angle、大腿骨軸と腓骨軸の交点との外側角を測定)の角度を調べた報告があり、Saleniusら(1975)によれば、2歳までは内反膝で3歳から8歳は外反膝であると報告している。

鶴田ら(1972)が児童を対象に踝間幅および膝間幅を測定した報告では、X脚は6歳から7歳で男女とも60～70%、8歳から9歳で50%となり、10歳から11歳では20～30%前後と減少する。その一方で、足サイズ計測調査事業(4歳～18歳)報告書(2013)によれば、正常脚は年齢と共に増加し、11歳男子は66%、女子は56%になり、O脚は6歳から9歳でほとんどみられないが、10歳から11歳では増加傾向がみられると報告している。

足サイズ計測調査事業(4歳～18歳)報告書(2013)の報告では、幼児の両膝間幅については、4歳では全員0cmであるが、加齢につれて徐々に幅が大きくなり、二次性徴終了後に男子は約2.5cm、女子は約1cmであったという報告がある。しかしながら、幼児のサンプル数が5歳児は105名、6歳児は89名であるのに対し、4歳児のサンプル数が24名と少ないため十分な根拠があるとは言いにくい。

以上のように、幼児を対象とした脚形態の報告は限られており、サンプル数も少ない。本研究では、幼児の脚形態の年齢毎の発育変化を横断的観察により明らかにすることを目的とする。

第6節 幼児を対象とした土踏まず発達に関する文献

表2.6.1と表2.6.2に、これまでの土踏まず評価法の比較を示す。各土踏まず評価法の特徴については、以下の通り、3つに大別することができる。

1. 形態学的評価：線（ライン）による評価

日本では、Hラインによる（平澤，1985）、足底中央ラインから第2指先点まで垂線を引き、土踏まずの有無を判断する方法が多く用いられている。

2. 面積比による評価

海外においては、ARCH INDEX (Cavanagh et al., 1987) による、足底接地面積（足趾含まず）を3分の1等分し、土踏まずを含む中央部分の全体に対する割合を指標としたものが多く用いられている。

3. 角度による評価

Arch index (Cavanagh et al., 1987) 等による、足趾の接地面積を加えない、土踏まずを含む中央部分の全体に対する割合を指標としたものが多く用いられている。Footprint Angleは Arch index (Cavanagh et al., 1987) と相関が高いという報告 (Rogers et al., 1932) があり、Clark's angleは扁平足の靴による影響を表すより良い方法であることが証明されている (Juan et al., 2003)。

4. X線画像による評価

Davis (1935) によれば、Radiographic evaluationでは、Arch angle、Footprint index、Talus-first indexと有意に相関があるが、足底面と比較してアーチ角度と非接地面積の相関は低く、アーチ高との相関が高いことが報告されている。

春日ら (2008) によれば、Hライン法 (平澤, 1985) は、土踏まず比法よりも簡易性、簡便性の点から優れるかもしれないと報告しており、日本では現在でも一般的に用いられている。しかし、根本 (1966) は、全体的な発達傾向をみるには不十分であり、土踏まず比と Clarkeら (1928) の土踏まず角、足角、足趾角、母趾角で計測した方がよいという報告している。

土踏まずの発達に関しては、日本国内では、平澤（1985）のHラインとよばれる踵点から第2指までの垂線に対して土踏まずの有無をみる定性的評価が多い。しかし、外国においては、Cavanagh et al., (1987) の Arch index のような、面積による定量的評価が多くみられる。そのため、概念や評価方法などが日本と諸外国では異なり、共通認識を得にくいという現状があり、全世界共通の評価法を構築する必要がある。

また、幼児の土踏まず形成は、靭帯や骨格が形成されるに従い、真ん中から形成され、徐々に内側縦アーチへと拡大し、形成されるという過程がある（図2.6.1）。乳幼児の発育発達研究においては、幼児の土踏まず形成過程については記述されているのみであり、定量的に一般化されていない。これまで筆者の多くの資料によって、幼児の土踏まず形成過程として、足の内側に凹みができることを実際に観察しているが、その凹みができる過程や状況については報告がみられない。



図2.6.1 幼児のアーチ形成初期
筆者の資料より、2歳8ヶ月の男子
足裏の中央部分に凹みが見られる

評価法	名称		量的評価	
形態学的評価	フットプリントの分類 (高橋, 1954)		<p>定義 フットプリントの踵の後端と土踏まずの最凹部を結ぶ線</p> <p>測定方法 フットプリントの踵の後端と土踏まずの最凹部を結ぶ線の延長が通過する足趾の位置 (第1趾~第4趾) で判断する</p> <p>尺度 線の通過する位置が第1趾より内側: 0型, 第1趾上を通過する: I型, 第2趾上を通過する: II型, 第3趾上を通過する: IV型, 第4趾上を通過する: V型 (延長線が指と指の間を通過する時は近い方の指を通る型に含める). V型の内, フットプリントの中央部が切れている: V0型</p> <p>評価基準 0型とI型を合わせて扁平足と判断する</p> <p>特徴 記載なし</p>	×
	Hライン (平沢, 1985)		<p>定義 内側線と外側線の交点から第2趾の中央を結んだ線</p> <p>測定方法 Hラインを超える所まで土踏まずができていないかで形成の有無を判断する</p> <p>尺度 Hラインを超えているかで土踏まず形成の有無を判断する</p> <p>評価基準 Hラインを超えていれば土踏まずが形成されていると評価する</p> <p>特徴 ○土踏まず比法よりも, 簡易性, 簡便性の点から優れるかもしれない (春日ら, 2008).</p>	×
	Iライン (浅見ら, 1990)		<p>定義 内側線と外側線の交点と各指 (T, I, M, R) の中央交点を結んだ線</p> <p>測定方法 数段階 (T, I, M, R) の各線を越えた所で土踏まずの形成程度を判断する</p> <p>尺度 記載なし</p> <p>評価基準 各指のどの線 (T, I, M, R) を越えたかで土踏まずの形成程度を評価する</p> <p>特徴 記載なし</p>	×
	野田式分類法 (野田, 1998)		<p>定義 内側線と外側線の交点から第2趾の中央を結んだ (Hライン) と第5趾の中央 (Nライン) を結んだ線</p> <p>測定方法 HラインとNラインの各線を基準とし, どの線を越えたかで土踏まずの形成程度を5段階で判断する</p> <p>尺度 扁平度をI型 (扁平型), II型 (内側アーチ理想型), III型 (外側アーチ形成型), IV型 (足裏分離型), V型 (その他) の5群に分類し, 土踏まずの形成程度を判断する</p> <p>評価基準 I型は扁平型, II型は内側アーチ理想型, III型は外側アーチ形成型, IV型は足裏分離型, V型はその他として評価する</p> <p>特徴 ○Hラインでは内側線と外側線の交点が踵の後方のかかなり遠い位置になり, 交点の位置の誤差の範囲が大きくなる。第2趾が接地していないものやずれているもの, 第2趾の先の位置を特定できない事例が出現したため開発 (山崎, 2012)</p>	×
	Nライン (野田ら, 1984)		<p>定義 内側線と外側線の交点と第5趾の中央を結んだ線</p> <p>測定方法 Nラインを超える所まで外側縦アーチができていないかで形成の有無を判断する</p> <p>尺度 Nラインを超えているかで外側縦アーチの形成の有無を判断する</p> <p>評価基準 評価基準なし</p> <p>特徴 記載なし</p>	×
	Yライン (山崎ら, 2009)		<p>定義 Hラインの改版版で第2趾の付け根中央 (第2中足骨遠位端) を基点とし, 踵先端の最も長い距離をなす点 (踵点) に向かって引いた線</p> <p>測定方法 Yラインを超える所まで土踏まずができていないかで形成の有無を判断する</p> <p>尺度 Yラインを超える所まで土踏まずができていないかで形成の有無を判断する</p> <p>評価基準 Yラインを超えていれば土踏まずが形成されていると評価する</p> <p>特徴 ○Hラインで判断された土踏まず形成率との相関が0.991と高く, パソコンで画像処理するには簡便である (山崎ら, 2009) 靴メーカーが採用している足底の中央を示す線と合致しており, 靴工業ではよく使用されている指標である (荻原ら, 1998)</p>	×
角度による評価	Footprint Angle (Schwartz, 1928)	記載なし	<p>定義 中足骨と踵の内側線 (A-A') と中足骨内側と踵内側の接点から横方向の点を結ぶ線 (B-B') との角度</p> <p>測定方法 記載なし</p> <p>尺度 記載なし</p> <p>評価基準 記載なし</p> <p>特徴 ○Arch indexと相関が高い (Rogers et al., 1932)</p>	○
	Clark's angle (Clarke, 1933)	記載なし	<p>定義 アーチ角, フットプリントの内側線と中足骨領域の最も内側の点を結ぶ線とMLAの内側のセグメント形状が第1アーチ中足骨の輪郭接点との角度. 内側境界線は足の中足骨と踵領域の大内側線を結ぶ線.</p> <p>測定方法 記載なし</p> <p>尺度 記載なし</p> <p>評価基準 記載なし</p> <p>特徴 ○扁平足の靴の影響を表す, より良い方法である (Juan et al., 2003). が, アーチ高との相関は0.971と高い (C.W. Davis, 1935). アーチ高ではRose's index以外のArch angle, Footprint index, Talus-first indexと有意に相関がある. △足底面と比較してアーチ角度と非接地面積の相関は低い (C.W. Davis, 1935).</p>	○

表2.6.1 土踏まず評価法の比較

評価法	名称		量的評価
面積比による評価	Chippaux-Smirak's index (Chippaux, 1947; Smirak, 1960)	定義	前足部の最も広い幅(f)と土踏まずの最も狭い幅の比率を求めるg/f (%)
		測定方法	記載なし
	尺度	記載なし	
	評価基準	記載なし	
	特徴	○Chippaux-SmirakとStaheliは性別の重要性の検出に適している (Juan et al., 2003). Cavanagh and Rodgers, Chipaux-Smirak Index, Staheli Index, Alfa angle, Arch Index (Postural assesment) を比較した所、子どもの計測には扁平足を容易に計算できるChapaux-Smirak Indexが一番適している(Audrea et al., 2008)	○
	Staheli's index of the arch (Staheli et al., 1987)	定義	踵の最も広い幅と土踏まずの最も狭い幅の比率を求める
		測定方法	踵の内外幅アーチ領域に足の内外幅を除いて計算する
	尺度	記載なし	
評価基準	年代毎の2標準偏差を境に土踏まずが形成されているかを評価する		
特徴	○Chippaux-SmirakとStaheliは性別の重要性の検出に適している (Juan et al., 2003). △Cavanaghらのキャリハ°を用いた直接アーチ高を測定する方法では有意な逆相関(r=-0.70)がある。	○	
Arch Index (Cavanagh et al.,1987)	定義	足趾を除いたフットプリント全体の中足部 (3分の1)の面積比を求める、Arch index=B/(A+B+C)	
	測定方法	足趾を除いたフットプリントの第2趾の付け根と踵の中心から線を引き「足軸」に対し、3等分した所に垂直に線を引く	
尺度	全接地面に対する中足部のアーチ形成度の比率を求める		
評価基準	ハイアーチは0.07, 正常は0.24, 扁平足は0.36と判断する		
特徴	○Footprint anlgeと相関が高い (Rogers et al., 1932). 静的または動的いずれかを使用することができる。 △動的変化を説明するには不十分である。	○	
土踏み土踏まず率 (梅村ら, 1996)	定義	内側土踏まず面積 (B) に対する内側土踏まず面積 (B) +土踏み面積 (A) ×100	
	測定方法	足趾を除いたフットプリントの内側線から土踏まず領域と土踏み面積を求める	
尺度	記載なし		
評価基準	23%以上をアーチ形成ありと判断する		
特徴	記載なし	○	
Brucklen Index (Jung, 1982)	定義	EnFn/EnGnの平均値を求める	
	測定方法	フットプリントの外側線A,B,C,Dを描き、横線E-Gを4段階で引き、内側輪郭線との交点を5段階のF点とする	
尺度	記載なし		
評価基準	これらの指標の不定定数の平均を全体的な指標とする		
特徴	△中足部が接地しないハイアーチと非接地面積を示さない重度の扁平足には対応しない (Jung, 1982)	○	
Truncated arch Index (Hawes, 1992)	定義	A/Bの比率。中足骨から踵の内側線とフットプリントの外側線で切り取った面積(B)に対する非接地面積 (A) の比率を求める	
	測定方法	内側線と内側の輪郭と土踏まず面積間の比率を求める	
尺度	記載なし		
評価基準	記載なし		
特徴	記載なし	○	
Footprint index (Irwin, 1937)	定義	A/Bの比率を求める	
	測定方法	足趾のないフットプリントの接地面領域に対する非接地面の比率を求める	
尺度	記載なし		
評価基準	高い比率をハイアーチと評価する		
特徴	○ハイアーチと0.982の高い信頼性係数がある。	○	
Arch-length Index (Hawes, 1992)	定義	Arch-length Index=PQ/rの比率を求める	
	測定方法	中足骨と踵領域の最も内側の点とこれらの点の間のアーチ輪郭のアーチの長さとの境界線の長さの比率を求める	
尺度	記載なし		
評価基準	記載なし		
特徴	記載なし	○	
X線画像	Radiographic evaluation (Saltzman et al.,1995)	定義	アーチ高率=舟状骨高/土踏まず長を求める
		測定方法	X線写真撮影により舟状骨高を求め、足趾を除いた足長との比率を求める
尺度	記載なし		
評価基準	記載なし		
特徴	○レントゲン撮影による測定とアーチ高・距骨高・舟状骨高・フットプリント長は相関が高く、信頼性も高い。最適な測定方法は舟状骨高と足長の比率である。	○	

表2.6.2 土踏まず評価法の比較 (続き)

第7節 足の季節変動に関する文献

これまでの身長や体重の季節変動に関わる研究をみると、その知見の多くは、身長は春から夏に促進され、秋から冬に停滞する傾向があり、体重は秋から冬に促進され、夏に停滞する傾向が報告されている (Marshall, 1971 ; 大山, 1976 ; Bogin, 1978 ; Togo&Togo, 1982 ; 川畑と芦沢, 1987 ; 戸部, 1993 ; 東郷, 1998)。

幼児を対象にした身長や体重の季節変動の報告では、田中ら (1999) や Xu ら (2001) が他の多くの報告と同様、身長は春から夏に促進され、体重が秋から冬に停滞する傾向を報告している。しかし、幼児の他の季節変動の報告では、身長では冬に最大の増加がみられるという報告 (松本と國土, 1996) および夏から秋にかけて促進するという報告 (小林ら, 2004) や身長も体重も春に促進する報告 (Delskov et al., 2016) があり、様々に見解がわかる。

これまでの身長および体重以外の形質における季節変動の報告では、東郷 (1998) の腸骨綾幅、胸矢状径と腹矢状径、バスト、ウエスト、ヒップ、座高、坐骨下脚長の季節変動の報告があるが、それ以外には Suda et al., (1976) の四肢成長、Gelander (1994) の下肢長の報告のみと限られている。

これまでの足長の季節変動については、上田ら (2014) が 2004 年 3 月から 2014 年 6 月に、4~5 歳児 58 名を対象にした足長の季節毎の成長数値の比較の報告がある。しかし、その他の研究では、Ke Min Liu (1998) の身長と足長の成長や岡田 (1971) の身長と足長の相関、身長と体重と足部の相関についての報告 (下枝ほか, 1993 ; Grivas TB et al., 2008) 、足の成長曲線 (上田ほか, 2014) についての報告はあるが、足成長の季節変動に関する報告はみられない

以上のことから、幼児期における身長や体重の季節変動が見られることが報告されているが、足成長に関する季節変動および身長や体重の発育と足の成長の季節変動の関連は明らかとなっていない。従って、上田ら (2014) の調査結果から調査人数を追加し、年齢や男女別の検討を行うなどの分析を進展させ、足長の成長速度の季節変動、身長と体重の発育速度と足長の成長速度の関連について検討することは足成長を捉える新たな基礎資料になると考える。

表 2.7.1 季節変動

著者	年	対象(人)	年齢(歳)	身長		体重		変動要因の考察
				促進	停滞	促進	停滞	
Marshall	1971	260	7~10	春から夏	秋から冬	-	-	
大山	1976	220	6~8	春と夏	秋と冬	-	-	地域
Bogin	1978	164	5.0~17.9	夏	冬	-	-	自然条件(平均気温・日照時間・雨量)
Togo and Togo	1982	5	0~18	春と夏	冬	秋	夏	
川畑と芦澤	1987	2	7.5・5.6	春	-	-	-	
戸部	1993	249	6~11	-	-	秋と冬	夏	地域
松本と國土	1996	男21 女35	0~6	冬	春	秋	夏	自然条件(平均気温・日照率)、緯度
東郷	1998	男2 女3	2~29	春から秋	冬	秋から冬	夏	
田中	1999	3,957	3~5	春から夏	秋から冬	-	-	自然条件(日照時間)
Xu et al.	2001	4,128	0~6	春と夏	秋と冬	秋と冬	夏	自然条件(平均気温)
小林	2004	321	3~6	夏から秋	春	秋から冬	夏	自然条件(平均気温・日照時間)、地域
Dalskov et al.	2016	760	8~11	春	秋と冬	春	夏	

第8節 幼児の遊び習慣の構造と足の発育発達に及ぼす影響

井筒ら（2014）によれば、幼児の運動能力と足裏形態との関連性について、男児女児ともに、運動能力と体格・足の大きさに関連性が認められ、運動能力と足裏形態に関連性は認められなかったものの、運動能力と足趾の巧緻性に関連性が認められた。女児においては、浮趾と足の巧緻性に関連性が認められたものの、男児においては、認められなかったと報告している。

平沢ら（1983）によれば、土踏まずの形成は3歳から4歳にかけて著しく、5歳から6歳でほぼ成人の形に近づき、土踏まず面積の足裏全体に対する比は7歳でほぼ成人の示す平均値に近づくと報告している。

土肥ら（1994）によれば、幼児1名の観察では、2～2.5歳は2.5歳は脚勢がO脚から軽いX脚に変化する移行期にあたり、歩行運動がバランスのよいものとなることを報告している。さらに、アメリカ小児学会の育児指導ガイドライン（1992）によれば、3～4歳では同じ場所で跳ぶ、片足で均衡をとりながら短時間立てるという段階から、足を交互にだして階段を下る、前に跳ぶ、片足で3～5秒立つことが可能になるなど、運動能力が急激に充実する年齢にあたる。

岩田ら（1983）は、幼児の歩行時における四肢協調型式の獲得は幼児期に急速になされるところと考へ、5～6歳ではかなり高い率(80%)で成人と同型の前方交差型が出現し、足部の形態の変化と歩行技術の習得や充実の間には深い関連があるものと推察されると報告している（1歳児、2歳児は歩行運動の初期段階、3歳児は歩行技術の充実期、5歳児は歩行技術がかなり完成した時期と考えられる）。

以上のように、幼児の足裏と運動能力についての報告はみられるが、幼児の遊び習慣の構造と足の発育発達に及ぼす影響についての報告はみられない。従って、幼児の遊び習慣の構造と足の発育発達に及ぼす影響という多角的側面から検討する必要があると考へる。

第三章

方 法

第1節 本論文の構成

本研究は、十章で構成される。

第二章では、幼児の足成長について、いまだ未解決な課題を明らかにすることを目的とし、国内外の先行研究をレビューした。

第三章では、第四～八章の方法について述べた。

第四章では、幼児の足型計測を短時間で簡易かつ正確に実施するため、直接計測、間接計測、2次元機械計測器の各計測方法による計測値の違いについて検討した。

第五章では、全国の保育園・幼稚園の園児を対象として実施した足型測定の結果に基づき、LMS法を用いて幼児の足の発育標準値を作成し、JIS S 5037:1998（子ども靴のサイズ規格）と幼児の足の実態について検討した。

第六章では、幼児の正常な脚アライメントの発育様相を明らかにするため、全国の保育園・幼稚園の園児を対象として実施した足脚部の測定結果に基づき、幼児の脚形態の年齢別の発育発達および脚形態と土踏まず形成との関連について検討した。

第七章では、兵庫県の幼稚園の園児を対象として実施した2年間の縦断的調査の結果に基づき、幼児における足長成長の季節変動について、個人ごとの季節変動成分を明らかにし、その季節変動パターンについて検討した。

第八章では、幼児の遊び習慣の構造と足の発育発達に及ぼす影響について検討した。

第九章では、総合考察として、本研究の第1章～第八章で得られた結果と併せて、幼児の足の発育発達様相について、教育的効果を述べた。

第十章では、総括として本研究の結論および今後の課題を述べた。

第2節 足脚部の計測の方法

本研究では、足脚部の計測方法について、JIS S 5037 の定義を採用する。

具体的には、図 3.2.1 に示すように以下の定義にしたがって計測する。

踵点 (しょうてん) : 踵点 [かかとの骨] のうち、最も後方に突き出している点。

足尖点 (そくせんてん) : 踵点から最も遠い位置にある足趾の先端の点 (第1趾あるいは第2趾にある)。

足長 : 平らで水平なところに直立し、両足を平行に開いて平均に体重をかけた姿勢のときの、かかとの後端 [しょう (踵) 点] から最も長い足趾の先端までの距離。

足幅 : 足長の測定をするときと同じ姿勢の足の踏み付け部の第1趾の付け根 [けい (脛) 側中足点] と第5趾の付け根 [ひ (腓) 側中足点] に接する垂線間の水平距離。

足囲 : 足長の測定をするときと同じ姿勢の足の踏み付け部の第1趾の付け根と第5趾の付け根を取り巻く長さ。

足長・足幅の計測においては、骨だけでなく軟部組織 (soft tissue) を含めた距離を計測する。これは、ただ単に骨と骨との距離を計測するだけではなく、脚の内反・外反傾向を規定する脚のアライメントおよびアーチ形成状況を反映した計測であると言える。

