

子どもはボールの落下地点をどのように予測するか

種丸 武臣、野中 壽子、三井 淳蔵
森美 喜夫、服部 洋兒

I はじめに

ボール運動技能の学習遅滞者の多くは、飛翔するボール落下地点の予測が時間的、空間的にも不正確であり、それによって最適行動がとれない傾向にある。

例えば、テニスのストロークにおいては、相手から打たれたボールの方向と落下点の予測ができなければ正確なリターンは困難である。

ボールの落下地点を予測するために必要な情報は、ボールの位置、速度、方向、加速度、飛球の軌跡、さらに環境条件等多くの要因が含まれている。熟練者は飛翔するボールの情報を視覚を通してすばやく読み取り、過去学習による記憶データを基に、いつ、どこにボールが到達するか、結果を前もって知る能力が非常に高い。これらの予測能力をMeinel⁽¹⁹⁾は、「結果の先取り」とよんでいる。

幼児や小学生は中枢神経系の発達が最も著しく、遊びやスポーツを通じた知覚—運動学習の必要な時期にあたる。知覚—運動行動の学習とは、学習者が様々な環境と関わりながら、目標に対して生体システム系すなわち、知覚系—中枢神経系—効果器系及びフィードバック系の相互作用を通して、低次から高次な運動行動へと階層秩序に従って自己組織することを意味している。

筆者ら⁽²⁾は、幼児の10日間のボールの捕球学習実験で、ボールへ到達するタイミングが、尚早、遅延を繰り返しながら次第に最適なタイミングをつかむと同時に、ボールの方向やスピードを予測した行動の発現が生じることを報告した。このようなボールの投射から捕球までの系列運動ではボールの動きに対する予測と捕球動作のタイミングの一致が要求される。

予測時間の一致に関する研究は多く、系列反応装置を用いた調枝^(4,6)、乾^(8,9,10)の研究、動体指標追従視による山田ら^(23,24,25)、寺田ら^(19,20,21)、森田ら⁽¹⁶⁾の研究がある。これらの研究は、光刺激間隔や刺激点灯時間を変化させ、ターゲットの動きを見越していかに正確に速く反応するか、そのパフォーマンスを求めたものである。

ボール運動に関しては、ボールを用いた九柱戯ゲームや一定の角度で飛翔する装置を用いたWhiting⁽²⁶⁾の研究や、Karlsら⁽¹¹⁾の発光体ボールを使った捕球と視覚の役割の研究がある。これらはいずれも実験室という制限された中で行われた。

これに対してフィールドの実験として、Williams⁽²⁷⁾、鬼頭⁽¹⁴⁾らはボールの発射機を使って小学生のボール落下点の認知能力の測定を行い、9歳頃から発達が著しいと報告した。

そこで、筆者らは⁽¹⁾、子どもの遊び場面に近い状況下の知覚—運動能力の発達過程を把握する

ために、テニスマシンを使って幼児のボール落下地点の予測能力の縦断的測定を行った。その結果、幼児の予測誤差は成人の約2倍から3倍であると報告した。

本研究は、発達を加齢的变化を把握する目的で5歳から12歳の子どもの対象にボールの落下地点の予測能力について検討した。

II 研究方法

ボールの落下地点の予測を測定するために図1のようなセットを用いた。テニスの練習マシン（セイコージョイマシン）からノンプレッシャーテニスボールが発射された。ボールの飛翔条件は、ハイボレー用の放物線状の飛球（発射角約55度、飛翔高約150cm、飛距離約 247 ± 5.48 cm、速度約6.12m/sec）が頂点を通過してから約20cm落下した後、ボールは白色のスクリーンの裏を通過し被検者から見えなくなるようにセットされた。ボールが発射されてから落下点までの飛翔時間は約1020msecであり、ボールを注視できる時間は約800msecとした。また、ボールの落下音はソフトマットで吸収し聴覚情報を与えないようにした。

