

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 25 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009 ～ 2011

課題番号：21500560

研究課題名（和文） 小学生の習熟度レベルに応じた基礎的運動（投球・捕球動作）の評価・指導法の開発

研究課題名（英文）：The Development of evaluation and learning methods for fundamental movements(throwing and catching) according to the learning level on elementary school children

研究代表者

国土将平（KOKUDO Shohei）

神戸大学・大学院人間発達環境学研究科・准教授

研究者番号：10241803

研究成果の概要（和文）：テニスボールならびにドッチボールの投球・捕球動作について、運動観察による動作評価方法を開発し、その妥当性や有効性を検証した。投球動作に着目すると、重心移動・起こし回転動作、ひねり動作、ムチ動作の3動作の発生順序を統計的に説明することができ、個々の動作の難しさも説明できた。運動未習熟者は、準備局面の指導や重心移動を指導することが有効であり、その後、ひねり動作の指導を行うことが有効であった。

研究成果の概要（英文）：Researcher investigated validity and effectiveness of the evaluating and learning methods for overhand throw and catching of tennis ball and dodge ball by motion observation procedure. When we focused throwing motion, 3 major motions such as body axis rotational motion with shifting the center of gravity, twist motion and whipping motion could be explained statistically based on the order of occurrence of each motion. These results also explained the difficulty of each motion. It was effective that guidance of the preparation phase and shifting center of gravity was suitable for inexperienced children, then, the twist motion shall be conducted for moderate level children.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：発育発達学

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、身体教育学

キーワード：投球動作、捕球動作、運動習熟度、運動観察法、モロフオロジー、運動指導、小学生

1. 研究開始当初の背景

今日の体力低下の問題は「落ちるところまで落ちた」と言われるほど深刻であり、特に投能力の低下が著しいことが報告されている。また、「幼少年期に身につけなければならない

い基礎的運動の調査研究」（日本体育協会、研究代表者：阿江道良、H17-20年）の研究班員として小学校での調査を実施しているが、児童の投動作の未熟さと、ボールを捕球する能力の低さは研究者の予想を超えて深刻で

あると実感している。

その原因として、子どもの遊びが少ないことや体育において基礎的運動の習熟が十分に達成できていないことが指摘されている。遊びの減少はいろいろな身体運動経験の希薄化を意味し、運動経験の希薄化は適切に運動が遂行できないといった運動技能、運動動作の未発達につながっている。従って、体育における運動指導や評価では、運動の成否が明確に確認でき、運動のうまさに直結するような動きの運動学的・質的な側面の評価尺度の構成が強く望まれている。

スポーツ現象の技能評価や動作評価は映像を分析してバイオメカニクス的に運動の特性を説明するものであったり、運動を連続画などによりいくつかのパターンに分類したり、動作のある部位に注目して適切な動作ができていのかどうかを評価して、発達段階を検討する方法がある(深代(1990)、桜井(1992))。これらは体育を専門とする指導者には有用であるが、小学生に対して体育を得意としない教師が活用することは難しい。

近年、外国では Knudson and Morrison (2002) の著に児童の動作を質的に評価する方法や指導方法について記述されている。これらの研究成果をふまえ、児童生徒を対象として、その動作の研究や、学習活動を通じた動作獲得をめざす研究もある。我々の研究(國土(2004)、Yokota(2004))において、運動動作を分解し、評価ポイントを作成し、そのチェックシートを作成した。これらの項目は運動成績との関連性も認められている。実際の指導で用いられる「早く」や「強く」「なめらかに」といった主観的評価では異なる評価者でもその一致度が高く、共通認識していることが明らかになりつつある(日本体育協会(2008))。

しかし、主観的表現は運動観察的な動作とどのような対応関係があり、どのような場面の指導に効果的であるかを検証した研究は見あたらない。今日の運動指導に関わる研究で特に欠落しているのは運動の習熟度レベルに応じてどのような指導が必要であるかという観点である。