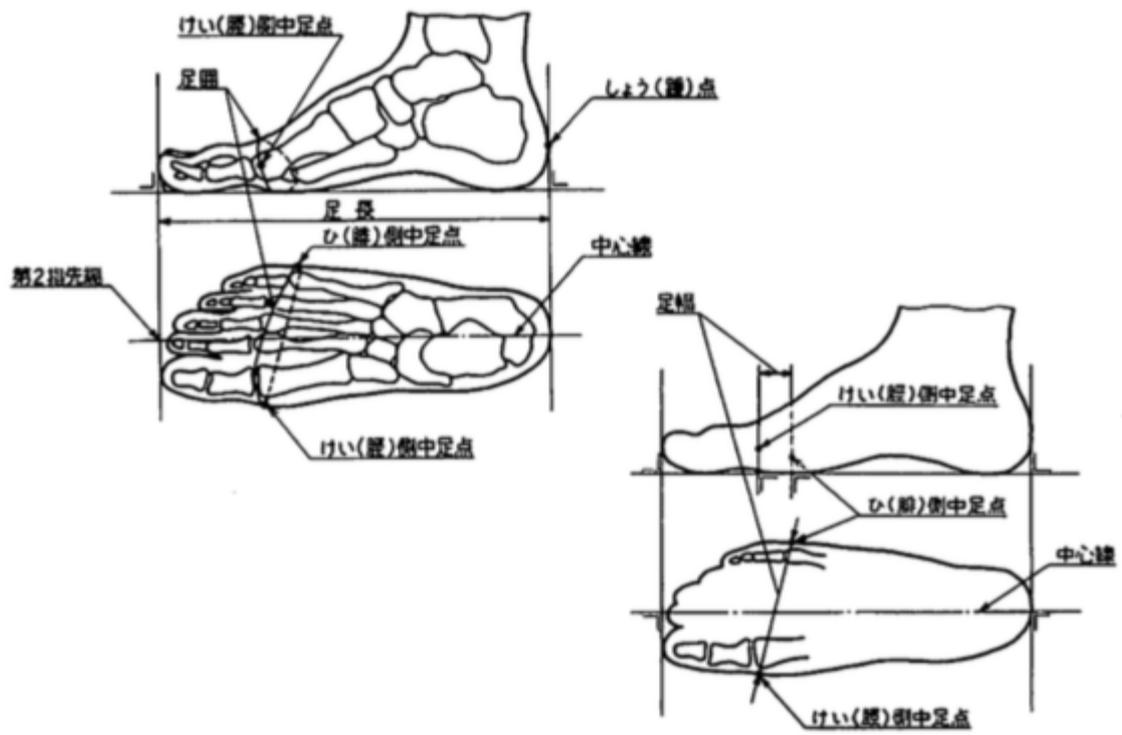


図 3. 2. 1 計測点

図3.2.2に、各足型計測方法（直接計測・間接計測・2次元計測）について示す。

フットゲージ：足と靴と健康協議会製のノギス形式の木製ゲージで足長を計測する器具。

直接計測：フットゲージや物差し一式により、計測点間の距離や長さを計測する方法。

間接計測：スクライバーを使用して足の外郭投影図を描き、計測点により計測点間の距離を計測する方法。

2次元計測：図3.2.3に、2次元計測による足裏画像を示す。足裏面をスキャンした画像をもとに、パソコン上で計測点により計測点間の距離を計測する方法。

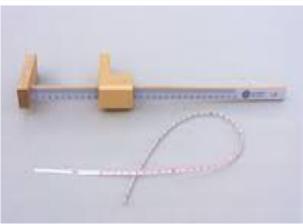
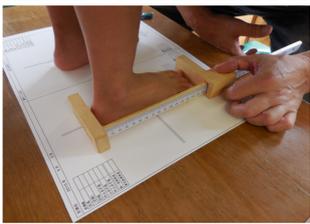
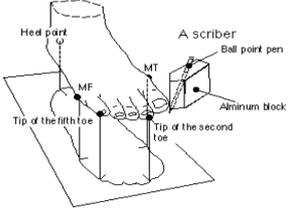
計測方法	特性	使用器具(機器)	計測の様子
直接計測	接触型	フットゲージ 	
間接計測	接触型	スクライバー 	
2次元計測	非接触型	FootLook 	

図 3. 2. 2 足型計測方法 (直接計測・間接計測・2次元計測)

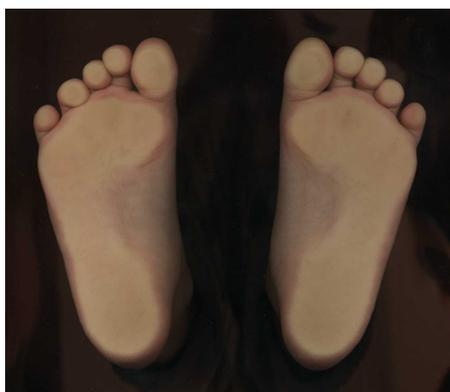


図 3. 2. 3 2次元計測器の足裏画像

第3節 幼児の足型計測方法の違いによる計測値の検討の方法

1. 対象

兵庫県神戸市の私立S保育園に通園する4～5歳の健常園児で、直接計測・間接計測・2次元計測の全ての計測方法で計測できた、のべ168名（男児75名、女児93名）を対象とした（表3.3.1）。調査時期は、2013年6月、9月、11月、2014年6月で午前中に計測を行なった。

2. 計測方法

JIS S 5037 : 1998 により、足長は踵後点から最も長い足指の先端までの距離、足幅は第1中足骨点と第5中足骨点の計測点間の距離を求めた。直接計測値はフットゲージを用いて計測点間の距離を計測した計測値から求めた。間接計測値はスクライバーで描いた外郭投影図上に計測点より垂直におとした計測点間の距離から求めた。2次元計測値は足裏バランス測定器「FootLook」（株式会社フットルック社製）による足裏面画像から輪郭図の計測点間の距離を求めた。また、計測値については全て右足の数値を用いた。計測は、足の計測経験10年以上の計測者2名が、間接計測、直接計測をそれぞれ単独で行い、2次元計測については、計測経験3年の計測者1名が行った。

3. データ解析

足長と足幅の直接計測、間接計測、2次元計測による各計測値の平均値と標準偏差を算出した。また、直接計測値と間接計測値、直接計測値と2次元計測値、間接計測値と2次元計測値の関連を散布図によって示し、回帰分析を用いて計測方法別に計測値の比較を行った。統計解析ソフトは、SPSS package 23 for Macを用いた。

表 3.3.1 調査時期および対象者の性別

				(人)
調査時期	クラス	男児	女児	合計
2013年 6月	4～5歳	18	19	37
2013年 9月	4～5歳	19	24	43
2013年11月	4～5歳	17	24	41
2014年 6月	4～5歳	21	26	47
合 計		75	93	168

第4節 LMS法を用いた幼児の足の発育標準チャートの作成の方法

1. 方法

千葉県、埼玉県、富山県、福岡県、熊本県の総計13の保育園と幼稚園に通う、同意の得られた1歳から6歳の健常園児、12-78ヶ月（1.0歳から6.5歳）の健常園児で合計4,451名（男児2,330名、女児2,121名）を対象とした（表3.4.1）。調査時期は、2012～2016年で午前中に測定を行った。幼児の年齢は生年月日と測定日より月齢を算出した。測定装置は、2次元計測器（足裏バランス測定装置「Foot Look」株式会社フットルック社製）を用い、JIS S 5037の測定法により、全て右足の計測値を用いた。

2. データ解析

足の発育の標準化の方法については、LMS法を用い、年齢に対する足長、足幅、足長/足幅比ならびに足長に対する足幅について、それぞれ3、10、25、50、75、90、97パーセントイル値を求めた。さらに、足長に対する足幅の発育標準曲線を上記と同様にLMS法で求め、求めた曲線とJIS S 5037の子供用の靴のサイズを比較し、実際の足と靴の適合について検討を行った。統計解析ソフトは、SPSS package 21 for Mac および R (3.11) , VGAM (1.0-3) を用いた。

表 3.4.1 属性

Age Month Months (Yr)	Boys	Girls	Total
12 (1.0)	42	26	68
18 (1.5)	73	76	149
24 (2.0)	112	94	206
30 (2.5)	110	89	199
36 (3.0)	133	109	242
42 (3.5)	201	160	361
48 (4.0)	287	231	518
54 (4.5)	333	340	673
60 (5.0)	396	369	765
66 (5.5)	380	366	746
72 (6.0)	240	228	468
78 (6.5)	23	33	56
Total	2,330	2,121	4,451

第5節 幼児の脚形態（外反膝・内反膝）の発育変化の方法

1. 対象

13の保育園と幼稚園（千葉県、埼玉県、富山県、福岡県、熊本県）に通う1歳から6歳までの乳幼児、男児455名、女児433名の合計888名を対象とした（表3.5.1）。調査時期は、2014年8～9月で午前中に測定を行った。

表3.5.1 属性

年齢(歳)	(人)		
	男児	女児	合計
1.0	7	7	14
1.5	17	29	46
2.0	30	26	56
2.5	30	20	50
3.0	36	39	75
3.5	65	56	121
4.0	52	48	100
4.5	44	57	101
5.0	76	65	141
5.5	53	54	107
6.0	45	32	77
合計	455	433	888

2. 測定方法

被験者の両側脛骨内果間幅（果間幅）および両側大腿骨内顆間幅（膝間幅）をデジタルノギスにて測定した（図3.5.1）。両側脛骨内果間幅（果間幅）は、膝蓋骨正面位、両膝下肢伸展位で、両足内側の踵から第一中足骨骨頭までの両足を合わせた荷重直立時に、外反膝傾向で膝が重なる場合、脛骨の内果（脛骨の下端部内側のふくらみである内くるぶし）の最下端点（内果点）距離であり、両側大腿骨内顆間幅（膝間幅）は、膝蓋骨正面位、両膝下肢伸展位で、両足内側の踵から第一中足骨骨頭までを合わせた荷重直立時に、内反膝傾向で膝の間が開く場合、両側大腿骨内顆間幅（膝間幅）距離である。本研究では、果間幅を外反膝の数値、膝間幅を内反膝の数値として用いる。

足部計測については、2次元計測器は足裏バランス測定装置「FootLook」（株式会社フットルック社製）の画像を用いた（全て右足）。土踏まず形成の判定には、足裏輪郭図の内側線と外側線の交点から第2趾中央を結んだ線であるHライン（平澤, 1985）を基準とし、土踏まずがHラインを超えていれば土踏まず形成ありと評価した（図3.5.2）。

3. データ解析方法

男女別、年齢別（0.5歳刻み）で解析し、脚形態については、直立時に外反傾向で膝が重なる場合は外反膝（X脚）、内反傾向で膝が開く場合は内反膝（O脚）、膝が隙間なくつく場合は中間位に分類し、その比率を求めた。また、年齢別の土踏まず形成について、その比率を求めた。また、脚形態による土踏まず形成率の違いを検討するため、年齢別・脚形態別の土踏まず形成率を求め、その比率についてカイ2乗検定を用いて検討した。統計解析ソフトは、SPSS package 23 for Macを用いた。

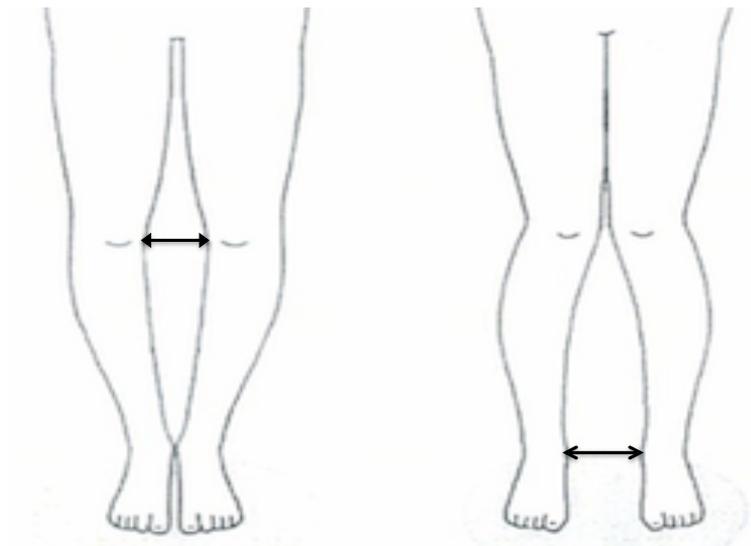


図3.5.1 外反膝・内反膝の各計測箇所

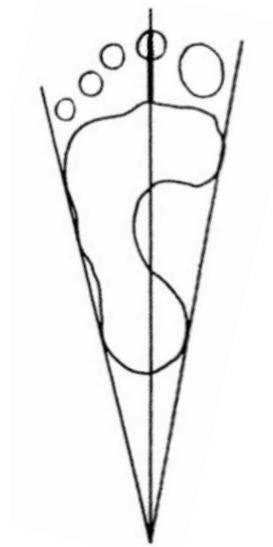


図3.5.2 Hライン (平澤, 1989)

第6節 幼児における足長成長の季節変動の方法

1. 対象

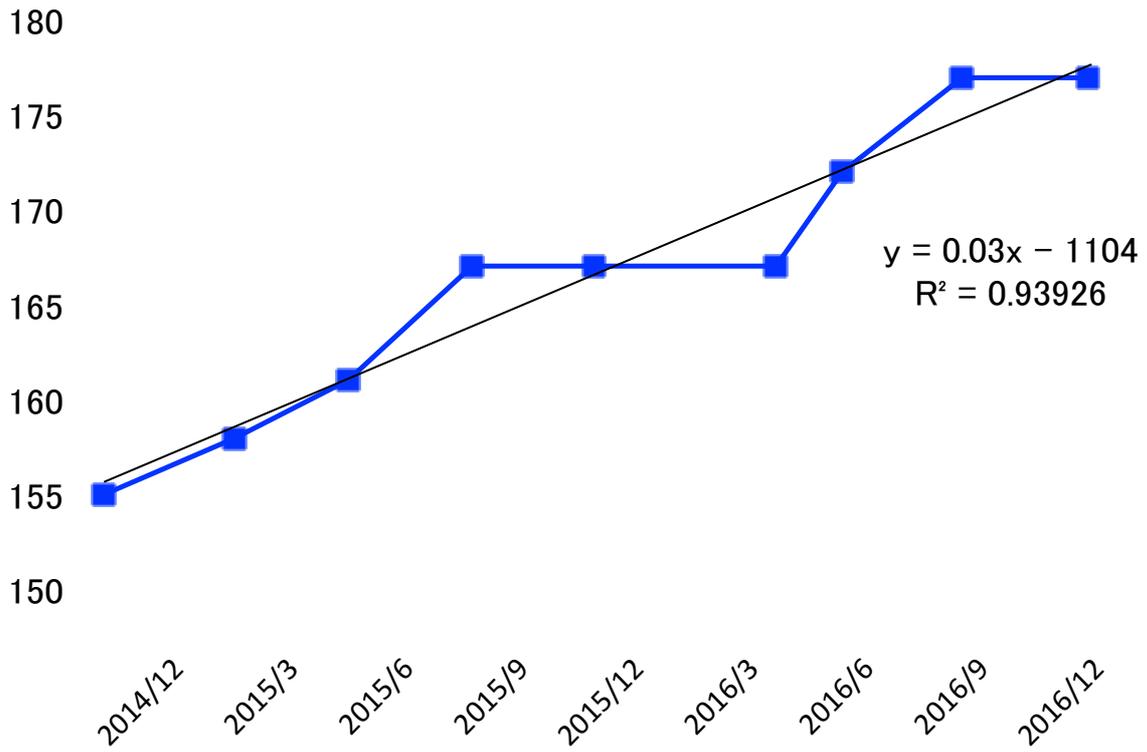
兵庫県の私立幼稚園に通う年少児クラスに所属する115名について、2014年12月～2016年12月の間、3ヶ月に1回、3、6、9、12月に2次元機械計測器『Foot Look』で足型測定を行ない、JIS S 5037の測定法により足長、足幅、土踏まずの測定を行った。2年間分継続して調査できた対象者の内、25ヶ月間、9回の測定値が揃っていた52名（男児24名、女児28名：有効データ数45%）を季節変動の対象とした。

2. データ解析

2-1. 調査時期のそれぞれについて、足長、身長、体重の平均値と標準偏差を求め、足長の縦断的データによる足成長傾向を検討した。また、季節・個人を要因とした繰り返しのある2元配置分散分析を行った。さらに、有意差がみられた場合には、Bonferroniの方法で多重比較検討を行った。

2-2. 季節変動成分を明らかにするため、個人ごとに時間に対する足長の回帰分析を行い、実測値と回帰曲線による推計値の残差を求め（図3.6.1）、変動成分とし、その変動パターンを季節変動パターンとした。次に、季節間の変動が有意かどうかを確認するために、季節・個人を要因とした繰り返しのある2元配置分散分析を行った。さらに、有意差がみられた場合には、Bonferroniの方法で多重比較検討を行った。なお、この際、回帰分析からの残差は足長に依存しないために、性差の検討は行わなかった。

2-3. 季節変動にいくつかの変動パターンがあるかを検討するため、季節変動成分について、クラスター解析を行った。その際、統合の基準として平方ユークリッド距離、統合の方法としてWard法を用いた。



残差

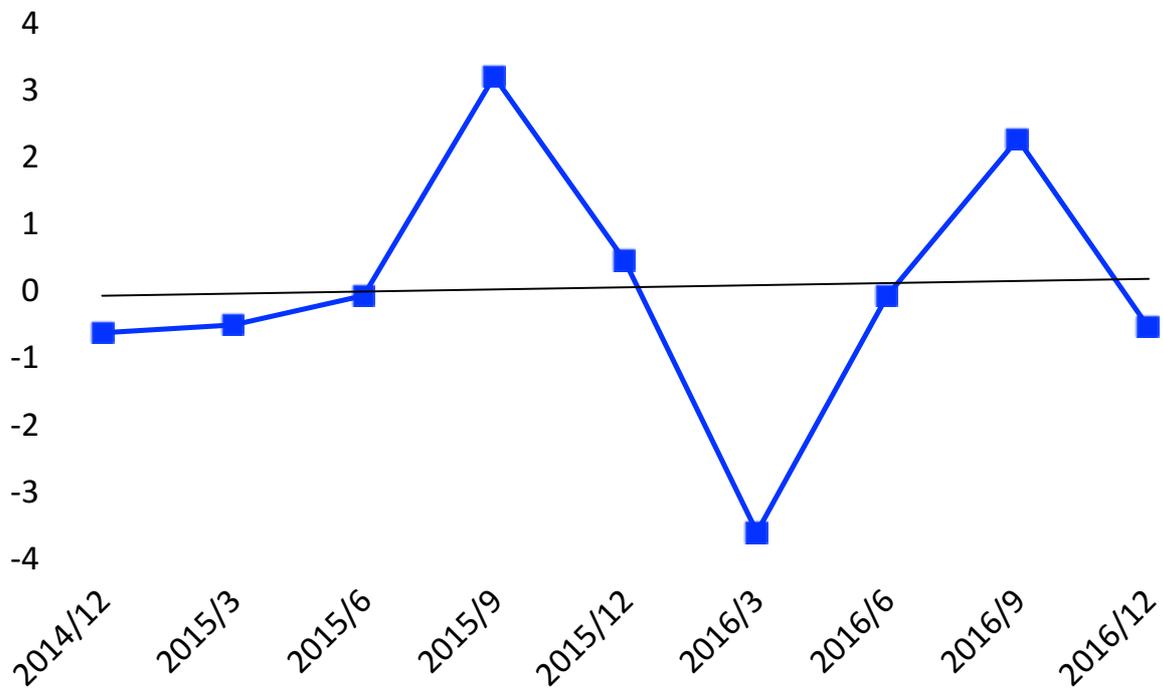


図 3. 6. 1 個人の季節変動パターンの抽出方法

第7節 幼児の遊び習慣の構造と足の発育発達に及ぼす影響の方法

1. 対象

兵庫県西宮市にある私立幼稚園に通う年少児クラスに所属する健常園児 115 名の保護者の内、2 年間分継続して調査でき、かつすべての調査に回答があった 52 名（男児 24 名、女児 28 名：有効データ数 45%）であった。調査期間は 2014 年 12 月～2016 年 12 月で、3 ヶ月ごとに 3、6、9、12 月に質問紙調査を実施した。質問項目をは図 3.8.1 に示す。

2. 解析方法

2-1. 2014 年 12 月～2016 年 12 月（計 9 回）の全測定データを用い、遊びの種類および遊具の利用それぞれについて、共通する潜在要因を抽出するために、共通性を 1.0 とした主因子解法による因子分析を行ない、因子を抽出した。抽出した因子に対して、バリマックス基準の直交回転を施し、因子負荷量を参考に因子を解釈した。さらに、抽出した因子それぞれの因子得点を求めた。

2-2. 遊びの種類および遊具の利用ごとの時系列変化の存在ならびに性差の存在を検討するため、上記解析により抽出された因子得点を 9 回測定の時系列に変換し、時間変化と性差を要因とした繰り返しのある 2 元配置分散分析を実施した。

2-3. 解析 1 により抽出された、遊び種類因子ならびに遊具利用因子それぞれについて、その因子得点の季節変動パターンを抽出するため、個人ごとに 9 回の測定の回帰分析を行い、その回帰直線からの差を個人の季節変動成分とした。

2-4. 前章で得られた足長の季節変動パターンのクラスター分析の結果、夏 I_{hm} 冬 D_l 型、夏 I_{hl} 冬 D_h 型、冬 D_m 夏 I_m 型、冬 D_h 秋 I_{hDh} 型の 4 クラスターごとに、遊び種類因子ならびに遊具利用因子ごとの季節変動パターンを算出した。さらに、足長の季節変動と各因

子の変化パターンの類似性の指標として、両者間の積率相関係数を算出した。その際、遊びの種類や遊具の利用と足長成長は同時に起きる。もしくは、遊びの種類や遊具の利用に遅れて足長成長は起きるとする仮定のもと、相関については、同時もしくは一時遅れの2種類を算出した。

