

靴と裸足による50m走

— タイム，走速度，脚（大転子点と足関節を結んだ線）
の接地直前の最大振り下ろし速度の観点から —

田 附 俊 一

《ABSTRACT》

50m running with shoes and barefoot

— from the viewpoint of running time, running velocity and
swing-back velocity of driving leg immediately before
foot contact on the ground —

In the previous study in a website, students in elementary school ran 50m faster barefoot than with shoes. The relation was shown the swing-back velocity of the driving leg and the sprint velocity in the world-class sprinter. The purpose of this study was to examine the 50m running with shoes and barefoot from the viewpoint of running time, running velocity and swing-back velocity of driving leg immediately before foot contact on the ground.

In the experiment with 68 students in the elementary school, it was shown that the 50m running time barefoot was faster than with shoes ($p = .000$).

In another experiment the subjects were 24 track-and-field athletes, 12 girls and 12 boys in junior and senior high school, the running motion at the 30m surrounding in 50m running of athletes who ran each 3 times

barefoot, with spikes and running shoes were filmed with high-speed video camera by NAC. The VTR of the each fastest running barefoot, with spikes and running shoes in all subjects were analyzed with motion analysis software DYNAS by Shin Osaka Shokai Co. Ltd. It was shown that the 50m running time ($p=.011$) and running velocity ($p=.031$) barefoot was faster than with shoes. It was suggested that the running barefoot increases the swing-back velocity of driving leg than with running shoes ($p=.006$).

key word: shoes, barefoot, 50m running, running time, swing-back velocity

キーワード：靴，裸足，50m走，タイム，脚接地直前の最大振り下ろし速度

I. 研究の端緒

子どもたち，とりわけ運動会などで小学生の「裸足の方が速く走れる」，「速く走れるから裸足で走る」に類似した会話を聞く。一方で，靴の研究は進み，とりわけ一流競技者を対象にスパイクの研究が進んでいる。「はたして子どもは靴よりも裸足の方が速く走れるのだろうか？」が，本研究の端緒である。

Websiteによると，小学生の50m走について，靴を履いた場合の平均タイムは9秒74で，裸足の場合の平均タイムは9秒61となっており，29人の被験者のうち約2/3の20人が靴を履くよりも裸足の方が速く走れたという報告がある¹⁾。

本稿では，主に子どもを対象とした50m走で，靴と裸足ではどちらが速く走ることができ，また，その理由として脚（大転子点と足関節を結んだ線）の接地直前の最大振り下ろし速度の観点から言及する。

II. 小学生3名と中学生1名による実験

1. 被験者

本実験の被験者は、8歳女兒、9歳男児、10歳女兒、そして13歳女兒の4名であった。この4名の被験者は、筆者がボランティアで土曜日に行っているスポーツ活動に参加しており、運動に対する動機付けは相対的に高かった。

2. 方法

実験は、2003年11月5日に行われ、D大学陸上競技場オールウエザー上で50m走のタイムが測定された。測定は1回目と2回目は靴を履いて、3回目、4回目、そして5回目は裸足で、6回目は靴を履いての合計6回実施された。

50m走のタイムは、新大阪商会製のラップタイム測定装置によって測定された。これはスタート・ピストルと同期してタイム計測が始まる機器で、ゴールにあらかじめ設置されたレーザーを通過するとタイムが測定でき、手動計時よりもタイム計測の正確性に信頼がおける。

本測定の結果をもとに、それぞれの被験者の50m走で、靴を履いて走った最も速いタイムと裸足で走った最も速いタイムを比較した。

3. 結果と考察

4名すべての被験者の50m走において、靴を履いて走るよりも裸足の方が速く走ったという結果となった。50m走のタイムは、被験者A（8歳女兒）では、靴を履いて10秒58、裸足で10秒03、被験者B（9歳男児）では、靴を履いて9秒83、裸足で9秒56、被験者C（10歳女兒）では、靴を履いて11秒01、裸足で10秒68、被験者D（13歳女兒）では、靴を履いて8秒96、裸足で8秒80であった（表1）。この実験から、子どもの50m走において、靴を履くよりも裸足の方が速く走れる可能性が示唆された。しかし、被験者数が少ないこと、また、50m走の際に履いていた靴がランニング用とは言えなかったため、さらに、子どもの50m走において、靴を履いた場合と裸足の場合でタイムに違いがあるの

かどうかの検討が求められた。

表1 被験者4名の靴を履いた場合と裸足の場合の50m走のタイム

被験者	靴	裸足
A (8歳女兒)	10秒58	10秒03
B (9歳男兒)	9秒83	9秒56
C (10歳女兒)	11秒01	10秒68
D (13歳女兒)	8秒96	8秒80