子どもは、ボールの飛翔を真横から観察できて、しかもボールの飛翔全体が視野にはいる場所に位置した（スクリーンから2m）。

測定者の1名は、スクリーンの裏に配置し、ボールの落下点の実測値を記録した。また、もう1名の測定者は、スクリーンの表側に子どもと並んで位置し、被検者に対して1球ごとに「ここからボールが出るから良くみて下さい。ボールがこの壁で見えなくなりますが、ボールが地面に落ちたと思う所を棒で指して下さい。」と教示した。ボールが落ちたと思うところを指示棒で指してもらい、その距離を記録した。測定方法の確認のための練習を2回行った後、5回試行した。また、ボールの落下地点の予測誤差についてのフィードバック情報は与えなかった。

子どもの形態は身長と体重を、運動能力は走（幼児は20m走、小学生は50m走）、跳（幼児と、小学校4年生までは立ち幅跳び、5、6年生は走り幅跳び）、投（幼児はテニスボール投げ、小学生はソフトボール投げ）の記録を資料とした。幼児の体格は1992年3月の測定値、運動能力は前年の11月の測定記録を使用した。小学校の体格は1992年3月の記録を、運動能力は前年の6月のスポーツテストの記録を用いた。

被検者は5歳児20名（男子11名、女子9名）、6歳児24名（男子7名、女子17名）、7歳児26名（男子10名、女子16名）、8歳児26名（男子17名、女子9名）、9歳児31名（男子18名、女子13名）、10歳児24名（男子14名、女子10名）、11歳児30名（男子17名、女子13名）、12歳児29名（男子13名、女子16名）の合計210名であった。5、6歳児はN市立保育短大の附属園児、また小学生は瀬戸市のD小学校の各学年1クラスの子どもの達を対象とした。

測定は、1992年3月5日から6日にかけて体育館で行った。

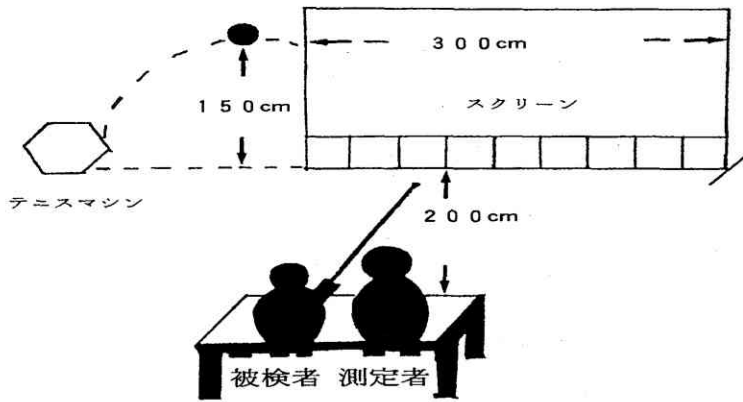


図1 ポール落下地点予測測定セット

Ⅲ 結果

1. 被検者の身体的特徴について

被検者の身体的特徴として形態と運動能力を表1に示した。幼児の被検者の身体的特徴を原田の重回帰評価によって、小学生は文部省の記録と比較した。幼児の身長、体重とも平均値内であり、運動能力では5歳児の幅跳びが重回帰評価で+1を示した。それ以外の項目はすべて平均値内であった。

小学生の体格は各学年において全国平均値よりも約1 cm低く、体重は11歳児男子がが文部省の記録よりも約4 kg少なく有意な差が認められた。他の学年でも体重が1 kg程度少ない傾向を示したが有意な差は認められなかった。

運動能力に関して、走と投においては全体的に文部省の記録よりも優れた傾向を示したが有意な差は認められなかった。跳においては全学年に渡って文部省の記録を下回っていた、9歳男子に有意な差が認められた、しかし他の学年に有意差は認められなかった。