足の発育に影響を及ぼす子どもの生活・遊びについての質問（幼稚園用）

3) 次の遊具のある場所に行くと、どのように遊びますか。

		いつもする	よくする	時々する	あまりしない	全くしない
1	うんてい	5	4	3	2	1
2	鉄棒	5	4	3	2	1
3	登り棒	5	4	3	2	1
4	ブランコ	5	4	3	2	1
5	ジャングルジム	5	4	3	2	1
6	すべり台	5	4	3	2	1
7	複合遊具（滑り台・うんてい・ロープ遊具等の複合）	5	4	3	2	1

(4) お子様は下記の遊びについてどの程度しますか。

		いつもする	よくする	時々する	あまりしない	全くしない
1	ジャンプしたり、跳ねたり、飛び降りたりして遊ぶ	5	4	3	2	1
2	ケンパケンパをして遊ぶ	5	4	3	2	1
3	縄跳びや大波小波をして遊ぶ	5	4	3	2	1
4	ボールなどを投げて遊ぶ	5	4	3	2	1
5	ボールなどを蹴って遊ぶ	5	4	3	2	1
6	的当てや輪投げをして遊ぶ	5	4	3	2	1
7	でんぐり返り、前まわりをする	5	4	3	2	1
8	大人と手をつないで逆さまになったり足抜き回りをする	5	4	3	2	1
9	線に沿って歩いたり、幅の狭いところでバランスをとって歩いたりする	5	4	3	2	1
10	友達同士で鬼ごっこや追いかけっこをして遊ぶ	5	4	3	2	1
11	家族ごっこ、お店屋さんごっこなどのごっこ遊びをする	5	4	3	2	1
12	ヒーローごっこ、電車ごっこなどの活動的なごっこ遊びをする	5	4	3	2	1
13	三輪車に乗って遊ぶ	5	4	3	2	1
14	自転車や一輪車に乗って遊ぶ	5	4	3	2	1
15	砂場で遊ぶ	5	4	3	2	1

図 3.8.1 遊びの種類並びに遊具の選択の質問紙

第8節 倫理審査

筆者の所属機関におけるヒトを対象とした実験等に関する倫理審査委員会の承認（承認番号：No. 129）を得た上で、対象園の園長の承諾を得て実施された。また、各対象者の保護者に対しては、事前に調査の趣旨と内容、参加決定／継続の自由、プライバシーの保護等についての説明を行い、調査参加の同意を得ることができた者のみを対象とした。

第四章

幼児の足型計測方法の 違いによる計測値の検討

第1節 結果

表4.1に計測方法別の足長と足幅の平均値と標準偏差を示す。足長の計測方法別の平均値と標準偏差は、直接計測値が $171.7 \pm 10.6\text{mm}$ 、間接計測値が $171.1 \pm 10.5\text{mm}$ 、2次元計測値が $171.5 \pm 10.7\text{mm}$ であった。足幅の計測方法別の平均値と標準偏差は、直接計測値が $72.1 \pm 4.5\text{mm}$ 、間接計測値が $70.8 \pm 4.3\text{mm}$ 、2次元計測値が $70.5 \pm 4.2\text{mm}$ であった。

次に、足長の各計測方法間の散布図からそれぞれの回帰直線を求めた結果では、各計測方法間の相関係数は、直接計測と間接計測は 0.981、直接計測と機械計測は 0.991、間接計測と機械計測は 0.988であった(図4.1)。足幅の各計測方法間の散布図からそれぞれの回帰直線を求めた結果では、各計測方法間の相関係数は、直接計測と間接計測は 0.867、直接計測と機械計測は 0.882、間接計測と機械計測は 0.920であった(図4.2)。

表4.1 計測方法別計測結果

	(mm)	
	足長	足幅
直接計測	171.7 ± 10.6	72.1 ± 4.5
間接計測	171.1 ± 10.5	70.8 ± 4.3
2次元計測	171.5 ± 10.7	70.5 ± 4.2

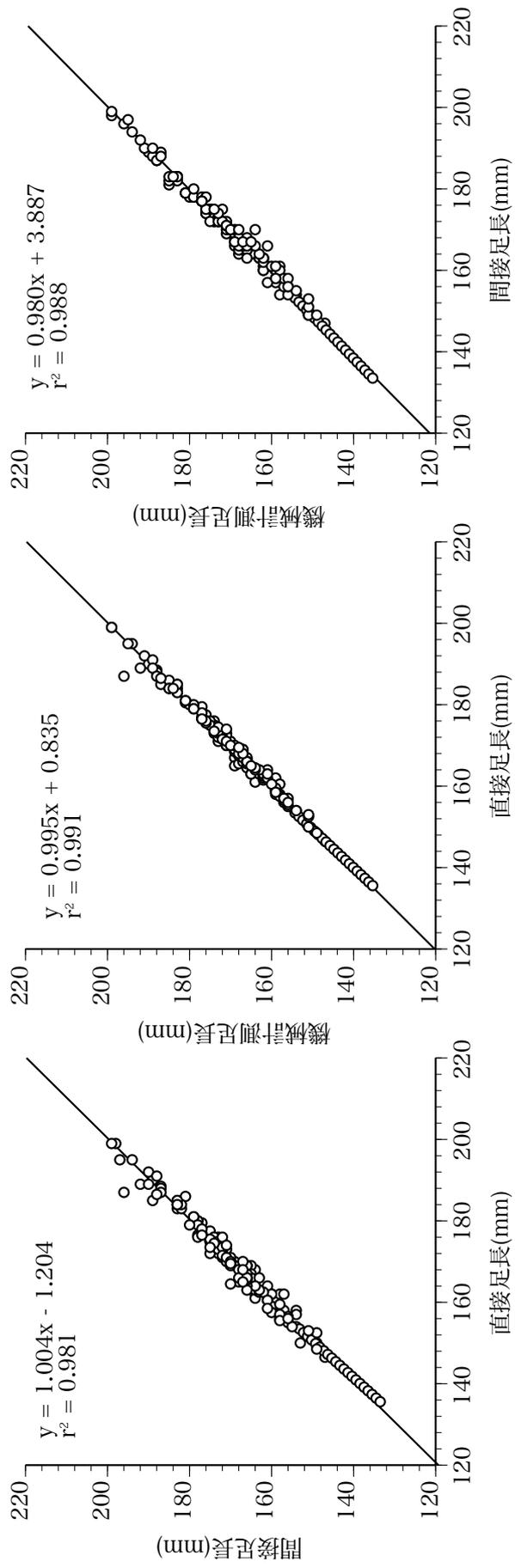


図4.1 足長の計測方法別計測値の散布図

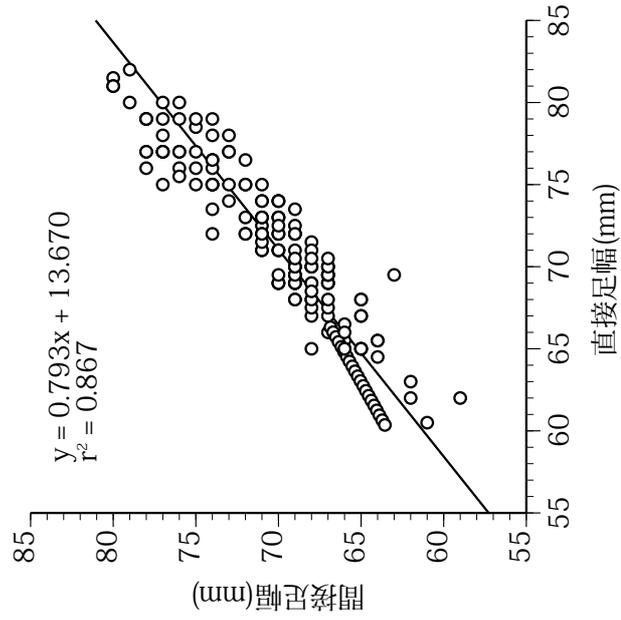
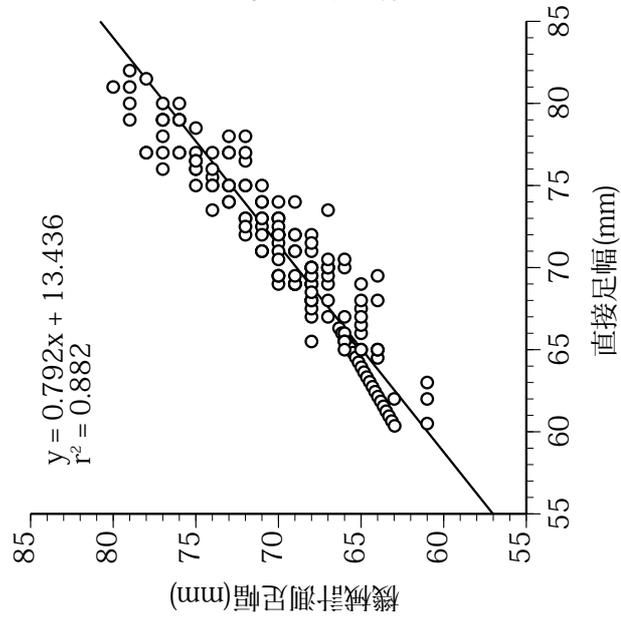
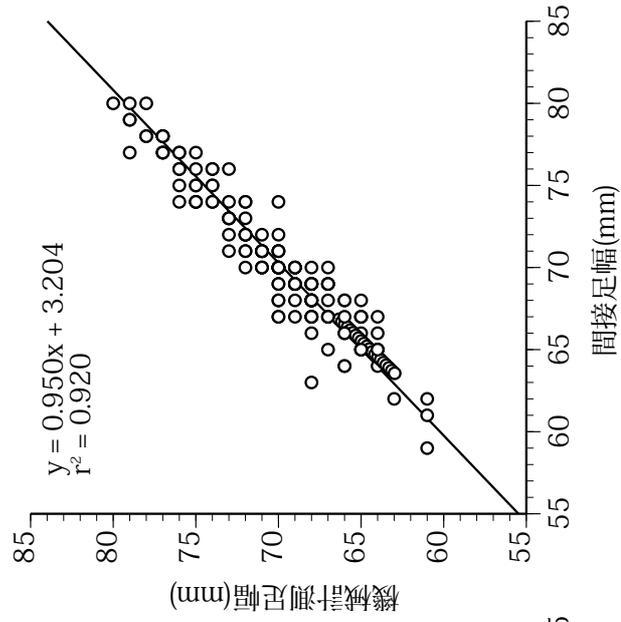


図4.2 足幅の計測方法別計測値の散布図

第2節 考察

足長の計測方法別の平均値と標準偏差については、直接計測値が $171.7 \pm 10.6\text{mm}$ 、間接計測値が $171.1 \pm 10.5\text{mm}$ 、機械計測値が $171.5 \pm 10.7\text{mm}$ であり、いずれの計測方法でも計測単位以下の数値に収まっていた。足長の各計測方法間の相関係数については、直接計測と間接計測は0.981、直接計測と機械計測は0.991、間接計測と機械計測は0.988といずれも高い値であった。また、グラフ上の外れ値をみたところ、直接計測にいくつかの計測ミスが見られた。このようなミスは、間接計測および機械計測では外郭投影図や画像が残るため、後で確認することが可能なので再現性が高いが、直接計測はその場でしか計測できないために再現性が低いといえる。

足幅の計測方法別の平均値と標準偏差については、直接計測値が $72.1 \pm 4.5\text{mm}$ 、間接計測値が $70.8 \pm 4.3\text{mm}$ 、2次元計測値が $70.5 \pm 4.2\text{mm}$ であり、直接計測の平均値は他の計測方法の平均値と比べて1mm以上あった。直接計測では木製のフットゲージを使用して計測するため、点ではなく面での計測となり、他の計測方法よりも数値が大きく出る傾向が示唆された。

足幅の各計測方法間の相関係数については、直接計測と間接計測は0.867、直接計測と機械計測は0.882、間接計測と機械計測は0.920となっており、足長よりも計測方法間の相関が低い結果であった。同じ幼児の足を計測していることから、0.9以上の相関係数が望ましいが、このようなデータの乖離がなぜ起こるのかを検討する必要があると考える。また、足長と同様、グラフ上で直接計測に計測ミスが確認できる。

この結果は、足長の直接計測と間接計測の平均値の違いを比較した場合、直接計測値の方が間接計測値よりも大きかったという荻原ら(1992)の報告と同様の結果が得られた。しかし、直接計測値から間接計測値を引いた平均値は足長が0.6mm、足幅が1.3mmであり、足長においては、直接計測値と間接計測値の平均値の差が1.66mmであったという荻原ら(1992)の報告とは異なる結果であった。

幼児の足型調査においては、その時期が土踏まず形成期にあたるため、足長、足幅等の計測数値以外に、土踏まず形成の有無および形成状況を把握する必要があると考える。その点においては、足裏の画像情報が得られる2次元計測は他の計測方法と比較した場合に有用であるといえる。

また、本研究では、数人の計測者で計測を実施したにも関わらず、各計測値の差は計測単位以下に収まっていた。幼児の足型計測では幼児を静止させることが難しく、迅速に正確な計測を行うことが必要だが、計測者が異なる場合でも各計測方法で正確な計測が実施できることが示唆された。

以上のことから、直接計測、 間接計測、 2次元計測による計測方法の各計測値を比較した結果、計測の簡易性、計測値の正確性および再現性、また、土踏まず形成期の足裏情報が得られるという情報量の多さを鑑みた場合、幼児の足型計測には2次元計測による計測方法が適していることが示唆された。

第3節 小結

4～5歳の幼児を対象に、直接計測、間接計測、2次元計測による計測方法の各計測値について検討した結果、足長については差が見られなかったが、足幅については間接計測と2次元計測が良好な値を示した。計測の簡易性、計測値の正確性および再現性、情報量の多さを鑑みた場合、幼児の足型計測には2次元計測による計測方法が適していることが示唆された。

第五章

LMS 法を用いた 幼児の足の発育標準チャートの作成

第1節 結果

図5.1から図5.3に、本研究で得られた乳幼児の足長、足幅、足長/足幅比の発育標準曲線を示す。

足長の50パーセンタイル値は、12カ月で118.9mm、18カ月で126.0mm、24カ月で133.0mm、30カ月で139.8mm、36カ月で146.0mm、42カ月で151.6mm、48カ月で156.8mm、54カ月で161.7mm、60カ月で166.3mm、66カ月で170.7mm、72カ月で175.2mm、78カ月で179.5mmであった。

足幅の50パーセンタイル値は、12カ月で53.2mm、18カ月で55.2mm、24カ月で57.1mm、30カ月で59.1mm、36カ月で60.9mm、42カ月で62.6mm、48カ月で64.3mm、54カ月で65.8mm、60カ月で67.3mm、66カ月で68.9mm、72カ月で70.3mm、78カ月で71.9mmであった。

足長/足幅比の50パーセンタイル値は、12カ月で43.8%、18カ月で43.3%、24カ月で42.9%、30カ月で42.4%、36カ月で41.9%、42カ月で41.5%、48カ月で41.1%、54カ月で40.8%、60カ月で40.6%、66カ月で40.4%、72カ月で40.3%、78カ月で40.1%であった。

図4.4に、本研究で得られた乳幼児の足長に対する足幅の発育標準曲線とJIS規格 S 5037 : 1998 の子供用の靴のサイズの数値を重ね合わせたものを示す。本研究の50パーセンタイル値は、12cmで5.3cm、13cmで5.6cm、14cmで5.9cm、15cmで6.2cm、16cmで6.6cm、17cmで6.9cm、18cmで7.2cm、19cmで7.5cm、20cmで7.8cmであった（図5.1から図5.4）。

