

幼児が適切な投射角度の目安となる的を用いて 短期間の遠投練習をすることの効果

内 藤 讓

Effects of using a target as a cue for appropriate throw angle in preschooler's short-term, long-distance throw practice

Yuzuru NAITO

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of using a target as a cue for appropriate throw angle with short-term, long-distance throw practice in preschoolers. The children were divided into two groups, with or without a target, and practiced long-distance throws over a short period of time (5 weeks). The target was set so that the children's throw angle was guided into a range of 30° to 45° . Ball throw distances were measured to evaluate throwing ability, and throwing motions were recorded with a video camera both before and after the short-term practice period. Using motion analysis, throw distance, ball speed, throw angle and ball release height were calculated. Both groups significantly improved throwing distance due to increased ball speed. Within the group using a target, the throw angle of children whose initial overall throwing ability was low did not improve, but throw angle was significantly improved in preschoolers who had a low initial throw angle. We suggest that long-distance throwing practice using a target is effective for preschoolers with a low initial throw angle, but that its effectiveness is highly dependant on a child's level of motor development, and with a low throw angle in spite of having a mature throw ability.

Keywords : preschoolers, throw distance, throw angle, target

I. はじめに

幼児の体力や運動能力は1985年頃に比べて低い水準にあるとされている¹⁾。なかでも投能力については年少時から年長児にかけて男女ともに低下が顕著¹⁾であり、上手く投げられない子どもが増加傾向にある。投げる運動における腕の動きは、ラケットやクラブなどを扱うスポーツのそれらと同じである²⁾ため、幼児期以降もさまざまな運動場面で経験する機会が多くなる動きである。そのため、幼児期に上手く投げられない子どもは、後の運動の機会に劣等感を抱くことが多くなり、次第に運動への参加も消極的になる可能性があることから、幼児期からさまざまな運動遊びをとおして、子どもが運動に対してできる限り肯定的なイメージを抱くようにすることが重要であるとされている³⁾。

幼児の投運動を含めた運動能力低下の要因としては、幼児期における運動動作の経験不足があ

げられている⁴⁾。かつては幼稚園や保育所だけでなく帰宅後も戸外で遊ぶことが多く、そういった機会をとおしてさまざまな状況に応じた動きを獲得してきたが、現在では、戸外遊びの減少から、多様な動きを経験できなくなっている。そのため、そのことが、特に投運動のように、その他の基礎的運動能力に比べて動作が複雑で、上手くなるためには経験や練習が必要である^{5),6),7)}とされている動作の獲得にはマイナス的な要因となっている。

投げる能力は、大きく分けると“速く投げる”“遠くに投げる”“正確に投げる”の3つである。通常、幼児のみならず一般的な運動能力テストで投能力を評価する場合は“遠くに投げる”能力を評価することが多い。ボールを遠くへ投げるためには、速く投げることに合わせて適切な投射角度で投げるが必要とされる。幼児期には、ドッジボール等でボールを投げる機会はみられるが、多くの場合は水平方向へ投げ、“遠くへ”または“角度をつけて”を意識して投げる機会はそれほど多くない。ましてや年少児や年中児のように比較的低年齢の幼児にとっては、角度をつけて投げること自体難しい動作であることから、その機会は少ないことが予想される。

宮丸⁸⁾は、遠投運動におけるボール投射角度については幼児期における加齢変化の一つとして、投運動が成熟するにしたがい上向きに変化することを示している。一方で、板谷ら⁹⁾は、投運動がある程度発達しているにもかかわらず、投げ出す方向が下すぎる幼児もみられることから、そういった幼児に対しては意図的に投げ出す方向を調整することも必要であるとしている。また、尾縣ら¹⁰⁾は、幼児ではないものの、投運動経験の少ない者の遠投指導にはボールを速く投げることに合わせて適切な投射角度で投げ出す指導も重要であると指摘している。

このように、遠投運動のボール投射角度については、幼児期では、大きくは発達の機序としてとらえ、操作系動作が獲得される4、5歳頃²²⁾から、成熟の度合いにしたがい自然と上向きになっていくものとしているが、運動経験不足から発達に見合った能力が示されていないケースもあるため、必要に応じて指示や指導を行ったり、または、日常生活のなかで経験や練習ができる機会を意図的に仕組んだりすることも重要であるとされている。

