＜卒業研究：幼児体育＞

幼児の足部の発育・発達について(Ⅲ)

池　田　愛　咲・江　口　三佳子・大　城　桃　子
先　田　有　里・出　口　美　里・松　尾　優　香
山　崎　美　雪・吉　田　祥　子

Ⅰ　はじめに

文部科学省は児童生徒の運動能力体力テスト調査で，児童生徒の運動能力は昭和60年頃を境に全国的に低下傾向が続いている[1)]と報告している．これは小学生を対象とした調査であるが，その前の段階である幼児についても同様のことが示唆されているといえよう．

運動能力の低下傾向が続いているのはこどもの遊び環境や生育歴がその要因として大きく関わっているであろうと予想される．さらに，こどもの運動はまず立つこと，そして歩くことから始まるので，形態としては「歩く」「立つ」を最初に担う足に何か変化が起きているのではないかと考えられる．そこで私たちは，こどもの運動能力の低下の具体的な現象として，こどもの足に何が起きているのかを明らかにしたいと考え，このテーマを設定した．

4年前の初年度は，（財）発達科学教育センターから出されているKIDS SCHALE[20)]による調査を基に，1歳から6歳までのこどもの運動能力の発達や遅延の現状およびこどもを取り巻く遊び環境について調べた．研究方法は，1歳から6歳までのこどもを持つ保護者にアンケート調査を依頼し，得られた結果から，こどもの運動能力の発達や遅延の現状とこどもを取り巻く遊び環境の因果関係を調べた．アンケートは13の幼稚園と保育園に依頼した．最終的に11園から回答を得られ，有効回答は879件であった．

2年目の1昨年度は，さらに的を絞ってこどもの足趾形態について具体的な調査をした．運動能力に関わる要素としては，足部の骨格構造・足部を取り巻く筋や腱や靱帯・膝関節・股関節・下肢アライメントなどを総合的に見なければならないが，本研究では足部のみ（足首・足趾・足底）に的を絞って調査した．

足部を調べるといっても単に足の形や大きさが加齢と共にどのように変化するかを明らかにするだけでは根本的な解決にはならない．そこで本研究では運動能力と密接に関わっていると推測される足長・足幅・足高・母趾角・土踏まず・踵骨外反角などの項目等に的を絞り，それらの項目についての加齢変化・男女差・座位と立位の比較などの調査をした．年齢階層は初年度と同じ，1歳から6歳までの幼児についてこれらの項目を計測し，運動能力との関連などを明らかにしようとした．

3年目の昨年度は，1昨年度と昨年度ともに足型を計測した幼児・児童について，1年経過後のこどもたちの足にどのような変化が起きているか（経年変化）を調べた．

今年は4年目である．足趾形態の変化について調べ始めてからは3年目となる．昨年，各年齢階層における1年経過後の足趾形態の経年変化を調べたが，1年や2年の経過では顕著な経年変化は

見られなかったので，経年変化を見るのは当初の計画通り同一被検児の5年経過後とし，それまではさまざまな要因との関係を調べて分析することにした．

今年度は，本研究における基準点や基準線についての考え方を明確にしたので，3年分の全データを再分析し，全データの加齢変化を見た．さらに今年度は，幼児の普通保育群と裸足保育群の比較検討と成人女性の運動群と非運動群の比較検討を加えた．

Ⅱ　経緯

長崎女子短期大学　幼児教育学科　山崎ゼミ　幼児の足型測定実施日　２００７

月	日	曜	9	10	11	12	13	14	15	16	17	備　　考
5	15	火		←附属幼稚園								山崎・吉田・出口
5	18	金							←百合幼稚園			江口・先田・大城
5	21	月		←附属幼稚園								松尾・池田・下條
5	22	火		←つばさ保育園								山崎・吉田・池田
5	25	金							←百合幼稚園			江口・先田・大城
5	26	土		←附属幼稚園								橋本・松本
5	28	月		←茂木保育園								出口・松尾・下條
5	29	火		←つばさ保育園								吉田・出口・山崎
5	31	木		←茂木保育園								出口・松尾・池田
6	21	木		←古賀小学校1								松尾
6	26	火			←精道小学校1							下條
6	27	水				畝刈小学校1→						なし
6	28	木				南長崎小学校1→						なし
6	29	金				茂木小学校13→		(昼休み時間ギリギリ)				松尾・池田・大城
7	3	火				西城山小学校1→						影井・森
7	4	水				仁田小学校1→						江口・先田
7	5	木				虹丘小学校1→						なし
7	6	金				矢上小学校10→						江口・大城・山崎
7	11	水				大浦小学校1→						山崎・吉田
7	13	金				小島小学校5→						池田・下條・出口
7	18	水				滑石小学校6→						先田・吉田
9	4	火				高田小学校3→						住田
9	5	水				橘小学校3→						早崎
9	10	月					←愛宕小学校26　身体検査と並行					橋本・松本・山口
9	11	火					←愛宕小学校13　身体検査と並行					住田・早崎
9	12	水				時津小学校4→						先田
9	13	木				時津東小学校3→						先田
9	14	金				西北小学校5→						吉田
9	28	金						長崎女子高校→				なし
9	30	月						長崎商業高校→				なし
10	6	土						長崎西高校→				なし
10	7	日						純心女子高校→				なし
10	30	火						長崎女子短大→				なし
10	31	水						長崎女子短大→				なし
11	1	木						長崎女子短大→				なし
11	2	金						長崎女子短大→				なし

Ⅲ　方法

1　被検者

初年度に275名の幼児(幼稚園2・保育園2・個人8)の保護者から5年間継続計測の承諾を得た．

初年度は275名中208名の幼児を計測した(未計測者67名は中断・欠席・転校等の理由による)．

2年目は255名の幼児が計測できた．(未計測20名は転校等のやむを得ない事情による者のみ)．

2年目の分析対象者は196名(経年変化調査のため2年連続計測をした幼児のみを対象)．

3年目の今年は3年間の全被検児と，今年度追加した1～2歳児及び成人女性の被検者を加え，全805例のデータを分析した．

2　成人の被検者

保護者の計測は，承諾を得た父親38名と母親49名のうち，まだ父親3名と母親6名しか計測できていない．しかし，保護者のデータは被検児との遺伝的な関わりを調べるのが目的で，5年間のうちのどこかで1回だけ計測できればよいので，承諾を得た保護者全員の計測を終えてから遺伝的な影響を分析することとし，昨年同様今年度も保護者の分のデータ分析は行わない．

表1　被検者男女年齢別内訳

内訳	1才児	2才児	3才児	4才児	5才児	6才児	7歳児	成人	父	母
男	7	32	38	50	90	95	72		3	*
女	8	27	34	49	73	65	43	122	*	6
計	15	59	72	99	163	160	115	122	3	6

3　計測器具

初年度に，東京工業大学の平澤弥一郎教授が1969年に開発したピドスコープ[2)]に改良を加えた計測器具を自作した．改良を加えた点は座位と立位の両方の足趾形態を観察できるようにした点である．しかし，座位の撮影は昨年度までとし，今年度は座位の撮影は中止した．理由は，体重が軽い低年齢児の座位計測値はばらつきがあり，データとして使えるものが少ないからである．

図1　立位足底面の撮影方法（2005)

図2　立位足底面の撮影方法鏡映像(2006)

昨年，さらに2箇所に改良を加えた．ひとつは前方から当てるスポットライトを左右両前方から当てるようにしたことで影の部分を少なくした．もうひとつは足底部を観察するカメラ位置の変更である．初年度はデジタルカメラを計測器具の底面に置いて撮影をした（図1)．昨年と今

年は大人の足型計測を多数加えたので大人の足趾を画面にバランスよく収めるにはカメラ位置をスライドさせなければならない．そこでカメラをスライドさせられる台を設置し，映像は鏡映像でとらえるようにした（図2）．前方からの撮影は鏡映像になるので左右反転した画像となる．撮影は昨年同様オリンパスデジタルカメラ C-760 Ultra Zoom を用いた．

4　計測手順

被検者をピドスコープに座らせ，足の位置を固定させてから立たせる．画像は立位の足底面（土踏まず・足幅・踵幅・母趾角），右側方（足背高），左側方（足背高），後方（踵骨外半角），前方（足趾形態）の5方向から撮影した．

撮影の際の被検者の足の位置は，両足を2～5cm離し，踵骨の中央から第2中足骨を通る線（足軸）がカメラのレンズの中心線の延長に重なるように保たせる．大人の場合は両足を5～8cm離して立たせた．なお，直立の姿勢が安定するように目の高さの前方の一点を注視させた．

計測手順や計測方法は，発育発達の分野，体育学や運動学の分野，医学の分野などそれぞれの分野で独特の観点があり，一律に統一された計測方法はないが，私たちは日本整形外科学会のX線撮影による計測方法を参考にして計測を行った．側方撮影は内側撮影とせず外側撮影としたのは，内側撮影は一方の足を挙げて撮影しなければならず，撮影側の足にのみ体重がかかるので正確な立位自然体の足とはならないからである．

5　画像解析

昨年同様イノテック社の pixes2000_pro を用いた．pixes2000_pro を用いることによって初年度と変わったのは，土踏まずを面積比で表せるようになったことである．

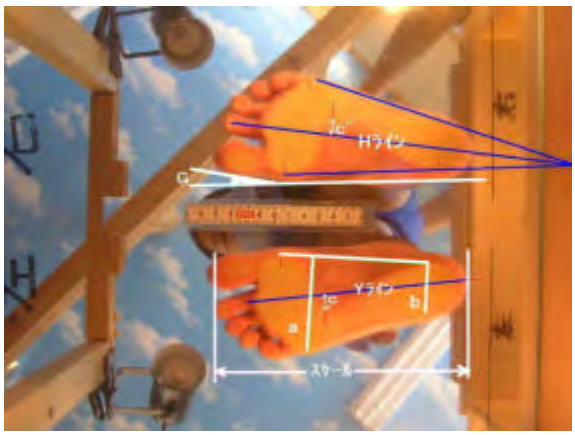

図3　足底面の計測1：鏡映像1（2007)

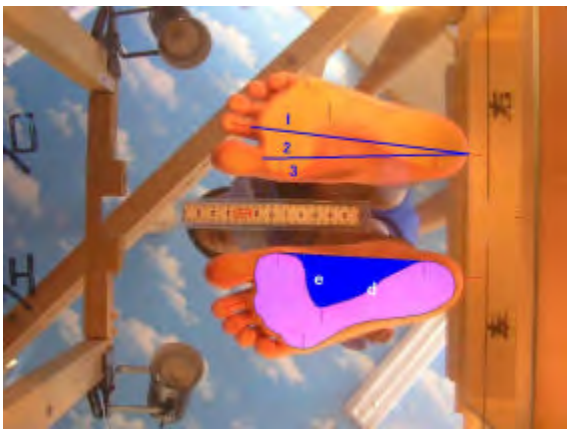

図4　足底面の計測2：鏡映像2(2006)

しかし，面積比（図4 e/d）だけで土踏まずを論ずるのは危険である．なぜなら，土踏まずの形状はさまざまで，大別しても長方形タイプ，台形タイプ，三角形タイプに分かれる．土踏まず面積が大きくても長方形タイプは土踏まず最深部が浅いし，三角形タイプは深い．土踏まずは，面積だけでなく，最深部がどこまで到達しているかも重要な要素なので，土踏まずを検討する場合は面積と最深部到達地点の両方から吟味しなければならない．

その，土踏まず最深部の到達地点を評価する方法として私たちは昨年まで簡便法[6]（図4）を用いた．多くの研究者は，土踏まず最深部を評価するのに平澤のHライン[17]を用いている．この方法はカメラで足底面の画像を撮影する方法がなかった時代の，足裏にスミを塗って（図6）紙に足型を写しとるという方法を用いていた頃に絶対的な権威を持っていた方法である．Hラインとは，足底面の外側線と内側線の交点から第2趾の中心に向かって引かれた線のことである（図3）．

