

1歳から12歳の幼児および児童における ボールキック能力の発達過程

三宅一郎 (中京大学体育学部体育方法学研究室)
宮丸凱史 (筑波大学体育科学系)
湯浅景元 (中京大学体育学部体育方法学研究室)
斉藤昌久 ()
西尾香織 ()
吉田泰成 ()
浅川正一 ()

DEVELOPMENT OF THE BALL KICKING ABILITY IN CHILDREN FROM 1 TO 12 YEARS

I. MIYAKE,
M. MIYAMARU,
K. YUASA,
M. SAITO,
K. NISHIO,
Y. YOSHIDA
and
M. ASAKAWA

The purpose of this study was to determine the developmental process of the ball kicking ability in children. One hundreds and ninety-five boys and one hundreds and seventy-five girls, aged 1 to 12, participated in this study as subjects. The subjects performed two tests, the stationary ball kicking and the rolling-ball kicking tests.

The movements of the subjects and the ball were filmed by using a 16 mm cine-camera. The kicking ball speed, the swinging speed of the kicking foot, the distance from the support foot to the ball, and the contact places of the foot and the ball at the instant of the kicking were measured.

Both of the ball speed and the swinging speed of the kicking foot was linearly augmented with increasing the age in boys and girls. Linear relationship between the ball speed and the swinging speed of the kicking foot was obtained in both boys and girls. The higher ball speed and swinging speed of the kicking foot was observed in boys than in girls over 1 to 12 years. In both boys and girls, the ball speed and the swinging speed was lower in the rolling-ball kicking than in the place-ball kicking. The rate of ball speed to kicking foot swinging speed was augmented with increasing age.

緒 論

歩・走・跳などの移動系や投・打などの操作系の基本運動が、幼児期および児童期において顕著に発達することはこれまで多くの研究者らによって報告されている^{(4),(5),(6),(7),(11)}。操作系の運動に関する研究だけについてみると大部分は、ボール投げのように上肢を主とした運動に関する研究である^{(3),(8)}。しかし、ボール蹴りのように下肢を主とした運動については、Dohrman, P.⁽²⁾が8歳児を対象に、Williams, J.R.⁽¹²⁾らが5歳児から8歳児を対象に研究をおこなっている程度である。そして、Dohrmanは8歳児については女兒より男児の方がボール・スピードと飛距離の高いことを明らかにしている。また、Williamsらはキックされたボール・スピードと飛距離は経年的に増大することを報告している。

そこで本研究では、1歳から12歳の幼児および児童にstationary ball とrolling ball を全力でキックさせ、その動作の特徴を映画分析法を用いて分析し、ボール・キックの経年的発達過程を明らかにしようとするものである。

方 法

①被検者

本研究における被検者は、1歳から6歳の幼児149名(男児76名、女児73名)と6歳から12歳の児童221名(男児119名、女児102名)であった。いずれの被検者も健康な者たちであった。被検者の年齢別の身長および体重の平均値と標準偏差は表1に示した。

②実験手順

実験に使用したボールは、小学校用バレーボール1号球(周径囲58cm、重さ240g)であった。被検者は、stationary ballとrolling ballを直径1.5mの円内で全力でキックした。いずれのキックにおいても、被検者には2回キックを行なわせた。

Stationary ballキックの場合には、被検者を円内の後方に立たせ、円内前端に置かれたボールを全力でキックさせた。Rolling ballキックの場合には、stationary ball同様に被検者を円内の後方に立たせ、ころがってくるボールを円内で全力でキックさせた。このとき、rolling ballのスピードが一定になるように、特別製の台を用いてボールをころがすようにした。キック時のボール・スピードは約2.5m/secであった。それぞれのキック動作は側方より16mmシネカメラを用いて撮影した。16mmシネカメラはミリケンDBM-55を用いた。フィルム速度は、50 f・

p・sであった。カメラ・レンズと被検者との距離は20mであった。実験場面の模式図は図1に示した。また、実験風景を図2に示した。

③フィルム分析

分析には、Nac社製 Sportias Model GP 2000を用いた。分析は2回の試技のうちの良い方について行なった。

ボール・スピード (m/sec) はインパクト直後から3コマ (6 / 100秒間) のボールの移動距離と時間から算出した。

キック脚のスイング・スピードはインパクトの2コマ前からインパクト瞬間まで (4 / 100秒) の外踝点の移動した距離と時間から求めた。

キック瞬間時に足のどの部分がボールに接触しているのかを観察した。また、このときに足はボールのどの部分をキックしているのかについても観察を行なった。また、キック後のボールの飛行軌跡をフィルムより求めた。

表1 年代別の被検者の数および身長と体重

| Age (yrs) | N | Height (cm) | | Weight (kg) | |
|-----------|--------|--------------|-------------|-------------|------------|
| | | Mean (S.D) | Mean (S.D) | Mean (S.D) | Mean (S.D) |
| 1-3 | B* 4 | 88.3 (3.17) | 13.3 (1.04) | | |
| | G*** 3 | 90.4 (1.75) | 12.9 (0.73) | | |
| 3-4 | B 8 | 96.9 (5.08) | 15.3 (1.94) | | |
| | G 14 | 95.9 (5.05) | 14.7 (1.88) | | |
| 4-5 | B 34 | 102.9 (4.45) | 16.2 (1.60) | | |
| | G 29 | 100.9 (3.54) | 15.8 (2.07) | | |
| 5-6 | B 29 | 108.6 (5.55) | 18.5 (3.47) | | |
| | G 27 | 108.7 (5.15) | 18.5 (2.59) | | |
| 6-7 | B 38 | 114.6 (5.26) | 21.0 (3.77) | | |
| | G 35 | 113.3 (4.67) | 19.6 (2.82) | | |
| 7-8 | B 16 | 120.7 (4.59) | 22.7 (3.55) | | |
| | G 14 | 118.9 (5.22) | 21.9 (3.60) | | |
| 8-9 | B 21 | 126.2 (4.90) | 26.7 (5.11) | | |
| | G 12 | 124.9 (6.73) | 24.8 (3.56) | | |
| 9-10 | B 16 | 135.1 (6.58) | 29.9 (6.30) | | |
| | G 12 | 130.1 (2.34) | 26.8 (3.27) | | |
| 10-11 | B 14 | 135.6 (6.65) | 32.8 (7.85) | | |
| | G 12 | 134.8 (5.84) | 28.2 (2.94) | | |
| 11-12 | B 15 | 141.1 (6.33) | 32.5 (3.85) | | |
| | G 16 | 143.7 (8.22) | 34.8 (7.12) | | |