そこで本研究では、幼児の遠投時に適切な投射角度が得られるようにするための手段として、声かけのような主観的な指示ではなく、形はともあれ客観的な指示が与えられる的に焦点をあて、的を用いた短期間の遠投練習によって遠投パフォーマンスがどのように変化するかを検討することとした。

II. 方法

1. 対象

G 大学附属幼稚園の年中児 S 組20名（男児8名，年齢 4.81 ± 0.42 才，身長 109.9 ± 2.1 cm，体重 20.1 ± 3.4 kg；女児12名，年齢 4.95 ± 0.39 才，身長 107.5 ± 4.6 cm，体重 18.8 ± 2.2 kg）と M 組（男児10名，年齢 4.95 ± 0.39 才，身長 107.5 ± 4.6 cm，体重 18.8 ± 2.2 kg；女児9名，年齢 4.76 ± 0.49 才，身長 107.2 ± 3.4 cm，体重 18.1 ± 1.7 kg）に所属する幼児39名を対象とした。

研究を進めるにあたって、園長に対して書面にて研究目的や実験方法、プライバシーの保護を遵守する旨を説明し、同意を得た。また、同様に保護者においても幼稚園を通じて同様の方法で同意を得た。なお、本研究は岐阜聖徳学園大学の研究倫理審査委員会の承認（承認番号2015-13）を受けて実施した。

2. 遠投練習

遠投練習では、S組が的を用いる（以降「的あり」）グループ、一方、M組は的を用いない（以降「的なし」）グループに分かれて練習を行った。「的あり」グループで用いた的は、遠投試技ラインから事前テストにおける実測距離の約半分の距離にあたる1.5m地点に設置した。また、福富ら¹¹⁾の年中児の報告を参考にボールリリース高を1.0mと設定し、そこから平野¹²⁾が推奨している約30度から、尾縣ら¹³⁾、村瀬ら¹⁴⁾が示す投射角度を含む約45度までを最適な投射角度が得られる範囲としての的の高さを設定した。図1に的の設置の模式図と実際に練習で用いた的を示した。的には、幼児が投げる際にできる限り興味を引くようにアニメキャラクターを描いた。また、練習期間中にその他2種類のアニメキャラクターを描いた的を準備し、幼児が遠投練習に飽きないように工夫した。各グループの遠投練習期間は5週間とし、1週間あたり3日の頻度で、1日当たり一人5投の全力遠投運動を行った。

なお、倫理的な配慮として、研究終了後に「的あり」グループは的を用いず、「的なし」グループは的を用いて同様の遠投練習を行わせた。

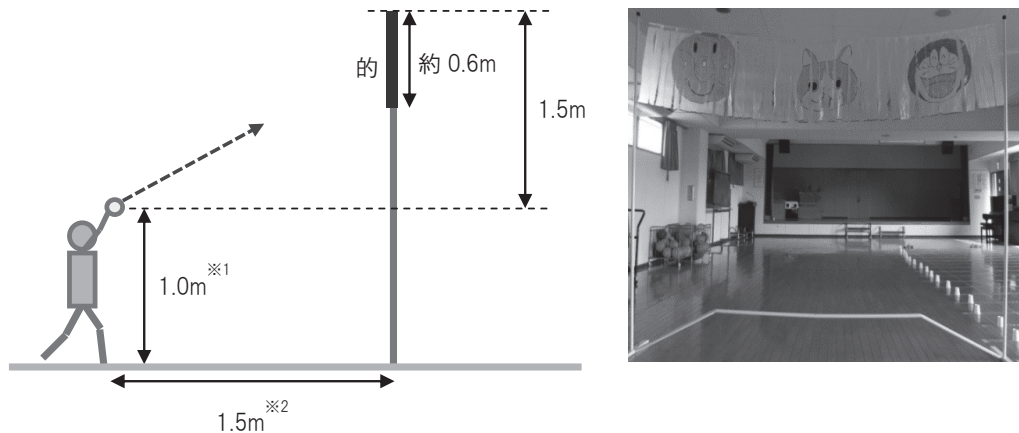


図1 的の設置の模式図と実験で用いた的

※1 福富ら（2013）の報告を参考に、リリース高を1.0mとしての的の高さを設定した

※2 的の前方設置位置は、年中児の「的なし」の平均遠投距離の約半分の距離1.5mとした

3. 遠投テスト

各群の遠投練習の前後（前：以降 pre、後：以降 post）において、幼児の遠投能力を評価するために、幼児の投能力評価法として一般的に実施されているソフトボール教育1号球を用いた遠投テスト¹⁴⁾を実施した。試技に先立ち、幼児には“できるだけ全力でボールを遠くに投げるように”と指示をした。一人当たり2投の練習を行った後、計測のための試技を行った。実際の試技では計2投行ない、記録の良かった方の試技を投動作分析用の対象試技とした。距離計測は0.5m精度¹⁴⁾で行った。実測による遠投距離は、森ら¹⁵⁾の評価法を用いて各グループ別に5段階評価として表した（表1）。