当初，本研究ではこのHラインを用いての計測は難航した．第1の理由は，内側線と外側線の交点が踵後方のかなり遠い位置になるので，交点の位置の誤差の範囲が大きくなることであった．第2の理由は，Hラインが第2趾の中心を通るのであるが，被検者の中には第2趾が浮いていて接地していないものや，本来置かれるべき位置からずれていて，第2趾の趾先の位置を特定できない事例が出現したことである．

そこで私たちはHラインに変わるものとしてYライン（図3）を採用することにした．Yラインとは，第2趾の付け根中央部（解剖学的には第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のことである．（図3）（図5）．

Hラインから土踏まず最深部までの距離とYラインから土踏まず最深部までの距離の相関を調べるために，私たちは被検者の各年齢階層から10名ずつをランダムに選び出し，HラインとYラインから土踏まず最深部までの距離を計測したが，相関係数は0.991であった（表2）．

さらに今年度は，画像解析のスケールの使い方でも工夫を加えた．初年度の側方の画像解析では第2趾前方に置いたスケールをもとにして足長と足背高を計測したが，昨年度と今年度は第2趾前方に置いたスケールを外した（図7）．理由は，計測補助者が替わるごとにスケールを置く位置がずれ，正確な計測値を出すことができない危険性があったからである．替わりのスケールは図3に示すように，踵先端から第2趾先端までの，カメラから見た平行な距離とし，その長さはガラス面に貼り付けたメモリ付きのスケールをもとにして算出した．

また，昨年度途中からMP関節の位置を示すマーカーも外している（図7）．このマーカーは足長を計測する場合の目印として利用していたが，こどもの足は先端部分が非常にやわらかくてMP関節の関節裂隙を触診で探し当てるのが難しい．そこで本研究での足長は，HラインとYラインについて説明したように，足底面の画像における第2趾付け根から踵先端までの最長距離とした．図3のYラインの長さが本研究の足長の実測値である．図5はX線撮影による整形外科の分野における足長を示した．

表2　HラインYライン相関

#	氏名	性	年齢	実寸(mm)	
				Hライン	Yライン
1	1507596	1	1.0	-13.6	-14.4
2	1507606	1	1.0	-16.3	-14.3
3	1507626	2	1.0	-10.1	-9.4
4	1507636	2	1.0	-6.4	-6.2
5	1507646	1	1.0	4.3	4.7
6	1507656	1	1.0	4.1	4.1
7	1507666	1	1.0	-13.0	-12.1
8	1507676	1	1.0	-16.0	-16.7
9	1507696	1	1.0	8.1	8.9
10	1507716	1	1.0	-8.1	-7.3
11	2306396	2	2.0	1.0	1.0
12	2306436	2	2.0	-5.9	-5.4
13	2406726	2	2.0	1.5	1.2
14	2506456	1	2.0	-3.5	-2.5
15	2506466	2	2.0	5.9	4.4
16	2506496	1	2.0	4.1	4.9
17	2506566	2	2.0	5.3	6.4
18	2506576	1	2.0	2.0	1.8
19	2507556	2	2.0	-8.2	-7.4
20	2507676	1	2.0	-16.4	-15.6
21	3106076	1	3.0	7.0	6.3
22	3306206	2	3.0	5.1	5.8
23	3306226	1	3.0	4.3	5.6
24	3306306	2	3.0	12.2	12.2
25	3306326	1	3.0	0.0	0.0
26	3306336	1	3.0	-9.4	-9.2
27	3306366	1	3.0	5.5	4.8
28	3506026	1	3.0	12.4	11.1
29	3506036	2	3.0	6.9	6.4
30	3506146	2	3.0	-1.6	-1.4
31	4107076	1	4.0	6.4	5.7
32	4307206	2	4.0	7.8	8.0
33	4307216	1	4.0	14.7	13.5
34	4307326	1	4.0	4.9	7.7
35	4307336	1	4.0	-10.5	-10.3
36	4307366	1	4.0	2.7	3.6
37	4507026	1	4.0	9.4	9.4
38	4507036	1	4.0	5.6	6.2
39	4507146	2	4.0	0.0	0.5
40	4507446	2	4.0	3.1	2.8
41	5207396	2	5.0	13.0	11.8
42	5307196	1	5.0	5.5	8.3
43	5307236	1	5.0	7.9	8.2
44	5307246	1	5.0	12.5	14.4
45	5307296	2	5.0	4.8	5.7
46	5307376	2	5.0	8.4	9.3
47	5407016	2	5.0	9.0	10.7
48	5407086	1	5.0	-1.2	1.9
49	5507056	1	5.0	2.0	2.2
50	5507236	1	5.0	5.7	5.4
51	6207366	2	6.0	8.7	9.9
52	6207406	2	6.0	15.9	16.6
53	6207436	1	6.0	13.6	12.7
54	6207486	1	6.0	16.1	15.3
55	6307166	2	6.0	9.6	10.2
56	6307286	1	6.0	5.0	4.9
57	6407046	2	6.0	9.3	7.6
58	6507166	1	6.0	7.8	10.1
59	6507186	2	6.0	4.9	6.3
60	6507426	2	6.0	6.0	4.8
61	7107036	2	7.0	10.2	10.1
62	7207206	1	7.0	13.1	11.7
63	7207216	1	7.0	11.0	10.8
64	7207496	1	7.0	10.4	10.4
65	7207516	1	7.0	12.6	11.9
66	7207596	2	7.0	9.0	7.7
67	7407026	1	7.0	13.9	12.7
68	7407256	2	7.0	8.9	8.7
69	7507296	1	7.0	3.9	2.1
70	7507366	2	7.0	10.3	9.4

1)　土踏まず

これまでもっとも多く採用されてきた土踏まずの判定方法は，土踏まず最深部がHラインより内側にあれば土踏まずができたと判定する方法である[9]．この方法は，内側線と外側線の交点をパソコン上で作図するのが非常に難しいので当初から本研究では採用していない．昨年私たちが採用した方法は2種類ある．ひとつは踵中央から第1趾のＭＰ関節中央と第2趾ＭＰ関節中央に向かって直線を引き，それによってできた3区画（図4に示す1,2,3の区画）のどこを土踏まず最深部が通過しているかで扁平度を判定し，0から3までのカテゴリーで分類した[11]．区画0が凹足（足底中央部分が接地していない），区画1は土踏まずができている，区画2は土踏まずができつつある，区画3が土踏まずができていないとした．

図5　骨模型による足底面

もうひとつの方法は，足底接地部全面積（図4の足底全面）と接地していない部分（図4の濃い色の部分）の面積比で扁平度を判定する方法である．さらに昨年は，足幅（図3の線分a）と内側線から土踏まず最深部までの距離の比率も扁平度の指標とする方法として採用した（的場法）[21]が，今年度はこれを破棄し，Ｙラインから土踏まず最深部までの距離（図3のc）で扁平度を判定する方法と，昨年に引き続き面積比で扁平度を判定する方法の2種類とした．

足幅(図3の線分a)・踵幅（図3の線分b）は外側前部及び外側踵部の突出部位から内側線に向かって引いた垂線の長さとし，外測線は計測基準線から除外した．その理由は，内側線は内側前部の突出部位と内側踵部の突出部位に接する直線を引くことが容易だが，外側線は特に低年齢児の場合足底中央部がくびれているという形状をなしていない場合が多く，外側前部と外側踵部の突出部位の2点間の接線を引くことができない事例が出現するからである．

2)　母趾角

母趾角の判定は初年度から変わらず，内側線と母趾線のなす角とした．但し，図3に示すように足幅や土踏まずの最深部の計測の場合の基準線は接地部における内側線としたが，母趾角を計測する場合の内側線と母趾線は画像のもっとも外側の前後の突出した部分に接する線とした．その理由は，特に母趾角を計測する場合，趾先の接地部は被検者のわずかな姿勢の変化により位置や形が変わりやすい部位なので，それを内側線の基準点とするのを避けた．

本研究はＸ線撮影によるものではないが，整形外科的基準では第1中足骨と母趾基節骨とのなす角を母趾角とし，それが15度以上のものを外反母趾としている[8]．それに伴い，本研究でも母趾角15度以上のものを外反母趾とした．

3)　足背高と足長

昨年度までの側方からの撮影（図6）は，リスフラン関節とＭＰ関節の上にマーカーを置き，それを目印として足背高／足長を計測した．これは，Ｘ線撮影による内側縦アーチの計測法であ

る横倉法[3]を参考にしたものである．横倉法による計測法では，足長を第1中足骨頭内側種子骨下縁と踵骨隆起下端と接地面との接点間の長さとし，その長さに対する各関節中心部までの高さを%で表しているが，本研究はＸ線撮影による計測ではないので関節中心部を特定することはできない．そこで本研究の足長は踵点から第2中足骨遠位端までの長さとし，足背高はもっとも上下移動が多く，触診によりその部位を確認しやすい第2中足骨リスフラン関節上縁から接地面まで

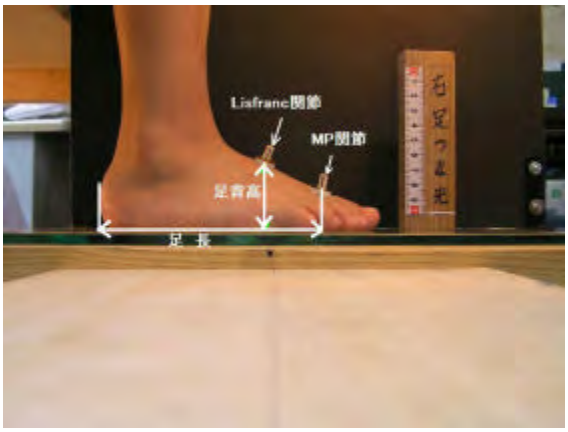

図6　足背高／足長（昨年度までの方法）

図7　側面からの撮影（今年度の方法）

の高さとした．ただし，昨年度と今年度の足長はマーカーの位置で判定するのではなく，Ｙラインの長さとした．その理由は前述のとおりである．

足長と足背高について図8を用いて述べておきたい．足長とは足先点（第2趾の先端）から踵点

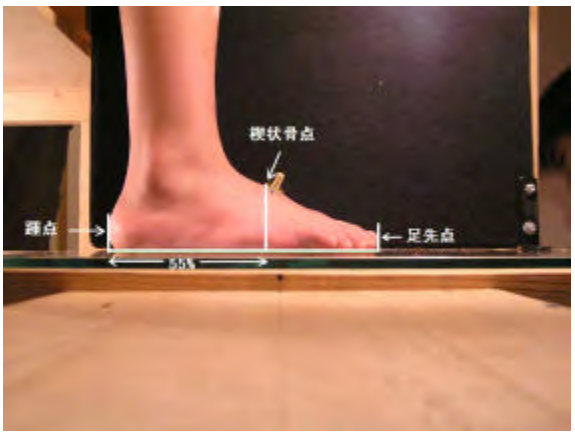

図8　足背高と足長の定義

図9　Lisfranc関節とＭＰ関節

までの長さのことをいう，また，足背高は接地面から楔状骨点までの高さのことをいい，楔状骨点は，踵点と足先点を結ぶ線（足軸という）に沿って足長の55%位置における足背の最高点とする，と述べてある文献や書籍は多い[22]．本研究ではそのことを充分承知の上で，足長は整形外科の解剖学的基準（横倉法等）を採用し，足背高は触診でもっとも把握しやすい第一楔状骨の遠位端とした．

4)　足幅と踵幅

初年度は，内側線と外側線が足底前部と踵部のもっとも幅広い部分と接した点を結んだ線分を足幅及び踵幅としたが昨年度からそれを変更し，図3の線分aを足幅，線分bを踵幅としている．

これは基準線を内側線とし，そこから垂直に立てた線が足底前部と踵部のもっとも幅広い部分と交わる点までの線分の長さとしたものだが，基準線を内側線だけとし，外側線を基準線から除外した理由は，前述のとおりである．