したがって、幼児の体格と運動能力は平均値内にあるが、小学生は平均よりも小柄な体格の子ども達で有るといえよう。

表1 被検者数と形態・運動能力

被検者数	年齢 (s.d)	身長 (s.d)	体重 (s.d)	走 (s.d)	幅跳び (s.d)	ボール投 (s.d)
5歳児 B=11 (20) G=9	5.5 (0.30)	109.1(4.2) 107.9(4.7)	18.7(1.7) 18.0(1.9)	5.4(0.3) 5.4(0.4)	123.6(8.9) 100.2(15.3)	8.4(2.7) 5.7(1.3)
6歳児 B=7 (24) G=17	6.4 (0.34)	115.8(4.6) 112.4(4.3)	20.5(2.5) 19.7(2.7)	4.9(0.2) 4.9(0.4)	125.2(15.0) 112.2(13.8)	9.1(2.3) 6.6(1.3)
7歳児 B=10 (26) G=16	7.4 (0.90)	121.3(3.5) 121.8(4.7)	23.1(2.3) 23.3(3.0)	11.5(0.9) 11.3(0.5)	114.7(11.3) 112.2(9.3)	9.9(5.3) 6.6(1.8)
8歳児 B=17 (26) G=9	8.4 (0.35)	125.9(6.5) 124.2(5.0)	28.3(9.5) 24.7(4.8)	11.8(3.2) 10.5(0.5)	119.5(24.6) 125.2(9.0)	12.8(6.1) 10.7(1.9)
9歳児 B=18 (31) G=13	9.4 (0.30)	132.3(5.1) 129.5(4.4)	30.6(8.3) 26.3(3.9)	10.0(0.7) 10.0(0.4)	135.0(13.3) 138.3(10.6)	20.3(5.9) 13.4(3.1)
10歳児 B=14 (24) G=10	10.5 (0.27)	137.8(6.3) 139.4(7.2)	32.4(6.7) 32.5(6.2)	9.9(0.6) 9.6(0.8)	150.1(9.9) 145.0(9.7)	24.1(2.8) 16.4(4.2)
11歳児 B=17 (30) G=13	11.4 (0.28)	143.3(6.0) 144.3(6.2)	34.7(5.7) 37.6(6.2)	9.3(0.8) 9.2(0.4)	286.9(36.7) 261.6(27.2)	25.9(7.7) 18.5(4.1)
12歳児 B=13 (29) G=16	12.4 (0.25)	153.0(8.4) 152.2(7.0)	46.9(10.1) 42.4(8.6)	8.7(1.0) 9.1(0.4)	304.1(61.8) 280.8(18.9)	30.1(7.2) 23.1(5.9)

2. 年齢別のボール落下地点の予測誤差について

予測誤差とは、ボールの落下地点の実測値と子どもが指示棒で指した地点の距離の誤差である。各年齢別のボール落下地点と予測地点の誤差距離の平均と標準偏差を図2に示した。最も誤差の大きいのは5歳児の約48cm±35であり、最小は11歳児の約13cm±7.5であった。全体的には加齢とともに誤差は減少する傾向がみられた。特に5歳児から8歳児までは直線的に誤差の減少傾向がみられ、それ以後の減少は振幅をもった緩やかなものであった。統計的には、5歳から7歳までに学年間の有意差は認められなかった。しかし、7歳児と8歳児、9歳児と10歳児の間に有意差 ($p < 0.01$) が認められた。

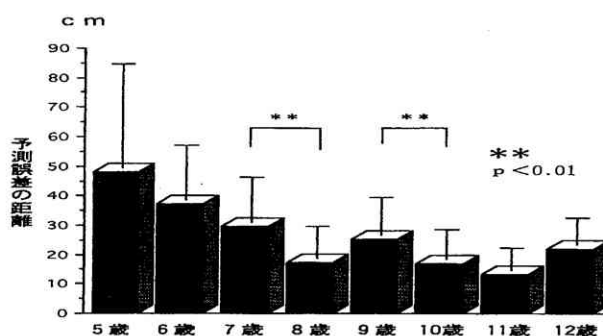


図2 年齢別ボール落下地点の予測誤差

3. 性別のボール落下地点の予測誤差について

性別の男子で最も落下地点の予測誤差の大きいのは5歳児で約51cm±37、最小は11歳児で約12cm±7であった。また、女子では最大の誤差は6歳児で約48cm±34、最小の誤差は8歳児の約15cm±10であった。