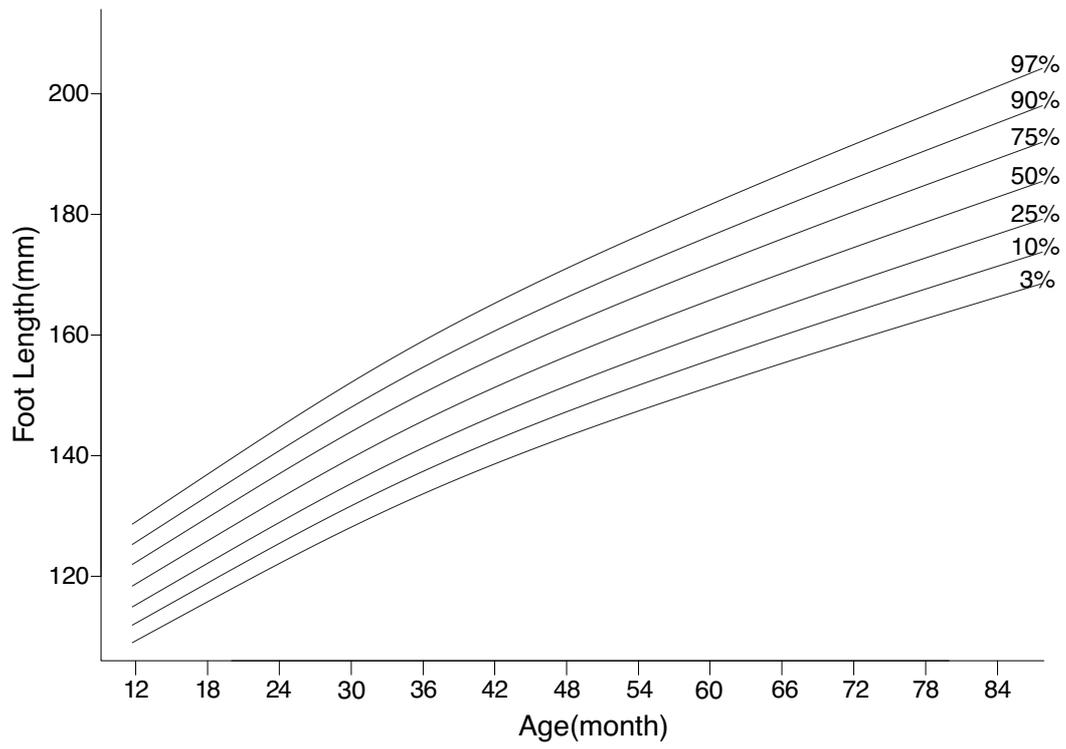


図5.1 足長

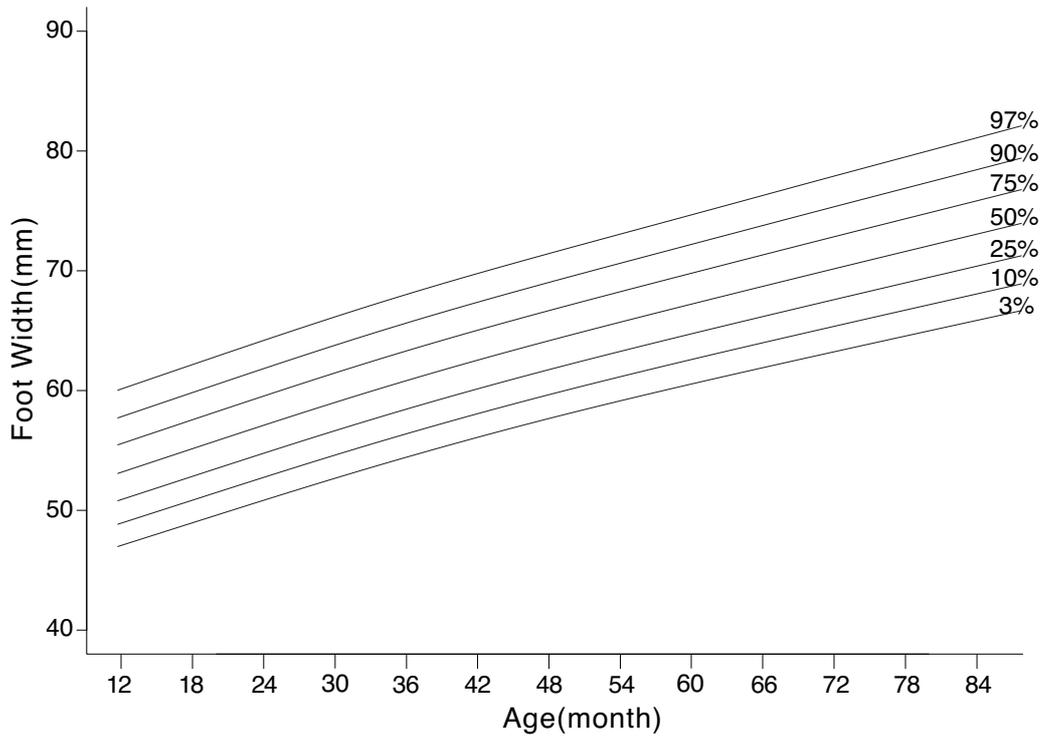


图5.2 足幅

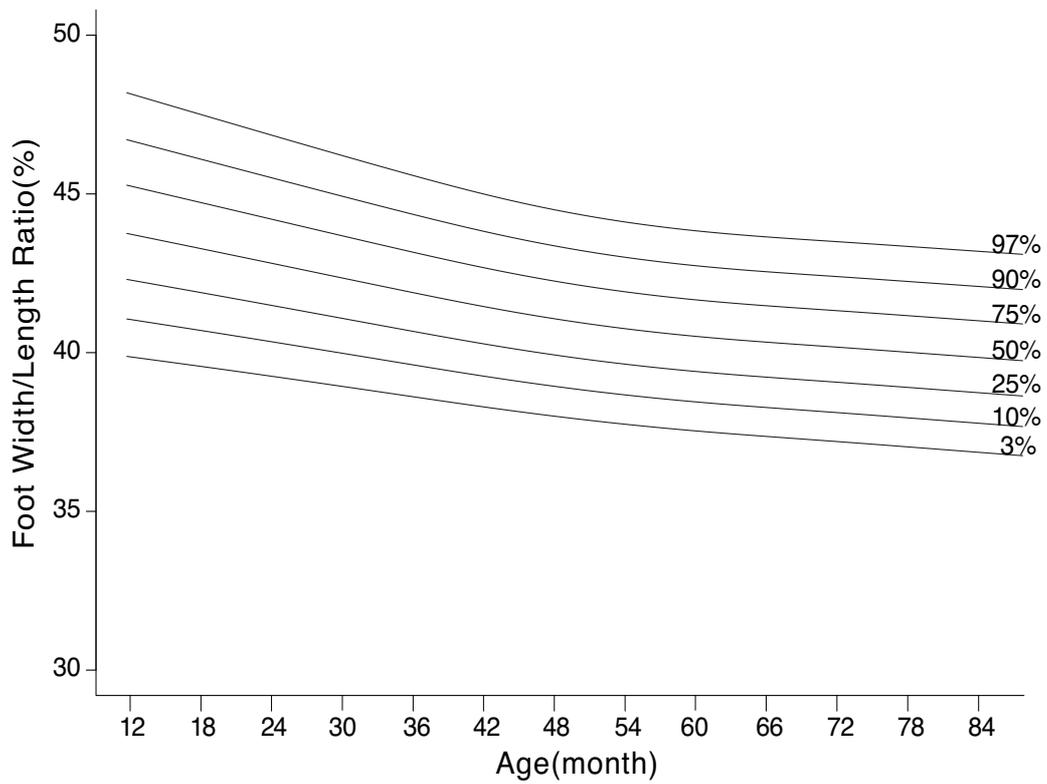


図5.3 足長/足幅の比率

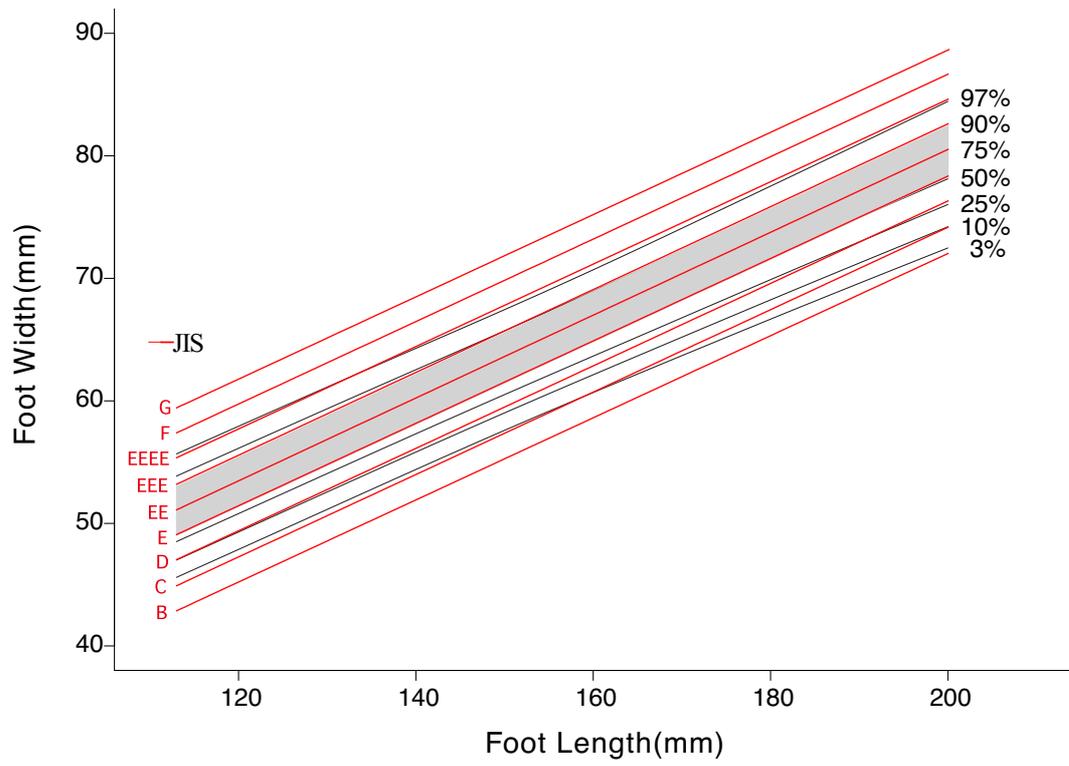


図5.4 JIS S 3071:1998との比較

第2節 考察

足長の中央値は、12カ月で118.9mm (109.3-129.1mm (3%値-97%値、以下省略)) であった。78ヶ月の中央値では179.5mm (163.5-197.3mm) であり、月齢が進むにつれて分布範囲が大きくなる傾向であった。

足幅の中央値は、12カ月で53.2mm (47.1-60.2mm) であり、42ヶ月の中央値62.6mm (56.2-69.9mm) まで増加する傾向が見られたが、78ヶ月の中央値は71.9mm (64.8-79.8mm) で増加率が若干緩やかになる傾向が見られ、分布範囲も一定していた。

足長/足幅比の中央値は、12カ月で43.8% (39.9-48.2%) であり、月齢が進むにつれて分布範囲は一定しつつも減少する傾向であった。48カ月の中央値は41.1% (38.1-44.6%) であったが、78ヶ月の中央値は40.1% (37.2-43.5%) であり、比率の減少傾向が見られた。

また、LMS法で作成した足長に対する足幅の発育標準曲線に、JIS S 5037 子供用のサイズ表の数値を重ね合わせて検討した。大野ら (1997) の報告では、幼児の計測の困難性から、JIS規格設定の際に3歳児未満は計測されておらず、足長15cm以下の足囲の数値は足長15cm以上の数値から等差で割り出されているため足の計測値とのズレが生じていることを指摘している。

1998年改正時のJIS規格のデータは7歳以上であるが、人間生活工学研究センターの調査報告(2007)の7歳の足長の50%値の18.6cmよりも大きい数値では、JIS規格ではB~EEEE間に分散しており、子どもの足の実態と合致している。

しかしながら、本研究の6.5歳 (78カ月) の足長の50パーセンタイル値である足長179.5mm、足幅71.9mmをみると、JIS規格ではEにあたるが、市販されている子供靴のサイズ展開では通常サイズがEEとなっていることから、実際の幼児の足に即していないことが指摘できる。

さらに、3~6歳ではJIS制定時の1977年のデータの足長足囲から等差で数値が求められており、本研究の3歳の足長の50%値が146.0mmであることから、146.0mm~186.0mmの間をみると足幅はJIS規格のC~EEEE間となっており、足幅が狭くなっている。JIS規格制定時に計測されていない3歳以下の数値でも、3歳以上と同様にC~EEEE間に分散していることから、幼児の足の実態とは異なることが示唆される。

近年、通常EEしかサイズ展開が行われていなかった子ども靴サイズにEとEEEを追加する靴メーカーがあり、子ども靴のサイズバリエーションが増えてきているという現状がある。しかしながら、本研究の結果を考慮するならば、全年齢を通して、足幅の狭い子どもが20～25%、足幅の広い子どもが10～25%存在しているため、さらに実態に即したサイズ展開が必要であると考えられる。

第3節 小結

本研究の目的は、乳幼児の足長、足幅より、足の発育の標準値作成のための資料を収集し、得られた資料より、足長、足幅、足長/足幅比の発育標準値を作成することであった。加齢による足長、足幅ならびに足長/足幅比、また足長に対する足幅の発育標準チャートはLMS法によりパーセンタイル曲線を用いて作成できた。日本工業規格 JIS S 5037は、制定時に3歳以下の計測が行われておらず、本研究で得られた実際の幼児の足のサイズとは適合していないことが明らかとなった。

第六章

幼児の脚形態（外反膝・内反膝） の発育変化

第1節 結果

表6.2と表6.3に、男女別の果間幅と膝間幅の平均値と標準偏差と中央値の年齢別距離を示す。果間幅の中央値は、男児が2.5歳で最大値、6.0歳で最小値を示した。女児は6.0歳で最大値を示し、1.5歳で最小値を示した。膝間幅は、男児が1.0歳で最大値を示し、4.0歳で最小値を示した。女児は1.0歳で最大値を示し、4.5歳で最小値を示した。男児の2.5歳から3.5歳と女児の2.0歳から3.5歳は内反膝が0%で測定できなかったため、値は出なかった。男児の果間幅は全年齢を通じて12~18mm、膝間幅は6.4~11mmに分布しており、女児の果間幅は全年齢を通じて14~20mm、膝間幅は7.6~11mmに分布していた。

図6.3、図6.4に、男女別の外反膝(X脚)・内反膝(O脚)・中間位の年齢別出現比率を示す。外反膝は、男女共に1.0歳(42.9%)から見られ、2.5歳まで増加し、全員が外反膝傾向を示すが、それ以降は6.0歳まで減少する傾向であった。内反膝は、男女共に1.0歳(42.9%)から見られ、2.5歳で減少して0%になり、男子では2.5歳から3.5歳、女児では2.0歳から3.5歳まで0%になるが、4.0歳以降は男女共に少しずつ増加し、6.0歳では男児が40%、女児が18.8%であった。中間位は、男女共に1.0歳から少し見られたが、2.5歳で0%になり、その後3.0歳から徐々に増加し、6.0歳では男児が31.1%、女児が65.6%であった。

図6.5に男女別の土踏まず形成率を示す。1.0歳は男女共に土踏まずは未形成であるが、1.5歳より男女共に土踏まず形成が見られた。また、ほとんどの年齢において女児の土踏まず形成率が男児よりも高く、男児は3.5歳で8割以上、女児は3.0歳で8割以上に土踏まず形成がみられた。

図6.6と図6.7に男女別の脚形態別にみた年齢別の土踏まず形成率を示す。なお、内反膝(O脚)の2.5歳から3.5歳と中間位の2.5歳のデータは存在しないため、プロットしていない。同じく、図7の内反膝(O脚)の2歳から3.5歳と中間位の2.5歳のデータは存在しないため、プロットしていない。また、各年齢において、脚形態状態の違いによる土踏まず形成率に有意差は認められなかった。

表6.2 年齢別の果間幅と膝間幅の平均値と標準偏差と中央値（男児）

年齢(歳)	踝間幅			膝間幅			正常群		
	平均値	標準偏差	中央値	平均値	標準偏差	中央値	平均値	標準偏差	中央値
1.0	-14.57	3.19	-13.70	13.17	8.83	10.20	—	—	—
1.5	-20.76	20.03	-14.10	14.46	7.71	13.00	—	—	—
2.0	-21.18	9.48	-20.80	11.35	3.46	11.35	—	—	—
2.5	-21.74	10.36	-21.05	—	—	—	—	—	—
3.0	-18.75	10.30	-16.50	—	—	—	—	—	—
3.5	-21.88	12.00	-17.90	—	—	—	—	—	—
4.0	-18.08	8.78	-16.50	9.30	10.83	3.20	—	—	—
4.5	-21.46	13.99	-17.90	7.71	6.71	6.40	—	—	—
5.0	-16.20	11.24	-13.80	10.08	7.38	9.00	—	—	—
5.5	-14.15	9.64	-13.05	11.48	7.68	8.30	—	—	—
6.0	-13.22	5.33	-12.40	10.81	6.61	8.40	—	—	—

表6.3 年齢別の果間幅と膝間幅の平均値と標準偏差と中央値（女児）

年齢(歳)	踝間幅			膝間幅			正常群		
	平均値	標準偏差	中央値	平均値	標準偏差	中央値	平均値	標準偏差	中央値
1.0	-13.00	7.79	-16.30	9.33	4.37	10.50	—	—	—
1.5	-14.53	8.82	-14.40	6.65	3.98	5.25	—	—	—
2.0	-16.77	5.90	-16.35	—	—	—	—	—	—
2.5	-23.91	8.93	-24.20	—	—	—	—	—	—
3.0	-21.77	10.32	-21.30	—	—	—	—	—	—
3.5	-18.47	9.49	-16.20	—	—	—	—	—	—
4.0	-17.31	12.16	-14.80	9.00	4.00	9.00	—	—	—
4.5	-21.82	13.59	-19.70	5.42	4.51	4.05	—	—	—
5.0	-18.01	8.54	-17.20	7.92	2.96	7.60	—	—	—
5.5	-17.72	11.29	-17.90	10.96	5.42	8.70	—	—	—
6.0	-27.90	14.21	-26.70	8.88	4.41	7.80	—	—	—

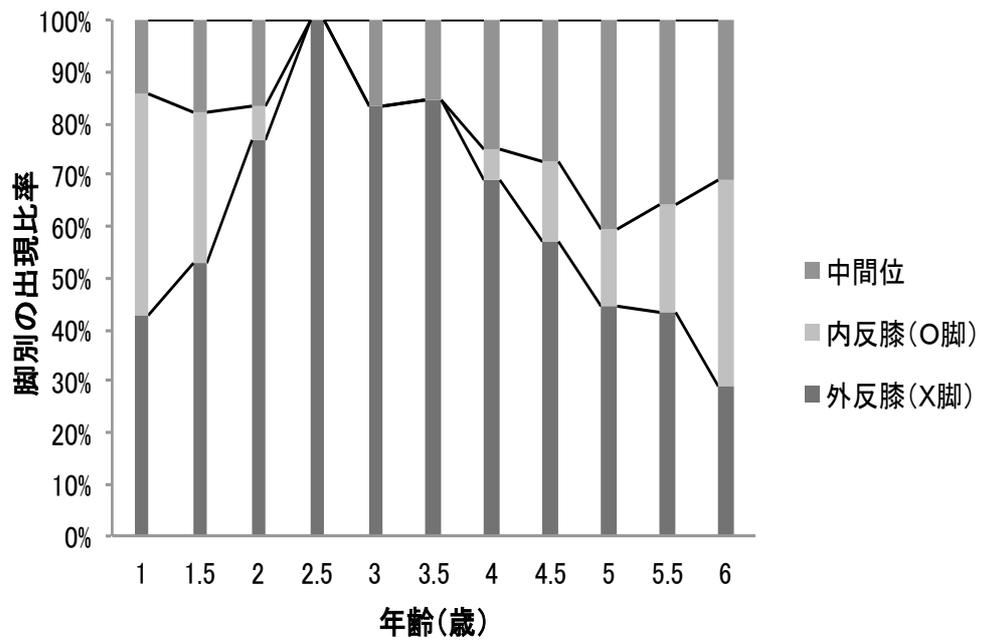


図6.1 外反膝・内反膝・中間位の年齢別出現比率（男児）

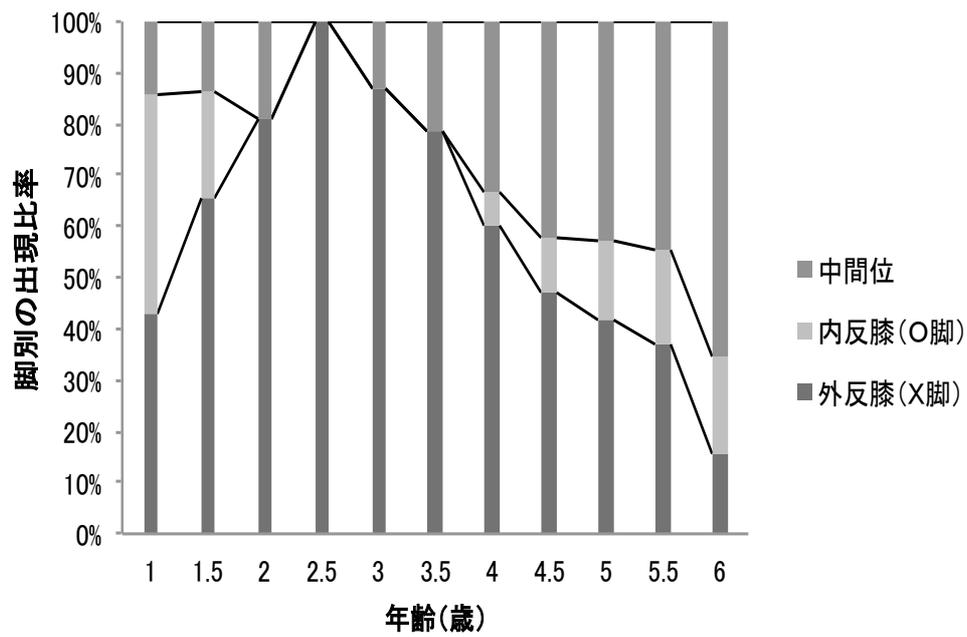


図6.2 外反膝・内反膝・中間位の年齢別出現比率（女兒）

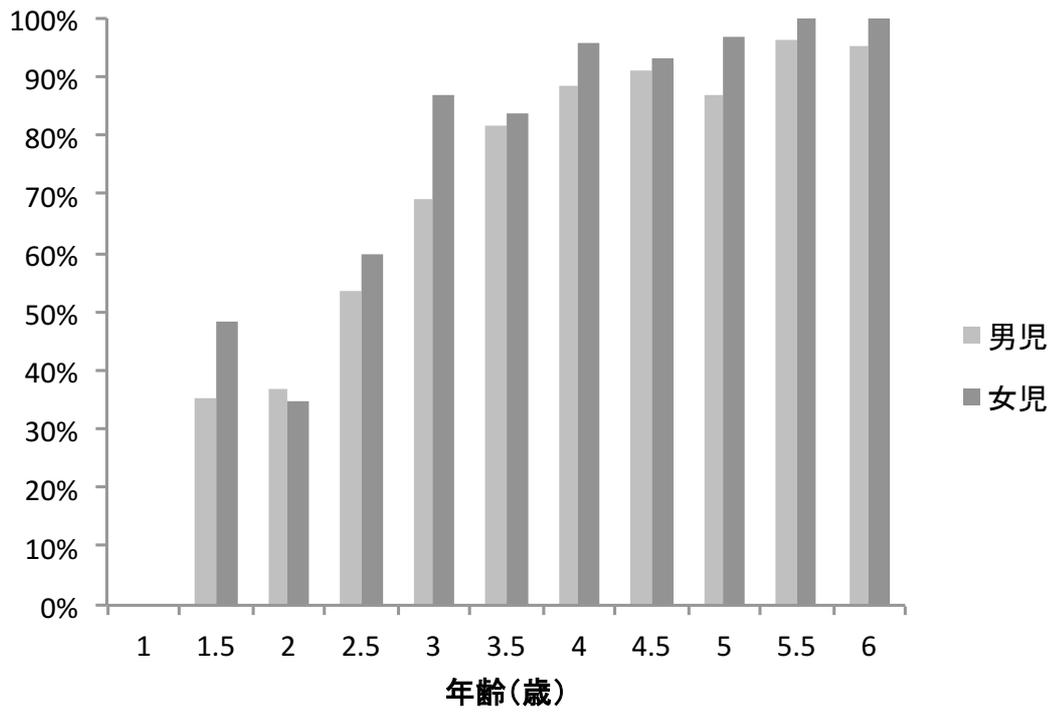


図6.3 土踏まず形成率

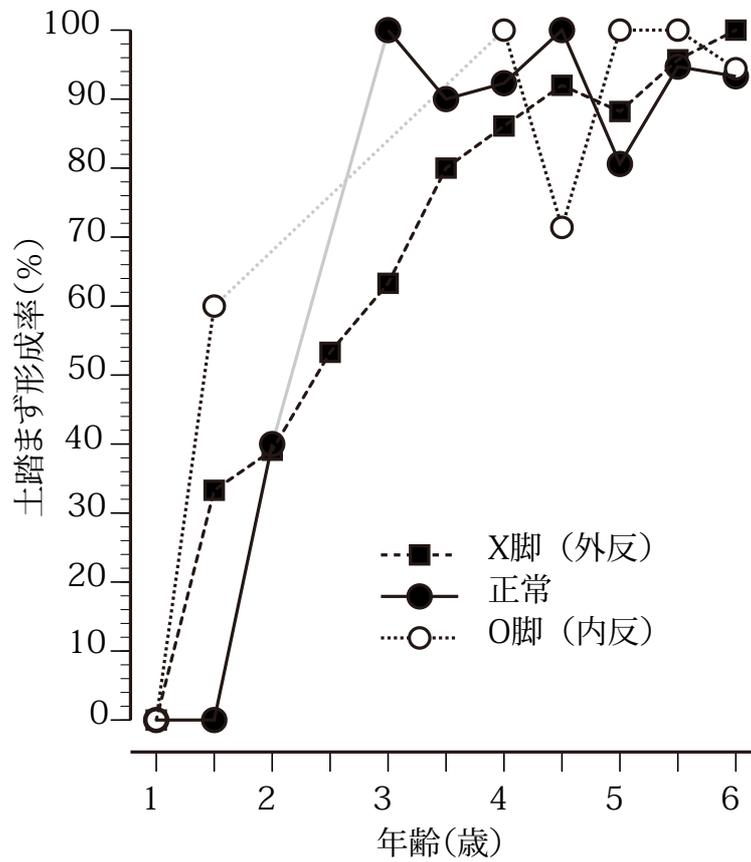


図6.4 脚形態別にみた年齢別土踏まず形成率 (男児)

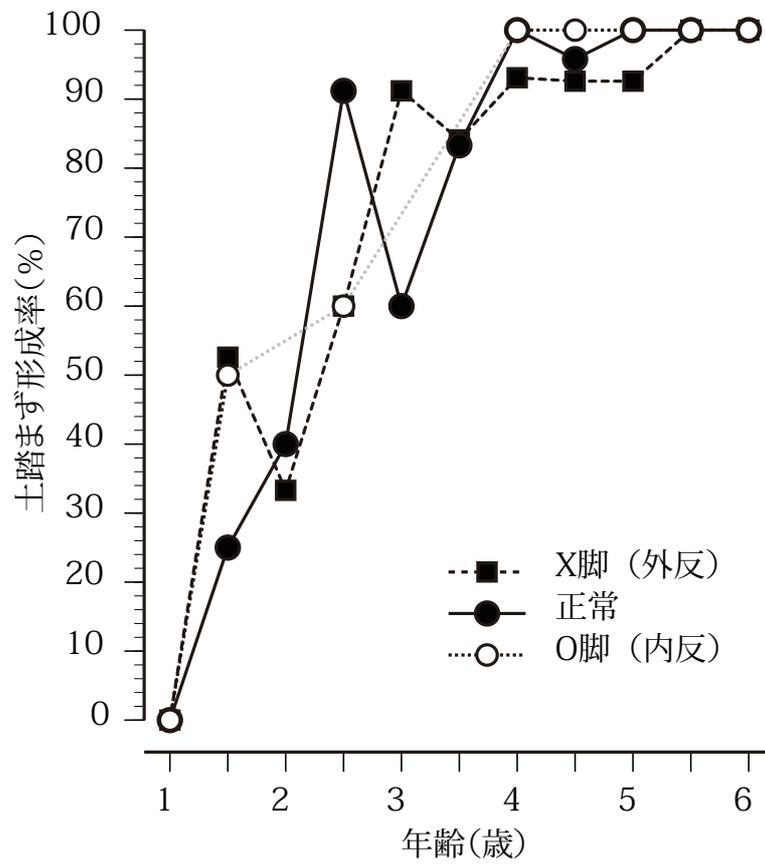


図6.5 脚形態別にみた年齢別土踏まず形成率 (女兒)