※ B……Boy, ※※ G……Girl

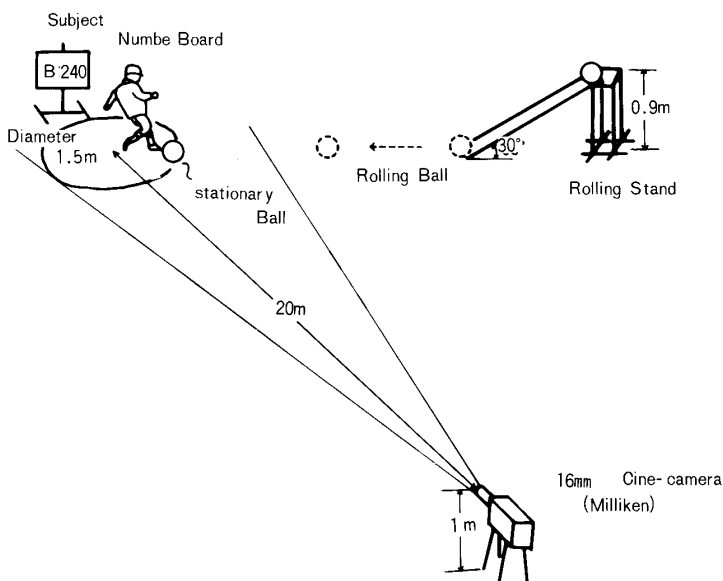


図1 実験場面の模式図

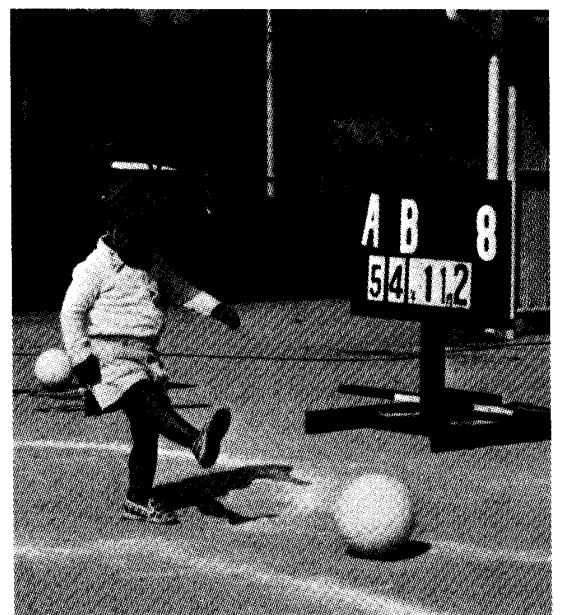


図2 実験風景

結果と論議

キック後のボールの飛行状態について観察したところ、幼児および小学生低学年においてはゴロやバウンドが比較的多かったのが、小学校中学年と高学年においてはフライまたはライナーの割合が高くなった（図3、図4と図5）。

Stationary ball をキックするときには得られボール・スピードは、男女児とも乳児（1～2歳）から小学校6年（11～12歳）まで加齢にともなうてほぼ直線的な増加を示すことが明らかとなった（図6と表2）。Rolling ballをキックするときのボール・スピードも stationary ball テストと同様に男女児とも1歳から12歳まで加齢にともなうてほぼ直線的に増加した（図7と表2）。

戸荻らは、成人を対象に行なった実験結果から速いボール・スピードを得るための大きな要因として、キック瞬間時の足のスイング・スピードをあげている¹⁰。本研究において足のスイング・スピードを求めたところ、stationary ball

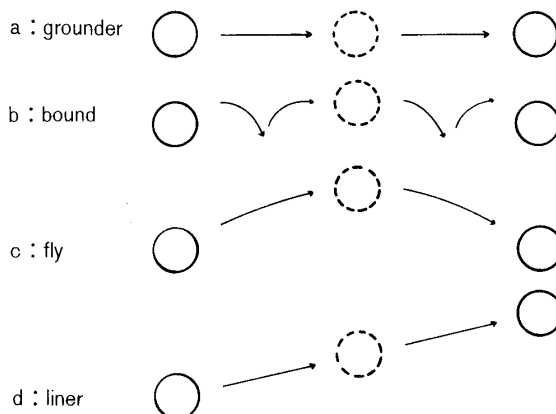


図3 キック後のボールの飛行状態

テストでもrolling ballテストでも1歳から12歳までは男女児とも加齢にともなうてほぼ直線的に増加することが明らかとなった（図8と9、表3）。また、足のスイング・スピードとボール・スピードの相関関係を算出したところ、男女児とも両者の間には統計的に有意な相関が得ら