表1 各グループの pre における遠投距離実測値および5段階評価

グループ	人数 (人)	遠投距離実測値 (m)	5段階評価
的あり	20	3.10±1.54	2.65±1.14
的なし	19	3.29±0.96	3.05±1.03
平均		3.19±1.28	2.85±1.09

※幼児の運動能力判定基準による5段階評価は、各年齢の前半・後半で評価値が設定されている。評価3が「普通」で全国平均レベル、数字が小さいほど「劣る」、大きくなるほど「優れる」

4. 投動作分析

遠投テスト時において、幼児の遠投動作を分析するためにビデオカメラ（ロジカルプロダクト社製）を用いて側方より幼児の投動作を2次元で撮影した。撮影のコマ数は120fps、シャッター速度は1/1000sであった。撮影した映像をもとにDiPP-Motion Dig（ディテクト社製）を用いて投球時のボールの動きを数値化した。

遠投距離は、pre と post における距離比較時の精度を高めるため、実測値でなく映像から求めたボール初速度（V）、投射角度（ θ ）、リリース高（h）を式1¹³⁾に代入し求めた理論値とした。

$$L = V \cos \theta \left[V \sin \theta + \sqrt{(V \sin \theta)^2 + 2gh} \right] / g \quad \dots\dots\dots \text{式 1}$$

(L：遠投距離、V：ボール初速度、 θ ：投射角度、g：重力加速度、h：リリース高)

ボール初速度は、ボールリリース後5コマの合成平均速度、投射角度はボール初速度ベクトルと水平とのなす角度、リリース高は地面からボール中心までの鉛直距離とした。分析データはButterworth型デジタルフィルタ¹⁶⁾を用いて平滑化した。

5. 統計解析

「的あり」「的なし」グループの pre と post における各分析項目を平均化した。また、「的あり」の pre における投射角度の平均値を境に、角度が高い群（以降：「高群」と低い群（以降：「低群」とに分け、それぞれの平均値を求めた。「高群」と「低群」については、遠投距離、ボール初速度についても平均化した。

各分析項目における両グループ間差と pre-post 間差、および「的あり」の高・低群間差と pre-post 間差の検定には二要因分散分析（的有無×練習前後、高・低群×練習前後）を用い、下位検定としてTukeyのHSD検定を用いた（エクセル統計2015、SSRI社製）。いずれも統計的有意水準は5%未満とした。

III. 結果

表1に、「的なし」「的あり」の pre における遠投距離実測値および5段階評価を示した。遠投距離実測値、5段階評価ともに、両グループ間で有意な差は認められなかったが、「的あり」の5段階評価は全国平均レベルより低い評価（2.65±1.14）であった。また、対象全体の5段階評価も全国平均より低い評価（2.85±1.09）であった。

表2に、「的なし」「的あり」における各分析項目の結果および分散分析の結果を示した。

「的あり」「的なし」グループの pre と post における遠投距離は、pre-post 間の主効果 ($F(1,37) = 35.97, p < .001, \eta^2 = .49$) に有意性が認められ、両グループとも pre から post にかけて有意に向上した（「的あり」： $p = .000$ 、「的なし」： $p = .000$ ）。ボール初速度についても、pre-post 間の主効果 ($F(1,37) = 89.34, p < .001, \eta^2 = .71$) に有意性が認められ、両グループとも pre から post にかけて有意に向上した（「的あり」： $p = .000$ 、「的なし」： $p = .000$ ）。投射角度については、グループ間の主効果 ($F(1,37) = 4.25, p < .05, \eta^2 = .10$) に有意性が認められ、pre において「的なし」が「的あり」に比べて有意に高い値を示した ($p = .008$) リリース高については、いずれも有意性が認められなかった。