5)　踵骨外反角

図10　踵骨外反角

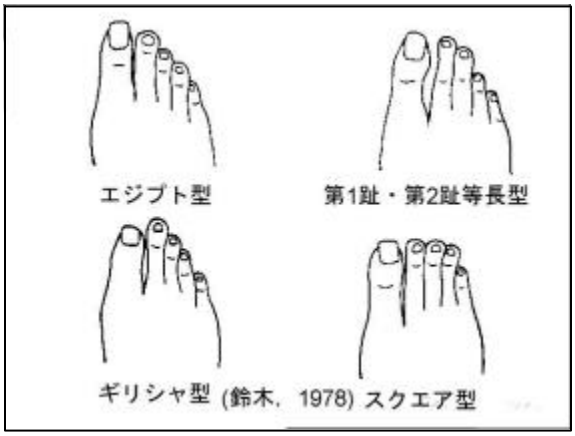

図11　足趾形状

アキレス腱と踵骨のなす角を計測した（図10）．幼児の踵骨はほぼ例外なく外反しており[12]，それが成長とともに直立に近くなっていくといわれている．本研究はその確認と，そのことが土踏まずの形成過程や母趾角の変化と関連していないかどうかを見ようとした．画像からアキレス腱と踵骨の傾きを計測し，その角度を踵骨外反角とした[13]．

6)　足趾の形状

足趾形状の撮影は初年度から変わっていない．立位前方からの撮影と足底面からの撮影の両方で調べた．足趾の形状は4種別に分かれている（図11）．重複するので説明は省く．

Ⅳ　結果

初年度は計測結果を年齢別と男女別および座位と立位で比較検討したが，2年目の昨年度からは座位の計測は破棄し，立位の計測結果だけを比較検討することにした．理由は，Ⅲの3で述べた通りである．

本研究は，幼児の足趾形態の経年変化を見ることを目的として始めたので，2年目の昨年度は同一被検児の1年経過後の変化を見た．経年変化を見るには2年連続で計測を受けた被検児のデータしか比較検討できない．どちらか一方しか計測を受けていない被検児のデータは活かせず，全255名の計測実施者のうち196名のデータしか比較検討できなかった．ある年齢階層においてはデータ数が足りず，納得のいく結果が得られなかった．

そこで，経年変化を見ることは最終年度に行うこととして，今年度は新たな視点で検討することにした．新たな視点の第1は，3年間計測した全データ683例を年齢階層毎に分け，加齢変化を見ることにしたことである．経年変化を見る場合は3年間連続して計測を受けている被検児のデータは一人分のデータとして扱うが，加齢変化を見る場合は各年度の年齢階層で1人分のデータとして登場するので，3年間のデータをまとめる場合は3人分のデータとなる．

新たな視点の第2は，普通保育群と裸足保育群の差異の検討を試みたことである．協力して貰う幼稚園と保育園合計4園のうちの1園だけが裸足保育を推進している保育園であるが，3年分をまとめたのでデータ数が多くなり，普通保育と裸足保育の差異の検討が可能になったので両者の比較を試みた．

新たな視点の第3は，女子高校生と女子短大生の協力を得て運動群と非運動群の成人女性のデータを得ることができたので，現在調査中の女児の将来を予測してみようとしたことである．男児女児両方についての将来の予測ではなく女児についてのみ調査したのは，現在調査対象になっている7歳児以降の児童の計測については保護者の同意，学校側の協力，時間と場所の設定，計測補助員の確保など解決しなければならない問題が多かったことと，運動群と非運動群を比較する場合に，小学校の3年生頃から本格的にスポーツ活動を開始し，その後スポーツ活動を継続している被検者群と，小学生の頃からまったくスポーツ活動をしてない同世代の被検者群の協力を得易かったのが女子高校生と女子短大生だったからである．

なお，計測時の年齢設定は，初年度のみ計測年月日から算出した年齢としたが，2年目以降は初年度と異なった計測日であったとしても，初年度から暦年経過後としてデータを処理した．即ち，初年度の計測時期が3.0才だった被検児が翌年度は3.9才が計測時期となる場合が出てくるが，そのような場合にはこの被検児は翌年度3才児グループでデータ処理するのではなく，4才児グループとして処理するということである．数百人単位で毎年観察するという作業で，1人ひとりを毎年全く同じ日時で計測するというのは無理なのでこのような事例が出現するのはやむを得ない．

1　年齢別・男女別・成人女性運動群と非運動群の平均値と標準偏差

計測を実施した各グループ間に差がないかどうかを調べるために，各項目について分散分析を実施した．その結果各グループ間に差が見られなかったのですべての被検者をひとまとめにして分析を行った．

被検者全員の各項目についての立位・男女別・年齢別の平均値と標準偏差を表3に示した．被検者全データの内訳は，初年度210名，2年目249名，今年度336名の計805名である．今年度336名の内訳は，初年度から継続している児童が202名，今年度新たに保護者の承諾を得て追加した1歳児と2歳児が22名，今年度のみ追加した女子高校生と女子短大生が122名である．

本研究開始当初に得られた保護者の同意書は275名．今年度計測ができた被検児は204名で当初より75名の減となったが，その理由は転園，転校，途中辞退，8歳になったので計測対象年齢を超えたため等による．

今年度新たに保護者承諾書を得て1歳児と2歳児の被検児を増やした理由は，低年齢児は撮影時に泣きだしたり，撮影終了までじっと立っていられなくて，データとしてカウントできなくなる例が多く，3歳児以降のデータ数に比べると極端に数が少なくなってしまったからである．

今年度新たに追加して承諾書が得られた1歳児と2歳児の数は26名．その中で4名が途中で泣きだしたり，撮影途中で動いたりして計測不能となってしまった．新たに追加した22名の幼児については，当初の275名の園児からすると2年遅れて計測を開始することになるので終了年度も他の

園児より2年遅れる．

経年変化観察の該当者は，2年目ですでに275名から79名減の196名となり，3年目の今年度はさらに昨年から30名減の166名となってしまった．研究当初の目標である5年継続での経年変化を観察できる被検者の数が，この経過からすると最終年度に観察が成立する人数はかなり減ると思われるが，その間得られた多数のデータは無駄にせず，経年変化とは違う観点から分析するために有効利用したいと思う．

表3　全被検者立位計測値

男児		身長	体重	足幅g	踵幅g	面積d	面積e	b/a%	長/区%	e/d%	区	母角外	踵外反	足長f	スケール	足甲g	g/f%	足幅g	踵幅g	面積d	面積e	b/a%	長/区%	e/d%	区	母角外	踵外反	足長f	スケール	足甲g	g/f%
1歳男	AVG	81.5	11.3	48.8	31.8	3692	290	65.3	-7.9	7.6	-8.4	6.6	8.1	109.9	125.2	30.6	27.9	48.1	30.5	3661	320	64.0	-7.3	8.4	-7.7	5.4	8.9	110.1	124.7	31.0	28.2
	STD	2.08	0.94	2.20	1.13	270	223	5.06	9.17	5.67	9.80	5.97	3.76	5.56	5.71	2.54	1.52	3.33	3.59	292	262	10.76	9.85	6.65	10.64	3.95	4.38	6.04	6.33	1.84	1.68
	N	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
2歳男	AVG	88.4	12.7	51.1	33.4	4264	610	65.5	-0.3	14.3	-0.7	5.5	8.2	118.5	134.6	32.6	27.6	50.8	32.4	4256	614	63.9	-0.5	14.2	-0.3	3.0	7.9	118.5	134.1	33.4	28.2
	STD	3.26	1.43	3.74	4.03	500	336	7.89	9.46	7.71	10.45	4.64	3.77	7.46	8.97	2.24	2.05	3.94	3.25	525	342	6.18	8.79	7.61	10.14	4.90	4.44	7.18	8.58	3.06	2.16
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
3歳男	AVG	95.9	14.8	53.9	34.2	4833	796	63.5	0.9	16.4	1.0	6.9	7.8	129.1	146.0	34.7	26.9	54.1	33.3	4783	796	61.8	0.3	16.5	0.6	5.7	7.9	128.6	145.3	34.3	26.7
	STD	3.29	1.28	3.34	3.31	499	370	6.33	6.98	7.22	9.04	4.26	2.84	6.49	7.16	2.43	2.06	3.35	3.14	508	397	6.13	7.61	7.78	9.90	4.95	3.06	6.39	6.89	2.24	1.83
	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
4歳男	AVG	102.6	16.5	56.7	34.1	5270	983	60.2	2.8	19.2	3.0	6.3	8.5	136.5	154.9	35.0	25.6	56.6	34.1	5356	978	60.3	2.7	19.0	2.1	6.2	9.4	136.1	153.9	35.2	25.9
	STD	4.29	1.92	4.27	3.16	588	478	5.44	6.64	8.38	9.45	4.40	2.62	6.40	7.18	2.67	1.63	4.42	3.03	616	490	5.45	6.93	9.00	10.40	3.93	3.45	6.44	7.24	2.76	1.61
	N	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
5歳男	AVG	109.3	18.7	59.1	35.3	5840	1342	60.7	5.4	23.7	6.8	6.8	8.5	144.3	163.7	37.4	26.0	59.0	34.9	5832	1353	59.3	5.0	23.5	6.6	6.8	9.0	143.9	162.9	37.2	25.9
	STD	5.01	2.46	3.83	4.39	586	447	5.37	5.26	6.83	8.21	4.16	3.16	7.27	8.58	2.60	1.78	3.84	3.03	612	439	5.20	4.78	6.48	7.98	3.68	3.09	7.27	8.56	2.52	1.64
	N	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
6歳男	AVG	115.1	21.0	61.1	36.4	6321	1611	59.7	6.3	25.7	9.0	7.2	8.8	152.5	173.0	38.4	25.2	61.1	36.2	6342	1646	59.4	6.1	26.3	9.0	6.5	9.5	152.1	172.2	38.8	25.5
	STD	5.80	3.58	4.20	2.77	667	444	4.28	4.13	6.49	7.03	3.71	3.37	7.46	8.32	2.42	1.67	4.46	2.87	708	450	4.50	4.66	6.82	7.55	4.14	3.11	7.21	8.29	2.60	1.71
	N	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
7歳男	AVG	121.1	23.7	63.2	37.6	6896	1864	59.6	7.0	27.0	11.2	7.9	9.1	160.8	182.4	40.5	25.2	63.0	37.0	6905	1864	58.8	6.7	27.0	10.4	7.5	10.0	159.9	181.0	40.9	25.6
	STD	5.22	4.02	3.83	3.33	692	489	5.07	4.53	6.64	7.31	3.73	2.26	6.88	8.58	2.80	1.73	3.80	3.36	690	535	4.94	4.84	7.37	8.24	4.18	2.91	6.63	8.15	2.84	1.76
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
女児		身長	体重	足幅g	踵幅g	面積d	面積e	b/a%	長/区%	e/d%	区	母角外	踵外反	足長f	スケール	足甲g	g/f%	足幅g	踵幅g	面積d	面積e	b/a%	長/区%	e/d%	区	母角外	踵外反	足長f	スケール	足甲g	g/f%
1歳女	AVG	78.9	10.7	47.2	30.7	3484	383	65.4	-3.5	10.5	-3.5	1.8	6.6	105.9	119.9	30.6	28.9	47.3	29.6	3461	480	62.8	-2.7	13.5	-2.6	0.1	6.5	106.0	120.1	31.8	30.0
	STD	3.99	1.04	3.34	3.29	398	306	8.86	7.15	8.14	7.48	6.71	3.38	6.66	8.14	2.27	1.84	2.75	3.94	388	370	9.58	7.41	9.97	7.98	4.49	2.93	6.82	7.43	2.74	2.35
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
2歳女	AVG	88.7	12.6	50.4	32.5	4102	551	64.6	-1.5	13.2	-1.7	2.5	7.9	117.4	134.0	32.1	27.4	49.4	31.6	4072	523	64.2	-2.3	12.7	-2.9	2.9	7.3	117.1	132.8	31.5	27.0
	STD	4.81	1.06	2.60	3.81	416	353	8.25	7.96	7.91	8.94	6.92	4.10	6.16	6.84	2.23	1.82	3.25	3.35	376	337	7.94	7.74	7.75	8.66	4.47	4.06	6.63	7.43	2.29	1.89
	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
3歳女	AVG	94.9	14.3	53.0	32.5	4625	868	61.5	1.4	18.8	1.6	6.1	7.7	127.1	144.9	32.5	25.6	53.1	32.7	4667	866	61.6	1.1	18.5	1.3	4.2	8.0	127.2	144.0	32.0	25.2
	STD	4.17	1.33	3.80	2.96	543	396	7.00	7.61	8.26	9.27	4.12	2.78	6.79	7.74	2.13	1.54	3.05	3.61	488	441	6.45	7.63	9.25	9.39	4.06	2.94	6.77	7.43	2.50	2.10
	N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
4歳女	AVG	102.4	16.0	54.6	33.5	5040	1141	61.6	4.7	23.6	5.3	6.0	7.9	135.9	154.8	34.2	25.2	54.6	33.3	5107	1156	61.2	4.6	23.3	5.5	4.9	8.1	135.3	153.9	34.0	25.1
	STD	5.10	1.56	3.78	2.77	523	396	5.91	5.68	6.78	8.22	4.45	2.78	6.30	7.40	2.27	1.56	3.49	2.47	521	449	4.95	5.93	8.01	8.75	4.51	3.40	5.79	7.07	2.63	1.82
	N	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
5歳女	AVG	108.2	17.9	56.8	34.7	5586	1361	61.3	5.4	24.9	7.3	6.2	8.1	142.4	161.9	35.5	25.0	57.4	33.9	5630	1399	59.3	5.5	25.3	7.3	5.4	8.1	141.7	160.9	35.6	25.2
	STD	4.40	1.65	3.38	2.86	477	534	5.67	6.02	9.18	8.50	4.82	2.39	8.39	9.76	2.55	1.55	3.74	2.80	511	494	5.03	6.21	8.37	8.92	4.10	2.92	8.24	9.46	2.70	1.75
	N	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73
6歳女	AVG	114.3	20.4	59.6	35.8	6085	1592	60.2	6.8	26.4	10.0	7.3	7.3	150.9	171.3	37.5	24.9	59.7	35.8	6161	1617	60.0	6.6	26.6	9.7	6.9	7.3	150.3	170.4	37.7	25.1
	STD	4.72	2.20	3.39	2.99	670	451	5.06	5.38	7.06	8.32	4.59	2.67	6.44	7.62	2.48	1.67	3.51	2.50	614	498	3.75	5.66	7.72	8.68	4.65	2.95	6.37	7.60	2.51	1.65
	N	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
7歳女	AVG	119.9	22.8	61.7	37.4	6628	1812	60.8	7.3	27.6	11.4	7.5	8.2	158.6	179.3	39.1	24.6	61.3	36.7	6639	1851	59.9	7.1	28.1	11.2	7.5	8.0	157.5	178.1	39.0	24.8
	STD	4.79	3.01	3.78	2.54	553	463	4.69	4.56	6.03	7.68	4.81	2.51	6.79	7.46	2.49	1.21	3.96	2.53	569	440	3.76	4.15	5.59	6.65	5.14	2.85	6.51	7.25	2.42	1.41
	N	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
成人		身長	体重	足幅g	踵幅g	面積d	面積e	b/a%	長/区%	e/d%	区	母角外	踵外反	足長f	スケール	足甲g	g/f%	足幅g	踵幅g	面積d	面積e	b/a%	長/区%	e/d%	区	母角外	踵外反	足長f	スケール	足甲g	g/f%
運動群	AVG	162.4	54.7	82.8	47.2	11235	3361	57.2	8.5	29.9	16.9	12.0	6.9	199.0	229.1	50.4	25.3	81.3	46.1	10972	3298	56.8	8.7	30.1	16.6	11.5	6.2	193.0	222.6	48.8	25.3
	STD	6.72	5.81	5.00	3.12	1043	559	3.66	2.77	4.53	5.65	4.39	2.67	8.71	11.14	3.07	1.69	4.60	3.22	968	507	4.05	3.08	4.03	5.28	3.92	2.35	15.07	17.83	4.16	1.53
	N	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
非運動	AVG	157.3	51.5	77.3	45.5	10067	2954	58.9	8.6	29.5	16.5	11.1	9.5	192.2	219.8	48.8	25.4	76.4	45.0	10073	3013	58.9	8.1	30.1	15.5	10.6	8.3	191.7	219.0	49.1	25.6
	STD	5.35	8.89	4.42	2.81	897	409	3.35	2.52	4.27	4.68	6.04	2.68	8.38	9.74	3.27	1.82	4.11	2.90	871	338	3.61	1.94	3.71	3.44	6.03	2.57	7.95	9.24	3.14	1.63
	N	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