第2節 考察

男女別の外反膝(X脚)・内反膝(O脚)・中間位の年齢別出現比率については、男女共に1.5歳から外反膝傾向になり、2.5歳で全員が外反膝傾向を示し、それ以降は減少するという同じ傾向が見られた。これは、Saleniusら(1975)の1.5~3歳までは外反膝傾向を示し、脚の変化には性差がみられないという報告と同じ結果が得られた。内反膝は、男女共に1.0歳で出現が見られた。これは、1歳代は内反膝傾向が見られるというSaleniusら(1975)の報告と同じ結果であった。また、男女共に2.5歳で減少して0%になり、男子では2.5歳から3.5歳、女子では2.0歳から3.5歳まで0%であり、4.0歳以降は男女共に少しずつ増加し、6.0歳では男子が40%、女子が18.8%であった。

中間位群については、男女共に3.0歳から増加し、6.0歳では男子が31.1%、女子が65.6%であり、女子の中間位群が徐々に高くなるのに対し、男子は減少する傾向が見られた。これは、男子では、加齢と共に中間位の脚が増加するというSaleniusら(1975)の報告とは異なる結果であった。

また、男女共に約7割以上の土踏まずが形成される3.0歳以降に外反膝が減少するのに伴い、中間位の膝が出現して増加していった。その後、4.0歳以降に内反膝が出現して徐々に増加することから、3.5歳を境に青壮年期の脚形態に移行する可能性が示唆された。

男女別の土踏まず形成率については、1.0歳は男女共に土踏まずは未形成であるが、1.5歳より男女共に土踏まず形成が見られた。また、ほとんどの年齢において女子の土踏まず形成率が男子よりも高く、男子は3.5歳で8割以上、女子は4.0歳で9割近くに土踏まず形成が見られた。この結果は、坪井ら(2003)の女子の方が土踏まずが早く形成されるという報告と同様の結果が得られた。

脚形態別にみた年齢別の土踏まず形成率と脚形態の関連では、男子では内反膝の2.5歳から3.5歳の間と中間位の2.5歳、女子では内反膝の2.0歳から3.5歳の間と中間位の2.5歳で、出現しない脚形態がある。従って、全ての年齢における脚形態別の土踏まず形成率は得られておらず、得られた比率の範囲においては、脚形態の違いによる土踏まず形成率に有意差は

認められなかった。従って、本研究の結果として、脚形態の違いによる土踏まず形成には関連が見られないことが示唆された。

また、これまでの幼児の脚形態についての報告では、足サイズ計測調査事業(4歳～18歳)報告書(2013)によれば4歳から6歳の膝間幅のみを測定した報告があり、男児の方が女児よりも膝間幅が大きい傾向であったが、本研究でも同様の結果が得られた。しかし、その報告の中で幼児の脚形態と土踏まずの関連については特に言及はされていない。従って、本研究により幼児の脚形態と土踏まずの関連に関する新しい知見が得られたと考える。

第3節 小結

1.5歳から外反（X脚）傾向がみられ、2.5歳では全員が外反膝であった。男女共に約7割以上の土踏まずが形成される3.0歳以降に外反膝が減少するのに伴い、正常膝が出現して増加していった。その後、4.0歳以降に内反膝が出現して徐々に増加することから、男女共に約8割以上の土踏まずが形成される3.5歳を境に青壮年期の脚形態に移行する可能性が示唆された。

第七章

幼児における足長成長の季節変動

第1節 足長、身長、体重の経時的変化

1. 結果

図7.1から図7.3に足長、身長、体重の男女別の平均値ならびに標準偏差の経時的推移を示す。また、表7.1から表7.3に足長、身長、体重の変化を繰り返し要因とした性の足長の変化の分散分析結果を示す。繰り返しのある二元配置分散分析の結果、足長、身長、体重の成長より全体的な変化傾向について男女別に検討したところ、足長、身長、体重では有意な性差は見られなかった。また、足長、身長、体重ともに被験者内効果において、測定時期の間に有意差がみられ、経時的に足長、身長、体重ともに成長していることが明らかとなった。

2. 考察

身長や体重に性差がみられない一方で、足長に性差が見られることは興味深い。これは、発育曲線の標準化において、横断的なデータでは性差が見られないことが明らかとなっており、また先行研究においても、幼児期の足長成長速度において性差が存在しているという報告はみられない。また、身長や体重には性差は確認できていない。以上の結果より、本研究の性差については、抽出した標本による偏りの可能性があるため、今後、検討する必要があると考える。

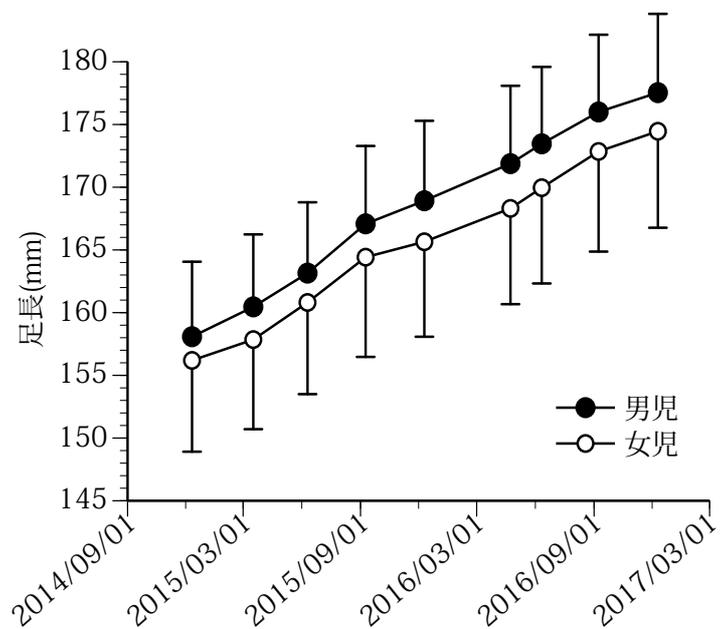


図 7.1 季節ごとの足長の平均値ならびに標準偏差の経時的推移

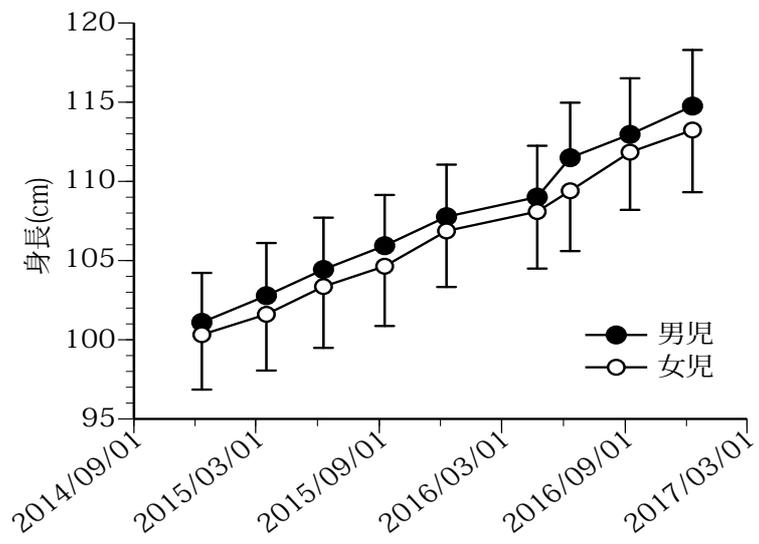


図 7.2 身長の平均値ならびに標準偏差の経時的推移

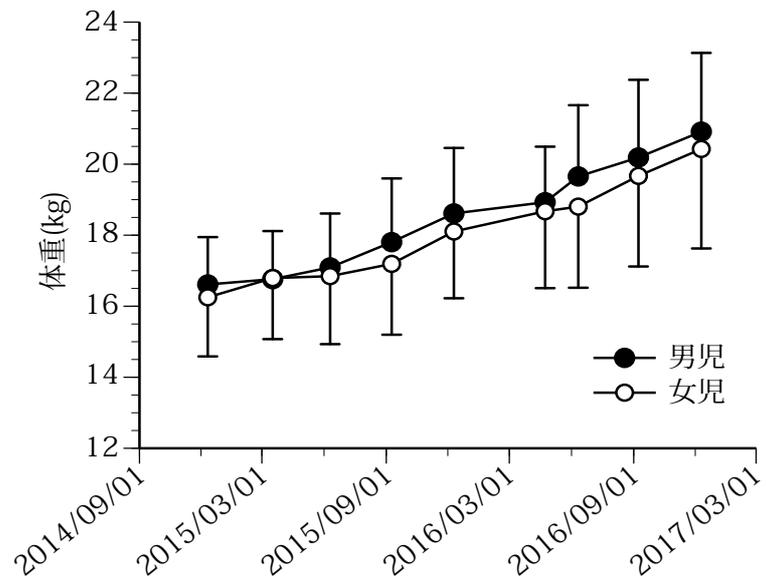


図 7.3 体重の平均値ならびに標準偏差の経時的推移

表 7.1 足長の変化を繰り返し要因とした性の足長の変化の分散分析結果

	平方和	df	平均平方	F	偏 η^2
被験者内効果					
足長の変化	18386.2	4.047	4543.3	1132.75 **	0.958
足長の変化 * 性差	32.9	4.047	8.1	2.03	0.039
誤差 (足長)	811.6	202.345	4.0		
被験者間効果					
性差	982.2	1	982.2	2.40	0.046
誤差	20467.4	50	409.3		

表 7.2 身長の変化を繰り返し要因とした性の身長の変化の分散分析結果

	平方和	df	平均平方	F	偏 η^2
被験者内効果					
身長の変化	687656.5	2.866	239899.0	2399.29 **	0.983
身長の変化 * 性差	724.2	2.866	252.6	2.53	0.058
誤差 (身長)	11750.9	117.524	100.0		
被験者間効果					
性差	9468.4	1	9468.4	.966	0.023
誤差	401973.8	41	9804.2		

表 7.3 体重の変化を繰り返し要因とした性の体重の変化の分散分析結果

	平方和	df	平均平方	F	偏 η^2
被験者内効果					
体重の変化	79549.4	2.722	29221.2	355.32 **	0.885
体重の変化 * 性差	447.2	2.722	164.3	2.00	0.042
誤差 (体重)	10298.6	125.227	82.2		
被験者間効果					
性差	2911.1	1	2911.1	1.02	0.022
誤差	131221.9	46	2852.7		

第2節 季節変動成分

1. 結果

図8.5に季節変動成分の変化を示す。また表7.4および表7.5に分散分析の結果ならびに分散分析後の多重比較表を示す。繰り返しのある二元配置分散分析の結果、グループ間において有意差 ($F=15.856$, $P<0.01$) がみられ、幼児の足長成長に季節変動成分が季節によって異なることが明らかとなった。

Bonferroniの方法による多重比較検定の結果、2015年9月は全ての他の時期よりも有意に高く、また、2016年9月もほとんどの季節と比較して有意に高いことが明らかとなった。2015年3月は2016年3月を除く時期と比較して有意に低く、また、2016年12月は2015年3月、2016年3月を除く他の時期と比較して有意に低いことが明らかとなった。すなわち、季節変動パターンでは、夏の成長が顕著に高く、秋から冬にかけては低い特徴がみられた。

2. 考察

幼児の足長の成長速度には季節変動が存在し、夏季に顕著な増加傾向を示すことが明らかとなった。従って、本研究の足長成長速度の季節変動の結果は、先行研究の身長における季節変動による春と夏に発育が促進し、秋と冬に停滞するという報告（小林, 1995 ; 東郷, 1998 ; Togo・Togo, 1982）と一致している。

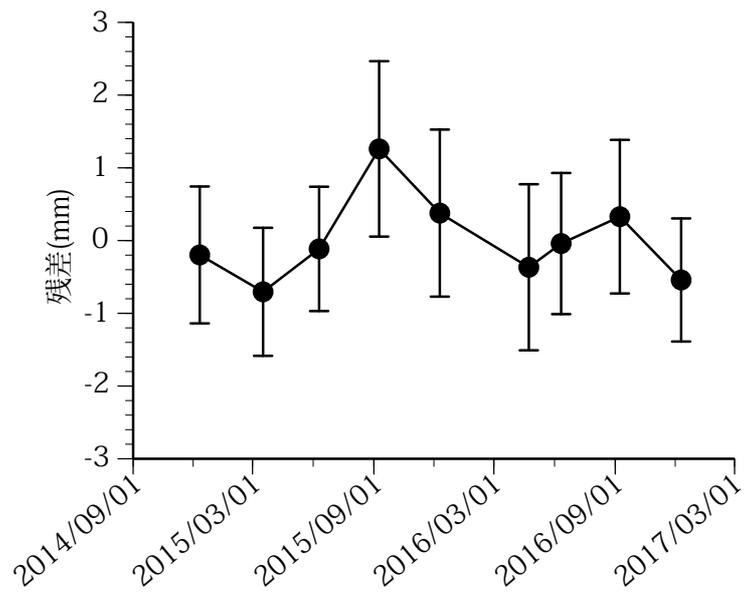


図 7.4 直線回帰からの残差による季節変動

表 7.4 季節変動成分の分散分析結果

	平方和	自由度	平均平方	F	偏 η^2
被験者内効果					
足長の季節変動	146.499	5.828	25.138	15.856 **	0.237
誤差 (季節)	471.216	297.215	1.585		

**p<0.01

表 7.5 全体の季節変動成分の経時的有意差

	15/3	15/6	15/9	15/12	16/3	16/6	16/9	16/12
2014/12	*		*	*			*	*
2015/ 3		*	*	*		*	*	
2015/ 6			*	*			*	*
2015/ 9				*	*	*	*	*
2015/12					*			*
2016/ 3							*	
2016/ 6								*
2016/ 9								*

*p<0.05

第3節 クラスタ分析による変動パターンの分類

1. 結果

図7.6にクラスタ分析の結果、得られたデンドログラムを示す。図7.7にクラスタごとの季節変動パターンを示す。個人ごとの季節変動パターンをクラスタ分析により分類したところ、4つのクラスタグループに分類された。

夏 Ihm 冬 D1 型：夏の増加は1年目が高く、2年目が中程度に高く、冬の減少は低い。

夏 Ih1 冬 Dh 型：夏の増加は1年目が高く、2年目は低く、冬の減少が高い。

冬 Dm 夏 Im 型：冬が中程度に減少し、夏も中程度に増加する。

冬 Dh 秋 IhDh 型：冬の減少が高く、秋の増加は1年目が高く、2年目は減少が高い。

さらに、各グループの季節変動パターンを検証した結果、第1クラスタと第2クラスタと第3クラスタでは高さに違いはあるものの、夏にかけての成長速度が高く、類似したパターンを示した。第4クラスタでは、一時遅れで秋が高い季節変動パターンを持ち、一部位相のズレが存在していることが示唆された。

また、全体の傾向として、2年目(5歳)の夏よりも、1年目(4歳)の夏に成長速度の残差が顕著に高くなる傾向がみられた。

2. 考察

足長成長速度の季節変動パターンをクラスタ別の4グループで検証した結果、グループ間において足長成長速度に高さの違いはあるが、夏に増加傾向を示す季節変動パターンを持つものと、一部のものが秋に一時遅れの季節変動パターンを持ち、季節変動パターンに位相のズレが存在することが示唆された。

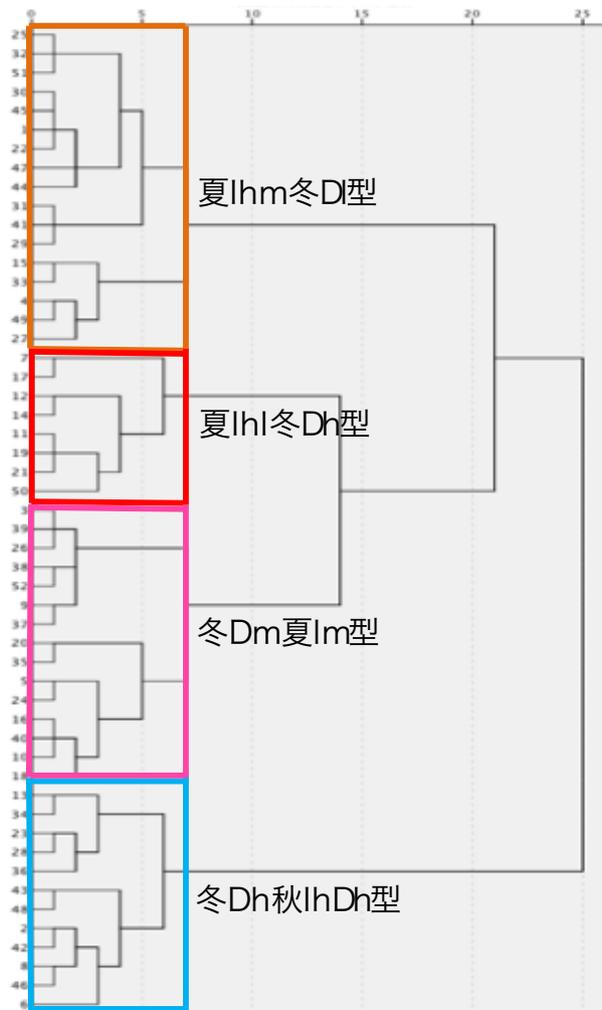


図 7.6 階層別クラスター分析 (Ward 法、平方ユークリッド距離)

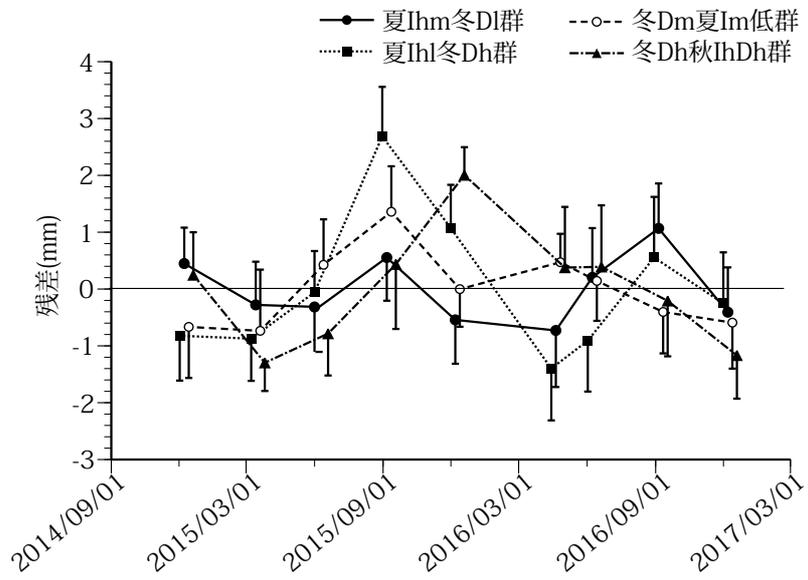


図 7.7 クラスター別グループの季節変動パターン

第4節 小結

足長、身長、体重の経時的変化において、いずれも性差はみられず、発育成長による変化が明らかとなった。

足長成長速度の季節変動パターンをクラスター別の4グループで検証した結果、夏に高さの違いはあるが同様の季節変動パターンを持つものと、一部のものが秋に一時遅れの季節変動パターンを持つことが示唆された。

第八章

幼児の遊び習慣の構造と
足の発育発達に及ぼす影響

第1節 遊びの種類および遊具の利用の因子構造

1. 結果

表 8.1 に遊びの種類因子負荷行列を示す。遊びの種類については4因子が抽出された。第1因子においては、縄跳び・逆さま・でんぐり返り・自転車・的当て・ケンパに高い因子負荷量がみられ、これらの項目は動作の「巧緻性・姿勢変化」と考えたため、「巧緻性・姿勢変化」因子と解釈した。次に、第2因子において、バランス・ごっこ遊び・ヒーローごっこ・ジャンプ・鬼ごっこに高い因子負荷量がみられ、これらの項目は「ごっこ遊び・脚運動」と解釈した。第3因子においては、ボール投げ・ボール蹴りに高い因子負荷量がみられ、「ボール遊び」と解釈した。第4因子においては、砂場・三輪車に高い因子負荷量が見られ、「砂場・三輪車」と解釈した。

因子負荷量の詳細を確認すると、ケンパは第1因子と第2因子が0.4以上とほぼ同程度の因子負荷量を示した。また、ヒーローごっこについても第2因子と0.4以上の因子負荷量を示した。

表 8.2 に遊具利用の因子負荷行列を示す。遊具の利用については、2因子が抽出された。第1因子においては、うんてい・登り棒・鉄棒に高い因子負荷量がみられ、これらの項目は腕で支持する遊具と考えたので「腕支持遊具」と解釈した。第2因子においては、滑り台・ブランコ・ジャングルジム・総合遊具に高い因子負荷量がみられ、これらの項目は「一般遊具」と解釈した。

因子負荷量の詳細を確認すると、ジャングルジムと総合遊具では、「腕支持遊具」の因子と0.3以上の因子負荷量を示した。

2. 考察

遊びの種類について、ケンパでは第1因子と第2因子が0.4以上とほぼ同程度の因子負荷量を示しており、ケンパは飛び跳ねる脚運動の要素も含まれているため、この遊びは「巧緻性・姿勢変化」と「ごっこ遊び・脚運動」の両方の側面を有するという点で妥当であると考えられる。また、ヒーローごっこについても、「ごっこ遊び・脚運動」の因子と0.4以上の因子負荷量を示しており、ヒーローごっこは「ごっこ遊び・脚運動」の側面を有するという点で妥当であると考えられる。また、遊具利用ジャングルジムと総合遊具においては、腕で支持する要素を持った遊びである。