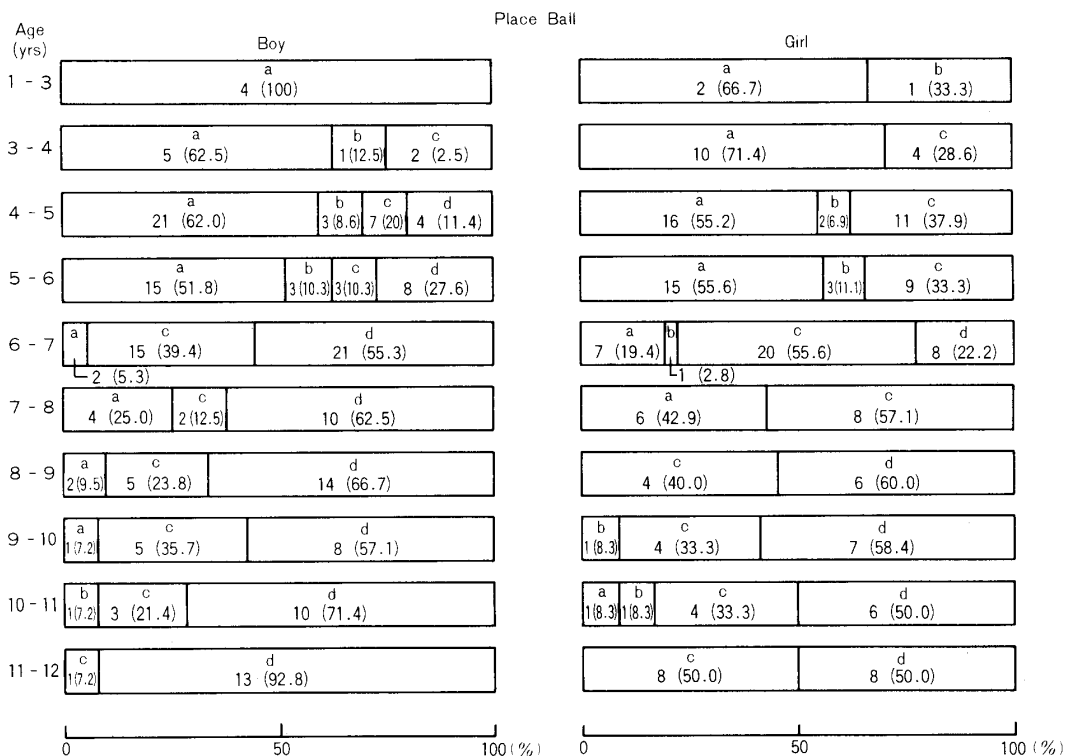


図4 キック後のボールの飛行状態の出現数と百分率 (Stationary Ball)

a : grounder b : bound c : fly d : liner

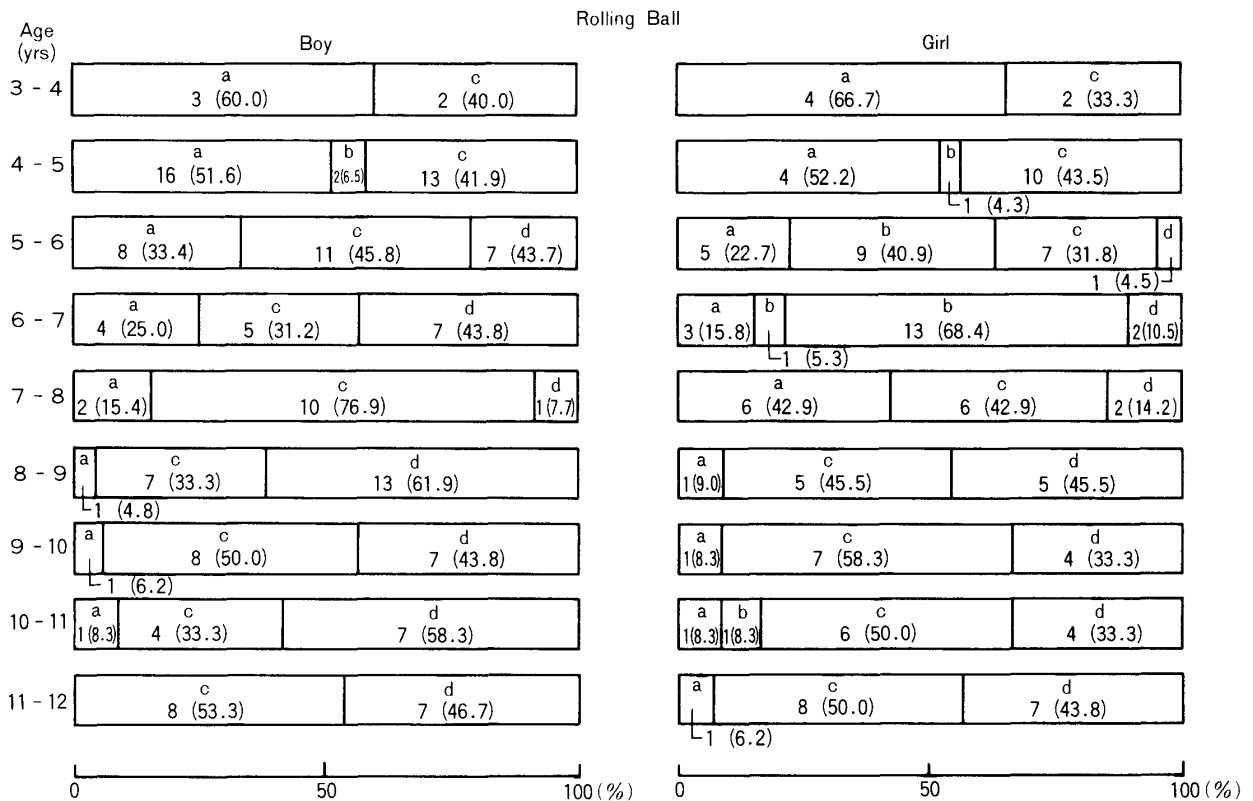


図5 キック後のボールの飛行状態の出現数と百分率 (Rolling Ball)

a : grounder b : bound c : fly d : liner

れた(男児: stationary ball; $r=0.811$, rolling ball; $r=0.850$, 女児: stationary ball; $r=0.865$, rolling ball; $r=0.600$, $P<0.001$) このことから、1歳から12歳までの間にみられた加齢にともなうボール・スピードの増加の原因の1つとして、キック時の足のスイング・スピードが加齢につれて高まったことが考えられる。

従来、Dohrmann, P.⁽¹²⁾ が8歳児を対象に、そして Williams, J. R.⁽¹²⁾ らが5歳児から8歳児までを対象に、ボール・スピードと足のスイング・スピードを男女間で比較したところ、いずれの項目も男児の方がすぐれていたことを報告している。本研究において、1歳から12歳までの男女について比較を行なったところ、ボール・スピードと足のスイング・スピードはこの時期では男児の方がすぐれているという結果が得られた。このことはボール・スピードや足のスイング・スピードに代表されるキック能力は、男児の方が早い時期に発達し、しかも12歳までは男児の方が女児よりもすぐれた能力を発揮することを

示唆していると考えられる。

また、stationary ball をキックしたときと rolling ball をキックしたときの結果を比較すると、男児および女児ともに place ball の方がボール・スピードと足のスイング・スピードが高い値を示した。stationary ball をキックするときには移動してくるボールをキックすることが必要となる。このために、stationary ball をキックする場合に比べて、ボールに足をあてるための運動調節の要求度が大きかったことが rolling ball テストでのボール・スピードと足のスイング・スピードを小さくした原因であると考えられる。

ボール・スピードと足のスイング・スピードの間には統計的に有意な相関関係のあることが明らかとなった。戸荻らは、足のスピードとボール・スピードの関係を熟練者と未熟練者について比較を行なったところ、熟練者は未熟練者よりも小さな足のスイング・スピードでより速いボールを蹴っていることが明らかになったと