2　土踏まず

1)面積比

土踏まず面積比男女別の加齢変化を図12と図13のグラフに示した．男女左右ともに年齢が上がるにつれて面積比が増大しているのは過去2年間のデータと同じである．視覚的には加齢とともに面積比は増大しているが分散分析で調べた結果でも有意差が出た．t検定の（表4・表5）結果では，男女共どの年齢階層においても左右の値に有意差はないが，加齢変化においては男児の4

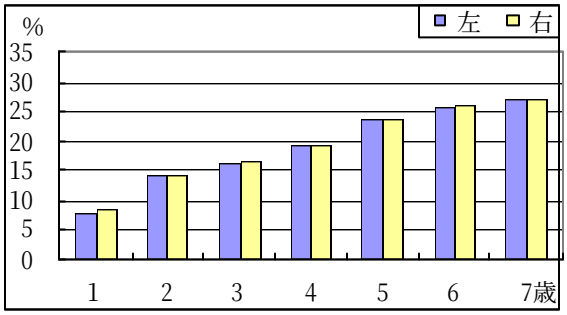

図12　土踏まず加齢変化　男

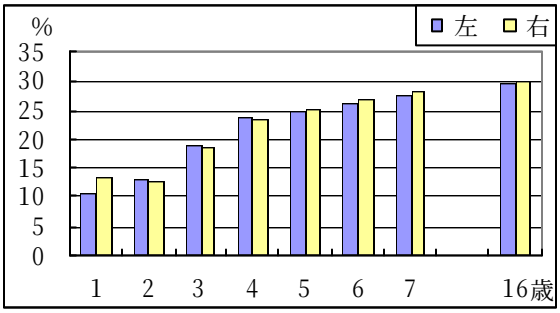

図13　土踏まず加齢変化　女

表4　土踏まずt検定男児左右

		左	右
1才	平均値	7.63	8.41
7	標準偏差	5.67	6.65
		*	
2才	平均値	14.35	14.20
32	標準偏差	7.71	7.61
3才	平均値	16.37	16.54
38	標準偏差	7.22	7.78
4才	平均値	19.16	19.02
50	標準偏差	8.38	9.00
		**	**
5才	平均値	23.72	23.53
90	標準偏差	6.83	6.48
		*	**
6才	平均値	25.69	26.31
95	標準偏差	6.49	6.82
7才	平均値	26.98	26.95
72	標準偏差	6.64	7.37
		*p<0.05	**p<0.01

表5　土踏まずt検定女児左右

		左	右
1才	平均値	10.52	13.52
8	標準偏差	8.14	9.97
2才	平均値	13.21	12.73
27	標準偏差	7.91	7.75
		*	*
3才	平均値	18.76	18.46
34	標準偏差	8.26	9.25
		*	*
4才	平均値	23.61	23.34
49	標準偏差	6.78	8.01
5才	平均値	24.86	25.27
73	標準偏差	9.18	8.37
6才	平均値	26.35	26.57
65	標準偏差	7.06	7.72
7才	平均値	27.65	28.11
43	標準偏差	6.03	5.59
		*	*
高大	平均値	29.72	30.06
122	標準偏差	4.39	3.86
		*p<0.05	

歳と5歳，5歳と6歳の左右両測共に有意差が見られ，女児は男児よりも1年ずつ早まり，2歳と3歳，3歳と4歳の左右両測に有意差が見られた．さらに女性の みについて成人の足趾形態も計測したが，女児7歳と成人女性の間には左右とも有意差が見られた．女児と男児の加齢変化に有意差が見られるかについても調べ，その結果を図14と図15，表6と表7に示した．

図14と図15のグラフからは，左右ともに男女ほぼ同じように右上がりの傾向を示すが，4歳児についてのみ男女間に有意差がある．このことは表6と表7に示すt検定結果にも表れている．

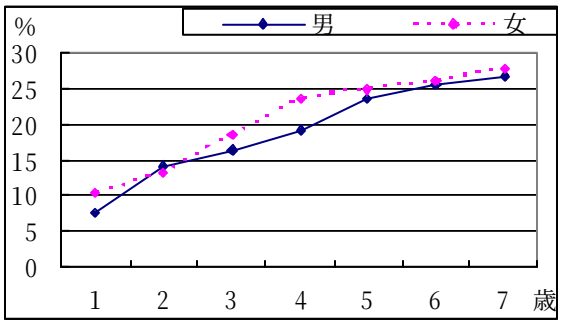

図14　土踏まず加齢変化男女比較　左

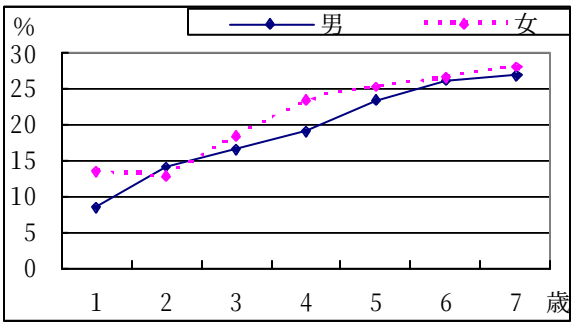

図15　土踏まず加齢変化男女比較　右

2)土踏まず最深部到達点

昨年までと変わった視点で捉えた計測値が，土踏まず最深部がYラインを超えるかどうかという値である．Yラインを超えたら＋，Yラインと重なれば0，Yラインに届かないのを－とし，

その実測値を出した．ただし，実測値はそのままデータとして使用するのではなく，加齢とともに確実に変化する足長と比較した比率を出すことによって，その比率の加齢変化を見た．

図16から図19に示したグラフの棒の色の濃い部分が＋の域に達している割合である．加齢変化の様相は，

表6　土踏まず男女差t検定左

		男左		女左
1才	平均値	7.63		10.52
	標準偏差	5.67		8.14
N	7：8	*		
2才	平均値	14.35		13.21
	標準偏差	7.71		7.91
N	32：27			*
3才	平均値	16.37		18.76
	標準偏差	7.22		8.26
N	38：34			*
4才	平均値	19.16	**	23.61
	標準偏差	8.38		6.78
N	50：49	**		
5才	平均値	23.72		24.86
	標準偏差	6.83		9.18
N	90：73	*		
6才	平均値	25.69		26.35
	標準偏差	6.49		7.06
N	95：65			
7才	平均値	26.98		27.65
	標準偏差	6.64		6.03
N	72：43	*p<0.05		**p<0.01

表7　土踏まず男女差t検定右

		男右		女右
1才	平均値	8.41		13.52
	標準偏差	6.65		9.97
N	7：8			
2才	平均値	14.20		12.73
	標準偏差	7.61		7.75
N	32：27			*
3才	平均値	16.54		18.46
	標準偏差	7.78		9.25
N	38：34			*
4才	平均値	19.02	*	23.34
	標準偏差	9.00		8.01
N	50：49	**		
5才	平均値	23.53		25.27
	標準偏差	6.48		8.37
N	90：73	**		
6才	平均値	26.31		26.57
	標準偏差	6.82		7.72
N	95：65			
7才	平均値	26.95		28.11
	標準偏差	7.37		5.59
N	72：43	*p<0.05		**p<0.01