以上の状況を鑑み、小学生の運動習熟度レベルに応じた運動観察や指導方法の観点の構築が必要であるといえる。

2. 研究の目的

本研究では、小学校の体育における基礎的な運動動作の中で、投球、捕球に焦点を絞り、運動観察的な動作の評価尺度を構成する。その尺度を利用して、児童の習熟度レベルに応じた動作の重要性、指導の応用度、評価の簡便性を考慮した評価・指導方法を開発する。

開発した評価・指導方法を用いて、小学校において体育授業の実践を行い、その評価・

指導方法の有効性を検証する。

3. 研究の方法

(1) 投球・捕球動作評価項目の作成
ボール投げ動作に関する文献として、角田ら(1975)、宮丸ら(1980)、深代ら(1982)、深代(1988)、Kundson & Morrison(2002)、高木ら(2004)、國土(2005)、Haywood & Getchell(2005)、阿江(2007)、國土(2010)の評価観点、ならびに動きの修正点などについて、その記述を参考に動作の種類、局面、発生機序を鑑み、動作の因果関係を含んだドッジボール投げ動作の特性要因図を作成した。作成した特性要因図は、先述の論文の観点が網羅できていることを確認した。これらは、テニスボールやドッジボールの特性を考慮しつつ、KJ法、デルファイ法を用いて特性要因分析的に運動局面を分解し、それぞれの動作を記述した。作成した特性要因図は、先述の論文の観点が網羅できていることを確認した。さらに特性要因図の観点を運動観察の観点とした動作評価シートを作成した。

(2) 調査の実施

小学校1年生から6年生の児童約170名(男子101名、女子69名)を対象に、テニスボールならびにドッジボールの投球を側方ならびに後方から、捕球動作を側方ならびにななめ前方よりHD画質で毎秒60コマで撮影した。撮影したVTRについて、後述の投球・捕球動作の評価項目の解析を実施する。同時に後の指導教材の作成のために画像データを整理、蓄積し、データベース化した。

(3) 運動動作評価

ボール投げ動作を側方ならびに後方より毎秒60フレームで撮影した。撮影した動作をコマ送り、静止画、標準再生などの方法で再生し、作成した評価シートを用いて、実際の動作を観察・評価した。また、動画より投球パフォーマンスの指標として、投球角度、投球初速度、ならびに推計投距離を算出した。なお、作成した動作評価項目の観察可能性や有効性を確認するために、50名のサンプルを抽出して、解析を行い、評価観点ならびに動作の評価の割合を求めた。加えて、個々の動作の評価の合成変量が投球動作を示すことを確認するために主成分分析を適用した。また、得られた結果を学会において発表する等により、問題点や改善点の意見を収集した。以上の解析・手順によって、評価観点の改善など逐次実施した。

(4) 統計解析手順

得られた資料について、動作因果関係が適切に説明できるかを検討するために、主要動作毎に構造方程式モデリングを用いて動作

の因果関係モデルを作成し、モデルの適合度を検討した。

項目反応理論の段階反応モデルを用いて、各投球動作の特性として、困難度、識別力ならびに対象者の能力を算出した。なおその際、評価水準の効果を情報量関数を用いて評価し、十分な情報量のない評価水準を統合し、評価の簡略化を行った。

投球動作の特性を参考に、投球動作上重要な動作を10-15個選出し、その項目によって得られた能力値が適切に評価できているかを確認するために、全項目を用いて推計した能力値との関連性を検討した。

能力値と投球パフォーマンスの関連性について、積率相関係数より検討した。

(5) 指導による投球動作の改善

先述の評価方法ならびに、動きの重要度を参考に、これらの動作を改善するプログラムを作成し、小学3年生の児童14名(男子12名女子2名)を対象として、ドッジボール投げ指導を行い、その指導により、どの様に児童の投球が変化するかを検証した。プログラム実施前に投球動作を撮影し、動作の評価は、

導プログラムを作成し、5回の指導プログラムを作成した。指導後、再び動作を撮影して、その変化を確認した。変化を確認するために、動作領域毎の得点を算出し、繰り返しのある二元配置の分散分析を適用した。