「的あり」の「高群」「低群」の pre と post における遠投距離は、pre-post 間の主効果 ($F(1,18) = 13.14, p < .01, \eta^2 = .44$) に有意性が認められ、両群とも pre から post にかけて有意に向上した（「高群」： $pre 2.78 \pm 1.20m, post 3.83 \pm 1.24m, p = .018$ ；「低群」： $pre 1.58 \pm 0.44m, post 3.47 \pm 2.31m, p = .000$, 図 2）。ボール初速度についても、pre-post 間の主効果 ($F(1,18) = 63.36, p < .001, \eta^2 = .78$) に有意性が認められ、両群とも pre から post にかけて有意に向上した（「高群」： $pre 5.00 \pm 1.31m/s, post 7.38 \pm 1.45m/s, p = .000$ ；「低群」： $pre 4.90 \pm 1.26m/s, post 7.33 \pm 2.10m/s, p = .000$, 図 3）。投射角度については、有意な交互作用 ($F(1,18) = 6.07, p < .05, \eta^2 = .25$) が認められ、単純主効果の検定結果、「低群」が pre から post にかけて有意に高くなった（「低群」： $pre -9.86 \pm 5.40deg, post 1.99 \pm 11.41deg, p = .011$, 図 4）が、「高群」に有意な変化は認められなかった。

表 2 各グループの pre と post における分析項目結果および分散分析結果

項目	的有無	pre	post	要因	分散分析			Tukey HSD
					F	p	η^2	
遠投距離 (m)	的あり	2.12±1.04	3.63±1.87	的の有・無	.43	.51	.01	
				pre-post	35.98	.00*	.49	有・無：post>pre
	的なし	2.22±0.75	4.07±2.06	的の有・無×pre-post	.37	.54	.01	
ボール初速度 (m/s)	的あり	4.94±1.25	7.36±1.79	的の有・無	.38	.54	.01	
				pre-post	89.34	.00*	.71	有・無：post>pre
	的なし	4.56±1.08	7.15±2.43	的の有・無×pre-post	.11	.75	.00	
投射角度 (deg)	的あり	-.25±14.03	4.61±12.10	的の有・無	4.25	.05*	.10	pre：無>有
				pre-post	1.79	.19	.05	
	的なし	8.07±13.52	10.22±13.68	的の有・無×pre-post	.27	.61	.01	
リリース高 (m)	的あり	0.86±0.13	0.88±0.11	的の有・無	.29	.59	.00	
				pre-post	.54	.47	.01	
	的なし	0.88±0.08	0.90±0.09	的の有・無×pre-post	.02	.89	.00	

