

幼児期における基礎的運動能力の複合的関連

浅野佑弥¹⁾・春日晃章²⁾・小椋優作³⁾・水田晃平¹⁾・小長谷研二⁴⁾

Multiple association of fundamental motor skills among young children

Yuya ASANO¹⁾, Kosho KASUGA²⁾, Yusaku OGURA³⁾, Kohei MIZUTA¹⁾ and Kenji KOBASE

- 1) 岐阜大学大学院教育学研究科
Graduate School of Education, Gifu University
- 2) 岐阜大学教育学部保健体育講座
Department of Physical Education, Faculty of Education, Gifu University
- 3) 岐阜市立岐阜小学校
Gifu Elementary School
- 4) 岐阜西スポーツクラブRPGee
Gifu Nishi Sports Club RPGee

キーワード：幼児期, 基礎的運動能力, 複合的関連, 三次元動作分析

Key words：Young children, Fundamental motor skills, Multiple association, Three dimensional motion analysis

I. 緒言

近年, 子どもの運動能力の低下が大きな社会問題となっている。

運動能力の低下は, 低年齢化の傾向にあり, 幼児期からの身体運動の重要性が指摘されている²⁾³⁾⁴⁾。杉原ら⁵⁾は, 1985年頃から就学以降にみられた運動能力の低下が4~6歳児にも同様に認められることを明らかにし, 運動能力の問題は, 幼児期より継続的に捉えていくことが重要であると述べている。幼児の日常生活における遊びや運動にかかわる基礎的な身体動作である走・跳・投動作は, 発達の段階に見合った動作を獲得することが非常に重要である。

これまでに, 幼児の基礎的運動能力である, 走・跳・投動作について, 動作獲得, 発達様式についての研究は多くなされてきている⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾。

しかし, 動作の変容は単独に発達していくものではない。高德¹⁴⁾は, 幼児期の動作の獲得について, 多くの基本的動作を積極的に遊びの中に取り入れることで, 各動作間の相互作用によって多様な動作の獲得が進むと報告している。このように, 幼児期の動作の発達, 運動能力の獲得は, 複合的に絡み合いながら発達していくと推察される。これまで, 縦断的に検討されてい

るものは観察的評価がほとんどであり, キネマティクスの検討された研究は少ない。さらに縦断的に検討をされたものは見られない。どのように幼児が身体を動かしているのか, そして身体の使い方がどのように変化しているのかを分析することで, 効率の良い体の使い方が分析できると考えられる。また, 各動作のパフォーマンスへの貢献度や影響については単一で関連を分析しているものが多く, 何が影響を強く与えているのか複合的関連を検討しているものや, 動作間における関連を検討している研究はない。

そこで, 本研究では幼児の基礎的運動能力である, 走・跳・投動作の発達に関するパフォーマンスと動作の関連をキネマティクスの検討し, 動作間の関連の程度, および各動作における動作間の複合的関連を検討することを目的とした。

II. 研究方法

1) 対象

本研究の対象者は, 年少男児105名, 年少女児113名の中から幼児用体力テストにおける25m走, 立ち幅跳び, およびソフトボール投げの記録に従って抽出した80名とし, 同じ対象者を1年後,

2年後に再び撮影した。撮影時期はいずれも年度末に行った。分析は3年間のデータを撮影することが可能であった男児24名、女児33名の計57名を対象とした。

2) 測定項目

走・跳・投能力のテストである3項目（立ち幅跳び、25m走、ソフトボール投げ）を実施した。測定には、実施方法を十分に理解している者が現地に赴き行った。

3) 撮影方法

走・跳・投すべての動作の撮影には、ハイスピードモードを兼ね備えた4台のカメラ（CASIO EX-F1）を使用し、毎秒300コマ、シャッタースピード1/1000秒とした。撮影範囲は前後方向3m、左右方向2m、高さ1.5mとした。カメラ設置場所は、右側方、右前方、左前方、左後方に設置した（図1、2、3）。