各年齢の性差は幼児においては5歳児、6歳児とも男子の誤差が女子よりも大きい傾向を示した、しかし統計的な有意差は認められなかった。小学生では7歳児、10歳児、11歳児で女子の誤差が男子よりも大きく、8歳児、9歳児、12歳児では男子の誤差が大きい傾向を示した。

統計的に性差が認められたのは10歳児と12歳児であった。

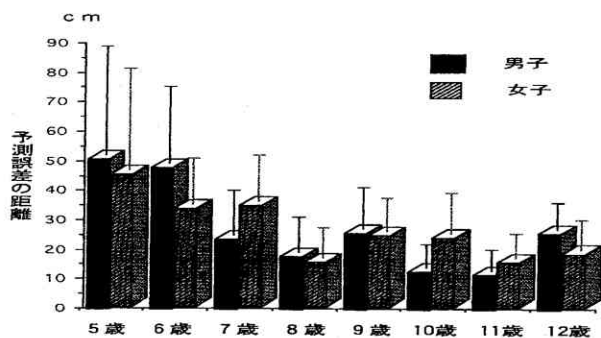


図3 性・年齢別ボール落下地点の予測誤差

4. ボールの落下地点の誤差の分布

子どものボール落下地点の予測誤差の分布を幼児（図4）、低学年（図5）、中学年（図6）、高学年（図7）として示した。これは各年齢群の全被検者の全試行結果の予測誤差の分布を示したものである。図の0地点が実際にボールが落下した地点である（的中）。右側のプラスの数值は実測値より遠方の誤差距離を示し、数字が大きくなるほど誤差距離が大である。逆に、左側のマイナスの数值は実測値よりも短く落下地点を予測したものである。

各年齢群の特徴は、5歳児的中率は約23%、6歳児は約15%であった。また、両群とも+40cmの誤差の比率が最も高く、5歳児では29%、6歳児では34%であり、幼児はボールの飛翔距離を大きく見積る傾向があった。

低学年では7歳児的中率が22.3%、8歳児が35.4%で8歳児的中率が非常に高かった。7歳児は+40cm、-40cm以上の比率が14.6%であり、ボールの落下地点を大きく見積る者と、非常に小さく見積もる者の両極を示した。