Ⅲ. 小学生による50m走を靴を履いて走った場合と、裸足で走った場合の実験

小学生の50m走について靴を履いて走った場合と裸足で走った場合の記録について、前述の website に紹介されていたデータと、4名の実験の結果をふまえ、京都府宇治市内のN小学生の協力を得て、N小学校グラウンドで実験を行った。

1. 被験者

本実験の被験者は、小学校5年生2クラスの計51名と6年生2クラスの計40名の合計91名であった。

2. 方 法

実験は、5年生を2004年4月21日に、6年生を同年4月30日に実施した。このうち、フライングなどの理由で分析から除外したデータを除いて靴と裸足の両方の50m走のタイムが測定できた5年生41名、6年生27名の計68名について分析した。入手したデータの関係で被験者の男女の区別は6年生のみ可能であったため、6年生のデータのみ男女別に分析した。

タイムの測定は、1回目は靴をはいて、2回目と3回目は裸足、4回目は靴

をはいての合計4回行われ、靴を履いた場合、裸足の場合のそれぞれで速い方のタイムを分析の対象とした。なお、それぞれの休憩時間は次に自分の順番が回ってくるまでとした。タイムは新大阪商会製のラップタイム測定装置によって測定された。

3. 結果と考察

実験の結果、5年生と6年生を合わせた被験者68名のうち、53名が裸足で走った方が靴を履いた場合よりも速く走ったという結果になった。分析可能であった6年生27名の男女別人数は、男児11名、女児16名であった。このうち、男児では9名が50m走を靴で走るよりも裸足で走る方が速い結果となった。同様に女児では13名が靴で走るよりも裸足で走る方が速い結果となった。それぞれのタイムは表2に示した。50mを靴を履いて走った場合の平均タイムは9秒72、標準偏差は0秒70であった。裸足の場合は、平均タイムが9秒52、標準偏差は0秒65であった。靴を履いた場合と裸足の場合の平均タイム差は、裸足で走った場合の方が平均0秒19速く、標準偏差は0秒42であった。

このタイム測定データは、SPSSによって学年別、6年生の性別に正規性が認められなかったため、Wilcoxonの符号付き順位検定が行われた。

その結果、50mを靴を履いて走るタイムと裸足で走るタイムの差が、6年生の男女、5年生と6年生の学年、それぞれの学年の授業時限で概ね認められなかったため、被験者全員の靴を履いて走った50m走と裸足で走った50m走のタイムのWilcoxonの符号付き順位検定が行われた。その結果、その差は5%水準で有意であった($p = .000$) (表3)。小学生では50mを走る場合、靴で走るよりも裸足で走る方が速い可能性が示唆された。

表2 小学生68名の靴を履いた場合と裸足の場合の50m走のデータ

学年	授業 時間	性別	靴 (秒)	裸 足 (秒)	差(裸足の 方が速い場 合がマイナ ス)(秒)
5年	4限	—	9.80	9.54	-0.26
5年	4限	—	9.99	9.86	-0.13
5年	4限	—	8.95	8.44	-0.51
5年	4限	—	11.00	10.83	-0.17
5年	4限	—	8.89	9.31	0.42
5年	4限	—	9.42	9.82	0.40
5年	4限	—	9.25	9.35	0.10
5年	4限	—	10.00	9.82	-0.18
5年	4限	—	9.13	8.95	-0.18
5年	4限	—	9.67	9.08	-0.59
5年	4限	—	9.68	9.65	-0.03
5年	4限	—	9.68	9.65	-0.03
5年	4限	—	10.77	10.51	-0.26
5年	4限	—	9.15	8.73	-0.42
5年	4限	—	10.49	9.76	-0.73
5年	4限	—	9.58	9.72	0.14
5年	4限	—	9.58	10.43	0.85
5年	4限	—	9.73	9.34	-0.39
5年	4限	—	9.73	9.55	-0.18
5年	4限	—	9.09	8.96	-0.13
5年	4限	—	9.16	9.06	-0.10
5年	4限	—	10.73	10.29	-0.44
5年	5限	—	9.41	9.09	-0.32
5年	5限	—	9.97	9.48	-0.49
5年	5限	—	10.34	9.70	-0.64
5年	5限	—	11.83	11.29	-0.54
5年	5限	—	11.70	10.83	-0.87
5年	5限	—	8.35	8.16	-0.19
5年	5限	—	10.38	9.63	-0.75
5年	5限	—	9.11	8.76	-0.35
5年	5限	—	10.15	9.86	-0.29
5年	5限	—	10.13	9.95	-0.18
5年	5限	—	10.02	10.09	0.07
5年	5限	—	9.21	9.72	0.51
5年	5限	—	9.84	9.97	0.13
5年	5限	—	9.64	9.47	-0.17
5年	5限	—	9.64	10.69	1.05
5年	5限	—	9.68	9.91	0.23
5年	5限	—	10.03	9.27	-0.76
5年	5限	—	9.96	9.36	-0.60
5年	5限	—	9.96	9.67	-0.29
6年	1限	1	9.06	8.84	-0.22
6年	1限	1	9.94	9.47	-0.47
6年	1限	2	9.75	9.33	-0.42
6年	1限	2	9.95	9.60	-0.35
6年	1限	1	8.71	8.75	0.04
6年	1限	1	8.96	8.75	-0.21
6年	1限	1	8.46	8.21	-0.25
6年	1限	1	9.12	9.18	0.06
6年	1限	2	10.35	10.10	-0.25
6年	1限	2	9.14	9.22	0.08
6年	1限	2	9.14	9.18	0.04
6年	1限	2	9.97	10.07	0.10
6年	2限	2	9.80	9.71	-0.09