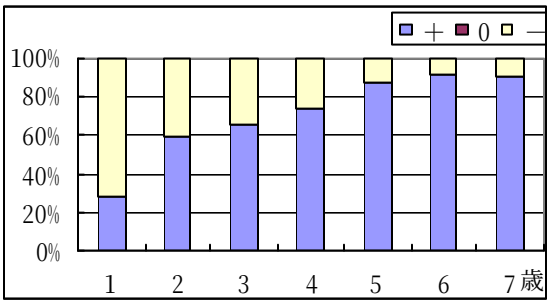

図16　土踏まず最深部の到達域　男　左

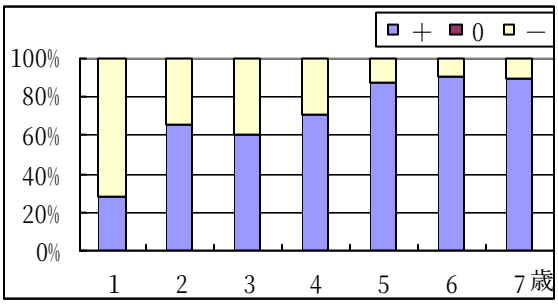

図17　土踏まず最深部の到達域　男　右

土踏まず面積比の加齢変化同様右上がりとなっており，それは土踏まず最深部が加齢とともに奥へ進んでいることを示している．さらに，さらに,被検者全員の左右土踏まず面積比の加齢変化と土踏まず最深部到達地点の加齢変化の相関を調べたが，相関係数は0.896であった

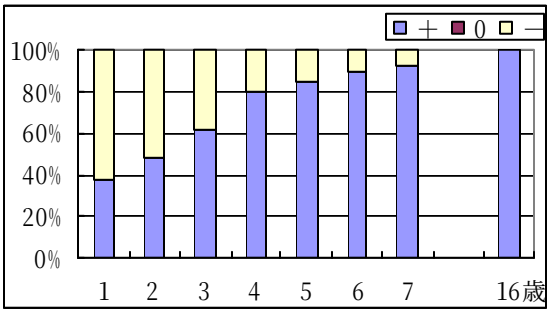

図18　土踏まず最深部の到達域　女　左

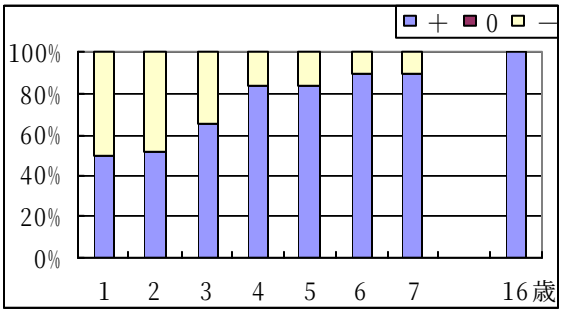

図19　土踏まず最深部の到達域　女　右

3　母趾角

母趾角の加齢変化と左右差を図21と図22の棒グラフで示した．視覚的にもグラフは右上がりとなっているが，分散分析により加齢変化に有意差があるかどうかを調べた結果，男児左足以外は有意差があった．さらにｔ検定により各年齢間と左右間に有意差があるかどうかを調べたが，男児については2歳の左右間と2歳と3歳の間に有意差が見られた．女児の各年齢間と左右間の有意

差は，t 検定の結果2歳と3歳間に見られた．

また，男女の有意差t検定では，表8に示すように1歳児の右足にのみ有意差が見られたが，それ以外の領域についてはまったく有意差は見られなかった．

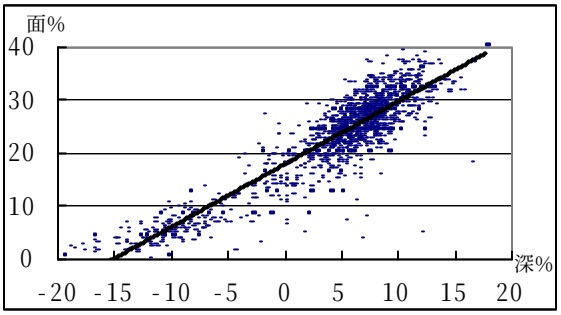

図20　土踏まず面積比と最深部到達点の相関

4　足背高と足長

図23と図24のグラフからは，足背高の値は

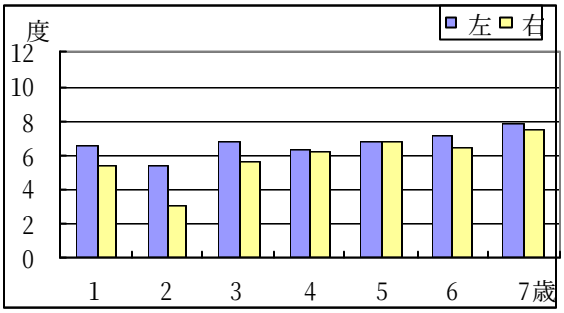

図21　母趾角の加齢変化　男　左右

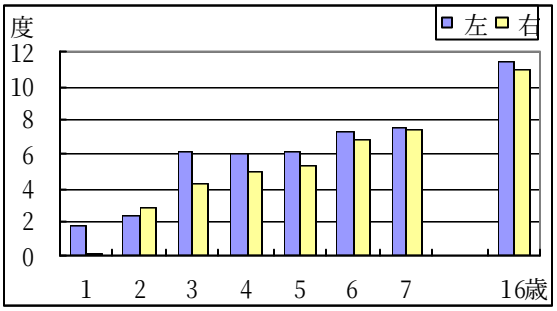

図22　母趾角の加齢変化　女　左右

表8　母趾角t検定　男女差

		男右		女右
1才	平均値	5.43	*	0.13
	標準偏差	3.95		4.49
	N	7		8

表9母趾角t検定　男　左右

		左		右
1才	平均値	6.57		5.43
7	標準偏差	5.97		3.95
2才	平均値	5.47	*	2.97
32	標準偏差	4.64		4.90
3才	平均値	6.87		* 5.74
38	標準偏差	4.26		4.95
4才	平均値	6.32		6.24
50	標準偏差	4.40		3.93
5才	平均値	6.80		6.84
90	標準偏差	4.16		3.68
6才	平均値	7.17		6.47
95	標準偏差	3.71		4.14
7才	平均値	7.89		7.46
72	標準偏差	3.73		4.18

*p<0.05

表10　母趾角t検定　女　左右

		左	右
1才	平均値	1.75	0.13
8	標準偏差	6.71	4.49
2才	平均値	2.46	2.85
27	標準偏差	6.92	4.47
3才	平均値	* 6.15	4.24
34	標準偏差	4.12	4.06
4才	平均値	5.96	4.92
49	標準偏差	4.45	4.51
5才	平均値	6.18	5.42
73	標準偏差	4.82	4.10
6才	平均値	7.28	6.86
65	標準偏差	4.59	4.65
7才	平均値	7.49	7.47
43	標準偏差	4.81	5.14
		**	**
高大	平均値	11.53	11.04
122	標準偏差	5.26	5.07

*p<0.05　**p<0.01

男女とも右下がり傾向で，加齢とともに足は薄型になっていくのが見て取れる．それも，女児にその傾向が強いように見える．それを，分散分析で調べた結果，男女左右ともに加齢変化に有意差が見られた．

さらに，t検定で各年齢間の有意差があるかどうかを調べたが，表12と表13に示されるように，男児左足の3歳4歳間，5歳6歳間，右足の2歳3歳間に有意差がある．女児においては左右ともにまったく加齢変化に有意差は認められなかった．男女の有意差検定の結果を表11に示したが，女児が優位な年齢階層は1箇所もなかった．

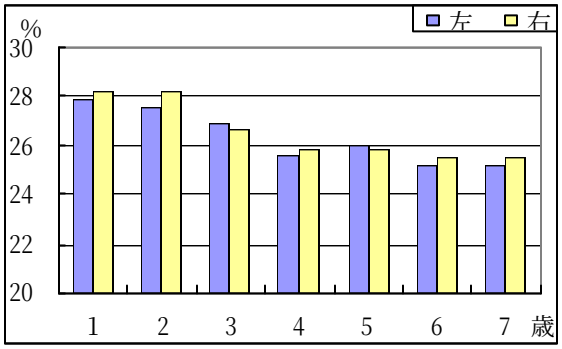

図23　足背高/足長加齢変化　男　左右

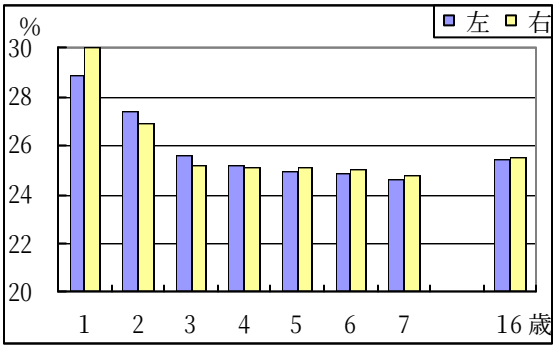

図24　足背高/足長加齢変化　女　左右

表11 足背高/足長t検定男女差

		男左		女左
	平均値	26.89	**	25.60
3才	標準偏差	2.06		1.54
	N	38		34
	平均値	25.96	**	24.96
5才	標準偏差	1.78		1.55
	N	90		73
		男右		女右
	平均値	28.21	*	26.97
2才	標準偏差	2.16		1.89
	N	32		27
	平均値	26.71	**	25.23
3才	標準偏差	1.83		2.10
	N	38		34
	平均値	25.91	**	25.16
5才	標準偏差	1.64		1.75
	N	90		73
		*p<0.05		**p<0.01

表12足背高/足長t検定男左右

		左	右
1才	平均値	27.85	28.23
7	標準偏差	1.52	1.68
2才	平均値	27.56	28.21
32	標準偏差	2.05	2.16
			**
3才	平均値	26.89	26.71
38	標準偏差	2.06	1.83
		**	*
4才	平均値	25.65	25.87
50	標準偏差	1.63	1.61
5才	平均値	25.96	25.91
90	標準偏差	1.78	1.64
		**	
6才	平均値	25.21	25.52
95	標準偏差	1.67	1.71
7才	平均値	25.22	25.58
72	標準偏差	1.73	1.76
		*p<0.05	**p<0.01

表13 足背高/足長t検定女左右

		左	右
1才	平均値	28.89	30.03
8	標準偏差	1.84	2.35
2才	平均値	27.38	26.97
27	標準偏差	1.82	1.89
3才	平均値	25.60	25.23
34	標準偏差	1.54	2.10
4才	平均値	25.20	25.11
49	標準偏差	1.56	1.82
5才	平均値	24.96	25.16
73	標準偏差	1.55	1.75
6才	平均値	24.89	25.06
65	標準偏差	1.67	1.65
7才	平均値	24.63	24.79
43	標準偏差	1.21	1.41
高大	平均値	25.39	25.47
122	標準偏差	1.75	1.58