中学年では9歳児的中率が21.3%であり、10歳児は34.4%であった。

また、高学年の11歳児は的中率が42.7%であり、12歳児は22.1%であった。11歳児的中率は全年齢群の中で最も高い比率を示した。

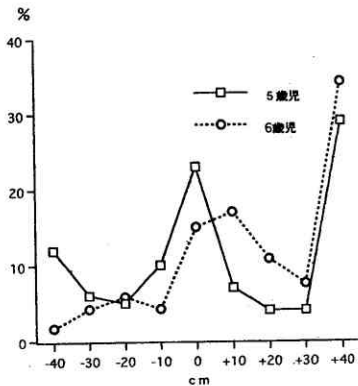


図4 幼児のボール落下地点予測誤差分布

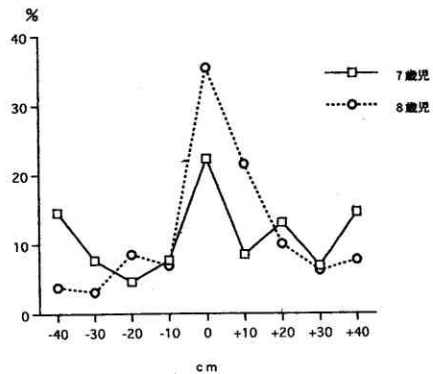


図5 低学年のボール落下地点予測誤差分布

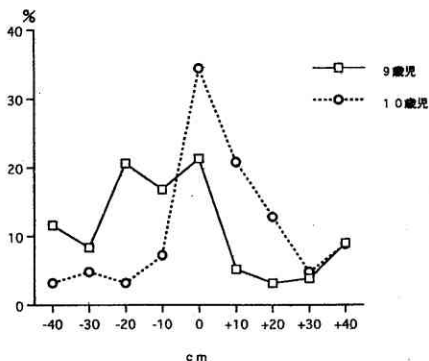


図6 中学年のボール落下地点予測誤差分布

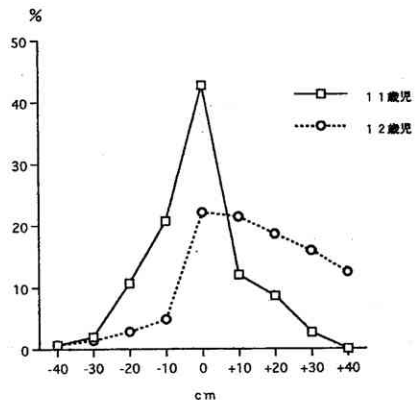


図7 高学年のボール落下地点予測誤差分布

5. 試行回数と予測誤差の関係について

試行回数と予測誤差の変化を図7に示した。第1回目の試技で予測誤差の最小が記録されたのは5歳児、6歳児、7歳児、10歳児であった。第2回目の試行では9歳児と12歳児で最小値が記録され、8歳児と11歳児は第4試行回数で最小値が記録された。5歳児、6歳児、7歳児では試行数が増えるに従って、予測誤差が大きくなる傾向を示した。

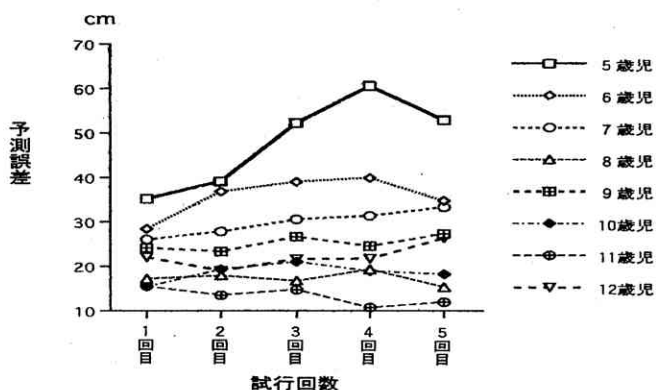


図8 試行回数と予測誤差

6. 予測誤差と年齢、体格、運動能力との相関について

小学生のボールの落下地点の予測誤差と年齢、体格、運動能力の相関を表2に示した。

その結果、各項目との相関係数は年齢と -0.24 、身長とは -0.18 、体重とは -0.12 、50m走とは 0.04 、幅跳びとは -0.23 、ボール投げとは -0.27 であった。形態と予測誤差との相関はほとんど認められなかった。ボール投げ、年齢、幅跳びに低い有意な相関関係 ($p < 0.01$) が認められた。

表2 ボール落下地点予測誤差と年齢、形態、運動能力の相関

	年齢	身長	体重	50m走	幅跳び	ボール投げ
予測誤差	-0.241	-0.182	-0.123	0.052	-0.232	-0.271
検定結果	**				**	**

** $p < 0.01$

IV 考察

ボール運動における見越しや、予測能力を含むタイミングについてSchmidt⁽¹⁸⁾は「タイミング研究の事態として、ある外的な事象（例えば、ボールを打つこと）に、ある運動反応を一致させるものである。この事態では、事象が何時、何処に到達するかについての見越し (anticipation) をふくんでいる。」と述べている。

本研究では、ボールの落下地点を示す際に何時、何処にという要因の内、時間的な要因は含まれていないが、落下地点は何処かという点で予測という用語を用いた。したがって、予測誤差は場所の誤差と同じ意味である。