このように因子負荷量を概観すると、幼児期の遊びの程度は必ずしも単純構造を示さないが、その因子負荷量は遊びの特徴を反映したものであると言える。

以上のように、因子分析の結果得られた因子は、それぞれの遊びや遊具の特徴は暗影した因子構造を持っていると考えられ、構成概念妥当性、内容妥当性とも高いと考えられる。

表 8.1 遊びの種類因子負荷行列

	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	共通性
縄跳び	0.686	0.078	0.213	-0.083	0.529
逆さま	0.685	0.141	-0.096	-0.071	0.503
でんぐり返り	0.580	0.041	0.138	0.254	0.422
自転車	0.554	0.059	-0.051	0.394	0.468
的当て	0.508	0.189	0.417	-0.199	0.507
ケンパ	0.498	0.482	0.133	0.000	0.498
バランス	0.179	0.747	0.047	-0.078	0.598
ごっこ遊び	0.017	0.669	-0.188	0.353	0.608
ジャンプ	0.245	0.624	0.126	0.017	0.466
鬼ごっこ	0.006	0.569	0.345	0.312	0.540
ボール投げ	0.141	0.022	0.885	0.116	0.817
ボール蹴り	0.167	0.092	0.872	0.066	0.801
ヒーローごっこ	-0.242	0.494	0.501	0.264	0.623
砂場	0.234	0.146	0.002	0.716	0.589
三輪車	-0.162	0.063	0.215	0.647	0.495
因子負荷量	2.369	2.296	2.281	1.518	8.465
貢献度 (%)	15.8	15.3	15.2	10.1	
累積貢献度 (%)	15.8	31.1	46.3	56.4	

表 8.2 遊具利用の因子負荷行列

	第 1 因子	第 2 因子	共通性
うんてい	0.898	0.106	0.818
登り棒	0.880	0.037	0.776
鉄棒	0.721	0.275	0.595
すべり台	-0.049	0.846	0.718
ぶらんこ	0.061	0.814	0.666
ジャングルジム	0.353	0.697	0.610
総合遊具	0.341	0.591	0.466
因子負荷量	2.348	2.302	4.649
貢献度 (%)	33.5	32.9	
累積貢献度 (%)	33.5	66.4	

第2節 遊びの種類ならびに遊具の種類の得点の経時的変化

1. 結果

図 8.2 に全体および男女別の因子得点の時系列分析結果を示す。また、表 8-3 に遊びの種類および遊具の因子負荷量の分散分析結果を示す。分散分析の結果、巧緻性・姿勢変化、砂場・自転車遊び、腕支持遊具において、時間変化のみに有意差（巧緻性・姿勢変化： $F=3.495$ 、 $P<0.001$ ；砂場・自転車遊び： $F=2.696$ 、 $P<0.001$ ；腕支持遊具： $F=4.719$ 、 $P<0.001$ ）がみられた。また、ボール遊びにおいて、性差のみに有意差（ $F=13.425$ 、 $P<0.001$ ）がみられた。

これらの結果と各因子の変化傾向を総括すると以下のようなになった。

ボール遊びのみに著しい男女差がみられ、男子の方が女子よりも活動量が多い傾向であった。その他の遊びの種類および遊具については男女差がみられなかった。

巧緻性・姿勢変化の遊びならびに腕支持系遊具の利用については、徐々に活動量が増えてくる傾向がみられたが、砂場・三輪車の遊びでは減少する傾向がみられた。

2. 考察

これらの遊び種類の経時的変化は、男女の特徴や身体の発育発達に伴った遊びの変化を示すものといえる。例えば、ボール遊びについては、幼児期においてすでに遊びの嗜好が明確に分かれており、男児のほうがボール遊びを志向している。また、砂場遊びや三輪車遊びは低年齢では嗜好されているが、徐々に減少し、巧緻性や姿勢変化の伴った遊びが増加することは、身体の発育発達に伴い、より活動的で複雑な遊びを嗜好するようになるといった変化を示している。

足成長の季節変動との多様性を考えると、経時的な変動傾向の影響が変動パターンの主たる要因となるために、前章で抽出した足の季節変動パターンとの類似性を比較検討するのが難しくなると考えられる。したがって前章と同様に実際の変化からの直線回帰による推定値からの差分を求め、そのパターンを比較するほうが好ましいと考えられた。

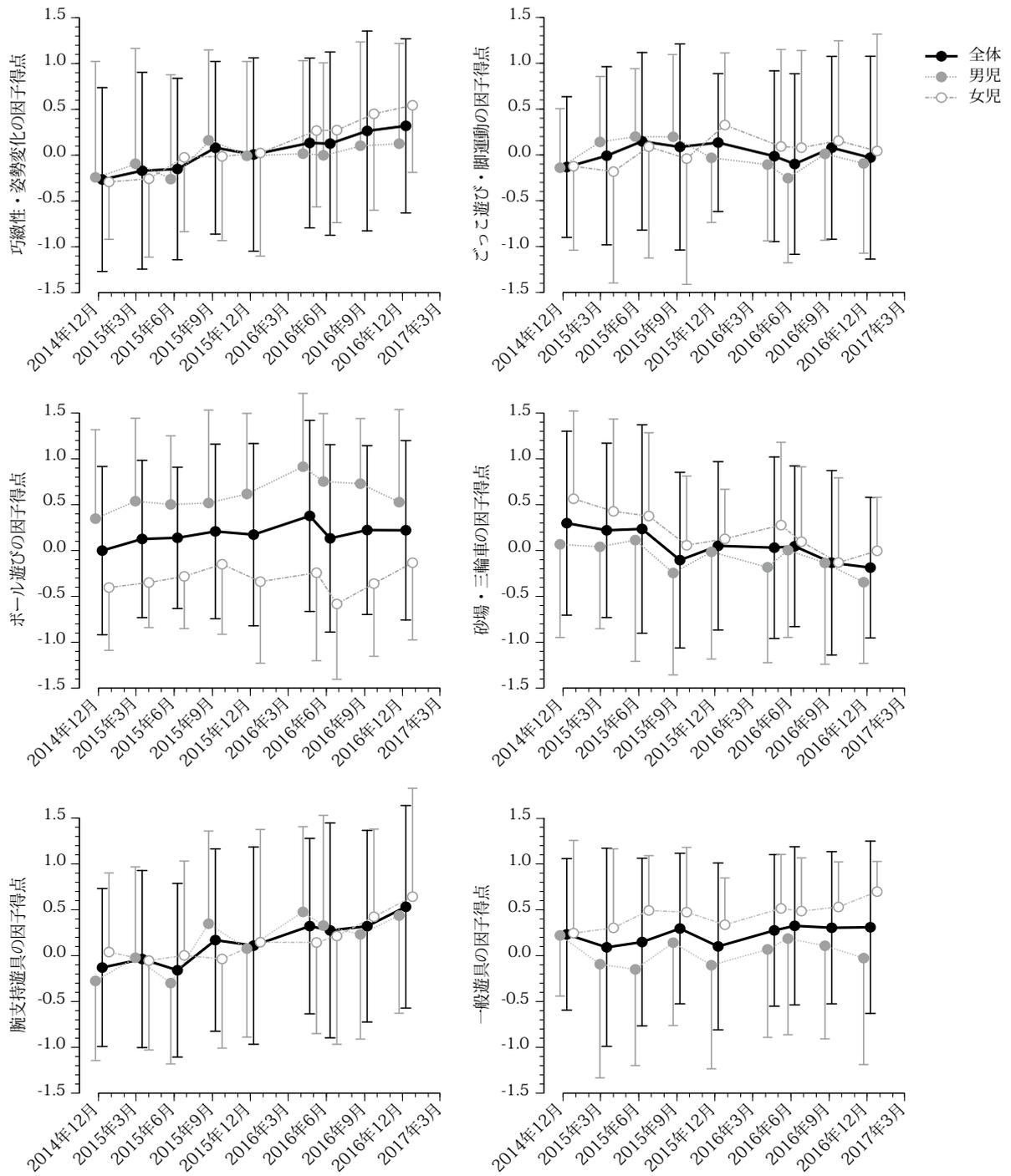


図 8.1 遊びの種類ならびに遊具の利用の各因子の男女別の経時的変化

表 8.3 遊びの種類および遊具利用の経時的変化ならびに性差の分散分析結果

		平方和	自由度	平均平方	F 値	偏 η^2
巧緻性・ 姿勢変化	時間変化	9.444	8	1.180	3.495 **	0.118
	時間変化 * 性差	2.782	8	0.348	1.030	0.038
	誤差 (時間変化)	70.253	208	0.338		
	性差	1.063	1	1.063	0.161	0.006
	誤差	171.229	26	6.586		
ごっこ遊び ・脚運動	時間変化	2.174	8	0.272	0.933	0.035
	時間変化 * 性差	3.206	8	0.401	1.376	0.050
	誤差 (時間変化)	60.604	208	0.291		
	性差	0.204	1	0.204	0.033	0.001
	誤差	161.726	26	6.220		
ボール 遊び	時間変化	2.218	8	0.277	1.014	0.038
	時間変化 * 性差	3.050	8	0.381	1.395	0.051
	誤差 (時間変化)	56.861	208	0.273		
	性差	53.192	1	53.192	13.425 **	0.341
	誤差	103.015	26	3.962		
砂場・ 三輪車	時間変化	6.864	8	0.858	2.696 **	0.094
	時間変化 * 性差	1.571	8	0.196	0.617	0.023
	誤差 (時間変化)	66.199	208	0.318		
	性差	4.792	1	4.792	0.821	0.031
	誤差	151.815	26	5.839		
腕支持 遊具	時間変化	11.750	8	1.469	4.719 **	0.154
	時間変化 * 性差	3.768	8	0.471	1.514	0.055
	誤差 (時間変化)	64.734	208	0.311		
	性差	0.039	1	0.039	0.006	0.000
	誤差	183.095	26	7.042		
一般遊具	時間変化	1.945	5.175	0.376	0.785	0.029
	時間変化 * 性差	2.249	5.175	0.435	0.908	0.034
	誤差 (時間変化)	64.408	134.545	0.479		

第3節 足長と遊びの種類および遊具の季節変動パターンに関する分析

1. 結果

図 8.2 に足長と遊びの種類および遊具の季節変動パターンに関する変化傾向を示す。また、表 8.4 には季節変動パターンと遊びの種類ならびに遊具の利用の因子の変動成分との相関係数を示す。全体的な足長の季節変動パターンでは、夏の成長が顕著に高く、秋および冬に進むにつれて低くなる特徴がみられた。そのパターンと遊び種類ならびに遊具の利用の変動との関連性を見ると、巧緻性・姿勢変化は $r=0.858$ ($p<0.01$) となり、その変動パターンは足長の変動パターンとほぼ一致した。

表 8.3-8.6 に、足長のクラスター別季節変動パターン別の遊びの種類および遊具の季節変動パターンの変化傾向を示す。表 8.5 にはクラスター別季節変動パターンと遊びの種類ならびに遊具の利用の因子の変動成分との相関係数を示す。クラスター別の相関係数の結果は、第3クラスターの冬 Dm 夏 1m 型では、足成長の季節変動成分と遊び種類の巧緻性・姿勢変化との相関は 0.815 ($p<0.01$)、遊び種類の一般遊具との相関が 0.798 ($p<0.01$) であった。すなわち、第3クラスターの冬 Dm 夏 1m 型の変化パターンでは、巧緻性・姿勢変化ならびに一般遊具で遊んでいる場合と非常に近いことが明らかとなった。また、一周遅れの相関においては、季節変動成分と第4クラスターの冬 Dh 秋 1hDh 型の遊び種類のボール遊びの相関が 0.877 ($p<0.01$) と高い相関を示した。また、一部のものが秋に一時遅れで高くなる特徴を示し、他の変化傾向よりも位相のズレが存在していることが示唆された。夏 1hm 冬 D1 型と夏 1h1 冬 Dh 型の2つのパターンについては、明確な関連性はみられなかった。

2. 考察

全体的な足長と遊びの種類および遊具の季節変動パターンでは、夏の成長が顕著に高く、秋および冬に進むにつれて低くなる特徴がみられた。遊び種類の巧緻性・姿勢変化である、回転運動および巧緻的な運動を行なっている幼児の季節変動パターンでは、足長の季節変動パターンとほとんど同じパターンで変化することが示唆された。これは、第4クラスターである冬 Dm 夏 1m 型でも同様の結果であった。加えて、同クラスターでは一般遊具の遊びとも同じパターンで変化することが明らかとなっている。従って、このような遊び志向による傾向が、足長成長の季節変動パターンに影響しており、幼児期の遊び習慣が足長成長の季節変動パターンのひとつの要因であることが考えられる。

第4クラスターの冬 Dh 秋 1hDh 型では、巧緻性・姿勢変化が夏に高い値を示し、足成長は一時遅れて秋が高く特徴を示し、他の変化傾向よりも少し位相のズレがある可能性が示唆された。加えて、上記変動パターンは、第3クラスターの巧緻性・姿勢変化と同じパターンを占めている。すなわち、足の成長には、運動遊び習慣の変動に即して、足の成長が発現する場合と、遅れて発現する場合、またほとんど関連しないといった3つのタイプの影響がある可能性が考えられる。この点については資料が十分ではないため、今後さらに検討する必要がある。

表 8.4 季節変動パターンと遊びの種類ならびに
遊具の利用因子の変動成分との相関係数

		同時	一時遅れ
遊 び の 種 類	巧緻性・姿勢変化	0.858 **	0.400
	ごっこ遊び・脚運動	0.538	0.155
	ボール遊び	0.196	-0.461
	砂場・三輪車	-0.695 *	0.274
遊具の	腕支持遊具	0.063	-0.530
利用	一般遊具	0.354	0.124

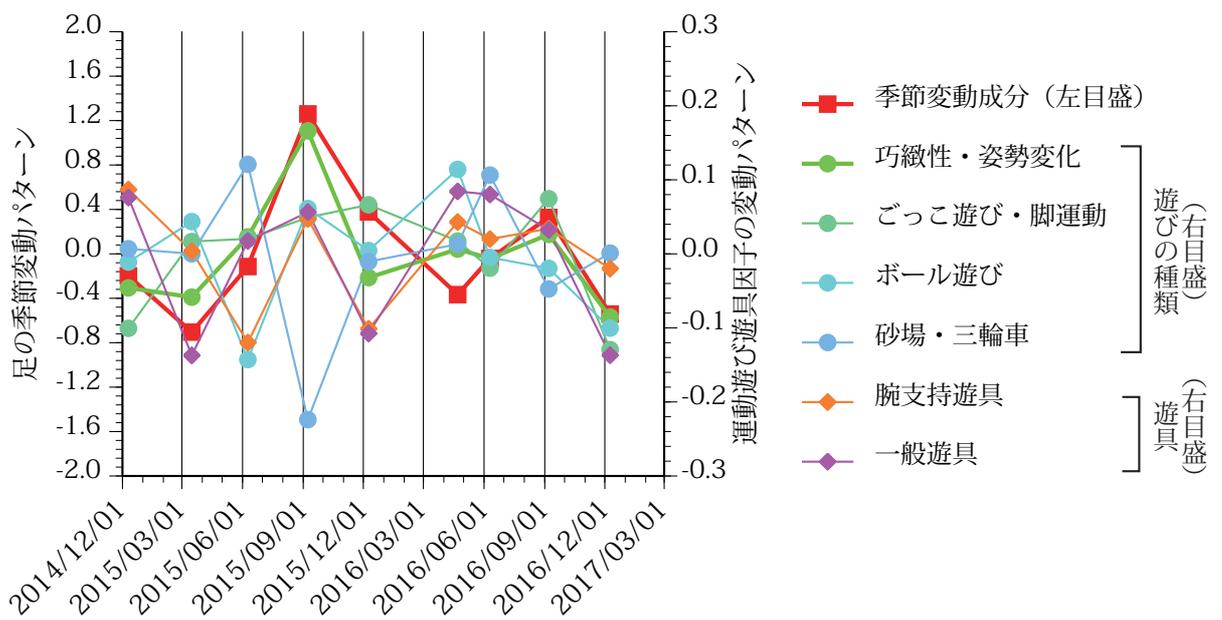


図 8.2 足長、遊びの種類ならびに遊具の利用因子の変動パターン

表 8.5 足の季節変動クラスター別季節変動パターンと
遊びの種類ならびに遊具の利用因子の変動成分との相関係数

		夏 Ihm 冬 D1 型	夏 Ih1 冬 Dh 型	冬 Dm 夏 Im 型	冬 Dh 秋 IhDh 型
同時の相関係数					
遊びの種類	巧緻性／姿勢変化	0.547	-0.163	0.815 **	-0.013
	ごっこ遊び・脚運動	0.510	0.437	-0.088	-0.090
	ボール遊び	0.274	-0.207	-0.427	0.191
	砂場・三輪車	0.147	-0.524	0.348	-0.132
遊具の利用	腕支持遊具	0.663 *	0.417	0.518	-0.135
	一般遊具	0.142	-0.600	0.798 **	-0.035
一次遅れの相関					
遊びの種類	巧緻性／姿勢変化	-0.223	0.621 *	0.359	0.386
	ごっこ遊び・脚運動	-0.565	0.167	0.575	-0.525
	ボール遊び	-0.192	-0.520	-0.149	0.877 **
	砂場・三輪車	-0.081	-0.226	0.641 *	-0.389
遊具の利用	腕支持遊具	0.377	0.030	-0.159	-0.561
	一般遊具	0.119	-0.104	-0.129	0.236