報告している¹⁰⁾。そして彼らはこのような差の生じた原因として軸脚の踏み込み距離などの技術的な差をあげている。本研究で、足のスイング・スピードを100%として、そのときのボール・スピードの比率を求めたところ、多少変動はあるもののほぼ加齢につれて比率が高まることが明らかとなった。このことは、加齢につれて足のスイング・スピードがボール・スピードに効果的に伝達されるようになることを示唆している。そして、このような結果の得られた原因として、足首の固定による剛体化や軸脚の踏み込み距離⁹⁾、キック瞬間時に足がボールのどの部分に接触しているか、足のどの部分でボールをキックしたかがあげられる。本研究で、軸脚の踏み込み距離（ボールの中心から軸脚の外踝点までの距離）を測定したところ、加齢にともなう変化傾向はみられなかった（表4）。この結果はBloomfield¹⁾らの報告と同様であった。キックの際に足（脚）のどの部分でボールをとらえているかについてみると幼児と小学生の低学年においては足でとられえずに下腿でとらえている者がみられたが、小学校中学年から高学年にかけてはその傾向はみられなくなり、全員が足部でボールをとらえていた（図10, 11, 12）。ボールのどの部分をキックしたかをみると、幼児や小学生低学年ではボールの真中上部をキックする者が比較的に多く、中学年から高学年にかけてほとんどが真中または真中下部をキックする傾向があった（図13, 14）。このように、軸脚の位置は1歳から12歳まで顕著な差をみることはできなかったが、ボールのどの部分をキックしたか、また足のどの部分でキックしたかという技術要因は加齢につれて変化した。加齢にともなうこのような技術要因の変化がボール・スピードの増加をもたらしたものと考えられる。

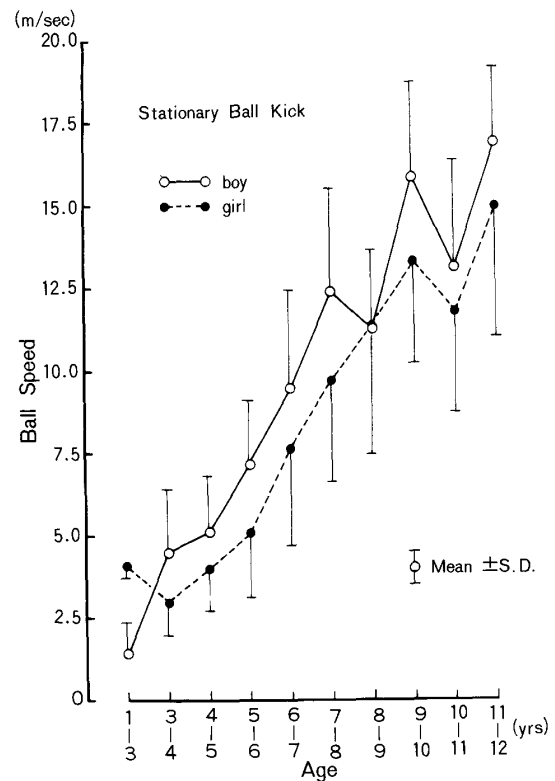


図6 ボール・スピードの経年的変化 (Stationary Ball)

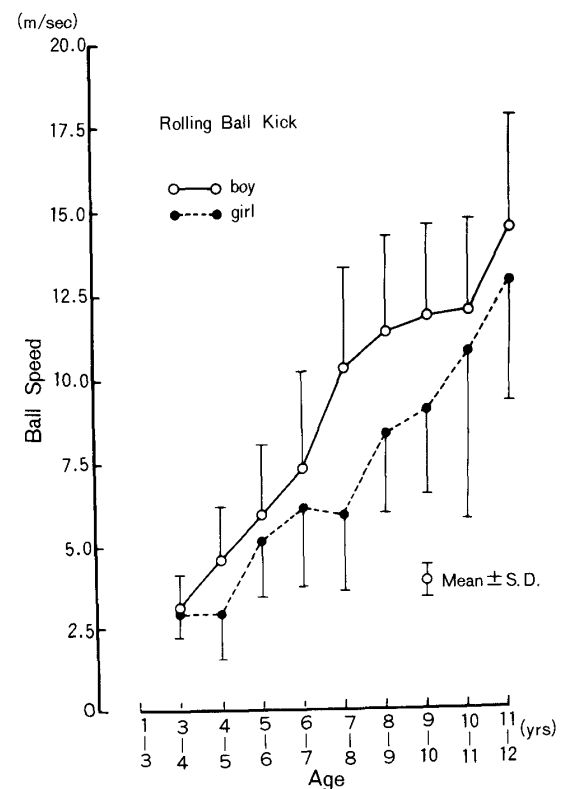


図7 ボール・スピードの経年的変化 (Rolling Ball)

表2 年代別のボール・スピード (Stationary Ball と Rolling Ball)

| Age (yrs) | Stationary Ball | | | | Rolling Ball | | | |
|--------------|-----------------|--------------------|-------|---------|--------------------|------|-------|---------|
| | N | Ball Speed (m/sec) | | N | Ball Speed (m/sec) | | | |
| | | mean | (SD) | | mean | (SD) | | |
| 1-3 | B* | 4 | 1.42 | (0.778) | — | — | — | — |
| | G** | 3 | 4.15 | (0.306) | — | — | — | — |
| 3-4 | B | 8 | 4.50 | (1.848) | B | 5 | 3.17 | (1.035) |
| | G | 14 | 3.00 | (1.011) | G | 6 | 2.95 | (0.776) |
| 4-5 | B | 35 | 5.18 | (1.682) | B | 31 | 4.73 | (1.640) |
| | G | 29 | 4.02 | (1.251) | G | 23 | 2.97 | (1.432) |
| 5-6 | B | 29 | 7.26 | (1.953) | B | 24 | 6.00 | (2.085) |
| | G | 27 | 5.19 | (1.993) | G | 22 | 5.21 | (1.746) |
| 6-7 | B | 38 | 9.50 | (2.984) | B | 16 | 7.39 | (2.903) |
| | G | 35 | 7.64 | (2.980) | G | 19 | 6.20 | (2.371) |
| 7-8 | B | 16 | 12.43 | (3.085) | B | 13 | 10.41 | (3.005) |
| | G | 14 | 9.75 | (3.144) | G | 14 | 5.94 | (2.282) |
| 8-9 | B | 21 | 11.25 | (2.345) | B | 21 | 11.47 | (2.838) |
| | G | 10 | 11.37 | (3.946) | G | 11 | 8.45 | (2.421) |
| 9-10 | B | 14 | 15.83 | (2.943) | B | 16 | 11.96 | (2.673) |
| | G | 12 | 13.33 | (3.155) | G | 12 | 9.28 | (2.635) |
| 10-11 | B | 14 | 13.33 | (3.156) | B | 12 | 12.22 | (2.711) |
| | G | 12 | 11.88 | (3.167) | G | 12 | 10.81 | (5.118) |
| 11-12 | B | 14 | 16.78 | (2.296) | B | 15 | 14.63 | (3.465) |
| | G | 16 | 14.98 | (3.831) | G | 16 | 13.04 | (3.656) |