子ども達は、テニスマシンから発射されたボールを約800msecボールを注視する間にボールの飛翔スピードと高さを知覚し落下点を認知する課題を遂行した。

その結果、図1に示したように5歳児から8歳頃にかけて著しい発達が見られた。8歳以降は緩やかに振幅をともなった発達傾向が示された。

筆者ら⁽¹⁾の幼児と成人のボール落下地点の予測誤差の比較によれば、幼児は成人の3倍程度の誤差が認められた。その時の成人の予測誤差は約14cm±8であった。

今回の被検者との比較では、幼児においては先の報告とほぼ同一の予測誤差であった。

小学生での予測能力と前報⁽¹⁾の成人とを比較すると、11歳児ではほぼ同程度の予測誤差を示した。

鬼頭⁽⁴⁾、Williams⁽²⁷⁾によれば加齢によって予測能力の発達がみられ、9歳以上の反応は速くて正確だったと報告した。本研究においても正確性に関しては、ほぼ同様の結果が得られた。

これらの課題の遂行には主として視覚によるボールの弾道運動の知覚と過去経験による運動記憶との比較・照合による認知能力が大きく関与し、ボールの空間定位が小学生期で著しく発達することが確認された。

性差については、幼児期と8歳児、9歳児、12歳児では男子の誤差が大きい傾向を示し、7歳児、10歳児、11歳児で女子の誤差が男子よりも大きく、予測能力の性差に一定の傾向は認められなかった。

予測能力の性差について、鷹野ら⁽¹⁷⁾は時間と空間的の一致が要求される捕球に関して、幼児のボール捕り技能の学習実験で予測を伴う捕球では女子の方がまさる傾向があると述べている。しかし、Williams⁽²⁸⁾は捕球実験の性差に関する報告は様々である。また、千駄ら⁽²²⁾は速度見越し反応において横断的結果では、7歳から8歳にかけての時期に成績の交差がみられ、それ以降は男子が女子より好成績を示すと述べている。したがって、幼児期から小学生の段階で空間的の定位に関する予測能力はあまり明確な性差はないと判断するのが妥当であろう。

次に、ボール落下地点の的中率と誤差距離の分布から子どもがボールの飛翔をどの様に認知しているかを検討する。

5歳児、6歳児はボールの落下の的中率は約15%から23%で、予測誤差の出現率の高かったのは+40cm以上で、29%から34%であった。

また、加齢にともなった的中率は上昇する傾向を示し、11歳児は42.7%であり、これは成人の的中率よりも高かった。

予測誤差の分布は、ボールの発射角度、速度からボールの飛翔軌跡を素早く読み取り、その情報と、過去の運動記憶データとの比較照合の精度を示しているといえよう。この点から、飛翔ボールの情報を受容する段階と比較・照合に必要なデータの蓄積の不十分さが誤差距離の大きな変動をもたらす原因と思われる。川原ら⁽¹²⁾は幼児の動作の予測とその切り替え実験から、幼児は成人のような予測を含む運動事態でプログラム形成が不十分であることを指摘している。したがって、ボールの飛翔がスクリーン等に隠された場合はそれ自体が外乱情報となり、正確な情報の処理が妨げられていることが推測される。しかし、11歳頃になるとボールの運動情報の受容と

記憶データの比較・照合の精度が高まっているといえよう。

筆者ら⁽¹⁾は先に、4歳児はボールの落下地点を小さく見積る傾向にあると報告した。しかし、今回の調査結果は、逆に大きく見積る傾向を示した。これは、年齢の違いににもよるが、発射されたボールのどの地点を注視しているか、見る位置に影響されている可能性がある。

Kephart⁽¹²⁾が空間的定位には眼球統制筋が幼児期に重要であると説いているように、眼球の動きやボール飛翔の注視点などの精査が必要と思われた。

試行回数による予測誤差の分布図は、練習効果の有無が示されていると考えられる。この分布図の全体的傾向は試行数の早い段階で誤差の最小値が示されている。すなわち試行回数が増加しても誤差距離の減少傾向は見られなかった。これは、反応の結果をフィードバックしなかったために学習が成立しなかったものと解される。

