

機関番号：32644  
 研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2008～2010  
 課題番号：20500508  
 研究課題名（和文） 跳躍動作におけるスキル獲得過程に関する幼稚園年少期から小学校3年生までの追跡研究  
 研究課題名（英文） Chase research about the skill acquired process in the jump movement from the kindergarten young term until the elementary school third age student  
 研究代表者  
 山田 洋（YAMADA HIROSHI）  
 東海大学・体育学部・准教授  
 研究者番号：30372949

## 研究成果の概要（和文）：

本研究の目的は、跳躍動作におけるスキル獲得過程を縦断的に検討することであった。同一被験者を対象として、幼稚園から小学校低学年までの計6年間のデータを追跡した。立ち幅跳び動作に対して、二次元DLT法を用いて身体合成重心、下肢の各関節における角度・角速度・角加速度等のKinematicsデータを算出した。スキルの指標は、下肢関節の屈曲・進展の順序とした。その結果、走・跳・投動作における「スキル」は幼稚園の年少から年中の期間に大きく獲得され、小学生前半期までにほぼ確立された。これらはスキヤモンの発育・発達曲線の神経系のパターンに合致しており、この時期における教育・訓練の重要性が示唆された。

## 研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study was to examine the skill acquired process in the jump movement. Data on a total six years from the kindergarten to the elementary school lower grades were chased in the same subjects. Kinematics data such as center of gravity, joint angle, joint angle velocity, and joint angle acceleration of each joint in lower limb were calculated by using Two-dimensional DLT methods for the standing broad jump. The index of the "skill" was the order of the flexion/extension of the lower limb joint. The "skill" in jumping movement was gotten from the youth grade to middle grade in the kindergarten periods. These results agreed in the pattern of development curve of Scammon, indicating the importance of the education, training in this period.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

## 研究分野：総合領域

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：スキル、跳躍動作、二次元映像解析、関節角速度、運動伝導

## 1. 研究開始当初の背景

近年、子供の体力低下は新聞やテレビでもずいぶん採り上げられている。この体力低下は、登園登下校時の車による送り迎えが増えたこと、テレビゲームの普及とそれによる外

遊びの減少、幼児・児童を対象とした犯罪の多発等を含めた社会生活の変遷により、日常生活において体を動かすことが少なくなっていることが大きな原因のひとつであることに疑いはない。文部科学省では、継続的に

7歳（小学生）以上の児童の運動能力調査を行っている（体力・運動能力調査、文部科学省）。報告書によると、走・跳・投という運動の基礎となる動作ができなくなっていると指摘されている。最近では、しっかりと手を振って走れない、ジャンプができない、足を踏み出して投げることができない、投げるときに肘があがらない等の報告は多く、これらを是正していくことは体育・スポーツ科学、身体教育学における最重要研究課題であるといえる。

スキヤモンの発育曲線にみられるように、幼児期から小学校の低学年までは神経系の発育が著しい。したがって、この時期に適切な運動刺激を加えることにより、神経系の発達が促される。神経系の発達は運動機能、とりわけ「巧みさ」に正の影響を与えるとされている。報告書にあるように7歳児の運動能力が以前と比べて低下しているということは、小学校入学前の時点、つまり幼児期の運動発達に問題があると考えられる。このような観点から、近年、幼児期における運動の重要性が提案され、幼稚園における運動能力が注目されるようになってきた。しかしながら、この運動能力に関しては簡単なパフォーマンステストは行われているものの、「動きの質」という観点から、とりわけ、上述した走・跳・投といった基本動作のかたち、すなわち動作の「スキル」の獲得過程をバイオメカニクスの指標を用いて詳細に調べた研究は少なかった。

## 2. 研究の目的

我々は、幼児の動作の獲得過程を過去3年間に渡って縦断的に調べてきた。具体的な手法としては、幼児の跳躍動作を対象に二次元動作解析を行い、下肢の各関節（股関節、膝関節、足関節）における角度変化曲線間の相互相関関数を算出して「運動伝導」を調べた。このように、バイオメカニクスの観点から、動作の「スキル」を評価し、幼児では跳躍動作時の「運動伝導」、あるいは下腿の筋活動の切り替えが未発達であるが、3歳、4歳、5歳と発育発達に伴って値が向上し、「スキル」が獲得される結果を得た。

本研究では、今後、さらに3年間のデータを追加し、この「スキル」の獲得過程を、幼児期から小学校低学年までにわたって縦断的に捉え、研究を進展させていきたいと考えた。なぜなら、上述したように神経系におけるサイズの発育は幼児期に成人の70～80%までに至るものの、この発育には個人差が極めて大きく、機能の発達は小学校低学年程度まで続くからである。そういった意味で、縦断的に研究するには幼児期のみならず、小学校低学年までを含めた長期スパンで考えたほうがよいからである。