4. 研究成果

(1) 投球動作の運動観察

テニスボールならびにドッジボールの投球・捕球動作について、評価方法を作成したが、ここでは例として、図1にテニスボール投げ動作の特性要因図を示す。ボール投げの主要動作を「重心移動・起こし回転動作」と、「体軸ひねり・回転動作」ならびに「投げ手のムチ動作」の主要2局面に分離した。「体軸ひねり・回転動作」は「投げ手のムチ動作」より先行し、「投げ手のムチ動作」は投げ手、自由手の動作により構成した。

「重心移動・起こし回転動作」は、投球動作の中でも下半身の動きを利用して、ボールに力を伝える距離を獲得する動作である。この動作は投球方向に重心移動するとともに、軸足から踏出足に体重移動することにより、体軸が後方の傾きから前方の傾きに移動す

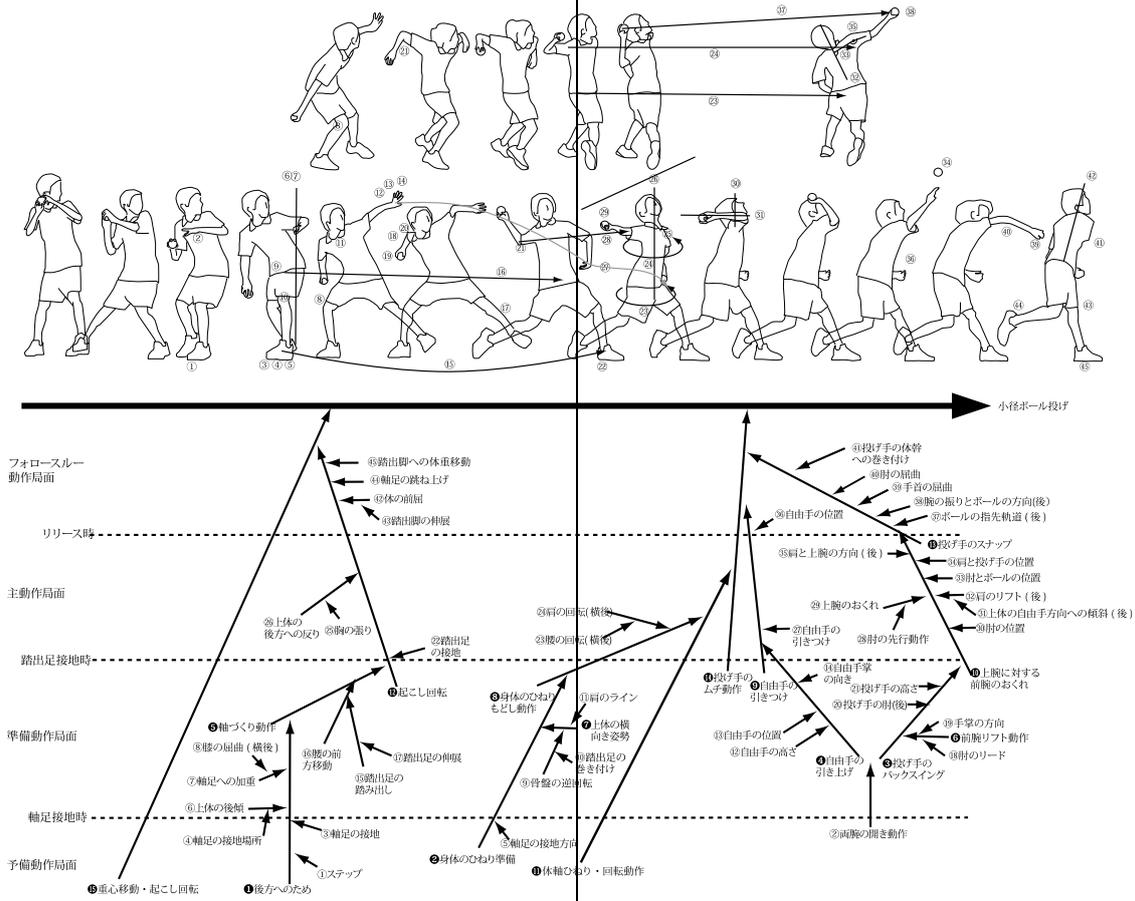


図1 テニスボール投げ動作の特性要因図

ドッジボール投げ全ての項目で行い、習熟度別に特に達成できていない項目を中心に指面である軸足に体重をしっかりとのせる「後方へのため」、②体重移動しながら、その体重

る動作を指す。「重心移動・起こし回転動作」は大きく3つの動きから構成され、①準備局を踏出足で受け止めるための「軸づくり動作」、③踏出足で固定された体軸が軸足の蹴りによ

り後方から前方へ回転してゆく「起こし回転」の順序に発生する。

「後方へのため」では、事前にステップを入れるか、軸足を着いたときに身体は後継しているかなど、「軸づくり動作」では踏出足の大きさ、腰の前方移動など、「起こし回転」では、投球直前の上体の後方への反り、投球後の上体の前屈などの評価観点を作成した。