※B…Boy, ※※G…Girl

表3 年代別のキック足のスイング・スピード (Stationary Ball と Rolling Ball)

| Age (yrs) | Stationary Ball | | | | Rolling Ball | | | |
|--------------|-----------------|---------------------|-------|---------|---------------------|------|-------|---------|
| | N | Swing Speed (m/sec) | | N | Swing Speed (m/sec) | | | |
| | | mean | (SD) | | mean | (SD) | | |
| 1-3 | B* | 4 | 1.63 | (0.709) | — | — | — | — |
| | G** | 3 | 2.67 | (0.622) | — | — | — | — |
| 3-4 | B | 8 | 2.86 | (1.296) | B | 5 | 2.71 | (1.017) |
| | G | 14 | 2.81 | (1.166) | G | 6 | 3.23 | (1.319) |
| 4-5 | B | 35 | 4.58 | (1.250) | B | 31 | 4.76 | (1.186) |
| | G | 29 | 3.39 | (0.901) | G | 23 | 3.57 | (1.081) |
| 5-6 | B | 29 | 5.91 | (1.103) | B | 24 | 5.79 | (1.408) |
| | G | 27 | 4.80 | (1.264) | G | 22 | 5.96 | (2.159) |
| 6-7 | B | 38 | 7.64 | (1.932) | B | 16 | 7.18 | (2.098) |
| | G | 35 | 6.58 | (1.465) | G | 19 | 5.51 | (1.224) |
| 7-8 | B | 16 | 9.19 | (2.316) | B | 13 | 8.71 | (1.803) |
| | G | 14 | 8.75 | (2.192) | G | 14 | 5.83 | (1.532) |
| 8-9 | B | 21 | 8.51 | (1.157) | B | 21 | 8.10 | (1.298) |
| | G | 10 | 8.21 | (2.032) | G | 11 | 7.22 | (1.174) |
| 9-10 | B | 14 | 10.41 | (1.180) | B | 16 | 8.90 | (1.268) |
| | G | 12 | 10.36 | (2.063) | G | 12 | 7.93 | (1.747) |
| 10-11 | B | 14 | 10.99 | (1.998) | B | 12 | 8.96 | (1.513) |
| | G | 12 | 9.48 | (2.226) | G | 12 | 9.05 | (2.347) |
| 11-12 | B | 14 | 11.84 | (2.708) | B | 15 | 10.89 | (1.776) |
| | G | 16 | 10.96 | (1.614) | G | 16 | 10.59 | (3.382) |

※B…Boy, ※※G…Girl

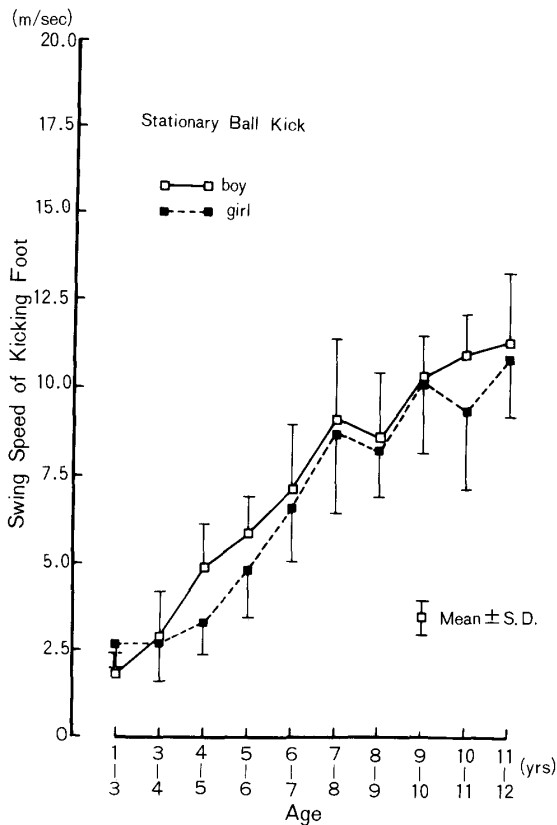


図8 キック足のスイング・スピードの経年的変化 (Stationary Ball)

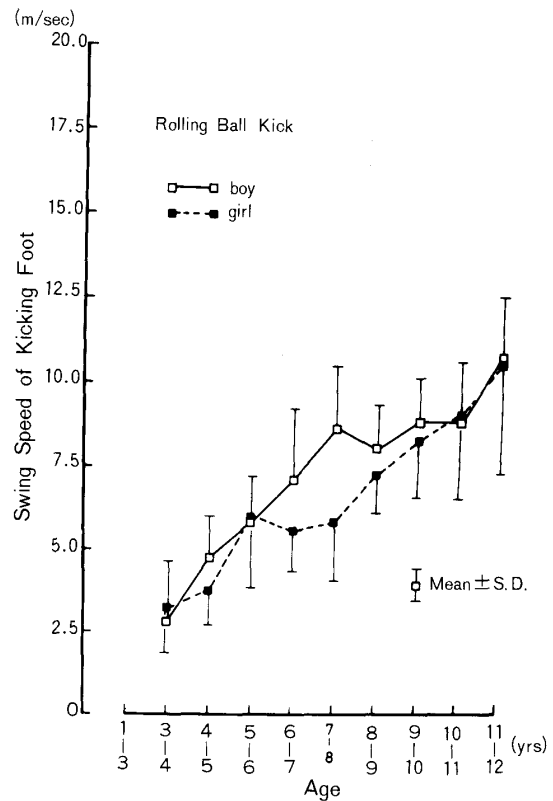


図9 キック足のスイング・スピードの経年的変化 (Rolling Ball)