これまでの研究において、初年度測定を行った年少幼児（3～4歳児）は、年中幼児（4～5歳児）を経て、現在、年長幼児（5～6歳児）になっている。本研究では、引き続き、小学校1年生、2年生、3年生と測定を続け、6年間に一区切りとしてデータをまとめ、発育発達に伴う動作の「スキル」の獲得過程を検討した。

## 3. 研究の方法

### (1) 跳躍動作の「スキル」の測定

「スキル」の評価対象としては、これまでと同様に跳躍動作を用いた。跳躍動作は、垂直跳びと立ち幅跳びの二種類を行わせた。立ち幅跳びに関してはパフォーマンスの記録も行い、全国平均値との比較検討も実施した。その他のパフォーマンス測定として、25m走、ボール投げを実施し、基本的な運動能力の発育発達についても検討を加えた。

二種類の跳躍動作を対象に、二次元動作DLT法を用いて解析を行い、合成重心を算出し、跳躍のパフォーマンスを評価した。また、下肢の各関節（股関節、膝関節、足関節）における角度・角速度・角加速度等のKinematicsデータを算出した。このそれぞれのKinematicsデータ曲線間の相互相関関数を算出して、相関係数から位相ずれの大きさと時間ずれを評価した。これらの変数を基に、跳躍動作時における「運動伝導」を観点に「スキル」の獲得過程を検討した。

これまで幼児の運動能力に関する研究は、幼児教育あるいは発育発達の分野で盛んに行われてきたが、大集団を対象としたアンケート調査やパフォーマンステストを用いた統計学的研究が多かった。本研究は、体育・スポーツ科学の分野からの研究アプローチであり、バイオメカニクス手法を用いて「スキル」、すなわち動作の質を客観的に評価しようとする点に手法的な特色がある。また、幼稚園の体育指導者とタイアップして、実際に幼稚園に介入して幼児の発育・発達を考慮しながら長期間にわたって縦断的に追跡調査する点において、極めて独創的であるといえる。

## 4. 研究成果

### (1) 2008度の研究成果

2008度の研究成果としては、同一幼児11名の幼児期三年間（年少→年中→年長）のKinematicsデータを解析した。跳躍動作における「しゃがみ始め」局面と「伸び上がり」局面に着目し、股関節・膝関節・足関節に対して、伸展と屈曲の時機を4歳、5歳、6歳間で比較した。発育発達に伴って「しゃがみ始め」局面における関節の屈曲のタイミングに違いは見られなかったが、「伸び上がり」局面においては、5歳から6歳の間で、膝関

節と足関節における伸展のタイミングが遅くなり、動作の獲得における変容がみられた。これらの結果は、二次元映像解析を用いて、幼児の発育発達に伴う跳躍動作の「スキル」獲得過程を定量化できたことを示唆していた。

### (2) 2009 度の研究成果

2009 度の研究成果は、これまでの「運動伝導」を観点とした縦断的な検討に加え、新たな指標を用いての検討を試みた。具体的には、神奈川県横浜市の幼稚園に通う園児 154 名の跳躍動作の映像データを学年別に分類し、重回帰分析を用いて横断的に検討した。その際、立ち幅跳びの沈み込みから踏み切った直後までの動作を対象として、跳躍距離に影響を及ぼす要因として身長・体重・跳躍初速度・跳躍角度・体幹前傾角度・下腿前傾角度・腕降り・沈み込みの関与について検討を加えた。その結果、年少では体幹前傾角度、年中では跳躍初速度、年長では下腿前傾角度と跳躍初速度が跳躍距離に結びついていることが明らかになった。また、今年度は跳躍動作に加え、投動作・走動作についても映像解析を実施した。

### (3) 2010 度の研究成果

本年度は、神奈川県内の幼稚園において、在園児とこの幼稚園を卒園した小学生を対象として引き続き研究を行った。「スキル」の評価対象動作は立ち幅跳びとし、二次元 DLT 法により合成重心、下肢の各関節（股関節、膝関節、足関節）における角度・角速度・角加速度等のデータを算出した。これらの変数を基に、幼稚園（年少・年中・年長）から小学校低学年（小学校 1 年生・2 年生・3 年生）までの計 6 年間のデータを統合し、跳躍動作時における「運動伝導」を観点として縦断的に検討した。その結果、幼児においては、年少から年中にかけて成人と同様の「運動伝導」が出現しはじめ、年長から小学生にかけてはそれが維持・確立されることが明らかになった。