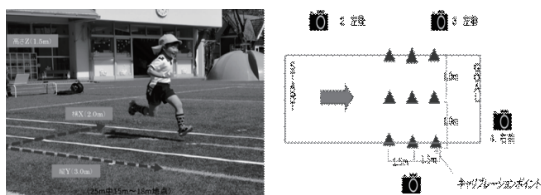


図1 走動作 撮影範囲, カメラ設置位置

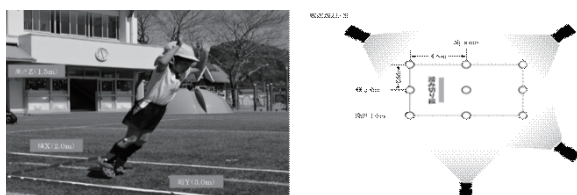


図2 跳動作 撮影範囲, カメラ設置位置



図3 投動作 撮影範囲, カメラ設置位置

4) キャリブレーション

走・跳・投動作すべての分析において、三次元DLT法（Direct Linear Transformation Method）により、3次元座標空間を算出するため、動作撮影後、撮影範囲の9か所に0.3m間

隔でコントロールポイントを付けた1.5mのキャリブレーションポールを地面と垂直に立て撮影した。また、カメラの映像を同期するために全周囲光呈示器（DKH社製）を用い、フラッシュをカメラに撮影することで同期した（図4）。



図4 キャリブレーション範囲, および全周囲光呈示器

5) 身体セグメント端点

分析時におけるデジタル化作業の補助として、幼児には身体各セグメント端点21点に直径2cmの白色マーカー貼付した。身体セグメントは頭頂、胸骨上縁、左肩峰、右肩峰、左肘、右肘、左手首、右手首、左中手骨、右中手骨、左大転子、右大転子、左膝、右膝、左足首、右足首、左かかと、右かかと、左つま先、右つま先、耳中点とした（図5）。

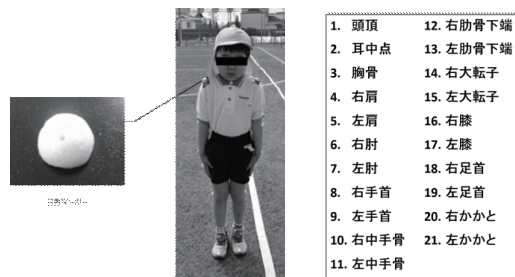


図5 身体セグメント端点

6) 動作分析方法

4台のハイスピードモードから得られた映像をもとに、Frame-DIASIV（DKH社製）を用いて、身体計測点21点を毎秒100コマでデジタル化し、DLT法により3次元座標を算出した。また、すべての動作において進行方向に対して左右方向をX軸、進行方向をY軸、鉛直方向をZ軸とする右手系の静止座標を定義した。

7) 分析項目

本研究では、各動作の年少から年長時のパフォー

マンスと各分析項目の発達量値との関連を基に抽出した高い関連のある、各動作5項目ずつの計15項目を分析項目とした採用した(表1, 2, 3)。

年少から年中, 年中から年長, 年少から年長の各分析項目の差を発達量値として扱った。

表1 走動作と相関関係が高い項目

区分	項目	相関係数R
走動作	少→中 重心平均水平速度 (m/s)	-0.390
	少→長 膝関節最大屈曲角度 (deg)	-0.365
	中→長 膝関節最大屈曲角度 (deg)	-0.266
	少→中 股関節最大屈曲角度 (deg)	0.328
	少→中 股関節最大伸展角度 (deg)	0.343

表2 跳動作と相関関係が高い項目

区分	項目	相関係数R
跳動作	少→中 膝関節最大屈曲角度 (deg)	0.256
	中→長 膝関節最大屈曲角度 (deg)	-0.268
	中→長 膝関節最大伸展角度 (deg)	-0.259
	少→中 跳躍角(deg)	-0.291
	少→長 跳躍角(deg)	-0.364

表3 投動作と相関関係が高い項目

区分	項目	相関係数R
投動作	少→中 ボール初速度 (m/s)	0.272
	少→長 ボール初速度 (m/s)	0.406
	少→中 肩関節最大角速度 (deg/s)	-0.239
	少→長 肩関節最大角速度 (deg/s)	-0.261
	中→長 肘関節最大角速度 (deg/s)	0.209