表4 年代別の軸足とボールの距離 (Stationary Ball と Rolling Ball)

| Age (yrs) | Stationary Ball | | | | Rolling Ball | | | |
|--------------|-----------------|---------------|--------|------|---------------|--------|---|--|
| | N | Distance (cm) | | N | Distance (cm) | | | |
| | | Mean | (S.D) | | Mean | (S.D) | | |
| 1-3 | B** 4 | 23.3 | (0.06) | — | — | — | — | |
| | G*** 3 | 29.9 | (0.02) | — | — | — | — | |
| 3-4 | B 8 | 17.7 | (0.10) | B 5 | 11.3 | (0.17) | | |
| | G 14 | 23.2 | (0.10) | G 6 | 24.7 | (0.15) | | |
| 4-5 | B 34 | 29.9 | (0.08) | B 31 | 30.0 | (0.12) | | |
| | G 29 | 25.8 | (0.11) | G 23 | 27.1 | (0.13) | | |
| 5-6 | B 29 | 28.5 | (0.08) | B 24 | 29.8 | (0.12) | | |
| | G 27 | 23.6 | (0.11) | G 22 | 23.9 | (0.08) | | |
| 6-7 | B 38 | 27.7 | (0.11) | B 16 | 33.9 | (0.13) | | |
| | G 35 | 31.9 | (0.11) | G 19 | 34.4 | (0.11) | | |
| 7-8 | B 16 | 32.2 | (0.06) | B 13 | 32.6 | (0.11) | | |
| | G 14 | 35.2 | (0.18) | G 14 | 34.7 | (0.13) | | |
| 8-9 | B 21 | 26.7 | (0.07) | B 21 | 36.1 | (0.11) | | |
| | G 10 | 31.1 | (0.11) | G 10 | 36.3 | (0.13) | | |
| 9-10 | B 14 | 29.3 | (0.11) | B 16 | 32.4 | (0.11) | | |
| | G 12 | 26.3 | (0.11) | G 12 | 37.8 | (0.11) | | |
| 10-11 | B 14 | 31.7 | (0.10) | B 12 | 27.5 | (0.12) | | |
| | G 12 | 27.0 | (0.08) | G 12 | 28.5 | (0.14) | | |
| 11-12 | B 14 | 29.3 | (0.14) | B 15 | 28.3 | (0.13) | | |
| | G 16 | 24.4 | (0.11) | G 16 | 32.2 | (0.32) | | |

*B...Boy, **G...Girl

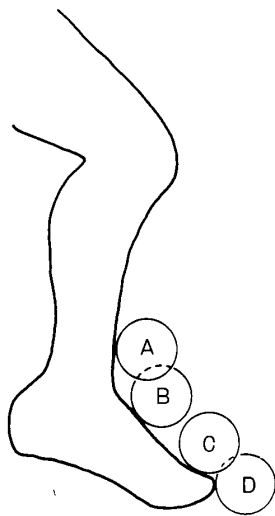


図10 ボールをとらえた足(脚)の部位

A: on the tibia; B: on the ossa wneiformia
 C: on the upper phalanges D: on the top of the phalanges E: others.

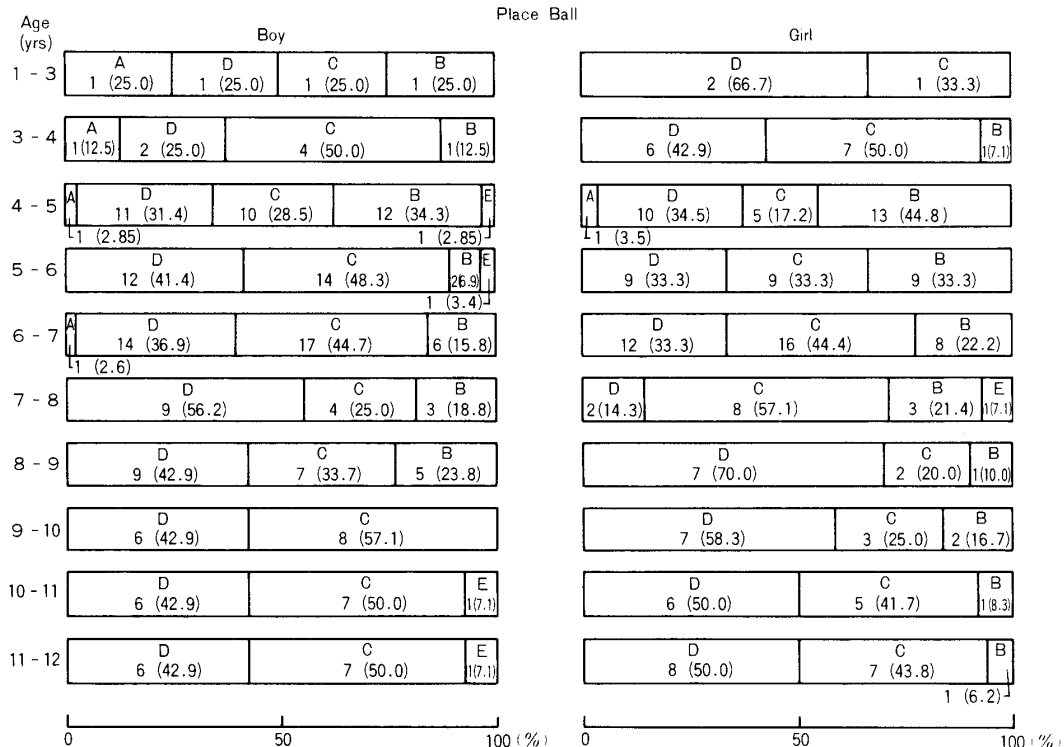


図11 ボールをとらえた足(脚)の部位の出現数と百分率 (Stationary Ball)

A : on the tibia, B : on the ossa wneiformia,
 C : on the upper phalanges, D : on the top of the phalanges,
 E : others