また、25m 走、ボール投げを実施し、跳躍以外の基本的な動作の獲得過程についても検討を加えた。25m 走においては、1 年間の期間において 2 回測定し、所要時間・ピッチ・歩幅について偏相関分析を行った。その結果、幼児の走速度の増加は歩幅の増大だけでなく、ピッチの増大にも起因すること、これが幼稚園の年少から年中にかけてみられることが明らかになった。

投動作については、三次元 DLT 法を用いて、腕の振り、体幹の捻り角度を算出し、運動形態学的観点であるパターンとの関係を年少・年中・年長間で比較・検討した。その結果、幼児の投動作における腕の振り動作と体幹の捻り角度の増加は、学年があがるにつれて獲得・発達していくこと、および

kinematics 観点と運動形態学的観点から、幼稚園の年少から年中の時期に発達が著しいことが明らかになった。

本研究の結果から、走・跳・投動作における「スキル」は、主として年少から年中の期間に大きく獲得され、それが年長から小学生に維持されるという結果を得ることができた。これらはスキヤモンの発育・発達曲線の神経系のパターンに合致しており、この時期における教育・訓練の重要性が示唆された。

本研究全体を通じて得られた結果は、実際の保育現場における指導の基準を与えるだけでなく、保護者や保育者を含めた社会全体において、幼児期の運動の重要性を再認識するための資料になると考えられる。少子化時代にあつて教育の質が問われる今日、これらは国民全体の健康体力の維持増進、ひいては、国全体の生産能向上にも繋がるため、十分に意義があると考えられる。

### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 5 件）

- ① 山田 洋、加藤達郎、知念嘉史、相澤慎太、三上恭史、植村隆志、塩崎知美、長堂益丈、幼児の跳躍動作における「巧みさ」の獲得過程に関する三年間の縦断的研究（第 2 報）-二次元映像解析より求めた下肢関節の屈伸の順次性-、東海大学スポーツ医科学雑誌、査読有、21、2008、51-58.
- ② 山田 洋、小澤治夫、知念嘉史、内田匡輔、井上実奈子、塩崎知美、小河原慶太、加藤達郎、小学校男子児童における投動作の発達に関する研究、東海大学スポーツ医科学雑誌、査読有、22、2009、55-64.
- ③ 宮崎彰吾、加藤達郎、山田 洋、小河原慶太、植村隆志、幼児の走動作におけるピッチと歩幅の変化、バイオメカニズム学会誌、査読有、34、2010、34-38.
- ④ 宮崎彰吾、山田 洋、小河原慶太、加藤達郎、植村隆志、幼児の走動作における発達過程の縦断的検討 - ピッチと歩幅の変化に着目して、東海大学紀要 体育学部、査読有、40、2010、51-56.
- ⑤ 山田 洋、井上実奈子、知念嘉史、内田匡輔、小河原慶太、小澤治夫、小学校男子児童における投動作の発達に関する研究、東海大学スポーツ医科学雑誌、査読有、23、2011、45-50.

〔学会発表〕（計 4 件）

- ① 日渡雄太、本田和也、井口詩麻、山田 洋、幼児の立ち幅跳びにおける跳躍動作の発達が跳躍距離に与える要因、第 53 回未来

世代の研究発表会（日本女子体育連盟）、  
2010、国立オリンピック記念少年総合セ  
ンター。

- ② 宮崎彰吾、山田 洋、小河原慶太、加藤  
達郎、幼児の走動作における縦断的検討  
～ピッチと歩幅の変化に着目して～、第  
21 回日本バイオメカニクス学会大会、  
2010、国土舘大学。
- ③ 日渡雄太、山田 洋、小河原慶太、宮崎  
彰吾、子どもの立ち幅跳び動作における  
「巧みさ」に関する横断的および縦断的  
研究、第 21 回日本バイオメカニクス学会  
大会、2010、国土舘大学。
- ④ 井上実奈子、山田 洋、知念嘉史、内田  
匡輔、小河原慶太、小澤治夫、幼児にお  
ける投動作の特徴、第 31 回バイオメカニ  
ズム学術講演会、2010、静岡大学。

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

山田 洋 (YAMADA HIROSHI)  
東海大学・体育学部・准教授  
研究者番号：3 0 3 7 2 9 4 9

### (2) 研究分担者

加藤 達郎 (KATO TATSURO)  
東海大学・体育学部・教授  
研究者番号：3 0 1 3 0 0 5 8