平均値±標準偏差

*：p<.05

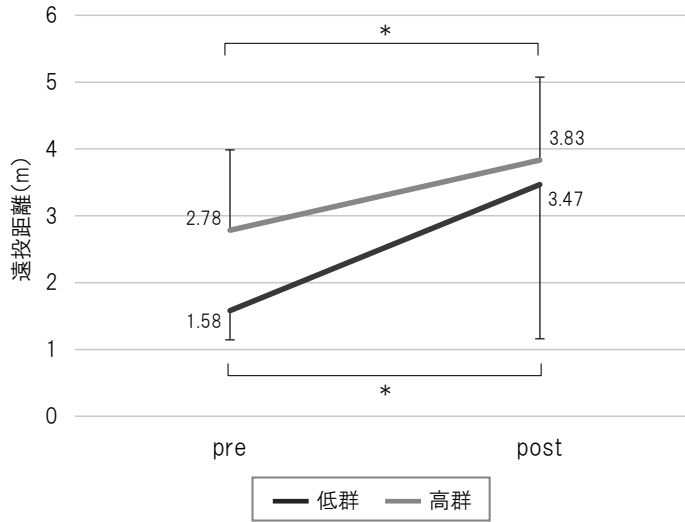


図2 「的あり」の「低群」と「高群」の pre と post における遠投距離
* : $p < .05$

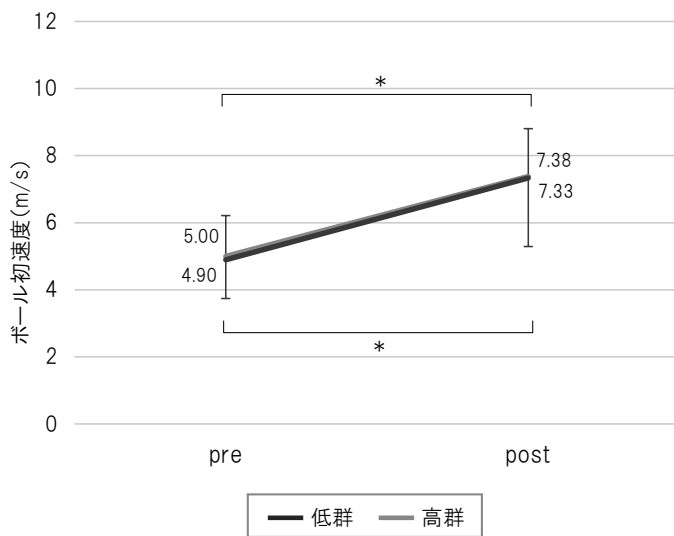


図3 「的あり」の「低群」と「高群」の pre と post におけるボール初速度
* : $p < .05$

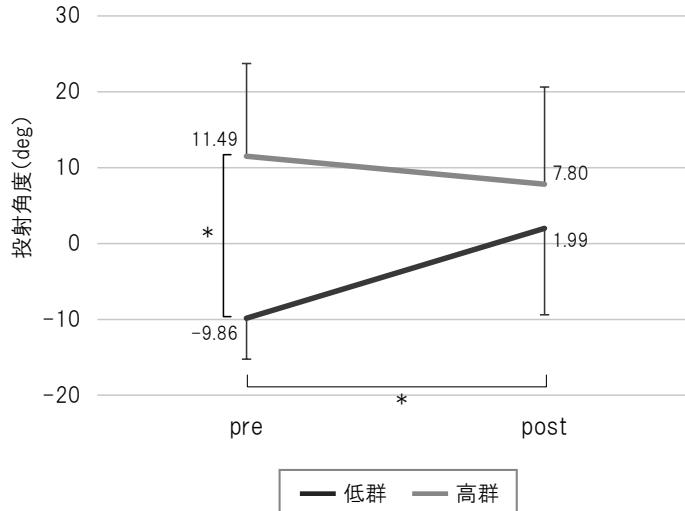


図4 「的あり」の「低群」と「高群」の pre と post における投射角度
* : $p < .05$

IV. 考察

1. 的が遠投パフォーマンスに与える影響

本研究では、幼児の短期間の遠投練習時に適切な投射角度の目安となる的を用い、遠投パフォーマンスがどのように変化するかを検討することとした。

遠投運動時にボールの飛距離に直接影響する要素としては、空気抵抗を無視した場合、ボール初速度、投射角度、リリース高とされている¹³⁾。なかでもボール初速度の関係性が最も高いことが報告されている¹⁷⁾。宮丸⁸⁾は、幼児期の遠投運動の発達について、加齢にともない投運動が成熟するにしたがって、まず初めにボール初速度の向上がみられ、続いて投射角度が次第に上向きに変化するとし、成熟レベルに応じた動作発達の順序性を示している。両グループとも、5週間の遠投練習によって遠投距離が有意に向上し、遠投練習の一定の成果としてはみられたが、上記遠投距離に影響する3要素のなかで有意に向上したのは両グループともボール初速度のみであった。本研究の「的あり」グループでは、遠投時に適切な投射角度の目安となる的を用い、特に投射角度の改善に主眼を置いて進めてきたが、「的あり」グループの投射角度については、改善傾向を示す幼児はみられたものの全体的には有意な改善が認められず、遠投練習時に的を用いることの効果は十分に示されなかった(投射角度別結果については第2節で考察する)。

「的あり」グループの投運動成熟レベルを投運動能力の5段階評価からみた結果では、評価が 2.65 ± 1.14 ということで全国平均(評価3)より低く、成熟レベルはそれほど高くないことが伺える。よって、「的あり」グループがたとえ的を用いて遠投練習を行ったとしても、宮丸の報告⁸⁾にしたがい、対象とした幼児の投運動成熟レベルが低かったことが要因となり、成熟初期にみられるボール初速度の向上は認められたものの、投射角度の改善までには至らなかったものと推察される。