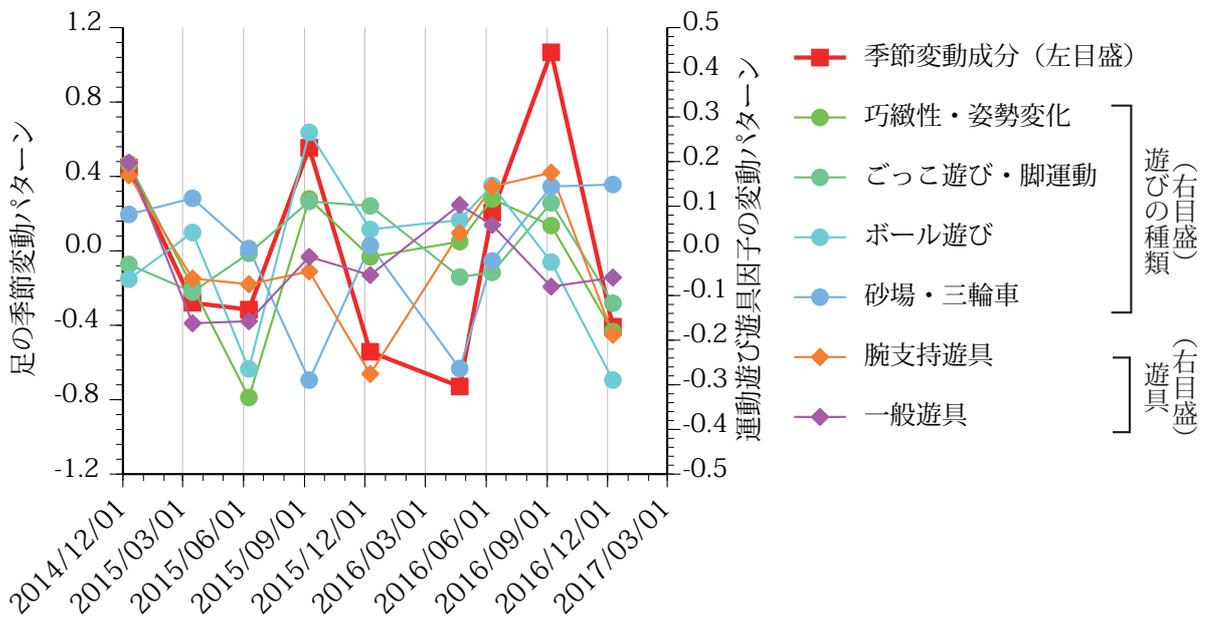


図 8.3 第 1 クラスター：夏 Ihm 冬 D1 型における足長、遊びの種類ならびに遊具の利用因子の変動パターン

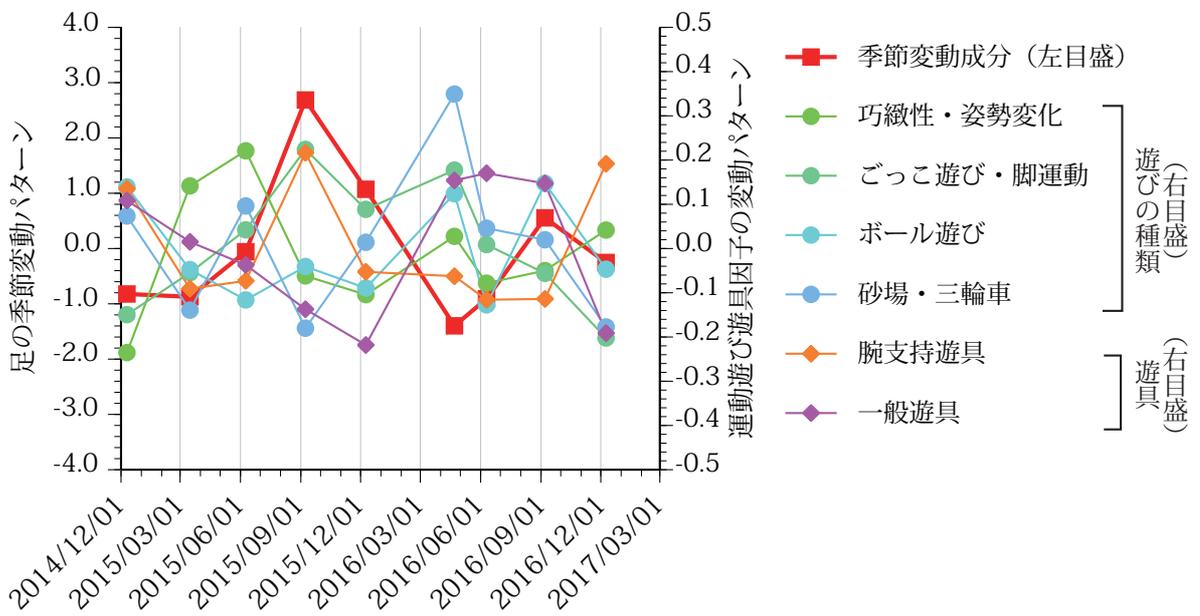


図 8.4 第 2 クラスター：夏 Ih1 冬 Dh 型における足長、遊びの種類ならびに遊具の利用因子の変動パターン

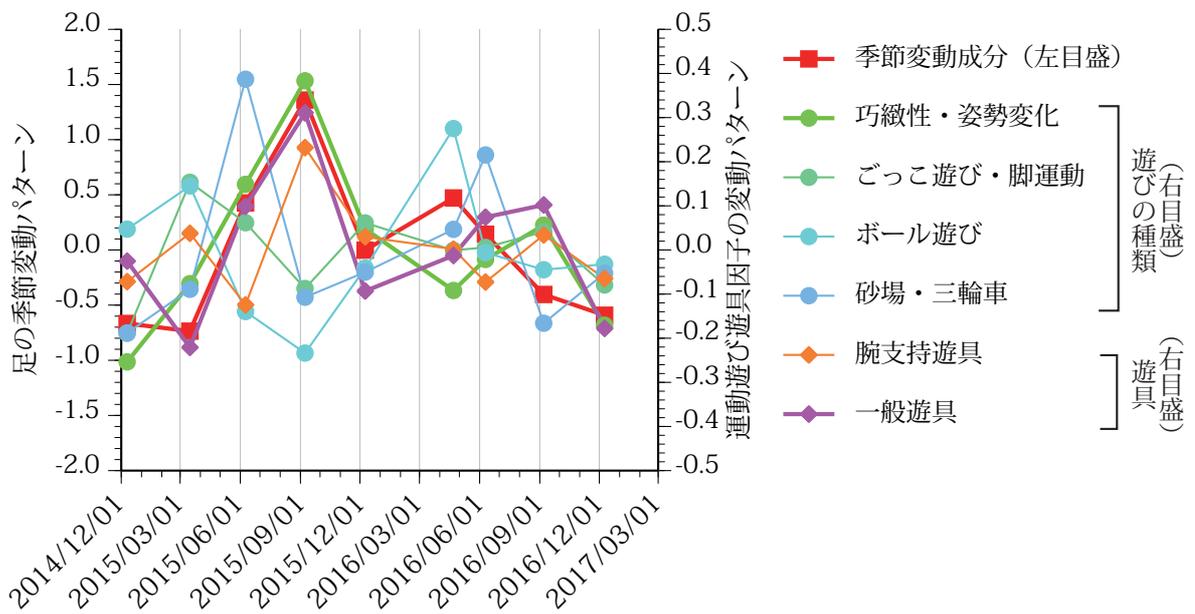


図 8.5 第 3 クラスター：冬 Dm 夏 1m 型における足長、遊びの種類ならびに遊具の利用因子の変動パターン

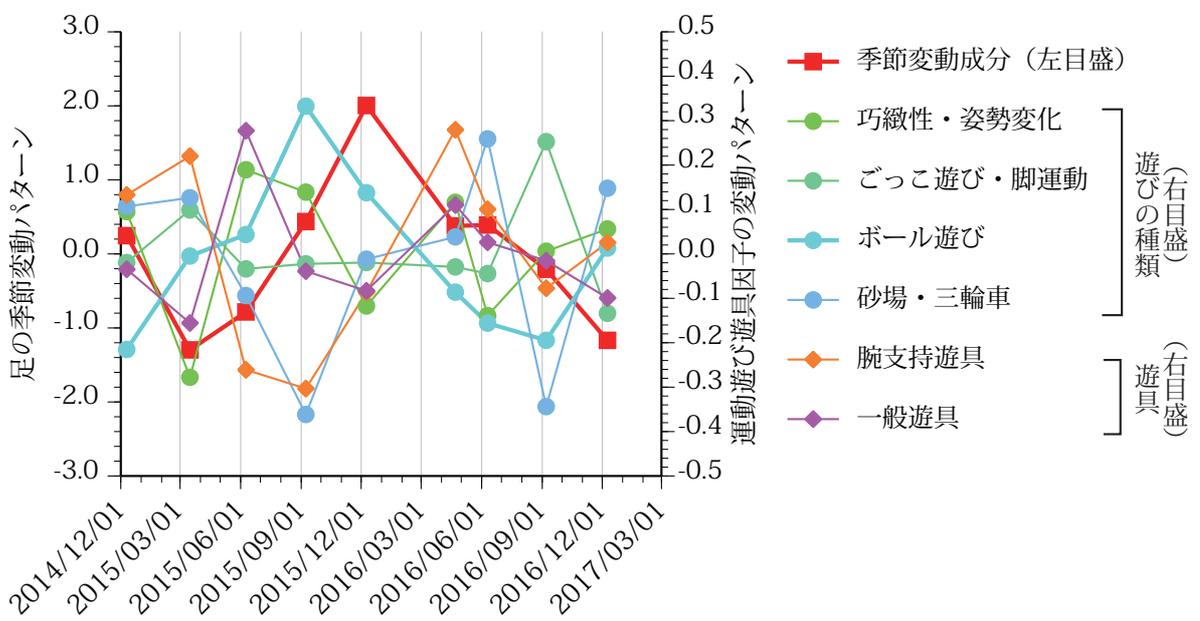


図 8.6 第 4 クラスター：冬 Dh 秋 1hDh 型における足長、遊びの種類ならびに遊具の利用因子の変動パターン

第4節 小結

1. 遊びの種類および遊具の利用の因子構造

遊びの種類は、「巧緻性・姿勢変化」「ごっこ遊び・脚運動」「ボール遊び」「砂場・三輪車」の4因子から構成される。遊具の利用は、「腕支持遊具」と「一般遊具」の2因子で構成される。

2. 遊びの種類ならびに遊具の種類得点の経時的変化

ボール遊びについては男女差がみられ、男児の方が女児よりも活動量が多い。巧緻性・姿勢変化の遊びならびに腕支持系遊具の利用は年齢とともに活動量が増加し、砂場・三輪車の遊びでは減少する。

3. 足長と遊びの種類および遊具の季節変動パターンに関する分析

足長の季節変動パターンと巧緻性・姿勢変化の遊び変動パターンは一致する。

冬 Dm 夏 1m 型の季節変動変化パターンを有する場合、巧緻性・姿勢変化ならびに一般遊具において遊びパターンが一致する。冬 Dh 秋 1hDh 型の季節変動変化パターンを有する場合、ボール遊びよりも一時遅れで季節変動変化パターンが一致する。

第九章

総合考察

本研究では、幼児の足長・足幅の発育、内反膝・外反膝からみた脚形態、土踏まず形成、足長の季節変動ならびに遊び習慣との関連性により「幼児の足脚部の発育発達様相」を検討してきた。

最初に、足長・足幅は単に骨の長さのみではなく、足底部の縦横のアーチ、軟部組織、足根骨の状態を包括的に反映するものであるといえ、土踏まずは足底筋の発達を含めた、足部アーチ構造の尺度の一つといえる。また、ロコモーション（歩行や走動作、跳躍）においては、足部に全体重の衝撃がかかるが、足底部のアーチは、その衝撃を吸収するとともに、より運動を効率的に遂行するためにも重要な役割を担っている。すなわち、足長はこれらの機能を含めた足状態の代表的な指標といえる。また、これらの足脚部の状態は、遺伝や運動、遊び習慣、栄養などにより、刻々と変化し、身体の発育や運動能力の発達と連動し、足脚部も同時に発育発達しているといえる。特に、本研究の対象である幼児期には、足長の発育と同時に土踏まず形成が起こり、これは、歩行・走動作の開始・熟達が著しく起こる起きることと連動している。従って、幼児期における足脚部の状態・変化については、足脚部の「発育」だけでは不十分であり、その機能的な発達を含めた足脚部の状態・変化ならびに相互作用という観点から「発育発達様相」とした。これらの概念については、図 9.1 に示す。

本研究では、幼児の足脚部の横断的、縦断的な調査・計測を通して、足脚部の発育発達様相を実証的に明らかにしてきた。まず、第 4 章での足長・足幅の調査については、従来から靴を製作し、販売する側、例えば、靴メーカーおよびシューフィッター有資格者などの計測によるものが多かったが、2次元計測器を用いることで、通常は計測が困難とされる測定が難しい幼児においても正確・簡便に計測ができることを明らかにできた。加えて、直接計測時のフットゲージを用いた足幅計測については、幼児期では過大計測になることが示された。これらの知見は、幼児期の足部計測において、より正確な計測方法を促すための指針を提供するものであるといえる。

この結果に基づき、第5章では、歩行開始直後の1歳から6歳までの足長・足幅の発育標準値を作成した。これは、日本人の資料としては初めてのことであり、その資料的意義は著しく高いといえる。加えて、身長発育標準値と同様に、幼児の足の健全な発育発達を評価するための基礎的な資料となり、社会的な意義も高いといえる。また、本資料とJIS規格による子ども靴のサイズとの比較により、JIS規格が幼児の足の実態を反映していないことを明らかにした。先に触れたように、JIS規格の1977年制定時には3歳以降の調査しか行われていない。従って、今後、発育標準値を反映したJIS規格の改定が必要であり、本研究で得られた資料は靴製作にも反映されることが期待できる。さらに、これまでLMS法(Cole et al., 1992)により作成された発育曲線は身長・体重に関するものが多いが、本研究で幼児の足の発育曲線を開発したことは世界にもみられず、新たな知見として大いにインパクトを与えると考える。さらに、幼児の発育発達について、足の発育曲線を用いて評価することが可能となり、幼児期の成長を多角的に捉えることができる。

また、第6章の幼児の脚形態の実態については、横断的データではあるが、幼児の年齢ごとの脚形態の発育様相について実証した研究は、本研究が初めてである。さらに、脚形態が2歳半頃に一時的にX脚になってから、その後、中間位やO脚に移行することより、この時期の生活習慣・運動習慣、もしくは動作の特徴がそれ以降の脚形態を決定することが考えられる。従って、当該時期にどのように運動する環境を提供するのか、どのような動作を発現させる環境を提供するのか等、幼児期の保育環境を構成すると同時に脚状態の評価も行う必要がある。しかし、脚形態と具体的な遊び環境との相互作用についてはいまだ未解明であり、今後、幼児期の脚形態にとってより良い環境構成を総合的に考えることが必要である。

第7章では、これまで身長・体重に季節変動が存在することは報告されていたが、足の季節変動に関する報告はみられず、本研究の結果により、足長の季

節変動パターンの特徴は身長の子節変動と同じ傾向がみられ、足にも子節変動が存在することが示唆された。従って、靴の買替時期のタイミングを子節変動の存在から予測することが可能となる。さらに、足長・足幅データとの相互作用を明確にすることで、保育者が保護者に対し、適切な時期に靴の買替を促す等、幼児の足の健康を守るという指導の必要性の認識につながると考える。加えて、保育者が幼児の安全の理解に関する指導にあたり、足に適合した靴を履くことで転倒事故を軽減し、怪我の予防につながるという効果も期待できる。

足の機能というのは、ただ単に足が成長することで足の長さが大きくなるというだけでなく、足長、足幅、脚形態(X脚・O脚)、土踏まず形成、それぞれが相互に関連しながら成長すると仮定することが自然であり、多角的な側面から捉える必要がある。例えば、足の機能の反映として土踏まず形成が促進され、脚形態に関しては、年齢が進むにつれて発育の段階ごとに脚形態が決定される。さらに、第8章の結果より、足長成長には子節変動が存在し、その成長は子節のみならず、遊び習慣とも関連していることを明らかにした。

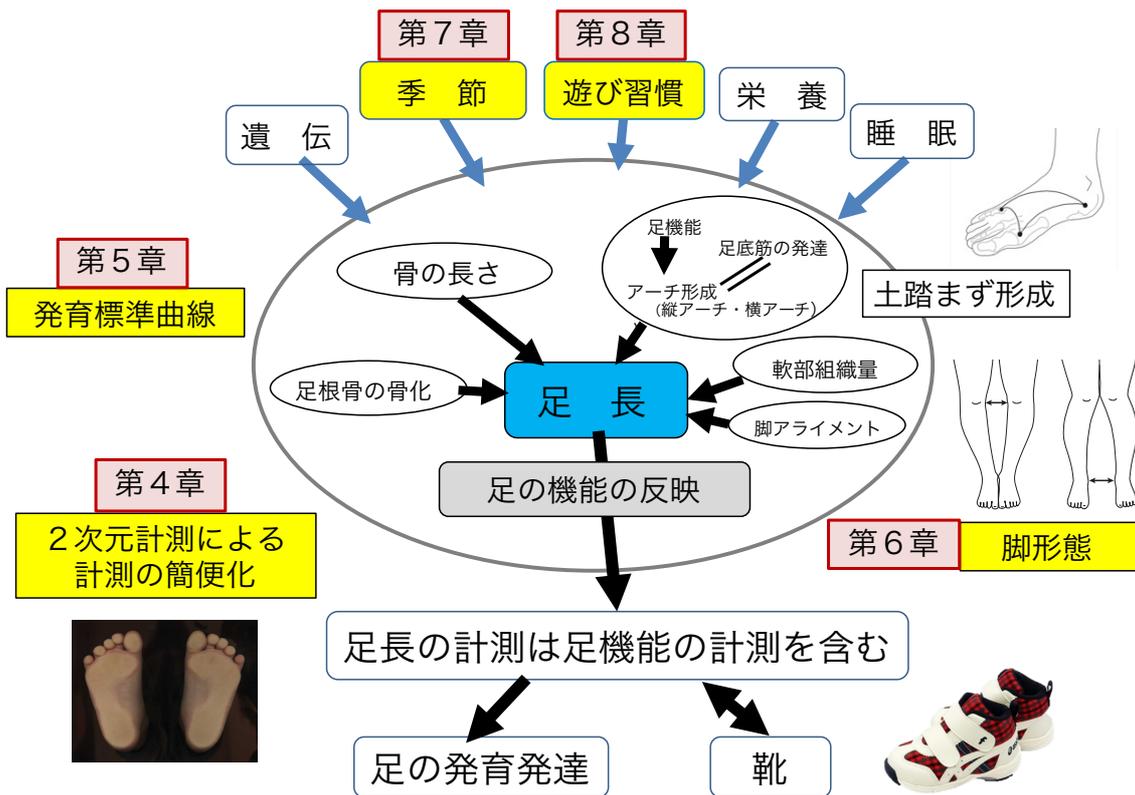


図 9.1 足の発育発達様相の概念図

以上により、これらの研究成果を踏まえ、次のような教育的効果につながると考える。まず、保育の質的向上の必要性があげられる。OECD 報告書

「Starting StrongⅢ」(2012 : 9)の提言により、幼児教育の質的向上の必要性が世界的に注目されており、保育者が幼児の健全な足脚部の成長に必要な環境を構成することが必要であると考えられる。本研究の結果は、一幼稚園での事例ではあるが、遊び環境の変化によって足長発育も変動する可能性を示したもので、環境要因が足成長に影響を与える一つのエビデンスであるといえる。これは、幼児の足の健康課題を解決する一端になると考え、具体的には、保育現場での遊び環境の構成により幼児の足の機能が決定されること。さらに、幼児の足成長を健康的に促進するための遊び習慣を保育現場に反映する結果を明らかにした。従って、これらの内容は、幼稚園指導要領の「健康」領域「子どもの自由遊び」をより効果的に促進する環境づくりに寄与するといえる。

足の発育発達については、前章の図 9.1 に示すように、足成長に影響を及ぼす多くの交絡因子について、それぞれを総合的に明らかにすることが重要であると考えられる。さらに、足長は足の機能の反映であり、靴は足の機能を包括しているものであるため、それを支える靴環境との適合が重要である。今後は、子ども靴においても大人の靴同様にアーチを支えるなど、足成長の発達を促進するような、足の機能を支える高い機能性が必要になる可能性がある。もしくは、逆の意味で高機能な靴が幼児の健康な足成長を阻害する可能性があるとするならば、そのような機能は必要ないなど、幼児にとってより良い靴環境を整備し、促進するような靴が必要になるのではないかと考える。

最後に、本研究の結果は直ちに幼児の生涯にわたる足脚部の健康課題の解決を直ちに与えるものではない。しかし、本研究のような幼児の足の基礎的な研究成果を蓄積することにより、将来的に幼児の足脚部形成（足長、足幅、土踏まず形成状況、脚形態）の相互作用ならびに運動機能（歩行・走動作など）や遊び習

慣との相互作用を多角的側面から総合的に観察・評価することで明らかにしたいと考える。

第十章

結論および今後の課題

第1節 結論

本研究は次の5つの目的を達成することであった。

1. 幼児の足型計測を簡便にするため、計測方法の違いについて検討する。
2. 幼児の足の発育標準値を作成し、幼児の足の実態について明らかにする。
3. 幼児の脚形態の発育様相を明らかにし、土踏まずと脚形態の関連について検討する。
4. 幼児の足長の成長速度の季節変動について明らかにする。
5. 幼児の足の発育発達に影響を及ぼす遊び習慣について検討する。

第4章から第8章の研究により、次のことが結論される。

1. 幼児の足型計測には2次元計測による計測方法が適している。
- 2-1. 加齢による足長、足幅ならびに足長/足幅比、また足長に対する足幅の発育標準チャートはLMS法によりパーセンタイル曲線を用いて作成される。
- 2-2. 日本工業規格 JIS S 5037は実際の幼児の足のサイズとは適合していない。
3. 1.5歳から外反(X脚)傾向が見られ、2.5歳では全員が外反膝となる。3.0歳以降に外反膝が減少するのに伴い、中間位が増加し、4.0歳以降に内反膝も増加する。
- 4-1. 主要な足長の季節変動パターンは夏の成長が高く、秋から冬にかけては低い特徴がみられる。
- 4-2. 足長、身長、体重の経時的変化においていずれも性差はみられず、発育成長による変化が明らかとなった。
- 4-3. 足長成長速度の季節変動パターンをクラスター別の4グループで検証した結果、夏に高さの違いはあるが同様の季節変動パターンを持つものと、一部のものが秋に一時遅れの季節変動パターンを持つことが示唆

された。

- 5-1. 遊びの種類は「巧緻性・姿勢変化」、「ごっこ遊び・脚運動」、「ボール遊び」「砂場・三輪車」の4因子から構成される。遊具の利用は、「腕支持遊具」と「一般遊具」の2因子で構成される。
- 5-2. ボール遊びには男女差がみられ、男子の方が女子よりも活動量が多い。巧緻性・姿勢変化の遊びならびに腕支持系遊具の利用は年齢とともに活動量が増加する。
- 5-3. 足長の季節変動パターンと巧緻性・姿勢変化の遊び変動パターンは一致する。
- 5-4. 冬 Dm 夏 1m 型の季節変動変化パターンを有する場合、巧緻性・姿勢変化ならびに一般遊具では遊びパターンが一致する。冬 Dh 秋 1hDh 型の季節変動変化パターンを有する場合、ボール遊びよりも一時遅れで季節変動変化パターンは一致する。

第2節 今後の課題

1. 足成長の標準化

足の計測について、今回は2次元計測器を用いて計測し、幼児計測の信頼性や妥当性を検証した。しかし、本研究で用いた資料は足底面からの計測のみであり、足部の計測には足囲やアーチ高などもある。以上の様な観点を追加して、資料を収集する必要がある。

2. 土踏まず形成の評価法の確立と標準化

土踏まず形成については、先行する文献により複数の方法があることが明らかとなったが、本研究ではHラインを用いた方法を採用した。しかし、足の発育を概観する場合にはより多くの情報を得られ、また土踏まず形成過程の状態を適切に評価する方法の確立が必要である。

3. 足脚の総合的評価法の開発とその実態の解明

足脚部の発達過程として、脚の外反・内反形成について評価したが、土踏まず形成過程や運動発達（歩行、走動作）および遊び習慣などの生活習慣との関連性も考えられる。今後、このような足脚部の総合的評価方法を開発し、その実態を解明する必要がある。

4. 季節変動の同定に関わる研究の継続

季節変動を検討する場合には、数年にわたる縦断的資料によって検証する必要があるが、本資料は2年間の資料を用いた解析であった。今後はさらなるサンプル数の収集を行い、縦断的資料によって検証する必要がある。

参考資料

JIS靴サイズ表(子ども用)