調枝⁽⁷⁾が言うように情報処理系の運動学習には適切なフィードバック情報が必要であることを示唆するものであろう。

ボール落下地点の予測誤差と年齢、体格、運動能力の測定項目との相関関係において、年齢とボール投げの成績との相関が最も高かったのは、ボール運動における視覚学習の経験と関連していることが示唆された。

子ども達が情報処理や制御系の能力を向上させることは体育学習の主要な課題であるからボール運動等の学習を行う場合、発達に応じた指導は重要である。

その際、Cratty⁽⁹⁾はボールの情報を収集できるように、ボールは捕球者に向かって十分な角度とスピードを考慮すること。Williams⁽²⁹⁾は幼児にボールを見る時間を稼がせるために直接トスするよりも、バウンドボールから練習を始めるがよい。さらに調枝は⁽⁶⁾、ボールの移動に伴う追視の経験を豊富に与え、移動する物体やボールの速度や方向、空間における位置関係を認識するようにと教示している。これは、ボールの方向や、スピードの情報を受容し、運動記憶情報と比較・照合するために必要な時間を十分に与えようということであり、幼児から小学生の指導において特に大切であり、本研究の結果からも支持される。

V 要約

本研究は子どもの予測能力の発達過程を検討するために、5歳児から12歳児を対象に、テニスマシンから放物線状に打ち出されたボールを約800msec提示した後、スクリーンで隠れるように測定装置をセットしてボールの予測落下地点を求めた。スクリーンの前に座った子どもがそのボールの落下地点と思うところを指示棒で示した。その実際の落下地点と予測との誤差を測定した。

その結果と考察は以下のようまとめられる。

1. ボールの落下地点の予測誤差の平均値は、5歳児から8歳児までの間に急激に減少し、それ以後、緩やかな減少傾向を示した。誤差の平均値で最大は5歳児で約48cm±35.3であり、最小値は11歳児で約13.3cm±7.5であった。

2. ボール落下地点の予測の性差に関しては、幼児では女子が男子に比べ優位であったが、小学生では一定の傾向は示されなかった。
3. ボールの落下地点の予測分布図から幼児はボールの落下点を+40cm以上も大きく見積る比率が高かった。これは、ボールがスクリーンに隠れた後の放物線運動の認知能力が未発達なために生じた結果であると推測された。また、小学生では、加齢にともなって、的中率が増加し、正規分布型を示すようになり、11歳児では的中率が42.7%に達した。
4. 試行回数による練習効果の傾向は示されなかった。これは試行後に結果に対するフィードバック情報を与えなかったために学習が成立しなかったためと考えられた。
5. ボールの落下地点の予測誤差と年齢、体格、運動能力との相関は、年齢と -0.24 、ボール投げと -0.27 の低い負の相関関係が認められた。