「体軸ひねり・回転動作」は投げ手のムチ動作より先行し、体を投球方向に対して横あるいは後ろ向き状態から、身体の水平方向に足部から腰部-肩部の順にひねりもどしながら、投げ手のムチ動作をより効果的に発揮させる動作である。「体軸ひねり・回転動作」は大きく2つの動きから構成され、①ボールに力を伝えるための動作距離をできるだけとれるように投球方向に対して上体を横もしくは後方に向ける「身体ひねり準備動作」、②ひねった身体を足部より徐々にひねりもどすよう動く「身体ひねりもどし動作」の順に発生する。

「身体ひねり準備動作」では、軸足の接地方向や「上体の横向き姿勢」をつくる骨盤の逆回転、踏出足の巻き付けなど、「身体ひねりもどし動作」では、腰の回転、それに遅れて起こる肩の回転の評価観点を作成した。

「投げ手のムチ動作」は、投球初期動作としてのワインドアップ・モーションや両腕の開き動作があり、その後、自由手と投げ手の動作を分離した。自由手の動作として、①体のひねりの準備に関連する自由手の準備局面である「自由手の引き上げ」②投球に連動して、上体のひねりを補助する「自由手の引きつけ」の順に発生する。投げ手の動きとして、①力を抜いて肩の回転を利用してボールを後方に位置させる「投げ手のバックスイング」、②肩→上腕→前腕の順にしなるように動く「上腕に対する前腕の遅れ」。③リリース時の最後のムチ動作である、手首の動きとそれに追従する手や体の動きの「投げ手のスナップ」の順に発生する。

(2) 運動観察法の妥当性についての検討

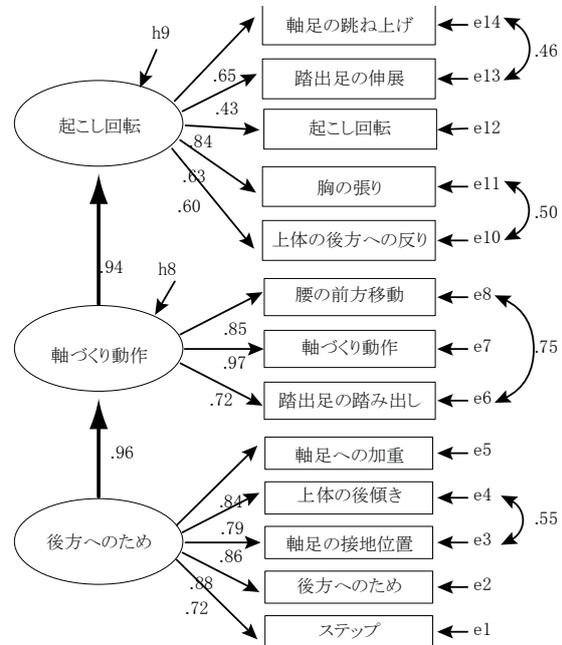
① 因子妥当性の検討

テニスボール投げ動作の主成分分析の結果、第一主成分は固有値 23.894、寄与率 44.2%であった。ドッジボール投げ動作の主成分分析の結果、第一主成分は固有値 24.653、寄与率 40.4%であった。テニスボール投げ、ドッジボール投げとも第一主成分が投球動作を示す成分であり、構成概念として投球動作を説明できた。