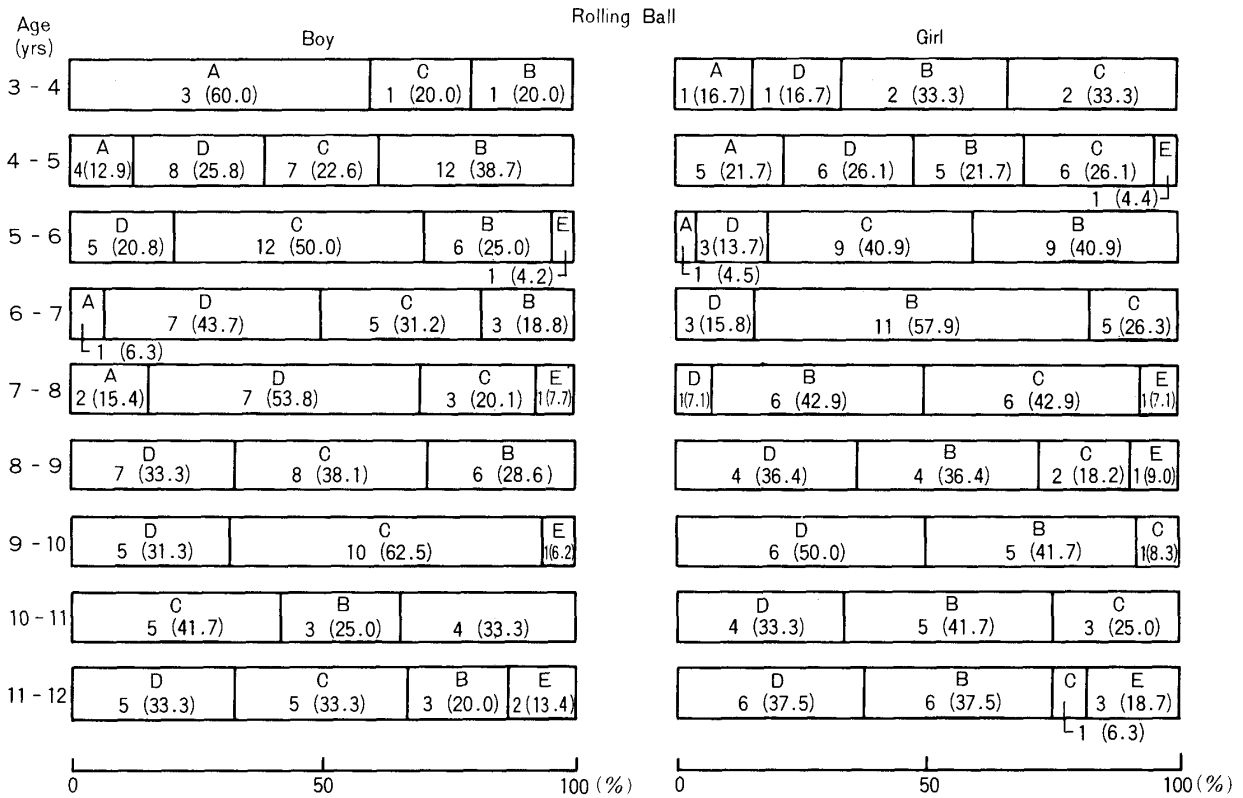


図12 ボールをとらえた足(脚)の部位の出現数と百分率 (Rolling Ball)

A: on the tibia, B: on the ossa wneiformia, C: on the upper phalanges, D: on the top of the phalanges, E: others

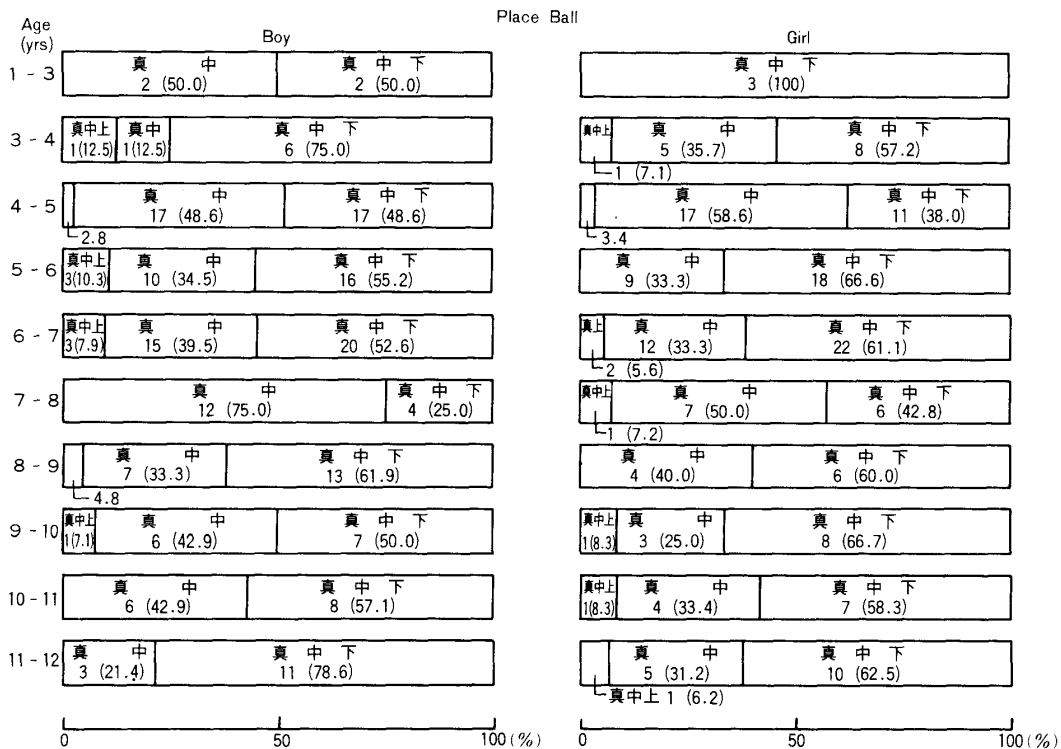


図13 キック足(脚)が接触したボールの部位の出現数と百分率 (Stationary Ball)