尚、本研究の要旨は1992年12月、日本体育学会第43回大会（於 大妻女子大学）で口頭発表したものである。

謝辞

本研究にあたり、瀬戸市立道泉小学校の教職員および児童の皆さん、さらに、元名古屋市長立保育短大附属ふたば園の皆さんにご協力を得ましたことに感謝の意を表します。

引用文献

- (1) 穂丸武臣 (1991) 幼児の予測能力の発達(1)―ボールの落下地点の予測について―, 名古屋市立保育短大研究所紀要, 30,3-4,
- (2) 穂丸武臣 (1982) 幼児の知覚―運動技能の組織化, 名古屋市立保育短大研究所紀要, 19,17-23.
- (3) Cratty, Brayant. J.(1968) Psychology and physical Activity Prentice-Hall, Inc., 107-114.
- (4) 調枝孝治、竹中玉一 (1970) タイミング動作における予測の問題, 体育学研究, 14(5),7.
- (5) 調枝孝治 (1972) タイミングの心理, 不昧堂, 201-219.
- (6) 調枝孝治 (1979) 運動学習における系列情報の処理過程, 日本バイオメカニクス編「運動の制御」, 杏林書院, 179-190.
- (7) 調枝孝治 (1988) 運動の調整, 末利 博, 鷹野健次, 柏原健三編「スポーツの心理学」, 福村出版, 112-119.
- (8) 乾 信之 (1988) 知覚―運動スキル学習における系列情報処理の発達, 愛知県立大学児童教育学科論集, 21,8-13.
- (9) 乾 信之 (1989) 運動学習における中枢プログラムおよびパラメータの変換について, 愛知県立大学文学部論集, 37,1-11.
- (10) 乾 信之 (1989) 運動学習におけるフィードフォワード制御の発達, 愛知県立大学児童教育学科論集, 22,19-24.
- (11) Karls, Rosengrem and Herbert, L.Pick.(1988) Role of visual Information in Ball Catching, J.Motor Behavior, 20(2), 261-265.
- (12) 川原ゆり, 渡辺俊男 (1978) 幼児における動作の予測ときりかえ, 日本体育学会第29回大会号, 366.

- (13) Kephart, Newell C.(1971) *The Slow learner in the classroom*, Charles E.Merrill Publishing Company, 180-182.
- (14) 鬼頭伸和 (1988) 小学生のボール落下地点認知能力 日本体育学会第39回大会号, 474.
- (15) Meinel, kurt.,(1977) *Bewegungslehre*. 「動作学, 萩原仁・綿引勝美訳, 1980, 新体育社より引用」
- (16) 森田修朗, 山田久恒, 岩見恒典他 (1970) 動体指標追従視の条件がタイミング動作の正確性に及ぼす影響について, 体育学研究, 14-5,79.
- (17) 鷹野健次, 長家秀博, 荒木雅信 (1974) 幼児のボール捕り技能の学習, 日本体育学会, 第25回大会号, 280.
- (18) Schmidt, R.A.,(1968) Anticipation and timing in human motor performance. *Psychological Bulletin*, 70,631-646. 「調枝孝治訳, スポーツの心理学, 1988, 末利 博他編, 福村出版, より引用」
- (19) 寺田邦昭, 山田久恒, 岩見恒典他 (1971) タイミング動作の正確性に及ぼす眼球追従運動の解析について, 体育学研究, 14-5,80.
- (20) 寺田邦昭, 山田久恒, 岩見恒典他 (1971) タイミング動作の正確性に及ぼす眼球追従運動の解析について, 体育学研究, 15(5),61.
- (21) 寺田邦昭, 山田久恒, 山田知通他 (1975) タイミング動作の正確性に及ぼす眼球追従運動の解析について第5報, 日本体育学会第26回大会号, 190.
- (22) 千駄忠至, 末利博 (1978) 運動と関係のある知覚・感覚の発達 (その6), 日本体育学会第29回大会号, 158.
- (23) 山田久恒, 山田知通, 岩見恒典他 (1971) タイミングコントロールに関する研究一見越し反動的タイミング動作について一, 体育学研究, 16(3),137-144.
- (24) 山田久恒, 寺田邦昭, 石垣尚男他 (1976) 反復連続タイミング動作におけるタイミング誤差時間におよぼす周期的時間知覚の影響について, 体育学研究, 21(3),145-153.
- (25) 山田知通, 山田久恒, 岩見恒典他 (1971) 動体指標追従視の条件がタイミング動作の正確性に及ぼす影響について (その2), 体育学研究, 15(5),59.
- (26) Whiting, H.T.A(1975) *Concept in skill learnig*, Lepusbooks, London, 123-143.
- (27) Williams, H.G.(1967) *The perception of moving object by children*. Unpublished paper, University of Toledo. (このデータはwilliams, H.G.(1983). *Perceptual and Mtor Development*, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 111-114. より引用した)
- (28) Williams, H.G.(1983) *Perceptual and Mtor Development*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 236-238.
- (29) Williams, H.G.(1983) 前掲書 (27),252-253.