2. 「的あり」グループの投射角度別にみた遠投練習の効果

「的あり」グループの pre（事前測定）における投射角度「低群」と「高群」の各項目の結果から、遠投練習の効果を検討する。

「低群」「高群」ともに遠投距離、ボール初速度が有意に向上し、投射角度別結果からみても、遠投距離の改善にボール初速度の向上が大きく影響していることが示された。しかしながら、投射角度については、「高群」で有意性は認められなかったものの若干低下傾向を示したのに対して、「低群」は有意に高くなった。つまり、ある程度の投射角度で投げられている幼児には、的を用いることの練習効果はそれほど見込まれないが、初期状態で投射角度が低い幼児には、投射角度をある程度改善させることができる可能性が示唆された。

板谷ら⁹⁾は、投運動がある程度発達しているにもかかわらず、投げ出す方向が下すぎる幼児もみられることから、そういった幼児に対しては意図的に投げ出す方向を調整することも必要であるとし、保育現場での指導では、投運動の発達を促すために投げ出す方向を“もっと上に”するような声かけが重要であるとしている。今回対象とした幼児には、投運動の成熟レベルが低い幼児が多く含まれていたことを第1節で述べたが、「低群」の pre の投射角度が平均 -9.86 ± 5.40 deg とかなり低かったことを考えると、板谷ら⁹⁾が指摘しているとおり、適切なタイミングでボールをリリースできていないなど、投運動の発達に見合わない遠投パフォーマンスを示した幼児も含まれていたものと推察される。

以上のことから、年中児のように投運動の発達状況に見合ったパフォーマンスが把握しづらい幼児に対しても、的を用いることで、ある程度発達に見合ったパフォーマンスが引き出される可能性のあることが示唆された。

3. 幼児の遠投運動時における適切な投射角度について

遠投時に理想となる投射角度について、尾懸は¹³⁾、力学的には水平より45度上向きになるが、ある高さから投げ出される場合は45度よりも低くなるとしている。一方、45度では生理学的にみて十分な腕の速さが得られないため、およそ30度上向きが適するといった報告¹²⁾もみられる。また、村瀬ら¹⁴⁾は、遠投テスト時に幼児が目安とする角度として40度から45度としている。このように、遠投時の投射角度については約30度から45度までが理想の範囲になると思われ、本研究においても適切な投射角度をそのように設定し、的を設置した。結果、「的あり」グループの「低群」において有意に上向きに改善されたものの平均値で見るとほぼ水平に近い2度程度と、適切な投射角度に対してかなり低い結果であった。つまり、たとえ的を用いて練習を行ったとしても、的がない状態では前方へ投げる意識に戻ってしまっていることから、今回の方法では、幼児に対して十分に上方へ投げる意識を植え付けるまでには至らなかったことが示された。

しかしながら、春日ら¹⁸⁾は、1ヶ月間という本研究より短い期間での投球動作指導で遠投距離が向上し、投球フォームの著しい発達がみられたと報告している。また、福富ら¹⁹⁾の報告では、パフォーマンスが高いものの年少男児の投射角度の平均が31.3度と高いものであった。これらのことから、本研究の幼児においても、たとえ投動作の成熟レベルの影響があるとはいえ、的のデザインをより投げたいものへと変更したり、幼児から見た的までの距離をもっと全力投できるように遠ざけたり、また、練習期間や頻度、ボールを投げる回数を増やしたりすることにより、ある程度適切な投射角度に近づけることができるものと推察される。

4. 保育現場への提言

近年の幼児の体力・運動能力の低下問題は、2012年に『幼児期運動指針（文部科学省）』²⁰⁾が策定されたこともあり、徐々にではあるが現場へ浸透しつつある。しかしながら、指針で示された“毎日60分以上、楽しく中強度以上の運動を行うように”を意識して取り組んでいる園はかなり少ないのが現状である²¹⁾。その大きな要因としては、保育者自身が運動を苦手としていて、そういった取り組みを避けているケースがみられることにある。しかしながら重要なことは、“保育者自身が運動ができる”ということではなく、“幼児たちが楽しいと感じるような運動遊びを仕組めるか”ということにある²²⁾。

本研究では、幼児の遠投パフォーマンス改善のための手段の一つとしての的に焦点をあてたが、用いる的の形やデザインに既製性がないため、さまざまな用途に合わせてカスタマイズすることも可能である。保育現場では、お絵かきなどの制作系の取り組みが比較的多く行われている。こういった機会をとおして、子どもたちには、的に興味関心を持たせるように制作から関わらせ、的に、子どもたちがそれに向けて“投げたい”と思えるように、アニメキャラクターや動物など、子どもたちの好きなデザインを施すことで、保育者の介入がなくても投能力を向上させる運動遊びアイテムの一つとして機能させることができるであろう。

V. 謝辞

本研究をすすめるにあたって、多大なるご協力をいただきました岐阜聖徳学園大学附属幼稚園の園児と保護者の方々、および教職員の方々に心より感謝申し上げます。

本研究は、平成27年度岐阜聖徳学園大学短期大学部研究助成金の交付を受けて実施した研究であることを記し、感謝の意を表します。

文献

- 1) 春日晃章：幼児期における体力差の縦断的推移 3年間の追跡データに基づいて。発育発達研究, 41; 17-27, 2009.
- 2) 桜井伸二：投げる科学。大修館書店，東京，86-87，1992.
- 3) 杉原 隆，中村和彦，森 司朗：運動遊びが幼児の心理的発達に及ぼす影響。文部科学省研究助成金研究成果報告書，1998.
- 4) 宮口和義，春日晃章，村瀬智彦：幼児のからだところを育てる運動遊び。杏林書院，東京，37-41，2012.
- 5) 出村慎一：幼児期におけるボール遠投に対する体力及び投動作の貢献度と性差。体育学研究, 37; 339-350, 1993.
- 6) 海老原修，桜井伸二，宮下充正：就学前児童のスポーツ参加が及ぼす影響について。Jap J Sports Sci, 2; 72-78, 1983.
- 7) 桜井伸二：投げる動きを教える－格好良く投げるためには－。体育の科学, 42; 627-630, 1992.
- 8) 宮丸凱史：投げの動作の発達。体育の科学, 30 (7); 464-471, 1980.
- 9) 板谷 厚，内藤 譲，大田 穂，岩間圭祐，吉田雄大：幼児の遠投における投射角度の観察的評価と運動発達および遠投距離の関係。教育医学, 61 (2); 225-231, 2015.
- 10) 尾縣 貢，関岡康雄：遠投における投射角度および等距離の散布度に関する研究。体育の科

- 学, 46 (8) ; 665-670, 1996.
- 11) 福富恵介, 春日晃章, 内藤 譲: 年少時から年中児に遠投能力が向上した幼児と停滞した幼児の投動作および運動遊び習慣の比較—年少時に低い投能力であった男児を対象として—. スポーツ健康科学研究, 35 ; 41-51, 2013.
 - 12) 平野裕一: 幼少年体育指導士講座 (理論編 8) 投げる運動—その動作と指導—. 子どもと発育発達, 8 (4) ; 279-281, 2011.
 - 13) 尾縣 貢, 関岡康雄: 遠投における投射角度の変化が投射初速度に及ぼす影響. スポーツ教育学研究, 14 (1) ; 49-59, 1994.
 - 14) 村瀬智彦, 春日晃章, 酒井俊郎: 幼児のからだを測る・知る. 杏林書院, 東京, 49-51, 2011.
 - 15) 森 司朗, 杉原 隆, 吉田伊津美: 2008年の全国調査からみた幼児の運動能力. 体育の科学, 60 (1) ; 56-66, 2010.
 - 16) Winter D.A. : Biomechanics and Motor Control of Human Movement. Wiley, New York, 33-46, 1990.
 - 17) 石井喜八: 身体運動学概論 5 版—投げる—. 大修館書店, 東京, 226-238, 1980.
 - 18) 春日晃章, 中野貴博, 小栗和雄, 松田繁樹, 河野 隆, 香村恵介: 幼児の投動作における遠投距離と正確性を向上させるための指導プログラムの開発. SSF スポーツ政策研究, 3 (1) ; 185-192, 2014.
 - 19) 福富恵介, 春日晃章, 内藤 譲: 満 4 歳を迎える年少児における投動作の指導ポイントの検討—投能力別の 3 次元動作分析の比較から—. スポーツパフォーマンス研究, 5 ; 163-175, 2013.
 - 20) 文部科学省: 幼児期運動指針, 2012. (2016年 9 月 9 日閲覧)
http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/undousisin/1319771.htm
 - 21) 口野隆史, 門田理代子, 續木智彦, 中島憲子, 黒川哲也, 鐘ヶ江淳一, 海野勇三: 保育所、幼稚園における「幼児期運動指針」の活用状況について. 日本体育学会第67回大会予稿集, 314, 2016.
 - 22) 春日晃章, 松田繁樹, 中野貴博: 保育内容健康. みらい, 岐阜, 99-102, 2015.