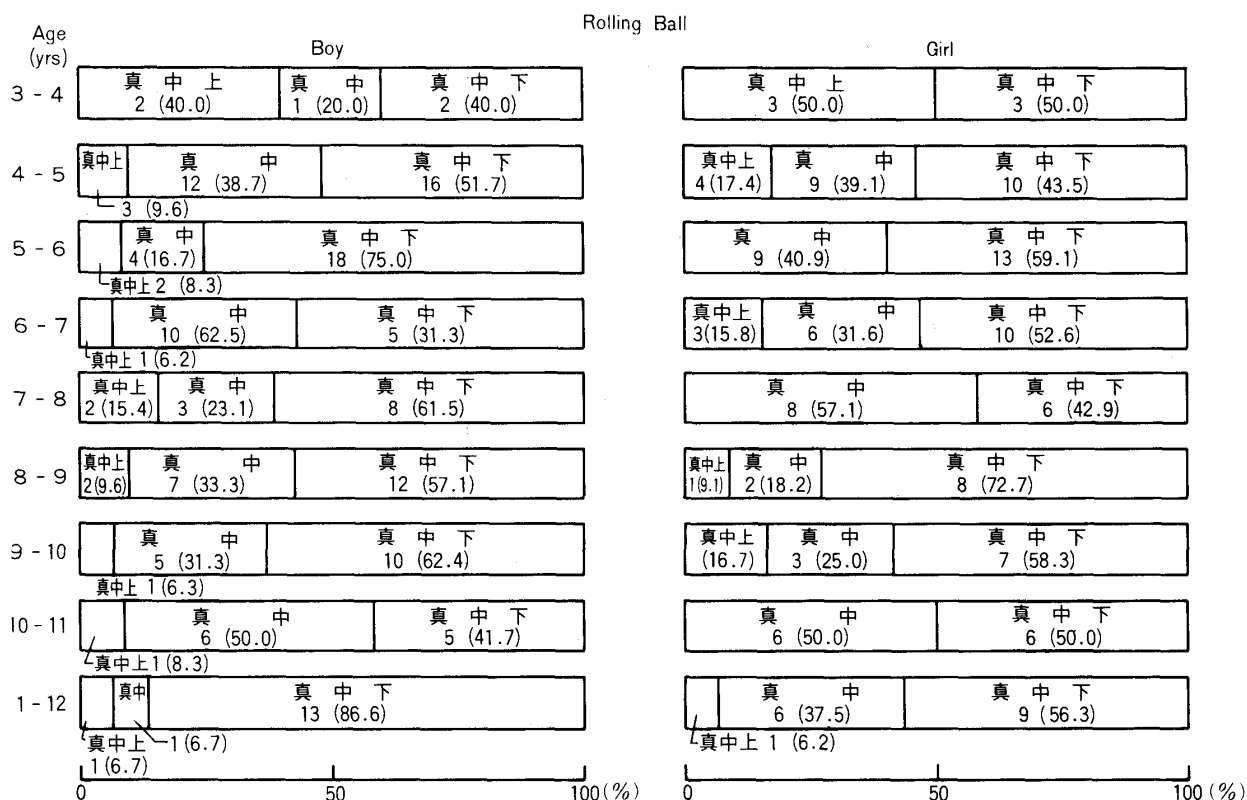


図14 キック足(脚)が接触したボールの部位の出現数と百分率 (Rolling Ball)

結 論

1歳から12歳までの男女児を対象に、stationary および rolling ball キックの経年的発達を測定したところ、次のような結果が得られた。

1. ボール・スピードと足のスイング・スピードは、stationary ball テストおよび rolling ball テストのいずれにおいても1歳から12歳の男女児では加齢にともないほぼ直線的に増加した。

2. 1-6歳、6-8歳、8-10歳、10-12歳の各年代についてボール・スピードと足のスイング・スピードの相関を求めたところ、男女児ともいずれの年代についても統計的に有意な相関が得られた。

3. 1歳から12歳の男女児では、ボール・スピードおよび足のスイング・スピードのいずれも男児の方がすぐれていた。

4. Stationary ball をキックするときよりもボール・スピードと足のスイング・スピードは高い値を示した。

5. 足のスイング・スピードを100%としてそのときのボール・スピードを求めたところ、幼児や小学校低学年(1-8歳)に比べると小学校の中・高学年(8-12歳)では高い比率を示した。このことは、加齢にともなって足のスイング・スピードがボール・スピードに効果的に伝達されるようになることを示唆していると考えられる。

謝 辞

本研究に対し御協力いただきました豊田市立伊保保育園園長梅村鈴雄先生と諸先生方、豊田市立伊保小学校校長鈴木鈴夫先生と諸先生方に記して感謝の意を表します。

引用文献

- (1) Bloomfield, J., "Development of The Soccer Kick; A Cinematographical Analysis", *Journal of Human Movement Studies*, 5:152-159, 1979.
- (2) Dohrmann, P., "Throwing and Kicking Ability of 8-Year-Old Boys and Girls", *Res. Quart.* 35(4):464-471, 1964
- (3) Dusenberry, L., "A Study of the Effects of Training in Ball Throwing by Children Ages Three to Seven", *Res. Quart.* 23(1):9-14, 1952.
- (4) Fortney, V.L., "The Swinging Limb in Running of Boys Ages Seven Through Eleven" Unpublished Master's Thesis, University of Wisconsin, 1964.
- (5) Gesell, A. (山下俊郎訳), 乳用児の心理学—出生より5歳まで—, 家政教育社, 1978. pp.147-153. (Gesell, A., *The first five years of life*, Haper and Brothers, New York, 1940.)
- (6) 後藤幸弘, 岡本勉, 辻野昭, 熊本水頼, 「幼小児における走運の習熟過程の筋電図的研究」, 日本バイオメカニクス学会(編), 身体運動の科学Ⅲ, 杏林書院. 1979. pp.237-248.
- (7) 宮丸凱史, 「幼児の基礎的運動技能における Motor Pattern の発達過程」, 東京女子体育大学紀要, 10:14-25, 1975.
- (8) Robertson, M.A., "Longitudinal Evidence for Developmental Stages in The Forceful Overarm Throw", *Journal of Human Movement Studies*, 4:167-175, 1978.
- (9) 戸荻晴彦, 「キックスピードとフォームについての研究」, 東京大学教養学部体育学紀要, 5:5-12, 1970.
- (10) 戸荻晴彦, 浅見俊雄, 菊池武道, 「サッカーのキネシオロジー的研究(1)」, 体育学研究, 16(5):259-264, 1972.
- (11) Wickstorom, R.L. *Fundamental motor patterns*, 2nd ed., Lea & Febiger Philadelphia, 1977. pp.37-57.
- (12) Williams, J.R. and Scott, R.B., "Growth and Development of Negro Infants: IV. Motor Development and Its Relationship to Child Rearing Practices in Two Groups of Negro Infants", *Child Development*, 24:103-121, 1953.