5　足幅と踵幅

足幅（前方の広い部分）に対する踵幅の割合の加齢変化を調べ，図25と図26に示した．図25と

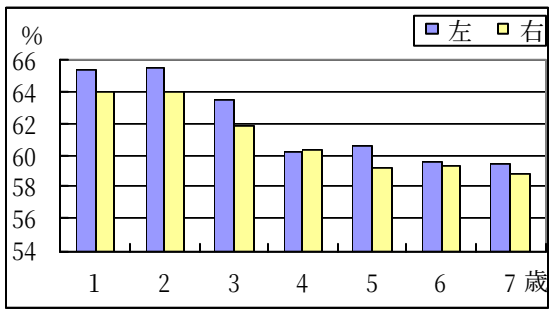

図25　踵幅/足幅　男　左右

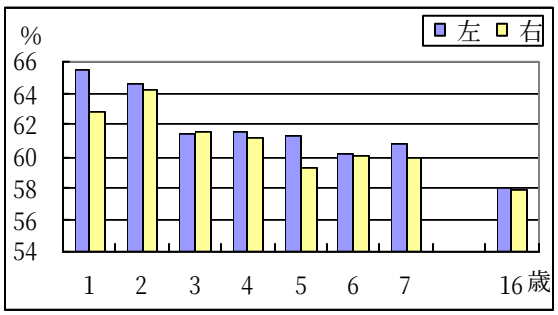

図26　踵幅/足幅　女　左右

図26のグラフは，男女左右ともに右下がり傾向を示している．ということは，こどもの足は低年齢児では三角形状態に近いが加齢とともに細長台形状態に変化するということを意味している．それは，分散分析の結果からも見られた．各年齢階層毎に有意差があるかどうかについては，表15と表16に示すように男児の3歳4歳間，女児の4歳5歳間に有意差が見られるだけで，他の年齢階層に統計学的な有意差は認められなかった．

表14 踵幅/足幅t検定男女差

	男	女
全階層	--- ナシ ---	

また，男女間に有意差があるかどうかも調べたが，表14に示すようにどの年齢階層においてもまったく有意差は見られなかった．

表15 踵幅/足幅t検定 男左右

		左	右
1才	平均値	65.27	64.00
7	標準偏差	5.06	10.76
2才	平均値	65.52	63.92
32	標準偏差	7.89	6.18
3才	平均値	63.47	61.78
38	標準偏差	6.33 *	6.13
4才	平均値	60.25	60.34
50	標準偏差	5.44	5.45
5才	平均値	60.65	59.33
90	標準偏差	5.37	5.20
6才	平均値	59.69	59.40
95	標準偏差	4.28	4.50
7才	平均値	59.58	58.82
72	標準偏差	5.07	4.94

*p<0.05

表16 踵幅/足幅t検定 女左右

		左	右
1才	平均値	65.39	62.82
8	標準偏差	8.86	9.58
2才	平均値	64.63	64.23
27	標準偏差	8.25	7.94
3才	平均値	61.51	61.64
34	標準偏差	7.00	6.45
4才	平均値	61.61	61.17
49	標準偏差	5.91	4.95 *
5才	平均値	61.33	59.27
73	標準偏差	5.67	5.03
6才	平均値	60.16	60.03
65	標準偏差	5.06	3.75
7才	平均値	60.75	59.93
43	標準偏差	4.69	3.76
高大	平均値	58.03	57.86
122	標準偏差	3.60	3.97

6 踵骨外反角

踵骨外反角が加齢とともにどのように変化するかを図27と図28の棒グラフで示した．

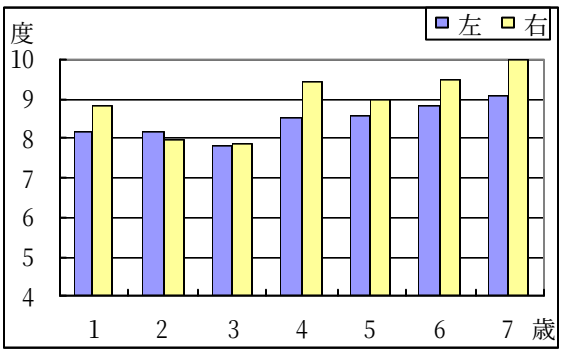

図27 踵骨外反角 男 左右

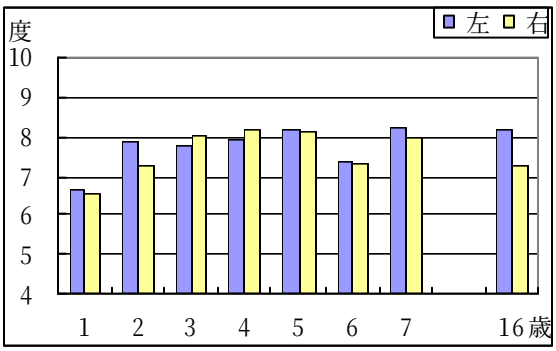

図28 踵骨外反角 女 左右

踵骨の傾きは，［1歳～3歳：内側に傾いていく］［4歳～6歳：内側へ傾いている］［7歳以降：まっすぐになっていく］，という経過をたどる[19]とされている．図27と図28からはそのことを読みとることはできない．それは表18と表19に示したt検定の結果でも確認できる．

しかし，加齢変化における有意差以外のことに着目すれば，男児の7歳において左右間に有意差があり，女子成人についても左右間に明確な有意差がある．

男女差については，低年齢児では有意差が見られないが，6歳児の左足と6歳児7歳児の右足において明確な有意差があり，それは成長とともに女児の方が踵骨は男児よりも早く直立に近くなっていくという変化の過程の一端を示しているのではないかと思われる．

7 普通保育群と裸足保育群

昨年と異なる観点から解析をした内容がふたつある．そのうちのひとつが普通保育群と裸足保育群の比較である．

図29から図40まで，普通保育群と裸足保育群の母趾角，踵骨外反角，土踏まず面積比について加齢変化の推移をグラフで示した．全被検児を対象とした統計処理では1歳児から7歳児までの全

表17 踵骨外反角t検定男女差

		男左		女左
6才	平均値	8.84	**	7.34
	標準偏差	3.37		2.67
	N	95		65
		男右		女右
6才	平均値	9.52	**	7.32
	標準偏差	3.11		2.95
	N	95		65
7才	平均値	9.99	**	7.98
	標準偏差	2.91		2.85
	N	72		43

**p<0.01

表18 踵骨外反角t検定 男左右

		左		右
1才	平均値	8.14		8.86
7	標準偏差	3.76		4.38
2才	平均値	8.19		7.94
32	標準偏差	3.77		4.44
3才	平均値	7.84		7.89
38	標準偏差	2.84		3.06
				*
4才	平均値	8.52		9.44
50	標準偏差	2.62		3.45
5才	平均値	8.53		8.99
90	標準偏差	3.16		3.09
6才	平均値	8.84		9.52
95	標準偏差	3.37		3.11
7才	平均値	9.07	*	9.99
72	標準偏差	2.26		2.91

*p<0.05

表19 踵骨外反角t検定 女左右

		左		右
1才	平均値	6.63		6.50
8	標準偏差	3.38		2.93
2才	平均値	7.85		7.26
27	標準偏差	4.10		4.06
3才	平均値	7.74		8.03
34	標準偏差	2.78		2.94
4才	平均値	7.90		8.12
49	標準偏差	2.78		3.40
5才	平均値	8.14		8.11
73	標準偏差	2.39		2.92
6才	平均値	7.34		7.32
65	標準偏差	2.67		2.95
7才	平均値	8.23		7.98
43	標準偏差	2.51		2.85
高大	平均値	8.17	**	7.23
122	標準偏差	2.97		2.67

**p<0.01

ての年齢階層のデータを比較検討したが，普通保育群と裸足保育群の比較検討は2歳児から7歳児までの年齢階層しかできなかった．理由は，計測対象である2幼稚園と2保育園のうちの1保育園のみが裸足保育を推進しており，それと他の3園の比較となったために裸足保の1歳児の数が統計処理をするのに充分な人数に満たなかったからである．

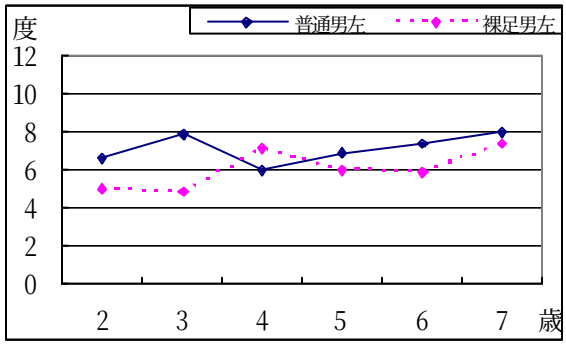

図29 母趾角 普通群裸足群比較 男児左

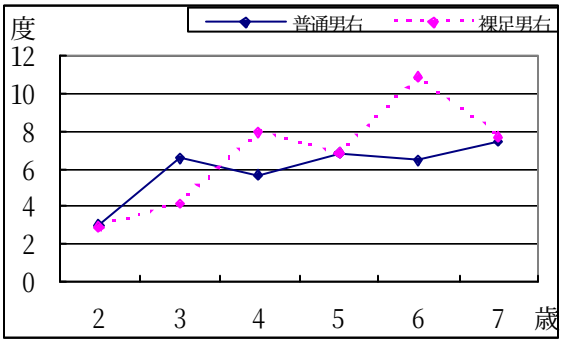

図30 母趾角 普通群裸足群比較 男児右

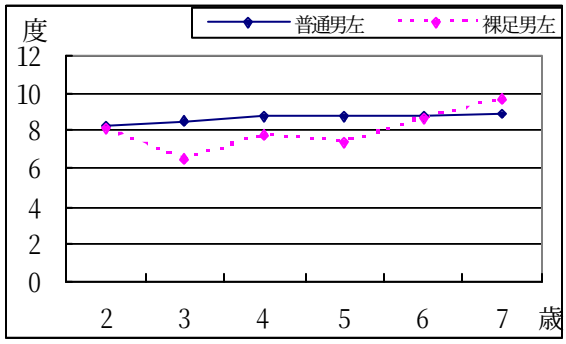

図31 踵骨外反角 普通群裸足群比較 男児左

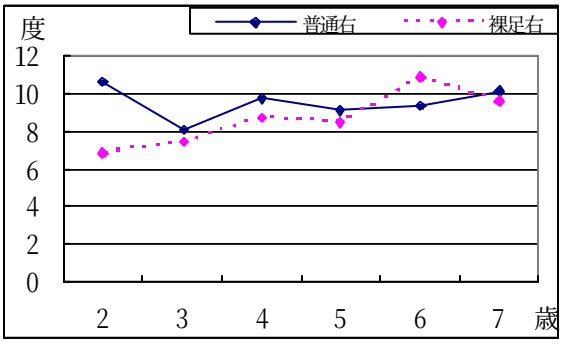

図32 踵骨外反角 普通群裸足群比較 男児右

私たちはある予測をもって普通保育群と裸足保育群の画像解析に取り組んだ．予測とは，普通保育群と裸足保育群には何らかの差異が出てくるのではないか．その差異は，加齢とともに顕著な差になって現れてくるのではないか．その差異が顕著に現れる項目は，土踏まず・母趾角・踵骨外反角ではないか，というものであった．しかし，結果はすべて私たちの予測に反したものと

なった．図29から図40までのグラフと表20と表21からは，部位別でも年齢別でも部分的に有意差はあるものの，それがある項目については普通保育群が優位であるとか，ある年齢以降は次第に裸足保育群が優位になっていくというような系統的なものではなかった．