学年	授業 時限	性別	靴 (秒)	裸 足 (秒)	差 (裸足の 方が速い場 合がマイナ ス) (秒)
6年	2限	2	9.04	8.98	-0.06
6年	2限	1	9.67	9.22	-0.45
6年	2限	2	9.51	9.27	-0.24
6年	2限	2	11.05	10.98	-0.07
6年	2限	1	9.09	8.92	-0.17
6年	2限	1	9.57	9.44	-0.13
6年	2限	2	9.85	9.70	-0.15
6年	2限	2	10.29	9.52	-0.77
6年	2限	1	9.52	9.11	-0.41
6年	2限	2	9.96	9.51	-0.45
6年	2限	2	9.84	9.47	-0.37
6年	2限	1	10.00	9.47	-0.53
6年	2限	2	8.87	8.81	-0.06
6年	2限	2	9.21	9.03	-0.18
平均			9.72	9.52	-0.19
標準偏差			0.70	0.65	0.42

表3 小学生の50m走を靴を履いて走った場合と裸足で走った場合のタイム差の検定

	p	Z
5年生	0.003	-2.955
6年生	0.000	-3.989
5年生4時限	0.042	-2.030
5年生5時限	0.027	-2.214
6年生1時限	0.060	-1.884
6年生2時限	0.001	-3.409
6年生男児	0.008	-2.667
6年生女児	0.004	-2.844
全被験者	0.000	-4.678

IV. 小学生3名と中学生1名による実験の動作解析

小学生68名の50m走の測定タイムの分析から、小学生では靴を履くよりも裸足で走るのが速いことが示唆されたため、予備実験で撮影した小学生3名と中学生1名の50m走動作を映像解析し、靴を履いて走る場合と裸足で走る場合の動作の違いについて検討した。

1. 実 験

小学生3名と中学生1名による予備実験では、50mをスタートから10m、10mから20m、20mから30m、30mから40m、そして40mから50mの5つの区間に区切り、あらかじめすべての被験者が靴を履いて走り、それぞれの区間のタイムを測定し、各区間の平均速度を算出した。その結果、4名すべての被験者で20mから30mの区間走速度が最も速いことが明らかになった。そこで、最も走速度の高い区間のランニング動作を映像解析するために50m走の30m付近を前後2mの計4m撮影した(図1)。そして、4名の被験者それぞれの50m走の靴を履いて走った最高タイムと裸足の最高タイムの試技の映像による動作解析を実施した。撮影は、N A C社製ハイ・スピード・ビデオカメラ HSV500を用いて、フレームレート1/250秒で図1のように撮影し、新大阪商会製動作解析ソフトウェア Dynas2D を用いて走動作を解析した。

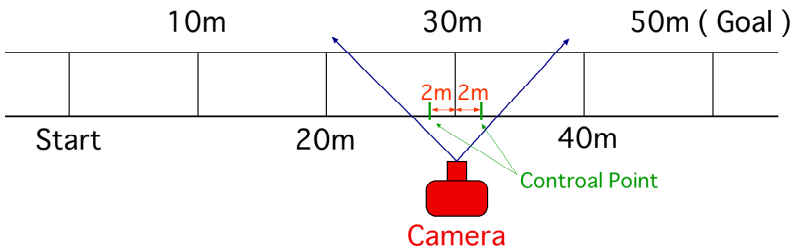
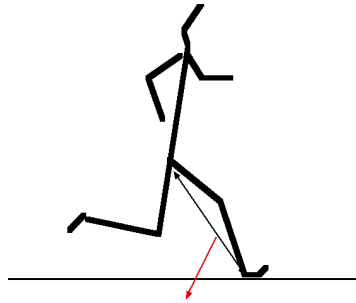