足長 cm	B		C		D		1E		2E		3E		4E		F		G	
	足囲	足幅	足囲	足幅	足囲	足幅	足囲	足幅	足囲	足幅								
10.5	9.8	4.0	10.4	4.2	11.0	4.4	11.6	4.6	12.2	4.8	12.8	5.0	13.4	5.3	14.0	5.5	14.6	5.7
11.0	10.2	4.2	10.8	4.4	11.4	4.6	12.0	4.8	12.6	5.0	13.2	5.2	13.8	5.4	14.4	5.6	15.0	5.8
11.5	10.6	4.3	11.2	4.5	11.8	4.8	12.4	5.0	13.0	5.2	13.6	5.4	14.2	5.6	14.8	5.8	15.4	6.0
12.0	11.0	4.5	11.6	4.7	12.2	4.9	12.8	5.1	13.4	5.3	14.0	5.6	14.6	5.8	15.2	6.0	15.8	6.2
12.5	11.4	4.7	12.0	4.9	12.6	5.1	13.2	5.3	13.8	5.5	14.4	5.7	15.0	5.9	15.6	6.1	16.2	6.3
13.0	11.8	4.8	12.4	5.1	13.0	5.3	13.6	5.5	14.2	5.7	14.8	5.9	15.4	6.1	16.0	6.3	16.6	6.5
13.5	12.2	5.0	12.8	5.2	13.4	5.4	14.0	5.6	14.6	5.9	15.2	6.1	15.8	6.3	16.4	6.5	17.0	6.7
14.0	12.6	5.2	13.2	5.4	13.8	5.6	14.4	5.8	15.0	6.0	15.6	6.2	16.2	6.4	16.8	6.6	17.4	6.9
14.5	13.0	5.4	13.6	5.6	14.2	5.8	14.8	6.0	15.4	6.2	16.0	6.4	16.6	6.6	17.2	6.8	17.8	7.0
15.0	13.4	5.5	14.0	5.7	14.6	5.9	15.2	6.2	15.8	6.4	16.4	6.6	17.0	6.8	17.6	7.0	18.2	7.2
15.5	13.8	5.7	14.4	5.9	15.0	6.1	15.6	6.3	16.2	6.5	16.8	6.7	17.4	6.9	18.0	7.2	18.6	7.4
16.0	14.2	5.9	14.8	6.1	15.4	6.3	16.0	6.5	16.6	6.7	17.2	6.9	17.8	7.1	18.4	7.3	19.0	7.5
16.5	14.6	6.0	15.2	6.2	15.8	6.5	16.4	6.7	17.0	6.9	17.6	7.1	18.2	7.3	18.8	7.5	19.4	7.7
17.0	15.0	6.2	15.6	6.4	16.2	6.6	16.8	6.8	17.4	7.0	18.0	7.2	18.6	7.5	19.2	7.7	19.8	7.9
17.5	15.4	6.4	16.0	6.6	16.6	6.8	17.2	7.0	17.8	7.2	18.4	7.4	19.0	7.6	19.6	7.8	20.2	8.0
18.0	15.8	6.5	16.4	6.7	17.0	7.0	17.6	7.2	18.2	7.4	18.8	7.6	19.4	7.8	20.0	8.0	20.6	8.2
18.5	16.2	6.7	16.8	6.9	17.4	7.1	18.0	7.3	18.6	7.5	19.2	7.8	19.8	8.0	20.4	8.2	21.0	8.4
19.0	16.6	6.9	17.2	7.1	17.8	7.3	18.4	7.5	19.0	7.7	19.6	7.9	20.2	8.1	20.8	8.3	21.4	8.5
19.5	17.0	7.0	17.6	7.3	18.2	7.5	18.8	7.7	19.4	7.9	20.0	8.1	20.6	8.3	21.2	8.5	21.8	8.7
20.0	17.4	7.2	18.0	7.4	18.6	7.6	19.2	7.8	19.8	8.1	20.4	8.3	21.0	8.5	21.6	8.7	22.2	8.9
20.5	17.8	7.4	18.4	7.6	19.0	7.8	19.6	8.0	20.2	8.2	20.8	8.4	21.4	8.6	22.0	8.8	22.6	9.1
21.0	18.2	7.6	18.8	7.8	19.4	8.0	20.0	8.2	20.6	8.4	21.2	8.6	21.8	8.8	22.4	9.0	23.0	9.2
21.5	18.6	7.7	19.2	7.9	19.8	8.1	20.4	8.4	21.0	8.6	21.6	8.8	22.2	9.0	22.8	9.2	23.4	9.4
22.0	19.0	7.9	19.6	8.1	20.2	8.3	20.8	8.5	21.4	8.7	22.0	8.9	22.6	9.1	23.2	9.4	23.8	9.6
22.5	19.4	8.1	20.0	8.3	20.6	8.5	21.2	8.7	21.8	8.9	22.4	9.1	23.0	9.3	23.6	9.5	24.2	9.7
23.0	19.8	8.2	20.4	8.4	21.0	8.7	21.6	8.9	22.2	9.1	22.8	9.3	23.4	9.5	24.0	9.7	24.6	9.9
23.5	20.2	8.4	20.8	8.6	21.4	8.8	22.0	9.0	22.6	9.2	23.2	9.4	23.8	9.7	24.4	9.9	25.0	10.1
24.0	20.6	8.6	21.2	8.8	21.8	9.0	22.4	9.2	23.0	9.4	23.6	9.6	24.2	9.8	24.8	10.0	25.4	10.2
24.5	21.0	8.7	21.6	8.9	22.2	9.2	22.8	9.4	23.4	9.6	24.0	9.8	24.6	10.0	25.2	10.2	25.8	10.4
25.0	21.4	8.9	22.0	9.1	22.6	9.3	23.2	9.5	23.8	9.7	24.4	10.0	25.0	10.2	25.6	10.4	26.2	10.6
25.5	21.8	9.1	22.4	9.3	23.0	9.5	23.6	9.7	24.2	9.9	24.8	10.1	25.4	10.3	26.0	10.5	26.6	10.7
26.0	22.2	9.2	22.8	9.5	23.4	9.7	24.0	9.9	24.6	10.1	25.2	10.3	25.8	10.5	26.4	10.7	27.0	10.9

引用・参考文献

- アメリカ小児学会編(小林登監訳). 育児指導ガイドライン. 日本醫事新報, 76, 1992.
- 新宅幸憲, 溝畑順, 臼井永男, 赤塚勲(2003) 4歳児の運動発達と重心動揺および測定面の関連性-5年間の推移から-. 子どもと発育発達, 1(5) : 353-356.
- 浅見高明, 石島繁, 渋谷侃二(1990) 裸足の幼稚園生活が身体の形態・機能、ならびに足蹠形状に及ぼす影響について. 体育科学, 18 : 83-94. 65-82.
- 足サイズ計測実行委員会(2013) 足サイズ計測調査事業(4歳~18歳) 報告書. H25年10月. (社)日本皮革産業連合会.
- Barton, C.J., Bonanno, D. and Menz, H.B. (2009) Development and evaluation of a tool for the assessment of footwear characteristics. *Journal of Foot and Ankle Research*, 2(10) : 1-12.
- Bertsch, C., Unger, H., Winkelmann, W. and Rosenbaum, D. (2004) Evaluation of early walking patterns from plantar pressure distribution measurements. First year results of 42 children. *Gait & posture*, 19 (3) : 235-242.
- Bogin, A.B. (1978) Seasonal Pattern in the Rate of Growth in Height of Children Living in Guatemala *American Journal of Physical Anthropology*, 49 : 205-210.
- Bogin, B. (1988) *Patterns of Human Growth*. Cambridge University Press, 288-294.
- Cavanagh PR and Rodgers MM(1987) The arch index: a useful measure from footprints. *Journal of Biomechanics*, 20 : 547-551.
- Chippaux, C. (1947) *Elements d'anthropologie*. Marseille, Le Phar.
- Clarke, H. (1933) An Objective Method of Measuring the Height of the Longitudinal Arch in Foot Examinations. *American Physical Education Association*, 4 (3) : 99-107.
- Cole, T.J. and Green, P.J. (1992) Smoothing reference centile curves : the LMS method and penalized likelihood, *Stat Med*, 11 : 1305-1319.
- Cureton, T.K. (1935) The validity of footprints as a measure of vertical height of the arch and functional efficiency of the foot. *Res.Q.*, 6 : 70-80.

- Dalskov, S.M., Ritz, C. and Larnkjær, A. et al. (2016) Seasonal variations in growth and body composition of 8-11-y-old Danish children. *Pediatr Res*, 79 : 358-363.
- 土肥麻佐子, 高橋 彬, 小池美枝子 (1994) 幼児靴設計のための足部形態特性. *人間工学* 30 (2) : 71-83.
- Echarri, J.J. and Forrol, F. (2003) The development in footprint morphology in 1851 Congolese children from urban and rural areas, and the relationship between this and wearing shoes. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, 12 (2) : 141-146.
- 藤井英夫, 前澤範明 (1989) 足診療マニュアル. 医薬草出版株式会社 : 東京.
- Grivas, T.B., Mihas, C., Arapaki, A. and Vasiliadis, E. (2008) Correlation of foot length with height and weight in school age children. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 15 : 89-95.
- 蜂谷将史 (1981) 小児の膝内反・外反の逐年的推移に関するX線像の研究. *日本整形外科学会雑誌*, 55 (1) : 31-43.
- Hawes, M.R., Nachbauer, W., Sovak, D. and Nigg, B.M. (1992) Footprint parameters as a measure of arch height. *Foot Ankle*, 13 (1) : 22-26.
- 早川家正, 森 章行, 片山智幸, 武原充宣, 井口 傑 (2013) 三次元足型計測から中学生に必要とされる複数幅シューズの開発. *靴の医学*, 27 (2) : 6-9.
- 平沢彌一郎 (1985) 保健体育 新しい人体論. 日本放送出版協会, 東京.
- 平沢彌一郎, 中村猛男 (1989) 足の裏をはかる. 54-66. ポプラ社. 第11刷.
- Irwin, L.W. (1937) A study of the tendency of school children to develop flat-footedness. *Res.Q.*, 8 : 46-53.
- 岩田浩子 (1983) 幼児の移動運動における四肢協調型式の研究. *人類学雑誌*, 91 (2) : 131-152.
- 井筒紫乃, 五月女仁子, 川田裕次郎 (2014) 幼児の運動能力と足裏形態との関連性. *Journal of exercise science: bulletin of Research Institute of Physical Fitness*, 24 : 1-8.
- Jung (1982) Women in long distance running. *Ann Sports Med*, 1 : 17-22.
- Kalberg, J., Gellander, L. and Albertsson-Wikland, K. (1994) Seasonality in lower leg length velocity in prepubertal children. *Acta Paediatr*, 83 : 1249-1254.

- 春日晃章, 出村慎一, 松田繁樹, 青木宏樹 (2008) 幼児の土踏まず評価法の検討
-Hラインと土踏まず比を利用する方法の比較-. 教育医学, 53 (3) : 312-317.
- 川畑昌子, 芦沢玖美 (1987) 二児童の身体高径の一年間の成長の追跡. 日本人類
学雑誌, 95 : 195-198.
- 木岡悦子, 森 由紀, 古田幸子ほか (1996) 歩き始めの子どもを対象とした靴設計
に関する基礎的研究 (第1報) 成長と足部形状の分類. 日本家政学会誌, 47
(4) : 357-368.
- 國土将平, 中野貴博, 佐川哲也ほか (2010) タイ王国・ミャンマー連邦に居住する 8
民族の身長発育曲線の検討. 発育発達研究, 46 : 11-26.
- 腰野富久 (1985) 変形性膝関節症の病因. 分類と臨床所見. リウマチ, 25 : 191-
203.
- 小林正子 (1995) 発育から子どもを見る. 東京大学大学院教育学研究科紀要, 35:
339-359.
- 小林正子, 遠藤幸子, 高野 陽 (2004) 南北 5 地域保育所児童における身長・体重
の時系列解析による季節変動の検討. 小児保健研究, 63 : 535-543.
- Liu, K.M., Shinoda, K. and Akiyoshi, T. et al. (1998) Longitudinal Analysis of
Adolescent Growth of Foot Length and Stature of Children Living in Ogi Area
of Japan: A 12 Years Data. Zeltschrift fur Morphologie und Anthropologie, 82
(1) : 87-101.
- Maleta, K., Virtanen, S.M., Espo, M., Kulmala, T. and Ashorn, P. (2003) Seasonality
of growth and the relationship between weight and height gain in children under
three years of age in rural Malawi. Acta Pediatr, 92 : 491-493.
- Mall, N.A., Hardaker, W.M., Nunley, J.A. and Queen, R.M. (2007) The reliability
and reproducibility of foot type measurements using a mirrored foot photo box
and digital photography compared to caliper measurements. Journal of
Biomechanics, 40 : 1171-1176.
- Marshall, W.A. (1971) Evaluation of Growth Rate in Height over Periods of Less than
One Year. Archives of Disease in Childhood, 46 : 414-420.
- 松浦義行 (2005) 身体的発育発達論序説. 不昧堂出版 : 東京, 66-68.

- 松本健治, 國土将平 (1996) 鳥取市の保育園児における発育の時系列解析～身長と体重の季節変動～. 教育保健研究, 9 : 85-95.
- 松本直子, 西尾 巧, 勝 眞理ほか (1996) 歩行分析に基づいて設計したO脚対応靴の効果. 靴の医学, 10 : 76-81.
- 持丸正明, 山中龍宏, 西田佳史, 河内まき子 (2013) 子ども計測ハンドブック. 初版. 朝倉書店 : 東京, 21.
- 文部科学省 (2012) 幼児期運動指針ガイドブック.
- 森 由紀, 大森敏江, 木岡悦子 (2001) 足圧分布および筋電図解析からみた流行靴の問題点, 日本家政学会誌, 52 (2) : 411-420.
- Müller, S., Carlsohn, A., Müller, J., Baur, H. and Mayer, F. (2012) Static and dynamic foot characteristics in children aged 1-13 years : A cross-sectional study. Gait & Posture, 35 (3) : 389-394.
- 仲澤一也, 吉田伸太郎, 鴫田拓也, 佐々木克則, 小林 匠 (2014). 足サイズ計測方の検者内および検者間信頼性. 靴の医学, 28 (2) : 10-13.
- 根本芳男 (1966) 幼児の接地足跡発育変化に関する研究. 体育学研究, 11 (2) : 110-115.
- 日本学校保健学会 (2009) 足の健康と靴のしおり改訂版.
- 日本工業標準調査会 (1998) 靴のサイズ JIS S 5037 : 1998. 第2版. 財団法人日本規格協会: 東京, 1-13.
- 野田雄二 (1998) 足の裏からみた体. 講談社 : 東京, 105-142.
- 野田雄二 (1979) 日本の子どもの土ふまずに関する研究 (1) -土ふまずの形成過程とできあがり後の変化-. 玉川大学文学部紀要 20 : 39-66.
- 野田雄二 (1980) 日本の子どもの土ふまずに関する研究 (2) -幼児期の土踏まず形成時期及び生活環境が及ぼす影響について-. 玉川大学紀要 21:65-87.
- 野田雄二, 小川久夫 (1984) “はだし”のすすめ -健康は土ふまずから-. 小学館: 50-91.
- OECD (2012) Starting StrongⅢ : A Quality Toolbox for Early Childhood Education and Care, OECD Publishing
- 大野貞枝, 木下洋子, 柴田祥江ほか (1996) 成長期の足と靴との適合と外反母趾. 靴の医学 10 : 155-161.

- 大野貞枝, 梶野真人, 柴田祥江ほか (1997) 子ども靴と日本工業規格 JIS について: 靴の医学 11, 91-98.
- 大山良徳 (1976) 都市化に伴なう農村児童の季節差発育に関する研究—身長発育について—. 体力医学 25. 90-97.
- 岡田宣子 (1971) 日本人の身体比例の年齢的变化. 人類誌 79 (2) :139-150.
- 尾形敬史, 三輪智子, 丸山洋子ほか (1988) 小学生におけるX脚・O脚と体力・運動能力との関係についての研究 : 茨城大学教育学部紀要 (教育科学) 37 : 85-101.
- 萩原一輝, 城戸正博, 南 哲, 田中洋一, 川端徹郎 (1992) 幼稚園児の足の計測結果, 靴の医学 5 : 130-133.
- Razeghi, M. and Edward, M.B. (2002) Foot type classification: a critical review of current methods : Gait & posture, 15 (3) : 282-291.
- Rogers, F.R. (1932) Fundamental Administrative. Measures iii Physical Education. Pleiades, Newton, MA.
- Salenius, P. and Vankka, E. (1975) The Development of the Tibiofemoral Angle in Children. JBone Joint Surg Am, 57 : 259-261.
- Saltzman, C.L., Nawoczinski, D.A. and Talbot, K.D. (1995) Measurement of the medial longitudinal arch : Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.
- Reel, S., Rouse, S., Vernon, W. and Doherty, P. (2010) Reliability of a two-dimensional footprint measurement approach. Science and Justice, 50 : 113-118.
- 佐藤雅人ほか (1997) 幼児の足底アーチの発達と靴の調査—第3報. 靴の医学, 11 : 103-106.
- Schwartz, L., Britten, R.H. and Thompson, L.R. (1960) Studies in Physical Development and Posture (Report No.179) , U.S. Public Health Bulletin, U.S. Government Printing Office, Washington, DC.
- 柴田祥江, 大野貞枝, 中村 元ほか (2001) 幼児靴—保育園児の着用靴と足の成長—. 靴の医学, 2 : 27-32.

- 社団法人日本機械工業連合会, 社団法人人間生活工学研究センター (2008) 平成19年度機械製品の安全性向上のための子どもの身体特性データベースの構築及び身体特性データベースを用いた人体損傷可視化手法の開発に関する調査研究報告書. 57.
- 塩之谷香, 片瀬真由美, 宮崎康介ほか (2008) 不適切な靴が原因と考えられる成長期の下肢障害. 靴の医学, 22 (2) : 83-88.
- 塩之谷香 (2005) 足のトラブルは靴で治そう. 25-50. 中央法規出版. 第2版.
- 下枝恭子, 佐藤雅人, 佐藤栄作, 梅村元子 (1997) 幼児の足底アーチの発達と靴の調査 (第2報). 靴の医学, 10 : 162-164.
- 下枝恭子, 鈴木 精, 町田英一他 (1993) 小児の足の成長過程について. 靴の医学, 7 : 50-53.
- Smirak, J. (1960) Prispěvek k problematice ploche nohy u školni a prajijci mladeze. Slabikar Pedagogicke Nacladatelstvi, Prague.
- Staheli, L.T., Chew, D. and Corbett, M. (1987) The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults.
- Suda, A., Hoshi, H., Eto, M. and Ashizawa, K. (1976) Longitudinal Observation on the Limb Growth of Japanese-American Hybrids with Special Regard to Seasonal Variation. Journal of the Anthropological Society of Nippon, 84 (1) : 15-30.
- 田中敬子, 山本嘉一郎, 山下義昭, 奈良平典子, 楠 智一 (1999) 最近の幼児の身長発育について—平成5年度の大阪府における季節的変動を中心に—. 小児保健研究, 58 (3) : 417-422.
- 鶴田宏次, 萩原郡次, 磯本昭夫, 平井富弘 (1972) 発育期におけるO脚、X脚の年齢別変遷について. 日本体育学会大会号, 23.
- 戸部秀之 (1993) 体重発育における季節変動とその地域性に関する研究. 民族衛生, 59 (4) : 158-167.
- 東郷正美 (1998) 身体計測による発育学. 初版. 東京大学出版会: 東京, pp.27-59.
- Togo, M. and Togo, T. (1982) Time-series analysis of stature and body weight in five siblings. Ann. Hum. Biol, 9 (5) : 425-440.

- 高木雄基, 春日晃章, 濱口幸亮, 川治裕輝, 下田浩大, 福富恵介 (2013) 靴のサイズの違いが幼児の走りに及ぼす影響. 岐阜大学教育学部研究報告 (自然科学), 37 : 101-106.
- 高橋勇 (1954) 足跡印象並に足骨形態に関する研究 (第1報)、印刷国情従業員を対象とせる調査, 外科の領域, 2 (1) : 37-50.
- 坪井 宏, 田中靖久 (2003) 幼児の土踏まずについて一年齢による形成の変化一. 東海大学短期大学部生活科学研究所, 17 (1) : 41-47.
- 和田定, 萩原一輝 (1997) 子どもの足の成長と子どもの靴の等差について:靴のサイズの JIS 規格 S5037 の問題点. 靴の医学, 10 : 140-148.
- Waseda, A., Suda, Y., Inokuchi, S., Nishiwaki, Y. and Toyama, Y. (2014) Standard growth of the foot arch in childhood and adolescence-Derived from the measurement results of 10, 155 children. Foot and Ankle Surgery, 20 : 208-214.
- 上田恵子, 國土将平 (2017) 幼児における足成長の季節変動と身長および体重の発育速度との関連. 神戸大学大学院人間発達環境学研究科研究紀要, 11 (1) : 75-79.
- 上田恵子, 國土将平 (2014) 乳幼児の足の発育標準値のための基礎資料の検討. 靴の医学, 28 : 93-97.
- 上田恵子, 渡辺祐子, 柴田祥江, 國土将平, 大野貞枝 (2014) 幼児における足長成長速度の季節変動と身長および体重の発育速度との関連. 靴の医学, 28 (2) : 102-106.
- 上田恵子, 渡辺祐子, 柴田祥江, 國土将平, 大野貞枝 (2017) 幼児の足型計測方法の違いによる計測値の検討. 靴の医学, 30 : 100-104.
- 梅村元子, 佐藤雅人, 佐藤栄作, 岩橋正樹 (1996) 幼児の足底アーチの発達と靴の調査-3歳児を中心に-. 靴の医学, 9 : 86-88.
- ト 昭明, 小林正子 (1997) 東京と札幌の保育園児の 身長体重の時系列解析. 東京大学大学院教育学研究科紀要, 37 : 391-403.
- Xu, X., Wang, W.P., Guo, Z.P., Cheung, Y.B. and Karlberg, J. (2001) Seasonality of growth in Shanghai infants (n=4128) born in 11 consecutive years. European Journal of Clinical Nutrition, 55(8) : 714-725.

山崎純男, 西澤昭 (2009) 幼児の足部の発育・発達について (IV). 長崎女子短期
大学紀要, 33. -

財団法人日本規格協会 (1998) 靴のサイズ JIS 5037 : 1998. 第2版. 1-13.

財団法人日本学校保健学会 (2008). 足の健康と靴のしおり改訂版. 平成 21 年 4 月
20 日発行.

参考論文

【学術論文】

1. 上田恵子, 國土将平 (2017) 幼児における足成長の季節変動と身長および体重の発育速度との関連. 神戸大学大学院人間発達環境学研究科研究紀要, 11 (1) : 75-79. (査読あり)
2. 上田恵子, 國土将平 (2017) 幼児における足の発育の季節変動. 子どもと発育発達研究, 15 (2) : 105-110 . (査読なし)
3. 上田恵子, 國土将平 (2016) 幼児の脚形態 (外反膝・内反膝) の発育変化に関する横断的検討. 靴の医学, 30 : 141-146. (査読あり)
4. 上田恵子, 渡辺祐子, 柴田祥江, 國土将平, 大野貞枝 (2016) 幼児の足型計測方法の違いによる計測値の検討. 靴の医学, 30 : 100-104. (査読あり)
5. 上田恵子, 渡辺祐子, 柴田祥江, 國土将平, 大野貞枝 (2014) 幼児における足長成長速度の季節変動と身長および体重の発育速度との関連. 靴の医学, 28 : 102-106. (査読あり)
6. 上田恵子, 國土将平 (2014) 乳幼児の足の発育標準値のための基礎資料の検討. 靴の医学, 28 : 93-97. (査読あり)

【著書】

上田恵子 (2015)

マイナス 10 歳の体をつくる「あし育術」. 飛鳥新社. 平成 27 年 11 月刊行.