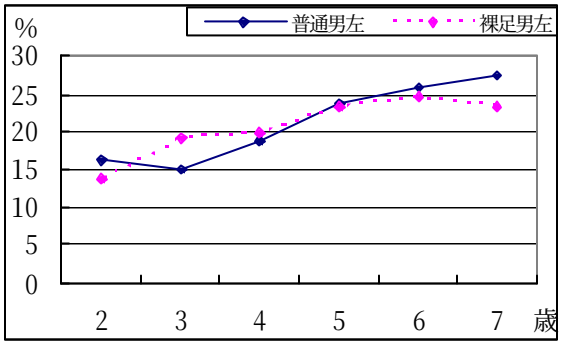

図33　面積比　普通群裸足群比較　男児左

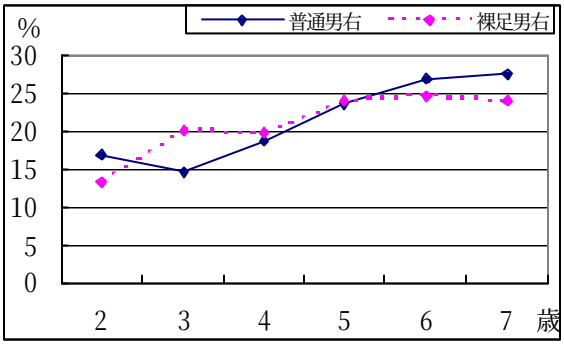

図34　面積比　普通群裸足群比較　男児右

表20　普通群裸足群比較t検定　男

最深部/足長		普通左		裸足左	普通右		裸足右
7	平均値	7.38	*	3.99	7.09	片P*	3.76
7才	標準偏差	4.13		6.19	4.42		6.74
	N	63		9	63		9
土踏まず面積比		普通左		裸足左	普通右		裸足右
	平均値	14.96		19.08	14.68	*	20.13
3才	標準偏差	7.74		5.36	7.90		6.38
	N	25		13	25		13
	平均値	27.51	片P*	23.29	27.38		24.00
7才	標準偏差	6.43		7.28	7.03		9.33
	N	63		9	63		9
母趾角		普通左		裸足左	普通右		裸足右
	平均値	7.92	*	4.85	6.56		4.15
3才	標準偏差	4.32		3.46	5.18		4.20
	N	25		13	25		13
	平均値	6.03		7.15	5.62	片P*	8.00
4才	標準偏差	4.86		2.64	4.26		2.00
	N	37		13	37		13
	平均値	7.37		5.92	6.41	**	10.92
6才	標準偏差	3.65		3.99	4.22		2.06
	N	85		13	85		13
踵骨外反角		普通左		裸足左	普通右		裸足右
	平均値	8.33		8.13	10.67	*	6.87
2才	標準偏差	3.77		3.85	4.92		3.83
	N	9		23	9		23
	平均値	8.56	*	6.46	8.12		7.46
3才	標準偏差	2.63		2.82	3.06		3.13
	N	25		13	25		13
	平均値	8.87		8.69	9.29	片P*	10.92
6才	標準偏差	3.54		2.14	3.20		2.06
	N	85		13	85		13

**p<0.01　*p<0.05

表21　普通群裸足群比較t検定　女

踵幅/足幅		普通左		裸足左	普通右		裸足右
	平均値	60.95		62.53	59.91	*	64.81
3才	標準偏差	6.33		8.29	4.52		8.29
	N	22		12	22		12
最深部/足長		普通左		裸足左	普通右		裸足右
	平均値	5.72	*	2.22	5.77	*	2.10
4才	標準偏差	4.96		6.60	5.10		7.01
	N	34		15	34		15
土踏まず面積比		普通左		裸足左	普通右		裸足右
	平均値	20.01		16.47	20.68	片P*	14.38
3才	標準偏差	8.73		7.09	9.13		8.33
	N	22		12	22		12
	平均値	25.76	片P*	20.72	25.97		22.01
5才	標準偏差	8.66		10.71	8.09		9.22
	N	60		13	60		13
母趾角		普通左		裸足左	普通右		裸足右
	平均値	7.18	*	4.25	4.18		4.33
3才	標準偏差	4.25		3.22	4.22		3.94
	N	22		12	22		12
踵骨外反角		普通左		裸足左	普通右		裸足右
	平均値	8.82		6.20	8.47	*	5.20
2才	標準偏差	4.63		2.39	4.00		3.43
	N	17		10	17		10

**p<0.01　*p<0.05

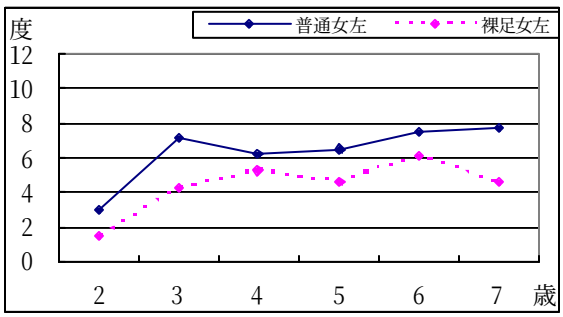

図35　母趾角　普通群裸足群比較　女児左

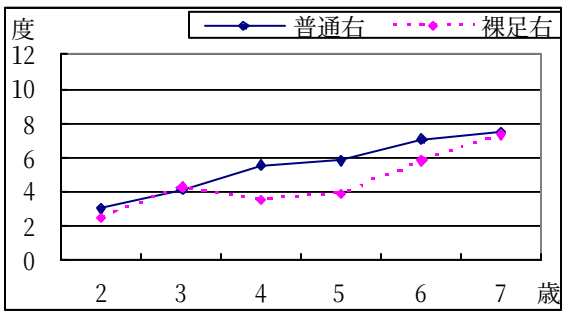

図36　母趾角　普通群裸足群比較　女児右

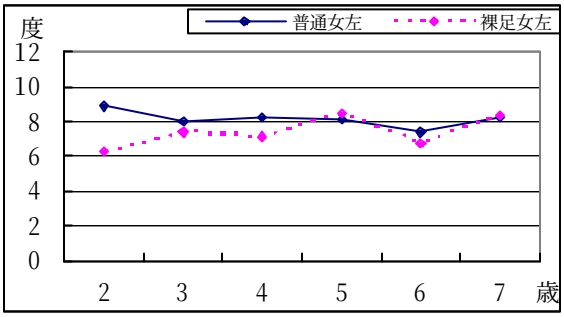

図37　踵骨外反角　普通群裸足群比較　女児左

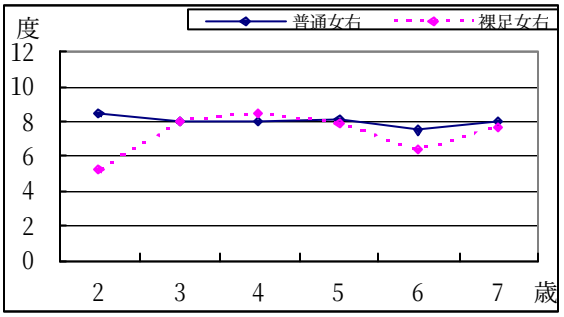

図38　踵骨外反角　普通群裸足群比較　女児右

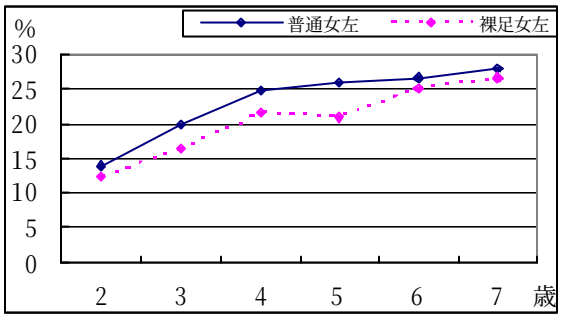

図39　面積比　普通群裸足群比較　女児左

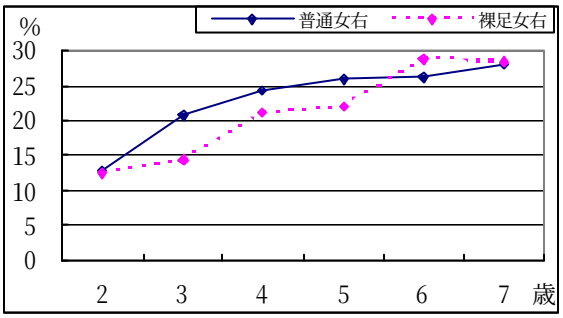

図40　面積比　普通群裸足群比較　女児右

8　運動群と非運動群

表22 運動群非運動群比較t検定左

		運動群62名		非運動群60名
b/a%	平均値	57.18	**	58.88
	標準偏差	3.66		3.35
区/長%	平均値	8.50		8.60
	標準偏差	2.77		2.52
e/d%	平均値	29.95		29.48
	標準偏差	4.53		4.27
区	－	0		0
	0	0		0
	＋	62		60
母角外	平均値	11.98		11.07
	標準偏差	4.39		6.04
踵外反	平均値	6.89	**	9.50
	標準偏差	2.67		2.68
g/f%	平均値	25.34		25.45
	標準偏差	1.69		1.82
		**p<0.01		

表23 運動群非運動群比較t検定右

		運動群62名		非運動群60名
b/a%	平均値	56.82	**	58.90
	標準偏差	4.05		8.43
区/長%	平均値	8.70		8.12
	標準偏差	3.08		1.94
e/d%	平均値	30.07		30.05
	標準偏差	4.03		3.71
区	－	0		0
	0	0		0
	＋	62		60
母角外	平均値	11.47		10.60
	標準偏差	3.92		6.03
踵外反	平均値	6.19	**	8.30
	標準偏差	2.35		2.57
g/f%	平均値	25.33		25.61
	標準偏差	1.53		1.63
		**p<0.01		

昨年度までの研究と今年度の研究の違いは，普通保育群と裸足保育群の比較を試みたことと，成人女性の計測を加えた事である．

さらに，成人女性の協力者248名の中から小学校3年生頃から本格的なスポーツ活動を開始し，それを現在も継続している高校生と短大生62名と，まったくスポーツ活動をしていない高校生と短大生60名を選出し，運動群と非運動群の比較も試みた．

成人男性を加えなかったのは，運動群と非運動群の比較も考慮に入れた被検者として協力を得られるのが高校生を中心とした年代であり，その中に男子高校生を入れた場合は，まだ身体的な発育発達の途中である被検者が混ざる可能性があり，発育発達が止まった成人のデータとして扱

うことに不安があったからである．

表24　運動群左右比較t検定

N=62		左		右
b/a%	平均値	57.18		56.82
	標準偏差	3.66		4.05
区/長%	平均値	8.50		8.71
	標準偏差	2.77		3.08
e/d%	平均値	29.95		30.07
	標準偏差	4.53		4.03
区	－	0		0
	0	0		0
	＋	62		62
母角外	平均値	11.98		11.47
	標準偏差	4.39		3.92
踵外反	平均値	6.89	**	6.19
	標準偏差	2.67		2.35
g/f%	平均値	25.34		25.33
	標準偏差	1.69		1.53
		**p<0.01		

表25　非運動群左右比較t検定

N=60		左		右
b/a%	平均値	58.91		58.95
	標準偏差	3.35		3.61
区/長%	平均値	8.60		8.12
	標準偏差	2.52		1.94
e/d%	平均値	29.48		30.05
	標準偏差	4.27		3.71
区	－	0		0
	0	0		0
	＋	60		60
母角外	平均値	11.07		10.60
	標準偏差	6.04		6.03
踵外反	平均値	9.50	*	8.30
	標準偏差	2.68		2.57
g/f%	平均値	25.45		25.61
	標準偏差	1.82		1.63
		*p<0.05		

表22と表23は運動群と非運動群の比較．表24と表25は左右比較をt検定で調べたものである．

その結果から言えることは，運動群と非運動群の間に明らかな有意差が認められるのは踵幅/足幅と踵骨外反角であり，さらに踵骨外反角については運動群と非運動群ともに左右間に有意差が見られたということである．

V　考察

昨年度と今年度の違いは下記の5項目である．

①経年変化観察を今年度のみ見送ったこと．

②3年分の全データを年齢階層毎に分類し，加齢変化のみ観察したこと．

③普通保育群と裸足保育群を比較検討したこと．

④成人女性のデータを加え，女児と比較したこと．さらに成人女性の中で運動群と非運動群の比較を試みたこと．

⑤計測点と計測線の定義を明確にしたこと．特に，本研究は足底部の基準線を当初のとおりYラインとして継続研究する，足長は踵点から第2中足骨遠位端までとする，足背高は足軸直上のリスフラン関節楔状骨遠位端突起部とすることを明確にしたことである．

最初に土踏まずについて考察する．土踏まずの計測結果で特徴的なことは，男児については4-6歳間，女児については2-4歳間の2年間に明らかな有意差があること，男女間では4歳児のみ女児が優位であること，成人女性と女児の間には明確な有意差があること，男女ともに左右間にはまったく有意差はないこと，の4点である．