図1 走動作解析に関わる50m走の撮影条件

2. 走動作解析

1991年に開催された東京世界陸上競技選手権大会の科学研究班の調査²⁾では、走速度と脚（大転子転と足関節を結んだ線）の接地直前の最大振り下ろし速度が走速度と関係することが明らかにされた。そこで、この被験者4名の靴を履いて走った場合と裸足で走った場合の50m走の30m付近の脚（大転子転と足関節を結んだ線：図2）の接地直前の最大振り下ろし速度を分析し検討した。



脚（大転子転と足関節を結んだ線）

図2 脚（大転子転と足関節を結んだ線）

3. 結果と考察

脚（大転子転と足関節を結んだ線：図2）の接地直前の最大振り下ろし速度は、被験者A（8歳女児）では靴を履いて276.811deg./sec., 裸足で308.511 deg./sec., 被験者B（9歳男児）では靴を履いて233.815deg./sec., 裸足で335.788deg./sec., 被験者C（10歳女児）では靴を履いて347.509deg./sec., 裸足で438.349deg./sec., そして被験者D（13歳女児）では靴を履いて244.180 deg./sec., 裸足で356.624deg./sec.であった（表4）。

すべての被験者において、脚の接地直前の最大振り下ろし速度は、靴を履いた50m走より裸足の50m走の方が高かった。1991年に開催された東京世界陸上

表4 小学生3名と中学生1名の靴を履いた50m走と裸足の50m走のタイムと脚（大転子点と足関節を結んだ線）の接地直前最大振り下ろし速度

被験者	A（女児）		B（男児）		C（女児）		D（女児）	
年齢（歳）	8		9		10		13	
身長（cm）	128		138		148		164	
	靴	裸足	靴	裸足	靴	裸足	靴	裸足
分析された50m走のタイム（秒）	11.01	10.68	9.83	9.56	10.58	10.03	8.96	8.80
脚（大転子転と足関節を結んだ線）の地面に対する接地直前の最大振り下ろし速度（deg./sec.）	276.811	308.511	233.815	335.788	347.509	438.349	244.180	356.624

競技選手権大会の科学研究班の調査では、走速度の高い選手ほど脚の接地直前の最大振り下ろし速度が高いと報告されている。本実験では靴で走るよりも裸足で走る方が、この脚の接地直前の最大振り下ろし速度が高くなったことから、これが50m走のタイム短縮につながった可能性があると考えられた。

V. 中学・高等学校陸上競技部員による実験

京都府宇治市内の小学生の実験では、測定に対する動機付けや50m走の途中で疲れた、走るのがしんどいなどの主観的態度から、応援してもゴールまで全力で走らないことも見られた。小学生3名と中学生1名の実験は被験者数が少なかった。また、どちらの実験においても、ランニング専用の靴を履いて50m走を走った被験者とそうでない被験者がいた。

そこで、京都府京田辺市内のD中学・高等学校の陸上競技部員の協力を得て、ランニング・シューズと裸足、そしてスパイクによって50m走を測定し、同時に走動作のビデオ撮影を行い、脚（大転子転と足関節を結んだ線：図2）の接地直前の最大振り下ろし速度について検討した。

1. 被験者

被験者は、陸上競技部員の男子15名（中学2年1名、中学3年4名、高校1年1名、高校2年6名、高校3年3名）と女子13名（中学1年2名、中学3年1名、高校2年8名、高校3年2名）の計28名であった。

2. 方法

実験は、2004年5月11日にD大学陸上競技場オールウエザー走路で実施された。被験者はそれぞれが靴を履いて、裸足で、そしてスパイクを履いての順で50mを2順の2回ずつ走った。タイムは新大阪商会製のラップタイム測定装置によって測定された。なお、本稿では、靴を履いた場合と裸足で走った場合の計測タイムを対象として報告したので、スパイクを履いた場合については別の機会に報告する。

すべての被験者の内、靴と裸足で50mを走った両方のタイム測定に支障のなかった男子12名と女子12名の計24名（表5）のタイムが分析の対象となった。

表5 D中学・高等学校陸上競技部員の50m走の靴を履いたタイムと走速度、裸足のタイムと走速度、脚の接地直前の靴を履いた最大振り下ろし速度、裸足の最大振り下ろし速度