① 因果関係の検討

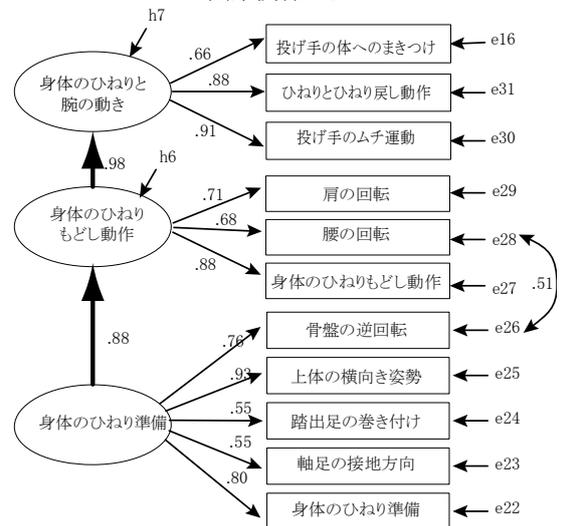
図2から3にそれぞれの動作単位ごとに作成した構造方程式モデル、標準化係数、ならびに適合度の一部を示す。テニスボール投げの重心移動・起こし回転動作の因果関係モデ

ルは RMR=0.044、GFI=0.843、RMSEA=0.072、体軸ひねり・回転動作では、RMR=0.043、GFI=0.879、RMSEA=0.038であった。表には示していないが、投げ手のムチ動作については、RMR=0.083、GFI=0.794、RMSEA=0.076と余り適合度は高くなかった。ドッジボール投げについては、重心移動・起こし回転動作 RMR=0.059、GFI=0.863、RMSEA=0.050、体軸



Fitting Index: $\chi^2=78.0$ (df=59, p>0.05), RMR=.044, GFI=.843, AGFI=.758, and RMSEA=.072

図2 テニスボール投げ起こし回転動作の因果関係モデル



Fitting index: $\chi^2=55.61$ (df=51, p>0.05), RMR=.043, GFI=.879, AGFI=.815, and RMSEA=.038

図3 テニスボール投げ体軸ひねり・回転動作の因果関係モデル

ひねり・回転動作 RMR=0.034、GFI=0.932、RMSEA=0.087、投げ手のムチ RMR=0.094、GFI=0.848、RMSEA=0.048 となった。これらの構造方程式モデルは、一般的な手順としてよく用いられる斜交解を用いた探索的因子分析手法にたよらなくても比較的高い適合度を示し、特性要因図の有効性を示すものである。すなわち、本研究で示された動作因果関係の構成概念妥当性が示されたと言える。

(3) 動作項目の分析による重要度の検討
項目反応理論を用いた項目分析の結果、テニスボール投げの主要13動作を見ると、準備局面における動作の困難度が低く、準備局面での動作の獲得がその後の動作の連続にも重要であることが推測された。正しい軸足の接地は最も困難度の低い項目であり、正しいステップが最も初歩的である。重心移動起こし回転動作で、動作が生起しない項目はステップに由来している。手の動作に関して、両手の開き動作の困難度が低く、開き動作がダウン（下方向）に出来ない場合にリフト時の掌の方向、肘のリードが発生せず、困難度も低くなっている。いずれの動作でも、時間的に後に発生する動きのほうが困難度の高くなる傾向を示し、特に自由手の動作の困難度の変位が大きかった。特に最も初期レベルでは正しい軸足を選択すること、投げ手でボールを後方に移動動作を習得することは、小学校低学年の未習熟者にとっては重要な動作であり、その次の段階では、大きな移動距離やひねり回転を獲得するために身体の横向き動作が重要であると推測された。