成人女性と女児の間に明確な有意差があるのは，土踏まずが加齢とともに形成されていくということの現れで不思議ではない．私たちは，男児の4-6歳間と女児2-4歳間の2年間に急激に土踏まず形成が進むことと4歳児のみ女児が優位であることに注目し，この2年間のずれと4歳児のみの有意差を性差と判断した．性差としてまず考えられるのが体格である．そこで私たちは男女の身長体重の差のt検定を行った．しかし，表26と表27に示すように男女間に有意差はまったく見られなかった．私たちは，「この時期に男女間に体重で有意差が生じる」というような結果が出ることを予測したがそれは外れた．しかし，外見上は同じ身長体重であっても体脂肪量が違うとか，目に見えないものではホルモンとか，男女間にはさまざまな差があるはずである．今回私た

ちはそこまで追及することができなかったが，今後このことについてはさらに研究を重ね，幼児の土踏まず形成の2-6歳における2年間のずれと4歳児の男女差の要因を解明したい．

表26　男女身長比較t検定

		身長男	身長女
1才	平均値	81.53	78.85
	標準偏差	2.08	3.99
N	7：8	**	**
2才	平均値	88.42	88.73
	標準偏差	3.26	4.81
N	32：27	**	**
3才	平均値	95.90	94.93
	標準偏差	3.29	4.17
N	38：34	**	**
4才	平均値	102.60	102.41
	標準偏差	4.29	5.10
N	50：49	**	**
5才	平均値	109.27	108.20
	標準偏差	5.01	4.40
N	90：73	**	**
6才	平均値	115.11	114.30
	標準偏差	5.80	4.72
N	95：65	**	**
7才	平均値	121.07	119.92
	標準偏差	5.22	4.79
N	72：43	**p<0.01	

表27　男女体重比較t検定

		体重男	体重女
1才	平均値	11.31	10.70
	標準偏差	0.94	1.04
N	7：8	*	**
2才	平均値	12.69	12.62
	標準偏差	1.43	1.06
N	32：27	**	**
3才	平均値	14.76	14.30
	標準偏差	1.28	1.33
N	38：34	**	**
4才	平均値	16.49	16.03
	標準偏差	1.92	1.56
N	50：49	**	**
5才	平均値	18.70	17.95
	標準偏差	2.46	1.65
N	90：73	**	**
6才	平均値	21.00	
	標準偏差	3.58	2.20
N	95：65	**	**
7才	平均値	23.72	22.82
	標準偏差	4.02	3.01
N	72：43	**p<0.01	

次は母趾角である．母趾角については昨年，男児より女児に外反母趾は多く出現し，しかもそれはすでに幼児期からその特徴が現れていると報告しているS.C.Wearing[10]らの先行研究を確認したにとどまったが，私たちは今年度追加した成人の運動群と非運動群のデータから母趾角について何か新しいことを発見できるのではないかと思った．今回得られた運動群の被検者62名は，すべて小学校3年生頃から最低でも5年，長い者で10年，もっとも成長の著しい時期に本格的なスポーツ活動を継続している．その影響が何らかの形で非運動群との間に生じるのではないかと思ったのである．それは特に，前述の土踏まずの形成過程に特徴的に現れると思ったが運動群と非運動群の間にはまったく有意差がなかった．次に有意差が出るだろうと予測したのが母趾角である．しかし，それも統計学的な有意差は出なかった．母趾角についても運動群と非運動群の間にはまったく有意差はなかった．しかし，この2項目ともに成人と7歳児の間には明確な有意差が見られる．このことから，運動は土踏まずの形成過程や母趾角の変化には大きく関与しておらず，加齢による影響だけが土踏まずの形成過程や母趾角の変化に反映されているということしか，本研究からは導くことができなかった．その他幼児の足背高/足長・踵幅/足幅・踵骨外反角については，足背高/足長と踵幅/足幅のグラフの傾きにだけ加齢による変化を認めることができたが，それとて統計学的な有意差が見られるほどの差ではなかった．

今年度新たに加えた普通保育群と裸足保育群の比較については，上記5項目のいずれにおいても有意差はなかった．この結果については私たちもある程度の予測をしていた．特に低年齢児においては普通保育と裸足保育の差異が生じるほどの年月が経過していないから統計的な有意差は出ないだろうと思っていた．しかし，年長児群では何らかの差が出るのではないかと思っていたがその予測も外れた．裸足生活の影響は，動きらしい動きが出てくる2歳児から卒園までの5年間程度では数値で統計学的な有意差が出るほどの時間が経過していないのか，それとも裸足保育はヒトの足趾形態に影響を与えるようなものではないのか，本研究で検証することはできなかった．

最後に成人女性の運動群と非運動群の比較について述べて本研究の考察の締めくくりとしたい．土踏まずについては確実に加齢変化があると前に述べた．その変化は運動群と非運動群の区別なく起こる．それは，運動は土踏まず形成過程に何らかの影響を与えるはずだと思っていた私たち

の予測が外れた結果となってしまった．しかし，私たちが予測もしなかった事実を発見することができた．それは，踵幅/足幅と踵骨外反角の2項目についてはっきりと運動群と非運動群の間に有意差があるという結果を得たことである．運動群の方が非運動群よりも幅広い足であり踵骨が垂直に近い足をしている．

運動をするには機能的な足でなければならない．踵骨が垂直に近いというのは運動をするためには機能的であるということは容易に想像できる．足幅の広い足の方が足幅の狭い足よりも激しい動きには対応しやすいだろうことについてもまた容易に想像することができる．この有意差は，運動を継続してきたからこのようになったのか，もともと運動に適した足を持っていたから必然的に他者よりも運動が得意であり，その結果長い年月運動を継続する理由になったのか，今後さまざまな角度から検討しなければならない．

運動群と非運動群の差に注目して述べたが，踵骨外反角については運動群や非運動群に関係なく成人女性の足は左右間に有意差がある．これは幼児の足には見られなかった現象である．これは，浅見らが述べている「ヒトは左足で立つ」[15]という現象のひとつなのか，だとすればなぜ他の項目には左右差が現れないのか，今後の研究継続の中で明らかにしていきたい．

VI　まとめ

この研究は幼児の足趾形態の経年変化を調べるために始めた．今年で3年目になる．経年変化観察は5年間継続してデータをとり続けることによって，1人ひとりの幼児期の5年間の変化を調べるのが目的である．しかしそれは，観察開始から5年経過しなければ結論は出ない．だから，現在は加齢変化を中心に様々な角度から検討している．しかも，単に毎年観察するだけでは，毎年の変化を記録に残すだけでそこからは何も生まれてこないので，その背景にある要因を予測して検討することにしている．

昨年はこどもをとりまく環境について保護者にアンケート調査を依頼し，こどもの足趾形態に影響を及ぼしている要因がないかということを調べた．今年は成人のデータを得た（女性のみであったが）ことで，成人女性と女児の比較及び成人女性の運動群と非運動群の比較をすることができた．これは，幼児の足部の発育発達について調べている私たちにとって非常に大きな収穫であった．それは，グラフ上では加齢とともに変化しているように見えても統計学上は有意差がないという幼児の足の変化に不安を持っていた私たちに，ヒトの足の変化の終点はここに行き着くのだという結末を見せてくれたという意味で大きい．と同時に，こどもの足は確かに加齢的に変化しているが幼児の時期というのはすべての面で定量的に変化するものではなく，ある時期に大きく変化したり，ある時期は停滞したりしながら，次第に成人の足になっていくということを知ることができたことが大きな収穫であった．

なお，この研究は3年前に保護者の承諾を得た被検児275名を継続的に経年観察するということで始めたが，転園や転校などにより年々被検者の数が減る．特に低年齢児はデータ数が少なくなり，データ処理ができる数を確保できなくなったので今年度あらためて1歳児と2歳児のみ追加して計測を始めた．この幼児たちは初年度の被検児より2年遅れで計測を終了する．ということは，

当初5年継続の研究としていたのが2年延長され，7年継続の研究ということになる．

昨年度積み残したことがある．それは被検児の保護者の計測である．これは時間と場所の都合でなかなか進行しない．それは5年間で少しずつ片付けていけばいいので慌てずに進めていくとして，今年度追加した女性の成人のデータに見合う男性の成人の運動群と非運動群の計測を次年度は実施してみたいと思っている．

＜引用・参考文献＞

1)文部科学省体力運動能力調査報告書．体力・運動能力の加齢に伴う変化の傾向．p9-17．2006
2)野田雄二．足の裏から見た体．講談社，東京，p48-49.1998
3)水野祥太郎．ヒトの足―この謎にみちたもの．創元社，大阪，p146．1984
4)大塚美智子．幼児の成長に伴う足部形態の変化．日本生理人類学会誌．VOL3，№3．1998
5)鈴木良平．足の外科．金原出版，東京，p27．1976.
6)水野祥太郎．ヒトの足―この謎にみちたもの．創元社，大阪，p147．1984
7)坂下喜久佐ら．コピー機を利用した幼児の足の裏のプリント．靴の医学．VOL7，p38．1993
8)萩原一輝ら．子供の足と靴の検診「12年間の反省」．靴の医学．VOL11，p85-87．1997
9)野田雄二．足の裏から見た体．講談社，東京，p74．1998
10)S.C.Wearing et.al 2004 The Arch Index: A Measure of Flat or Fat Feet? Foot and Ankle International Vol25 pp.575-581
11)水野祥太郎．ヒトの足―この謎にみちたもの．創元社，大阪，p96．1984
12)清水昌一．足そして靴．風濤社，東京，p61．1999
13)勝真理ら．足底支持板が下肢の筋へ及ぼす影響について．靴の医学．Vol7，137.1993
14)J.Gross 原著 石川ら監訳．筋骨格系検査法，医歯薬出版，東京，p406．2005
15)浅見高明．わかる體のはかり方．前田印刷，東京，p129．2000
16)清水昌一．足そして靴．風濤社，東京，p128．1999
17)野田雄二．足の裏から見た体．講談社，東京，p81．1998
18)城戸正博ら．子供の外反母趾．靴の医学．VOL6，62.1992
19)鈴木良平．足の外科．金原出版，東京，p30．1976
20)大村政男ら．KIDS SCHALE．(財)発達科学教育センター，東京，type-B p1 type-c p1
21)水野祥太郎．ヒトの足―この謎にみちたもの．創元社，大阪，p96．1984
22)河内まき子・持丸正明 人体寸法データベースについて．くらしとJISセンター研究報告集，4：46-53.2000
23)河内まき子・持丸正明 人体寸法データベース．ヒューマンインタフェース学会誌．4：252-258.2000：

＜謝辞＞

本研究を進めるにあたり下記の幼稚園・保育園・小学校・個人的協力者の方々にご協力いただきました．お忙しい中快く受諾いただきましたことを深く感謝いたします．

1．長崎女子短期大学附属幼稚園
2．社会福祉法人鶴鳴会茂木保育所
3．百合の園学院　百合幼稚園
4．社会福祉法人おおぞらつばさ保育園
5．長崎市立矢上小学校
6．長崎市立大浦小学校
7．長崎市立西城山小学校
8．長与町立高田小学校
9．長崎市立小島小学校
10．長崎市立虹が丘小学校
11．精道三川台小学校
12．長崎市立諏訪小学校
13．長崎市立愛宕小学校
14．長崎市立仁田小学校
15．時津町立時津東小学校
16．長崎市立西北小学校
17．時津町立時津小学校
18．長崎市立茂木小学校
19．長崎市立畝刈小学校
20．時津町立鳴鼓小学校
21．長崎市立滑石小学校
22．長崎市立古賀小学校
23．長崎市立南長崎小学校
24．長崎市立橘小学校
25．長崎女子高等学校
26．長崎女子短期大学
27．長崎商業高校バスケットボール部
28．長崎西高校バスケットボール部
29．純心女子高校バスケットボール部
30．個人的協力者7名

※名簿順は計測日順とした