8) 統計解析

能力間の複合的関連を検討するため, 走・跳・投動作の各パフォーマンスの発達量値を目的変数, 分析項目15項目を説明変数とした重回帰分析を適用し, 偏回帰係数の有意性 $p < 0.2$ に絞り, 増減法を適用した。なお, 統計的有意水準は0.5%未満とした。

III. 結果

1) 男児における動作間の複合的関連

表4に, 男児年少から年長の25m走の発達量値と分析項目の重回帰分析の結果を示した。重相関係数は0.799と高い関連を示した。標準偏回帰係数において, 走動作の年少から年中の股関節最大伸展角度, 膝関節最大屈曲角度に有意な関連が認められた。

表5に, 男児年少から年長の立ち幅跳びの発達量値と分析項目の重回帰分析の結果を示した。重相関係数は0.769と高い関連を示した。標準偏回帰係数において, 跳動作の年中から年長の膝関節最大屈曲角度, 走動作の年少から年中の股関節最大屈曲角度に有意な関連が認められた。

表6に, 男児年少から年長のソフトボール投げの発達量値と分析項目の重回帰分析の結果を示した。重相関係数は0.418と中程度の関連を示した。標準偏回帰係数において, 跳動作の年少から年長の跳躍角に有意な関連が認められた。

2) 女児における動作間の複合的関連

表7に, 女児年少から年長の25m走の発達量値と分析項目の重回帰分析の結果を示した。重相関係数は0.855と高い関連を示した。標準偏回帰係数において, 走動作の年少から年中の重心平均水平速度, 年少から年長の膝関節最大屈曲角度, 投動作の年少から年中の肩関節最大角速度, 跳動作の年中から年長の膝関節最大屈曲角度, 膝関節最大伸展角度に有意な関連が認められた。

表8に, 女児年少から年長の立ち幅跳びの発達量値と分析項目の重回帰分析の結果を示した。重相関係数は0.642と中程度の関連を示した。標準偏回帰係数において, 跳動作の年少から年長の跳躍角, 走動作の年少から年中の股関節最大伸展角度, および投動作の年少から年中の肩関節最大角速度に有意な関連が認められた。

表9に, 女児年少から年長のソフトボール投げの発達量値と分析項目の重回帰分析の結果を示した。重相関係数は0.799と高い関連を示した。標準偏回帰係数において, 投動作の年少から年中の股関節最大伸展角度, 走動作の年少から年中の膝関節最大屈曲角度, および投動作の年少

から年中のボール初速度に有意な関連が認められた。

表4 男児の走動作の重回帰分析の結果

重相関係数	R	0.799	決定係数		R2乗	0.638
	修正R	0.764			修正R2乗	0.584
変数	標準 偏回帰係数	偏回帰係数	標準誤差	t 値	P 値	判定
少→中 走・股関節最大伸展角度(deg)	0.641	0.007	0.001	4.681	0.000	**
少→中 走・膝関節最大屈曲角度(deg)	-0.409	-0.016	0.005	-3.015	0.007	**
少→中 投・ボール初速度(m/s)	-0.187	-0.121	0.088	-1.375	0.184	
定数項		-1.608	0.252	-6.383	0.000	**

*:5%有意, **:1%有意

表5 男児の跳動作の重回帰分析の結果

重相関係数	R	0.769	決定係数		R2乗	0.591
	修正R	0.711			修正R2乗	0.505
変数	標準 偏回帰係数	偏回帰係数	標準誤差	t 値	P 値	判定
中→長 跳・膝関節最大屈曲角度(deg)	-0.668	-0.063	0.015	-4.161	0.001	**
少→中 走・股関節最大屈曲角度(deg)	-0.525	-0.064	0.020	-3.258	0.004	**
少→中 走・膝関節最大屈曲角度(deg)	-0.395	-0.178	0.086	-2.076	0.052	
少→長 走・膝関節最大屈曲角度(deg)	0.289	0.024	0.016	1.501	0.150	
定数項		42.047	2.701	15.568	0.000	**