肘の先行動作や自由手の引きつけについては、高い困難度を示した。指導においては、ムチ動作、特に肘の先行を強調して指導する場面があるが、困難度の観点からは、早急な指導は必要ない可能性が指摘できる。

識別力を見ると、いずれも主要動作の全体印象が高い結果であった。項目別情報関数からも全体印象の情報量が高いことがわかる。このことは、動作評価においては、詳細な評価観点を示しつつ、主要な動作の全体印象を評価することの有効性を指し示すものである。

(4) 項目選択と運動パフォーマンスとの関連性の検討

表1、表2にはテニスボール投げならびにドッジボール投げのIRTの結果より選択した項目の困難度ならびに識別力を示す。これらの変数によって算出された能力値は、全項目評価の間にテニスボール投げ $r=0.944$ ドッジボール投げ $r=0.952$ の高い相関係数が得られた。すなわち、選択された項目によって高い精度で能力値が推計できると推測された。

表3 選択項目によって推計された能力値と初速・推定投距離との相関係数を示す。能力

値と初速ならびに推定投距離の間には0.7以上の相関係数が得られた。

以上より、選択した項目でも投動作を適切に評価しているといえる。また初速や推定投距離との関連性もかなり高い関連性を示すことから、選択した投球動作項目によってテニスボールやドッジボールの投球動作を適切に説明できると言える。

表1 テニスボール投げ選択項目ならびに項目特性

動作項目	困難度			識別力
	1→2	2→3	3→4	
ステップ	-0.425	0.292	1.088	2.169
軸足の接地	-2.575	-1.93		1.756
自由手の高さ	-0.836	0.257	0.692	1.873
骨盤の逆回転	-1.537	-1.162		2.298
踏出足の踏み出し	-1.284	0.165	4.068	1.519
肘の先行動作	-4.299	-1.495	0.83	1.448
体軸の傾き	-0.868	0.509	1.142	1.836
腰の回転	-1.431	-1.181		5.004
自由手の引きつけ	-0.249	0.617	1.26	1.902
投手の体幹への巻付	-0.906	-0.496	0.625	1.192

表2 ドッジボール投げ選択項目ならびに項目特性

動作項目	困難度			識別力
	1→2	2→3	3→4	
ステップ	-0.245	0.513	1.260	1.245
軸足の接地	-2.392	-2.045	-1.751	2.032
軸足の膝の屈曲	-0.085	1.044		1.462
踏出足の踏み出し	-0.928	0.409		1.502
軸足の跳ね上げ	0.015	1.021		0.804
踏出足の巻き付け	0.888	2.094		1.216
腰の回転	-0.949	0.097		1.551
自由手の高さ	-0.714	1.253		0.894
自由手の引きつけ	-0.227	1.418		0.966
自由手を離す位置	-1.558	0.988		1.012
両腕の開き動作	-1.654	-0.444	0.553	1.169
投げ手の高さ	-1.676	0.684		1.119
投げ手の体幹への巻付	-0.822	0.567		0.775

表3 推計された能力値と投パフォーマンスとの相関係数

	初速	推定投距離
テニスボール投げ	0.843**	0.779**
ドッジボール投げ	0.752**	0.701**

**P<0.01

(3) 運動指導の実践と児童の動作の変化
14名の対象者を習熟度別の3群に分類し、その動作の比較を行ったところ、特に呼び動作、準備動作において、最も習熟度が低いグループは著しく得点が低かった。特に、自由手の

引き上げ動作、上体の横向き姿勢、身体のひねり準備動作が出来ていないことが明らかとなった。

そこで予備動作・準備動作局面の改善をめざした指導法として次の練習プログラムを作成した。

- ① 振り子動作
- ② 振り子動作の発展①
- ③ ボールの地面へのたたきつけ
- ④ 振り子動作の発展②
- ⑤ キャッチボール

これらの練習を計5回実施した。

表4に練習効果と習熟度の繰り返しのある二元配置の分散分析の結果を示す。練習効果と習熟度の交互作用が認められた運動動作は投げ手のバックスウィングであった。投げ手のバックスウィング動作は未習熟群において有意に向上しており、特に焦点を当てた予備動作としてのボールの振り子動作によって練習効果が高かったと推測される。