被験者	学校種別	学年	性別	50m		接地直前脚最大振り下ろし角速度		走速度		100m自己最高タイム(sec.)
				靴(sec.)	裸足(sec.)	靴(deg./sec.)	裸足(deg./sec.)	靴(msec.)	裸足(m/sec.)	
A	高校	3	男	7.26	6.91	-554.50	-964.07	9.35	9.32	12.5
B	高校	3	女	7.73	7.75	-449.38	-636.40	8.00	8.06	14.0
C	高校	3	男	7.07	6.73	-396.42	-511.24	9.85	9.79	12.5
D	高校	3	女	8.34	8.55	-	-	-	-	15.0
E	高校	3	男	7.25	7.08	-303.89	-320.13	9.37	9.75	12.6
F	中学	3	男	7.42	7.41	-131.84	-523.49	9.21	9.38	12.9
G	高校	2	女	9.57	9.32	-193.45	-793.12	6.78	7.40	16.46
H	中学	2	男	7.64	7.54	-251.42	-265.19	8.58	8.96	13.5
I	高校	2	男	7.06	6.76	-	-	-	-	12.5
J	高校	2	男	7.05	6.93	-610.71	-683.28	9.61	9.71	11.8
K	高校	2	女	7.84	8.10	-410.36	-567.70	8.62	8.34	14.3
L	高校	2	女	7.83	7.84	-558.91	-473.20	8.31	8.16	14.8
M	中学	3	女	8.05	8.00	-391.77	-412.04	7.93	7.99	14.5
N	中学	3	男	7.67	7.95	-	-	-	-	14.8
O	高校	2	女	7.78	7.39	-465.56	-436.14	8.42	8.47	13.9
P	高校	2	女	8.91	8.52	-	-	-	-	15.0
Q	中学	1	女	7.96	7.92	-582.83	-538.99	7.94	8.33	-
L	高校	2	男	7.30	7.19	-	-281.34	-	-	12.98
R	中学	3	男	7.57	7.46	-238.50	-276.43	8.95	9.36	13.9
S	高校	1	男	7.06	6.84	-211.47	-404.80	9.59	9.61	12.2
T	高校	2	男	7.05	7.08	-	-	-	-	-
U	高校	2	女	8.58	8.54	-	-216.22	-	-	16.0
V	高校	2	女	8.09	7.93	-242.01	-572.96	8.32	8.28	14.2
W	高校	2	女	8.28	8.14	-371.09	-594.21	8.08	8.25	14.8

* 100m自己最高タイムについては電気計時タイムのみ1/100秒まで記載した。

平均	全体	7.77	7.66	-374.36	-498.47	8.64	8.77	13.87
	男子	7.30	7.16	-337.34	-470.00	9.31	9.48	12.93
	女子	8.32	8.27	-373.85	-533.23	8.01	8.07	14.91
	男子中学	7.58	7.59	-207.25	-355.04	8.91	9.23	13.78
	女子中学	8.05	8.00	-391.77	-412.04	7.93	7.99	14.50
	男子高校	7.15	6.92	-415.40	-527.48	9.55	9.64	12.44
	女子高校	8.30	8.21	-384.39	-536.24	8.08	8.14	14.85
標準偏差	全体	0.642	0.672	149.166	191.751	0.798	0.750	1.259
	男子	0.240	0.386	169.759	233.421	0.403	0.284	0.851
	女子	0.570	0.472	123.517	170.487	0.587	0.320	0.782
	男子中学	0.112	0.246	65.629	145.993	0.316	0.236	0.797
	女子中学(1名のみ)	-	-	-	-	-	-	-
	男子高校	0.113	0.167	167.243	258.373	0.205	0.188	0.364
	女子高校	0.590	0.545	128.355	168.238	0.606	0.350	0.838

男子12名の内訳は、中学2年1名、中学3年3名、高校1年1名、高校2年4名、高校3年3名であった。女子12名の内訳は、中学1年1名、中学3年1名、

表6 D中学・高等学校陸上競技部員の50m走の靴を履いて走った場合と裸足で走った場合のタイム差，走速度差，脚の接地直前の最大振り下ろし速度差（裸足の方が速い場合をマイナスとした）

被験者	学校種別	学年	性別	靴と裸足の差		
				50mタイム (sec.)	走速度 (m/sec.)	接地直前脚最大振り下ろし角速度 (deg./sec.)
A	高校	3	男	-0.35	-0.03	-409.57
B	高校	3	女	0.02	0.07	-187.02
C	高校	3	男	-0.34	-0.06	-114.82
D	高校	3	女	0.21	-	-
E	高校	3	男	-0.17	0.38	-16.24
F	中学	3	男	-0.01	0.17	-391.65
G	高校	2	女	-0.25	0.61	-599.67
H	中学	2	男	-0.10	0.38	-13.76
I	高校	2	男	-0.30	-	-
J	高校	2	男	-0.12	0.10	-72.57
K	高校	2	女	0.26	-0.27	-157.34
L	高校	2	女	0.01	-0.15	85.71
M	中学	3	女	-0.05	0.06	-20.27
N	中学	3	男	0.28	-	-
O	高校	2	女	-0.39	0.04	29.42
P	高校	2	女	-0.39	-	-
Q	中学	1	女	-0.04	0.38	43.84
L	高校	2	男	-0.11	-	-
R	中学	3	男	-0.11	0.41	-37.93
S	高校	1	男	-0.22	0.03	-193.33
T	高校	2	男	0.03	-	-
U	高校	2	女	-0.04	-	-
V	高校	2	女	-0.16	-0.04	-330.95
W	高校	2	女	-0.14	0.16	-223.13

平均	全体	-0.10	0.13	-153.49
	男子	-0.14	0.17	-156.23
	女子	-0.05	0.06	-204.67
	男子中学	0.02	0.32	-147.78
	女子中学	-0.05	0.06	-20.27
	男子高校	-0.23	0.08	-161.31
	女子高校	-0.09	0.06	-197.57
標準偏差	全体	0.187	0.233	188.340
	男子	0.177	0.195	161.944
	女子	0.197	0.284	221.053
	男子中学	0.182	0.132	211.541
	女子中学（1名のみ）	-	-	-
	男子高校	0.101	0.179	153.084
	女子高校	0.224	0.284	228.629

高校2年8名、高校3年2名であった。

被験者の100mベストタイムの平均は男子で12秒93、標準偏差0秒851、女子で平均14秒91、標準偏差0秒782、中学男子の平均13秒78、標準偏差0秒797、高校男子の平均12秒44、標準偏差0秒364、高校女子の平均14秒85、標準偏差0秒838であった。なお、中学女子の被験者は、その対象が1名のため、平均はその1名の被験者の記録とし、標準偏差は算出できなかった。

被験者から測定された50m走のタイムは、SPSSで分析の結果、正規性が認められなかったため、Wilcoxonの符号付き順位検定が実施された。

また、表5の24名の被験者のうち撮影条件などから映像解析可能な男子9名と女子10名の計19名の走動作が、図1に示された30m地点の前後2mでNAC社製ハイ・スピード・ビデオカメラHSV500を用いて、フレームレート1/250秒で撮影され、靴を履いた場合と裸足の場合の最高記録の走動作が新大阪商会製動作解析ソフトウェアDYNAS2Dを用いて解析された。

50mを靴を履いて走った場合と裸足の場合のタイム差、走速度差、そして接地直前の脚（大転子点と足関節を結んだ線）の最大振り下ろし速度の差（表6）の関係についてSPSSを用いて分析した。このデータも正規性が認められなかったため、Wilcoxonの符号付き順位検定が実施された。

3. 結果と考察

1) 50mを靴を履いて走った場合と裸足で走った場合の測定タイムについて

50mを靴を履いて走った場合と裸足で走った場合のタイムは、被験者全体では5%水準で有意な差が認められ ($p = .011$)、50m走では靴で走るよりも裸足で走る方が速いことが示唆された。同様に、被験者を男子に限定して分析すると5%水準で有意な差が認められ ($p = .028$)、50m走では靴で走るよりも裸足で走る方が速いことが示唆された。しかし、女子では有意な差が認められなかった ($p = .158$)。

被験者を中学生に限定して分析すると有意な差は認められなかった ($p = .345$)。高校生では5%水準で有意な差が認められ ($p = .014$)、50m走では靴

表7 D中学・高等学校陸上競技部員の50m走を靴を履いて走った場合と裸足で走った場合のタイム差の検定

	p	Z
全被験者	0.011	-2.558
男 子	0.028	-2.197
女 子	0.158	-1.413
中 学	0.345	-0.943
高 校	0.014	-2.461
中学男子	0.715	-0.365
中学女子	0.180	-1.342
高校男子	0.017	-2.380
高校女子	0.284	-1.071

で走るよりも裸足で走るの方が速いことが示唆された。

さらに被験者を中学生男子に限定して分析すると有意な差が認められなかった ($p = .715$)。中学生女子では有意な差が認められなかった ($p = .180$)。高校生男子では5%水準で有意な差が認められ ($p = .017$)、50m走では靴で走るよりも裸足で走るの方が速いことが示唆された。高校生女子では有意な差が認められなかった ($p = .284$) (表7)。

2) 50mを靴を履いて走った場合と裸足の場合のタイム差と、脚（大転子点と足関節を結んだ線）の接地直前最大振り下ろし速度の差の関係について被験者全体で、50mを靴を履いて走った場合と裸足で走った場合のタイムは、5%水準で有意な差が認められ ($p = .011$)、50m走では靴で走るよりも裸足で走るの方が速いことが示唆されたことから、50mを靴を履いて走った場合と裸足の場合のタイム差と、脚（大転子点と足関節を結んだ線）の接地直前最大振り下ろし速度の差の関係についてSPSSを用いてWilcoxonの符号付き順位検定で分析したところ、50mを靴を履いて走った場合と裸足の場合のタイム差と、脚（大転子点と足関節を結んだ線）の接地直前最大振り下ろし速度の差は、5%水準で有意な差が認められ ($p = .006$)、裸足で速く走ることができたのは

脚の振り下ろし速度が速くなったことが原因の一つである可能性が示唆された(表8)。

実験を行った50m走では、靴を履いて走った場合と裸足で走った場合のタイム差は、高校生男子のみに有意性が認められたため、高校生男子についてのみ、50mを靴を履いて走った場合と裸足の場合のタイム差と、脚(大転子点と足関節を結んだ線)の接地直前最大振り下ろし速度の差の関係について分析した。その結果、5%水準で有意な差が認められ($p = .043$)、裸足で速く走ることができたのは脚の振り下ろし速度が速くなったことが原因の一つである可能性が示唆された(表8)。

表8 D中学・高等学校陸上競技部員の靴を履いた場合と裸足の場合の50m走のタイム差と脚の接地直前最大振り下ろし速度の差の検定

	p	Z
全被験者	0.006	-2.769
高校男子	0.043	-2.023

3) 50mを靴を履いて走った場合と裸足の場合の走速度差と、脚(大転子点と足関節を結んだ線)の接地直前最大振り下ろし速度の差の関係について被験者全体で、50mを靴を履いて走った場合と裸足で走った場合の走速度は、5%水準で有意な差が認められ($p = .031$) (表9)、50m走では靴で走るよりも裸足で走る方が走速度が高いことが示唆されたことから、50mを靴を履いて走った場合と裸足の場合の走速度差と、脚(大転子点と足関節を結んだ線)の接地直前最大振り下ろし速度の差の関係についてSPSSを用いてWilcoxonの符号付き順位検定で分析したところ、50mを靴を履いて走った場合と裸足の場合の走速度差と、脚(大転子点と足関節を結んだ線)の接地直前最大振り下ろし速度の差は、5%水準で有意な差が認められ($p = .006$) (表10)、裸足で走速度が高くなったのは脚の振り下ろし速度が速くなったことが原因の一つである可能性が示唆された。

実験を行った50m走では、靴を履いて走った場合と裸足で走った場合の走速度差は、男子と中学生に有意性が認められたため、男子と中学生についてのみ、50mを靴を履いて走った場合と裸足の場合の走速度差と、脚（大転子点と足関節を結んだ線）の接地直前最大振り下ろし速度の差の関係について分析した。その結果、男子では、50mを靴を履いて走った場合と裸足の場合の走速度差と、脚（大転子点と足関節を結んだ線）の接地直前最大振り下ろし速度の差は、5%水準で有意な差が認められ（ $p = .012$ ），男子では裸足で走速度が高くなったのは脚の振り下ろし速度が速くなったことが原因の一つである可能性が示唆された。中学生では5%水準で有意な差が認められなかった（ $p = .345$ ）（表10）。

表9 靴を履いて走った平均走速度と裸足で走った平均走速度について

	p (靴平均速度と裸足平均速度)	Z (靴平均速度と裸足平均速度)	靴平均速度 (m/sec.)	裸足平均速度 (m/sec.)	靴標準偏差	裸足標準偏差
全被験者	0.031	-2.154	8.74	8.59	0.780	0.800
男子	0.050	-1.960	9.47	9.31	0.270	0.403
女子	0.260	-1.125	8.08	8.05	0.360	0.528
中学	0.043	-2.023	8.80	8.52	0.621	0.579
高校	0.347	-0.941	8.71	8.69	0.830	0.891
中学男子	0.109	-1.604	9.23	8.91	0.236	0.316
中学女子	0.180	-1.342	8.16	7.94	0.235	0.006
高校男子	0.345	-0.944	9.59	9.55	0.208	0.205
高校女子	0.612	-0.507	8.06	8.08	0.396	0.606

表10 D中学・高等学校陸上競技部員の靴を履いた場合と裸足の場合の50m走の走速度差と脚の接地直前最大振り下ろし速度差の検定

	p	Z
全被験者	0.006	-2.769
男子	0.012	-2.521
中学	0.345	-0.944

VI. ま と め

本稿では、50m走を対象に、靴を履いて走った場合と裸足で走った場合のタイム差、走速度差、および、その差の理由について脚（大転子点と足関節を結んだ線）の接地直前最大振り下ろし速度の観点から検討した。

小学生が50mを走る場合、靴を履いて走るよりも裸足で走る方が速いことが示唆された。中学生や高校生の場合、高校男子では、靴を履いて走るよりも裸足で走る方が速い傾向が見られたものの、中学男子、中学女子、高校女子ではその傾向は見られなかった。また、高校男子では、靴を履いて走った50m走のタイムと裸足で走った50m走のタイムの差と、靴を履いて走った脚（大転子点と足関節を結んだ線）の接地直前最大振り下ろし速度と裸足で走った脚（大転子点と足関節を結んだ線）の接地直前最大振り下ろし速度の差に有意な関係が認められ、裸足で走った方が靴を履いて走った場合より、脚（大転子点と足関節を結んだ線）の接地直前最大振り下ろし速度が速くなったため、50mのタイムが速くなった可能性が示唆された。

中学生と高校生を対象とした走速度から、靴を履いて走った場合と裸足で走った場合では、裸足で走る方が靴で走るよりも走速度が高くなることが示唆された。しかし、それは、男子と中学生のみにその傾向が見られた。また、走速度の差と脚（大転子点と足関節を結んだ線）の接地直前最大振り下ろし速度の差に有意な関係が認められ、裸足で走った方が靴を履いて走った場合より、脚（大転子点と足関節を結んだ線）の接地直前最大振り下ろし速度が速くなったため、走速度が高くなった可能性が示唆された。

今後の課題は、①小学生から高校生、さらには大学生まで被験者の数を増やし、靴を履いて走った場合と裸足で走った場合のタイム差を検討すること、②陸上競技種目の最短距離は100mであるので、中学生と高校生については100mの場合の靴を履いて走ったタイムと裸足で走ったタイムを検討すること、③高校男子では、靴を履いて走った50m走のタイムと裸足で走った50m走のタイムの差と、靴を履いて走った脚（大転子点と足関節を結んだ線）の接地直前最大

振り下ろし速度と裸足で走った脚（大転子点と足関節を結んだ線）の接地直前最大振り下ろし速度の差に有意な関係が認められたにも関わらず、脚（大転子点と足関節を結んだ線）の接地直前最大振り下ろし速度の差と走速度の差に有意な関係が認められなかった。また、中学生では、靴を履いて走った50m走のタイムと裸足で走った50m走のタイムの差と、靴を履いて走った脚（大転子点と足関節を結んだ線）の接地直前最大振り下ろし速度と裸足で走った脚（大転子点と足関節を結んだ線）の接地直前最大振り下ろし速度の差に有意な関係が認められなかったにも関わらず、脚（大転子点と足関節を結んだ線）の接地直前最大振り下ろし速度の差と走速度の差に有意な関係が認められたことから、靴を履いた場合と裸足で走った場合のタイム差があるならば、小学生の50m走と中学生以上の100m走では、どの区間でそのタイム差が出て、その原因はどのような動作に起因するのか検討すること、④靴を履いた場合と裸足で走った場合のタイム差があるならば、年齢別でその差を検討すること、⑤陸上競技の一流選手の場合について検討すること、などが挙げられた。

文 献

- 1) <http://homepage1.nifty.com/moritake/taiiku/putiputi.htm>
- 2) 日本陸上競技連盟強化本部バイオメカニクス研究班編，世界一流陸上競技者の技術，ベースボール・マガジン社，1994，p. 48
- 3) Shunichi Tazuke, THE FIRST STEP: WHICH IS BETTER, THE CHILDREN'S SPRINT (50M RUNNING) WITH SHOES OR WITHOUT SHOES? -FROM THE VIEWPOINT OF 2 DIMENSIONAL BIOMECHANICAL MOTION ANALYZE-, 2004 PRE-OLYMPIC CONGRESS Proceedings VOLUME II, 2004, pp. 315-316
- 4) Shunichi Tazuke, Difference of running motion by difference of shoes about swing-back velocity of driving leg immediately before foot contact on the ground, Journal of Biomechanics, Volume 39, Supplement 1, 2006, pp. 193-194