*:5%有意, **:1%有意

表6 男児の投動作の重回帰分析の結果

重相関係数	R	0.418	決定係数		R2乗	0.175
	修正R	0.371			修正R2乗	0.138
変数	標準 偏回帰係数	偏回帰係数	標準誤差	t 値	P 値	判定
少→長 跳・跳躍角(deg)	-0.068	0.031	-0.418	-2.161	0.042	*
定数項		4.727	0.653	7.235	0.000	**

*:5%有意, **:1%有意

表7 女児の走動作の重回帰分析の結果

重相関係数	R	0.855	決定係数		R2乗	0.732
	修正R	0.818			修正R2乗	0.670
変数	標準 偏回帰係数	偏回帰係数	標準誤差	t 値	P 値	判定
少→中 走・重心平均水平速度(m/s)	-0.541	-1.032	0.227	-4.536	0.000	**
少→長 走・膝関節最大屈曲角度(deg)	-0.429	-0.002	0.001	-3.848	0.001	**
少→中 投・肩関節最大角速度(deg/s)	-0.428	-0.013	0.004	-3.654	0.001	**
中→長 跳・膝関節最大屈曲角度(deg)	-0.333	-0.024	0.009	-2.736	0.011	*
中→長 跳・膝関節最大伸展角度(deg)	0.286	0.031	0.012	2.577	0.016	*
少→長 投・肩関節最大角速度(deg/s)	0.212	0.008	0.004	1.766	0.089	
定数項		-1.299	0.273	-4.763	0.000	**

*:5%有意, **:1%有意

表8 女児の跳動作の重回帰分析の結果

重相関係数	R	0.642	決定係数		R2乗	0.412
	修正R	0.592			修正R2乗	0.351
変数	標準 偏回帰係数	偏回帰係数	標準誤差	t 値	P 値	判定
少→長 跳・跳躍角(deg)	-0.422	0.111	-0.324	-2.911	0.007	**
少→中 走・股関節最大伸展角度(deg)	-0.338	0.019	-0.045	-2.337	0.027	*
少→中 投・肩関節最大角速度(deg/s)	-0.307	0.066	-0.142	-2.150	0.040	*
定数項		3.160	47.855	15.143	0.000	**

**:<1%有意, *:5%有意

表9 女児の投動作の重回帰分析の結果

重相関係数	R	0.659	決定係数		R2乗	0.434
	修正R	0.613			修正R2乗	0.375
変数	標準 偏回帰係数	偏回帰係数	標準誤差	t 値	P 値	判定
少→長 投・ボール初速度(m/s)	0.422	0.629	0.234	2.694	0.012	*
少→中 走・股関節最大屈曲角度(deg)	0.376	0.016	0.006	2.535	0.017	*
少→長 投・肩関節最大角速度(deg/s)	-0.331	-0.027	0.012	-2.234	0.033	*
定数項		1.818	0.616	2.952	0.006	**

*:5%有意, **:1%有意

IV. 考察

1) 走動作

男児では、膝関節において、経年的に最大屈曲角度が大きくなる傾向にあり、後ろから前に

足を持ってくる動作において、より足をコンパクトにして持ち上げ、前に出すことができるようになっていたことが窺えた。これは、疾走能力の高い児童は遊脚の膝関節がより屈曲してい

る加藤¹⁵⁾らの結果と同様であるといえる。また、股関節最大伸展角度が最も影響を及ぼしていることが示唆された。近藤ら¹⁶⁾によると幼児期では瞬発力やスピードに関わる能力は早くから男児が女児よりも優れていると報告されている。このことから男児は、筋力的に女児よりも優れ、もともと身体重心水平速度が速く、より早くするためには股関節や膝関節などの下肢の動作が関連しているのではないかと考えられる。

女児の、走動作における身体重心について、宮丸¹⁷⁾は1歩中の身体重心の水平変位は加齢につれて経年的に増大したと報告している。本研究においても、重心水平速度が加齢に伴い経年的に上昇していることから同様な結果であった。さらに、膝関節の動作において、経年的に最大屈曲角度が大きくなる傾向にあった。つまり、後ろから前に足を持ってくる動作において、より足をコンパクトにして持ち上げ、前に出すことができるようになっていたことが窺える。走動作の腕の動きの発達として、金ら¹⁰⁾は、幼児の基本的運動の質的变化の過程をとらえるために、5段階の動作カテゴリー尺度を作成し、パターン3において、腕のスイングスピードが増大すると報告している。本研究でも、走動作において、腕のスイングスピードが速くなると、投動作においても腕をしっかりと振れるようになるのではないかと推察された。

男児では、年少から年中における発達が、女児ではすべての学年区分の発達が重要であると考えられる。Gallahueら⁸⁾は、幼少年期の運動発達の段階を3つに区分し、4～5歳は基本的動作が定着する初歩的段階であるとしている。また、斎藤ら¹⁸⁾によると4～6歳は走動作様式において未熟な段階としている。このように動作獲得には、動作が未熟で定着前の段階で身体の動かし方を身に付けることは重要であり、動かし方が分かるとより精錬された動きになるのではないかと示唆された。

2) 跳動作

男児において、湯浅¹⁹⁾は、立ち幅跳び跳躍距離を獲得するための条件として、踏切時の膝関節と股関節の伸展動作が重要であると述べてい

る。跳動作において、水平分力を高めるため、膝関節と股関節を伸展させていると考えられる。そのために、膝関節の屈曲角度は小さくなり、体が前方上方に跳び出すためにより、股関節を伸展させる必要があると考えられる。

女児では、立ち幅跳びの動作として、年少時は垂直方向に跳び出し、跳躍角が大きかった動作が、経年的に踏切時に徐々に上体が前傾し始めること、膝関節に伸展がみられるようになり上体を前上方へと跳びだせるようになることから、跳躍角は小さくなっていくと考えられる。立ち幅跳びでは、膝と股関節の伸展動作についてHellebrandtら²⁰⁾は、3歳以降にみられる頭部の背屈が頸反射に基づく下肢伸筋群の反射的伸展を引き起こし、それが踏切のキック動作につながると推察している。このように跳動作は伸展が重要になってくると考えられる。さらに宮丸⁶⁾は、立ち幅跳び跳躍距離の経年的な増加に伴い、腕のバックスイングも経年的に増大すると報告している。また、立ち幅跳び動作による腕のバックスイングは、続いて行われる振り込み動作を素早くするための反動動作とされている¹⁸⁾²¹⁾。跳動作において、肩関節を含む腕のスイングスピードの上昇は記録向上につながる動作であると言える。

男児では、すべての学年区分の発達が、女児では年少から年中、年少から年長の発達が重要であると考えられる。中村ら²²⁾は、幼児の跳動作の加齢による動作様式について、比較的3歳から4歳にかけて変容が著しいと報告している。國土²³⁾は、立ち幅跳び跳躍距離の発達速度について、男女ともに5～6歳がピークであると報告している。本研究においても、男児は全学年区分、女児は年少から年長の発達が重要であったことから同様にこの時期に跳躍距離が著しく発達していると考えられる。

3) 投動作

幼児の投動作の発達において、金ら¹⁰⁾は投動作の5段階の動作パターンをカテゴライズし、パターン3からボールを持っている側の反対の足を前方へ出し、投射するとき、後方の足から前方の足へ体重移動がみられるようになり、パ

ターン4では体重が明らかに前方に移る、パターン5では体重が完全に移り、反対側の足でステップするというように発達していくと示している。このことから投動作では、体幹から上肢の回転運動を身に付けるとともに、後ろの足から前の足へ重心を移動させる動作が非常に重要であろう。

女兒では、春日は²⁴⁾、体幹から上肢の回転動作を身に付けているとともに、投球時に、一端後方へ身体を傾斜させ軸足に体重を乗せてから、前方へ重心を移動させる動作を身に付けることで、ボール初速度が上がると述べている。投動作における股関節の屈曲では、踏み出した足にしっかりと体重を乗せることができるようになると、踏み出し脚に乗り、上体が後方から前に触れるようになる。投動作において、投球時に腕で投げるのではなく、体幹から上肢への回転動作が身についたことから、肩関節の角速度は低下していると考えられる。また、ボール初速度を速くするためには、体幹からの上肢の回転運動を身に付けること、体重移動をし、踏み込んだ足の股関節を屈曲させしっかりと体重を乗せることが重要であると示唆された。

男児では、年少から年長の発達、女兒では年少から年中、年少から年長の発達が重要であると考えられる。中村ら²²⁾によると、投動作様式において未熟な動作様式から成熟型の動作様式に移行すると報告している。さらに、3歳から4歳間に有意な年齢差が示されたと報告しており、本研究においても女兒では年少から年中の発達が重要であることから一致していると考えられる。

男児では、宮丸¹¹⁾¹²⁾は、男児では、3歳から5歳までに投動作の変容がみられ、5歳から6歳にかけて急激に変化すると報告している。本研究では年少から年長の発達が重要であることから、3歳から6歳の時期に動作を獲得する必要があると思われる。

4) 動作間の複合的関連

男児の走動作では、投動作の年少から年中のボール初速度が関連していると明らかとなった。投動作では、下肢の動きが重要であり、投球時にステップや踏み込みの動作がみられるように

なり、年少時よりも体が前方に移動することが考えられる。ボール初速度を速くするためには、投球時に一端後方へ身体を傾斜させ軸足に体重を乗せてから前方へ重心を移動させる動作を身に付けることが必要とされるため走動作にも関連してくると考えられる。

男児の跳動作では、走動作の年少から年中の股関節最大屈曲角度、膝関節最大屈曲角度、および年少から年長の膝関節最大屈曲角度が関連していると明らかとなった。跳動作では、水平分力を高めるため、膝関節と股関節を伸展させるため、膝関節の屈曲角度は小さくなり、股関節を伸展させる。対して、走動作はもの引き付け動作が重要になり、股関節の伸展ではなく、屈曲が大きくなる必要があるため関連があると示唆された。

男児の投動作では、跳動作の年少から年長の跳躍角が関連していると明らかとなった。金ら¹⁰⁾の跳動作の動作パターンでは、パターン3から膝や腰の伸展がみられるようになり、パターン4では準備局面から踏切局面において、上体がやや前傾すると示している。跳動作において、膝関節や股関節の伸展動作からキック力を得ることが重要となり、年少時では鉛直方向に力を伝えていたのが、経年的に飛び出しが前上方へと加えられるようになることで跳躍角が小さくなっていると考えられる。投動作では、回転運動を身に付け、体重を後ろから前に移動させる動作が必要であるため関連があると考えられる。

女兒の走動作では、跳動作の年中から年長の膝関節最大屈曲角度、最大伸展角度、投動作の年少から年中、および年少から年長の肩関節最大角速度が関連していると明らかとなった。走動作では、膝関節の屈曲角度が大きくなると、跳動作においても離地時前の沈み込みが大きくなり、離地時には前上方へと十分に伸展するようになると推察された。宮丸²⁵⁾は地面反力から見た3歳から6歳児までの踏切動作に関する研究において、踏切期のtake-off powerが経年的に増大するとともに、水平分力の最大出力が増加し、立ち幅跳びらしい跳躍動作に発達すると述べている。

女兒の跳動作では、走動作の年少から年中の

股関節最大伸展角度、および投動作の年少から年中の肩関節最大角速度が関連していると明らかとなった。股関節について、走動作では、股関節の屈曲角度が大きくなるのが、ももの引き上げ動作につながり記録が向上していく。走動作では屈曲が重要であるが、跳動作では伸展が重要であるとされているために、関連があると考えられる。投動作では、肩関節のスピードは動作開始から徐々に増加するが、リリース前からは速度はやや低下していく。これは、水平方向にそのまま進むのではなく、肩関節の伸展ではなく、腰や股関節などの回転動作によりスピードを生み出すために肩関節角速度はそれほど上昇しないと考えられる。

女兒の投動作では、走動作の年少から年中の股関節最大屈曲角度が関連していると明らかとなった。走動作における股関節の屈曲に関しては、屈曲角度が大きくなるのが、ももの引き上げ動作につながり記録の向上していくとされていることから、両動作共に股関節の屈曲が重要であるといえる。

V. 参考文献

- 1) 文部科学省体力運動能力調査
- 2) 小林寛道：現代の子どもの体力-最低限必要な体力とは-, 体力の科学, 49, 4-19, 1999
- 3) 平川和文, 高野圭：体力の二極化傾向において両極にある児童生徒の特徴, 発育発達学研究37, 57-67
- 4) 文部科学省幼児期運動指針ガイドブック 毎日, 楽しく体を動かすために
- 5) 杉原隆, 近藤充夫, 吉田伊津美, 森司朗：1960年代から2000年代に至る幼児の運動能力発達の時代変化, 体育の科学, 57, 69-73, 2007
- 6) 宮丸凱史：幼児の基礎的運動能力におけるMotor Patterの発達- 1 -幼児のRunning Patternの発達過程, 1975
- 7) マイネル：金子朋友訳：スポーツ運動学, 299-310, 1981
- 8) Gallahue, DL. & Ozmun, JC : Understanding MotirDevelopment: Infants, children, adolescents Adults, Mc Graw Hill, 77-93, 208-264, 1998
- 9) 岩田浩子, 森下はるみ：幼児の動作メカニズムとその発達-指示のしかたによる跳躍動作の変容について-, 体育学研究, (1), 27-38, 1979
- 10) 金善應, 松浦義行：幼児及び児童における基礎運動技能の量的変化と質的变化に関する研究-走, 跳, 投運動を中心に-, 体育学研究, (1), 27-38, 1987
- 11) 宮丸凱史：投げの動作の発達, 体力の科学, (30 (7)), 464-471, 1980
- 12) 宮丸凱史, 平木場浩二：幼児のボールハンドリング技能における協応性の発達 (3) -投動作様式の発達とトレーニング効果-, 体育科学, (10), 111-124, 1982
- 13) 中村和彦, 宮丸凱史, 久野譜也：幼児の動作発達に関する研究 (2) -投動作様式の発達とその観察評価について-, 日本保育学会大会研究論文集, 266-267, 1987
- 14) 高德希：幼児期の走・跳・投動作の縦断的变化からみた基本的動作の獲得について, 奈良女子大学スポーツ科学研究, 16, 21-29, 2014
- 15) 加藤謙一, 宮丸凱史, 松本剛：優れた小学生スプリンターにおける疾走動作の特徴, 体育学研究46, 179-194
- 16) 近藤充夫, 杉原隆, 森司朗, 吉田伊津美, 朴淳香：最近の幼児の運動能力：1986年と1997年比較 (体育心理学), 日本体育学会大会号, 49, 233, 1998
- 17) 宮丸凱史, 横井孝志, 阿江通良, 加藤謙一, 中村和彦, 久野譜也：身体重心および脚の重心の軌跡からみた幼児の走動作の発達
- 18) 齊藤昌久, 宮丸凱史, 三宅一郎, 浅川正一：幼児・児童の走動作様式の発達過程. 日本体育学会大会号, (31), 440. 1980
- 19) 湯浅景元：立ち幅跳びにおける“良い動き”を評価するためのParameterの検討, 第7回日本バイオメカニクス学会大会論文集, 80-84, 1984
- 20) Hellebrandt, F. A. et al : “Physiological Analysis of Basic Motor Skill” 1. Growth and Development of Jumping, American Journal of Physical Medicine, 46, 14-35, 1961
- 21) 飯千明：走・跳・投の基礎的動きの完成度, 臨床スポーツ医学, 24 (11), 1175-1180, 2007
- 22) 中村和彦, 宮丸凱史：幼児の動作発達に関する縦断的研究-跳動作と投動作の発達について-, 日本体育学会号, 40, 508, 1989
- 23) 國土将平：子どもの跳躍力の発達, 子どもと発育発達, 12 (1), 16-22, 2014
- 24) 春日晃章：幼児期の体力および動きの発達状況に関する測定評価, バイオメカニクス研究, 20, 2, 67-72
- 25) 宮丸凱史：幼児の基礎的運動技能におけるMotor Patternの発達- 2 -幼児の立ち幅跳びにおけるJumping Patternの発達過程, 東京女子体育大学紀要, 8, 40-54, 1973