練習効果に有意な差が認められた動作項目は、上体の横向き姿勢、身体のひねり準備、身体のひねりもどし、投げ手のスナップ、体軸のひねり・回転動作、投げ手のムチ動作、重心移動・起こし回転の7項目であり、グループに関係なく上体が見られた。習熟度別の差に関して有意な差が認められた動作項目は、後方へのため、自由手の引き上げ、上体の横向き姿勢、身体のひねり準備、上腕に対する前腕の遅れ、投げ手のムチ動作の6項目であり、練習しても以前習熟度によって差のある堂であることが明らかとなった。

表4 ドッジボール投げ動作の練習効果と習熟度の2元配置分散分析結果

動作項目	練習効果	習熟度	交互作用
後方へのため	2.593	5.425 *	0.710
自由手の引き上げ	0.526	7.069 *	3.176
上体の横向き姿勢	4.970 *	7.389 **	2.431
軸づくり動作	3.792	0.700	0.222
前腕のリフト動作	1.262	1.310	1.310
投げ手のバックスウィング	0.900	2.274	4.879 *
身体のひねり準備	5.368 *	7.844 **	2.562
上腕に対する前腕の遅れ	4.014	5.306 *	1.012
身体のひねりもどし	5.623 *	1.064	1.786
自由手の引きつけ	4.097	3.506	0.380
投げ手のスナップ	10.560 **	0.772	0.514
体軸のひねり・回転動作	6.858 *	0.772	2.071
起こし回転	1.783	1.450	0.743
投げ手のムチ動作	6.862 *	7.248 **	1.946
重心移動・起こし回転	5.486 *	2.926	0.196
動作総得点	9.502 *	7.133 *	1.799
予備動作・準備動作局面	0.723	6.743 *	2.926
主動作・フォロー動作局面	11.474 **	5.381 *	0.631

表中数値はF値、**p<0.01, *p<0.05

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

- ① 國土将平、動作の因果関係を考慮した児童のボール投げ動作の評価観点の検討、発育発達研究、査読あり、No.55、2012、pp1-10

〔学会発表〕(計8件)

- ① 國土将平、小学生におけるドッジボール投げ動作のIRTを用いた評価、日本発育発達学会第10回記念大会、2012.3.17、名古屋
- ② Shohei Kokudo, The Motion Difficulty of Dodge Ball Overhand Throw Skill based on Causal-Morphological Model for Elementary School Children, The 3rd International conference on Sports and Exercise Science, 2012.2.9, Bangkok, Thailand
- ③ 國土将平、項目反応理論を用いた小学生におけるテニスボール投げ動作獲得の順序性の検討、日本体育学会第62回大会、2011.9.25、鹿屋、
- ④ 國土将平、小学生におけるドッジボール投げの運動観察法による動作因果モデルの検討、日本体育測定評価学会第10回記念大会、2011.2.27、金沢
- ⑤ 國土将平、小学生におけるドッジボール投げの動作因果関係を考慮した運動観察法による評価の試み、日本体育学会第61回大会、2010.9.10、豊田
- ⑥ Shohei Kokudo, A Pilot Study of Causal-Morphological Evaluation of
- ⑦ Overhand Throw Skill for Early Elementary School Children, European College of Sport Science, 2010.6.25, Antalya, Turkey
- ⑧ 國土将平、動作の因果関係を考慮した児童のボール投げ動作の評価観点の検討、第9回日本発育発達学会、2010.3.28、甲府

6. 研究組織

(1) 研究代表者

國土将平 (KOKUDO Shohei)

神戸大学・大学院人間発達環境学研究科・准教授

研究者番号：10241803

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし