

## 不安定な接地面での両足連続跳躍における 幼児の身体コントロール能力

飯嶋 裕美<sup>1)</sup> 木塚 朝博<sup>2)</sup> 鈴木 寛康<sup>3)</sup>  
速水 達也<sup>1)</sup> 板谷 厚<sup>1)</sup> 岩見 雅人<sup>1)</sup>

Hiromi Iijima<sup>1</sup>, Tomohiro Kizuka<sup>2</sup>, Hiroyasu Suzuki<sup>3</sup>, Tatsuya Hayami<sup>1</sup>, Atsushi Itaya<sup>1</sup> and Masato Iwami<sup>1</sup>: Body control of infants when hopping on an elastic surface. *Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci.* 55: 45-54, June, 2010

**Abstract** : In recent years, the reduced ability of infants to control their body movements has been studied. However, no appropriate exercise program based on the evaluation of physical control itself has yet been developed and implemented. Therefore, we have suggested that measurement and evaluation of the motor performance of infants should focus not only on their performance but also factors during the movement process itself.

The aim of the present study was to acquire knowledge about an effective exercise program to promote the development of body control ability. For this purpose we used a task involving hopping on an elastic surface (the HES task) that requires higher body control ability, and examined the factors and movement characteristics related to task accomplishment.

First, we evaluated the relationship between the HES task and other elements of physical strength (foot balance, standing broad jump, and side jump). Second, we studied the head position, tilt of the legs, direction of the toes, and line of vision at the time of landing during the HES task by using an easy method of observation evaluation, and assessed the influence of these factors on the task.

The results of this study are summarized as follows:

- (1) The HES task was significantly correlated with the standing broad jump and side jump.
- (2) The time required to complete the HES task depended on a quick landing. In addition, head stability, tilt of the legs, and movement of the eyes before landing were found to be important factors influencing a quick landing.

These results suggest that body control during rhythmical hopping on an elastic (unstable) surface can be assessed by studying the head position, line of vision, and tilt of the legs during the HES task.

**Key words** : motor performance, head position, ability of body control

キーワード : 運動能力, 頭部位置, 身体コントロール能力

1) 筑波大学大学院博士課程人間総合科学研究科  
〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1  
2) 筑波大学人間総合科学研究科  
〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1  
3) いわき短期大学幼児教育科  
〒970-8568 福島県いわき市平鎌田字寿金沢37  
連絡先 飯嶋裕美

1. Graduate School of Comprehensive Human Sciences,  
University of Tsukuba  
1-1-1, Tennoudai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8574  
2. Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba  
1-1-1, Tennoudai, Tsukuba, Ibaraki, 305-8574  
3. Early child education, University of Iwaki junior college  
37, Kotobukikanazawa, Tairakamata, Iwaki, Fukushima,  
970-8568  
Corresponding author iijima@amac.taiiku.tsukuba.ac.jp

## I 緒 言

近年の子どもの特徴として、「転んでも手がでない」、「つまずいてよく転ぶ」などの防衛反応の鈍化（子どものからだの調査2005）や、動きのぎこちなさ、自分の身体をうまく操れない様子などが指摘されている（佐々木, 2007）。このような身体をコントロールする能力の発達停滞は、運動の経験不足、または発達における一時期の兆候、個人内の特性として捉えられ、能力そのものを評価することや、その評価に基づく適切な運動プログラムの開発や実施がなされていないのが現状である。これまで、幼児の運動能力の評価には、時間や距離などによって課題の遂行結果を量的に評価する方法（松田ほか, 1975；中村・松浦, 1979）や、観察的評価を基に動作の獲得状況などを把握する方法（郷司・出村, 1992；郷司ほか, 1999）が用いられてきた。これらの方法により得られた知見は、幼児の運動能力の年次推移や、性差、地域差などを検証することに役立ってきた。しかしながら、身体コントロール能力の発達を促す有効な運動を提供するためには、測定から得られる結果の解釈や、個人差の原因をより詳細に検証できる手法を得ることも必要であり、そのためには測定課題を工夫し、その課題の遂行過程に着目することにも意義があると考えられる。

藤巻（1989）は、測定課題として連続跳び越し動作を用い、課題遂行中の跳躍エラーの出現状況に着目し、安定した身体移動を維持するための身体コントロール能力を評価している。また、幼児の運動能力を質的に評価する研究の多くは、Movement-ABCテスト（M-ABC）や、Developmental Coordination Disorder（発達性協調運動障害）を判定するためのテストのように、粗大運動から微細運動に至る複数の課題を行い、その総合得点から運動のぎこちなさを評価するなどの方法が用いられてきた。一方、競技者のバランス能力や高齢者の転倒リスク要因の検証を目的とした研究では、不安定な接地面での歩行、外乱に対する反応動作、方向転換を伴うステップやジャンプ

を用いて、課題遂行中の体の使い方に着目している研究が多い。しかし、幼児の身体コントロール能力の評価を目的として、課題遂行中の体の使い方に着目した研究は少ない。したがって、幼児にとって難易度の高い全身動作である両足連続跳躍課題を不安定な接地面で行い、その課題遂行中の体の使い方に着目して身体コントロール能力に影響する要因を検証することは、子どもの発達を促す運動プログラムを開発し実施していく上で重要であると考えられる。

これまで、幼児を対象に用いられてきた両足連続跳躍課題には、サイドジャンプや跳び越しくぐりなどがある（松井ほか, 1974）。しかし、テストに対する幼児の理解力、集中力、意欲及び競争心の不足などにより、測定したい能力を十分に引き出すのが難しいと指摘されている（藤原, 1986）。そのため、幼児を対象にした測定を行う際には、幼児が意欲的に取り組むことができるような測定環境を設定する必要がある。例えば垂直跳びのように目標のはっきりしない課題を幼児に対して行う際には、測定者が頭上に風船をおいたり、目標となるものなどを見せたりして工夫する場面がある（小林, 1990）。

これらのことを考慮して本研究では、上面に着地目標を取り付けた弾力性のあるクッション11枚をジグザグに並べ、その上を両足で連続跳躍するという課題を設定し、Hopping on Elastic Surface 課題（以下、HES 課題と略す）とした。着地目標を取り付けることで幼児の課題に対する理解力の必要性を減らし、より意欲的に課題に取り組めるよう工夫した。さらに、クッション上という接地面が不安定で、かつ着地範囲が制約された状況で、左右への切り換えを伴う連続跳躍を素早く行うためには、床のような堅い接地面で行うよりもより高い身体コントロール能力を要すると考えられるため、その能力差に基づく体の使い方の差異が顕在化すると推察される。

そこで本研究では、身体コントロール能力の発達を促す有効な運動プログラムを考える上での知見を得るために、より高い身体コントロール能力を必要とする HES 課題遂行に影響する要因と課

題遂行中の動作特徴を検証することを目的とした。そこでまず初めに、平衡性の指標である開眼片足立ちや、瞬発系筋力の指標である立ち幅跳び、敏捷性の指標であるサイドジャンプとの関係を検証した。加えて、HES 課題遂行中の動作をデジタルビデオカメラで撮影し、簡易的な観察的評価を用いて課題遂行中の体の使い方を分析することにより、タイムに影響する要因をより詳細に検証した。

## Ⅱ 方 法

### 1. 対象者

対象者は、つくば市内の A 保育所と N 保育所の年中児40名(5.5±0.3歳；男児19名，女児21名)および年長児32名(6.5±0.3歳；男児18名，女児14名)計72名であった。保育士と保護者には予め測定 of 趣旨および内容を十分に説明し，測定参加への同意を得た。本研究は，所属機関における



図1 JP クッションの概観(左)とクッションの素材(右)  
弾性と動揺性を与えるクッション素材(立体網状構造体；50 cm×50 cm×10 cm)をカバーリングし，上面に直径30 cm の着地目標を取り付けた。

倫理委員会の承諾を得た後，研究実施機関における研究遂行の許可を得た上で実施した。

### 2. 用具

本研究では，不安定な接地面を実現するために JP クッション(サンハーツ社製)を用いた。JP クッションは，酢酸ビニル樹脂を立体網状に成型した，縦50 cm×横50 cm×高さ10 cm の立体網状構造体を素材としており，弾性と動揺性を同時に与えることのできる用具である。本研究で用いた JP クッションは，さらに周りをビニル製のカバーで覆うとともに床と接する面に滑り止めを付け，着地目標として上面の中央に直径30 cm の黄色い円を取り付けたものである(図1)。

### 3. 測定項目

#### 1) HES 課題

図2のように配置した11枚の JP クッションの黄色い円の中に，両足で着地しながら連続跳躍し，ゴールまでに要したタイムを手動式ストップウォッチで計測した。なお計測は，スタートの合図後に対象者の足が離地した瞬間から開始し，スタートの合図に対する反応時間の差異は結果に含まれないようにした。測定者は「黄色い円の中を両足でできるだけ速く」という指示を与え，1度見本を示した。その後，測定結果に測定への慣れが影響しないように1度練習を行った後に，2回測定を行い，良い方の記録を採用した。練習中に

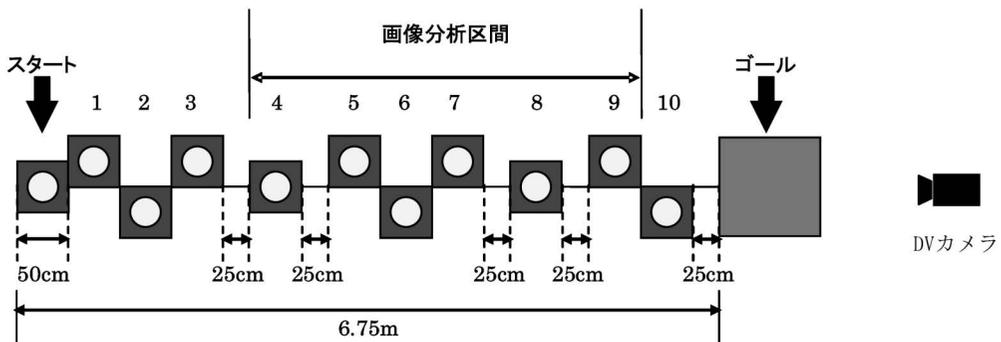


図2 HES 課題の概要  
11枚の JP クッションを図のように配置し，4-9 番目までを画像分析区間とした。

は上述の指示を繰り返したが、測定中にはリズムを作るような指示を含め、言葉がけは行わないこととした。

## 2) 従来のフィールドテスト

本研究では、平衡性の指標として開眼片足立ち、瞬発系筋力の指標として立ち幅跳び、敏捷性の指標として幼児向けの反復横跳びであるサイドジャンプを測定した。開眼片足立ちは、壁から1.5 m離れた位置に立ち、両手を腰に当て、目線の高さに設置された目印を注視した状態で拳上足が床につくまで、もしくは手が腰から離れるまでの立位時間を計測した。1度練習を行い、その際に挙げた脚を遊脚足として全ての試技で統一した。立ち幅跳びは、踏み切り時のつま先の位置から着地時の踵の位置までの直線距離を計測した。サイドジャンプは、縦50 cm×横50 cm×厚さ0.5 cmで中央に直径30 cmの黄色い円を取り付けたマットを用い、左右の黄色い円を交互に連続10回ジャンプするのに要したタイムを計測した。10秒間で跳んだ回数を評価する方法が一般的であるが、本研究では回数よりもより細かい評価ができるタイムを指標に用いた。対象者は各測定で1回練習を行った後、測定を2回行い、良い方の記録を採用した。

## 4. 評価項目

HES 課題遂行中の動作に対し簡易的な観察的評価を行うために、ゴールの後方よりデジタルビデオカメラ (GR-DF 590-A, Victor 社製) を用いて30 Hzで撮影した。撮影した映像は、画像分析ソフト Motion Adviser (VSV010, Asics 社製) を用いて30フレーム/秒でコマ送りをし、以下の項目について簡易的な観察的評価を行った。なお、分析区間は跳躍動作が安定する4つ目のクッションからゴール直前の9つ目のクッションまでとした (図2)。

### 1) 接地時間および滞空時間

コマ送りした静止画像を1コマずつ確認し、離地の瞬間の静止画像から次の着地面に着地する1つ前の静止画像までを滞空コマ数としてカウントした。次にクッションに足が接地している間の

静止画像を接地コマ数としてカウントし、それぞれの平均コマ数を算出し、30 Hzで換算することにより接地時間と滞空時間を秒単位で小数点第1位まで求めた。

### 2) ダブルアクション

同一クッション上での着地から離地までにおいて、①2回以上跳ぶ、②足を踏み換える、③2回以上の膝の屈伸を行う、④片足ずつ離地するなどの動作を「ダブルアクション」と定義し、4つの動作のいずれか1つでも見られた場合の出現回数をカウントした。

### 3) 着地時の跳躍動作フォーム分析

着地時の動作分析は、クッションに足が接地した後、膝が最も屈曲し伸張が開始する直前の静止画像を用い、以下の4項目について評価した。対象者には予め両足の外踝および腓骨頭の位置にゴム製のベルトを装着し、さらに頭頂部に直径4 cmのマーカ (以下: 頭頂マーカ) を取り付けた幼児用の帽子をかぶせた (図3)。着地時の頭部の位置、下腿の傾き、つま先の向きの評価については、信頼性を確認するために、同一の画像に対し日を改めて2回の評価を行った。分析には、1回目の評価結果を用いた。

#### (1) 視線の先取り

着地時に次の跳躍の準備として、1つ先のクッションを見ているか否かを評価した。2次元での映像から視線の向きを評価するためには、主観的な評価を用いざるを得ない。そのため着地時の静止画像に対して、測定に同行し幼児の動きを観察した経験のある5名の検者によって主観的評価を行った。次の着地面を見ていると判断できる場合は「先取り有り」、よくわからない場合は「どちらともいえない」、次の着地面を見ていないと判断できる場合は「先取り無し」と評価した (図3)。さらに、「視線の先取り有り」を3点、「どちらともいえない」を2点、「先取り無し」を1点とし、1回の離着地に対する5名それぞれの評価を平均値化し、それを小数第1位で四捨五入した値が3点以上であれば「先取り有り」、1点以下であれば「先取り無し」と判断した。この方法は、単に5名の検者の評価から多数決で最終

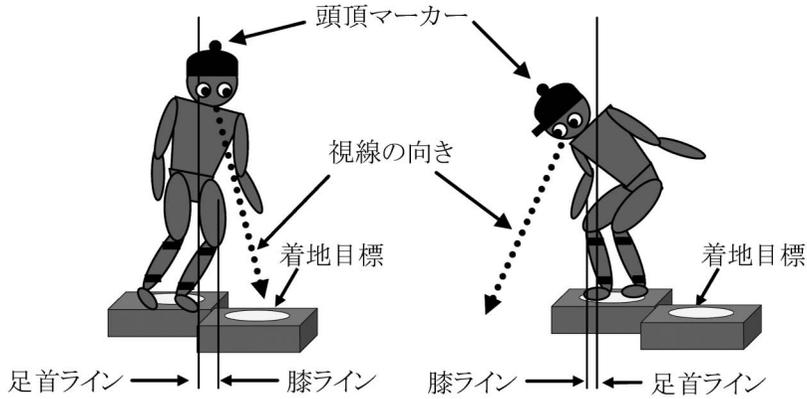
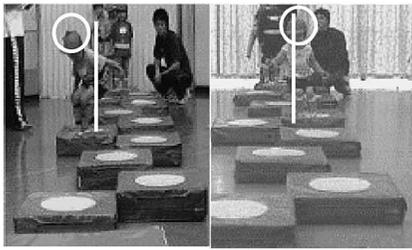
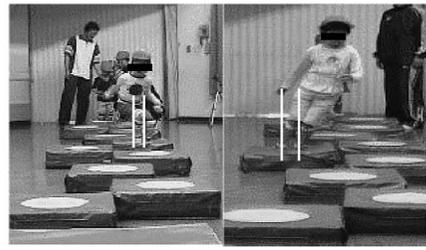


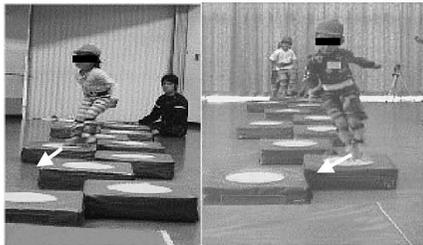
図3 跳躍動作フォーム分析の例：視線の向き，頭部の位置，下腿の傾き，つま先の向きについてそれぞれ頭頂マーカ，膝ライン，足首ラインの位置関係を基準に評価した。



a. 頭部の位置  
(左：頭部外側の典型例 右：頭部内側の典型例)



b. 下腿の傾き  
(左：下腿外傾の典型例 右：下腿内傾の典型例)



c. つま先の向き  
(左：つま先外向きの典型例 右：つま先内向きの典型例)

図4 動作中の頭部の位置，下腿の傾き，つま先の向きの評価における典型例

的な評価値を得るよりも厳しい評価値になるために採用した。そして、各被験者における6つの離着地場面について「先取り有り」か「先取り無し」の出現回数をカウントした。

(2) 頭部の位置

連続跳躍中に体幹が左右に振られたり前屈したりせず、次の跳躍に備えて体幹を安定させて頭部をコースの中心に残せているか否かを評価するために、対象者の頭頂マーカと次に着地するク

ッション側の足の外踝位に付けたゴム製ベルトの外側面を通る垂線（以下：足首ライン）との関係から頭部の位置を評価した（図3，4-a）。足首ラインを基準として、頭頂マーカが、次の着地面側にある場合を「頭部内側」、垂線上にある場合を「どちらともいえない」、次の着地面の反対側にある場合、つまり頭が外側に位置する場合を「頭部外側」と評価し、「頭部内側」および「頭部外側」の出現回数をカウントした。

### (3) 下腿の傾き

着地時に次の跳躍への準備として、次に着地するクッションの方へ体を積極的に移動させているかどうかを評価するために、左右それぞれの足首ラインと腓骨頭位に付けたゴム製ベルトの外側面を通る垂線（以下：膝ライン）との関係から下腿の傾きを評価した（図3, 4-b）。足首ラインを基準として、膝ラインが次の着地面側にある場合を「下腿内傾」、足首ラインと膝ラインが同じ線上にある場合を「どちらともいえない」、次の着地面の反対側にある場合、つまり足首よりも膝が外側にある場合を「下腿外傾」と評価し、「下腿内傾」および「下腿外傾」の出現回数を左右それぞれの足についてカウントし、その出現回数を合計した。

### (4) つま先の向き

次の跳躍への準備として、次に着地するクッションの方へつま先を向けているかどうかを評価した（図3, 4-c）。着地1コマ前の静止画像から判断して、足首ラインよりもつま先が次に着地するクッション側に向いている場合を「つま先内向き」、よくわからない場合を「どちらともいえない」、次の着地面に向けていない場合を「つま先外向き」と評価し、「つま先内向き」および「つま先外向き」の出現回数を左右それぞれの足についてカウントし、その出現回数を合計した。

## 5. 統計処理

身長、体重およびフィールドテストの各測定項目について平均値と標準偏差を算出した。

さらに、測定項目間の関係を検討するために、ピアソンの積率相関係数を求めた。5名による評価および同一画像に対する2回の評価についての信頼性の確認には、級内相関係数（Intra-class correlation coefficient: ICC）を求めた。

また、HES課題のタイムに影響を与える因子を検討するために、HES課題のタイムを従属変数とし、身長および体重、従来のフィールドテスト項目（開眼片足立ち、立ち幅跳び、サイドジャンプ）を独立変数としたステップワイズ法による重回帰分析を行った。同様に、HES課題のタイムを従属変数とし、各簡易的な観察的評価項目

（視線の先取り有り、視線の先取り無し、頭部内側、頭部外側、下腿内傾、下腿外傾、つま先内向き、つま先外向きの出現回数）を独立変数としたステップワイズ法による重回帰分析を行った。各評価項目における「どちらともいえない」については、各評価を明確に行うために設けた項目であるため、分析の対象からは除外した。統計学的有意水準は危険率5%とした。

## III 結 果

全対象者のうち、全ての測定項目の結果が揃わなかった4名を除く、68名を分析対象とした。68名の測定時の身長および体重は $109.1 \pm 5.7$  cm（平均値 $\pm$ 標準偏差、以下同様）、 $18.2 \pm 2.8$  kgであった。

### 1. 従来のフィールドテストとの関係

開眼片足立ちの値は、 $23.0 \pm 9.2$ 秒であった。立ち幅跳びの値は $108.3 \pm 15.0$  cm、サイドジャンプの値は $8.7 \pm 3.2$ 秒、HES課題のタイムは $7.0 \pm 2.2$ 秒であった。HES課題のタイムと身長、体重、従来のフィールドテストとの相関係数を表1に示した。HES課題のタイムは、全ての測定項目との間に有意な相関関係が認められた（表1）。そこで、HES課題のタイムを従属変数とし、身長および体重、従来のフィールドテスト項目（開眼片足立ち、立ち幅跳び、サイドジャンプ）を独立変数としたステップワイズ法による重回帰分析を行った結果、立ち幅跳びとサイドジャンプにおける標準偏回帰係数に有意性が認められた（表2）。

### 2. 簡易的な観察的評価項目の検討

接地時間と滞空時間の平均は、それぞれ $0.45 \pm 0.25$ 秒と $0.23 \pm 0.04$ 秒であった。HES課題のタイムとの相関係数は、接地時間が $r=0.97$ 、滞空時間が $r=-0.40$ であった。そこで、課題遂行中の映像を静止画像にし、着地時の「視線の先取り」、「頭部の位置」、「下腿の傾き」、「つま先の向き」に対し簡易的な観察的評価を行った。「視線の先取り」を評価するにあたり、5名による主観

表 1 HES 課題, 身長, 体重および各運動能力測定項目における相関係数

		①	②	③	④	⑤	⑥
① HES 課題	(秒)	1.00	-0.41*	-0.26*	-0.41*	-0.61*	0.79*
② 身長	(cm)		1.00	0.86*	0.32*	0.54*	-0.34*
③ 体重	(kg)			1.00	0.24	0.48*	-0.25*
④ 開眼片足立ち	(秒)				1.00	0.33*	-0.36*
⑤ 立ち幅跳び	(cm)					1.00	-0.56*
⑥ サイドジャンプ	(秒)						1.00

\* : p<0.05

表 2 HES 課題のタイムを従属変数, 各運動能力測定項目を独立変数とした重回帰分析の結果

独立変数	従属変数 : HES 課題 (R <sup>2</sup> =0.618)				
	偏回帰係数		標準偏回帰係数		
	B	標準誤差	β	t 値	p
定数	7.752	1.810	4.282	0.000	
サイドジャンプ	0.395	0.060	0.604	6.632	0.000
立ち幅跳び	-0.040	0.013	-0.278	-3.049	0.003

R<sup>2</sup> : 自由度調整済決定係数

的評価の信頼性を確認した。その結果, 5名の評価を基に級内相関係数を求めたところ, ICC(1, 5) = 0.88であった。頭部の位置, 下腿の傾き, つま先の向きについて, 同一対象者に対する2回の評価を基に各項目について級内相関係数を求めた結果, 「頭部外側」については ICC(1, 2) = 0.93, 「頭部内側」については ICC(1, 2) = 0.93, 「下腿外傾」については, ICC(1, 2) = 0.89, 「下腿内傾」については ICC(1, 2) = 0.82, 「つま先内向き」については, ICC(1, 2) = 0.94, 「つま先外向き」については, ICC(1, 2) = 0.96でありいずれの項目でも r = 0.75以上の信頼性係数が得られた。

簡易的な観察的評価項目と HES 課題のタイムとの相関係数を表 3 に示した。いずれの評価項目にも HES 課題のタイムとの間に有意な相関関係が認められた。そこで, HES 課題のタイムを従属変数とした重回帰分析を行った結果, 「頭部外側」, 「視線の先取り有り」, 「下腿内傾」の出現回数の標準偏回帰係数に有意性が認められた (表 4)。

## IV 考 察

本研究は, ジグザグに並べたクッションの上での両足連続跳躍課題 (HES 課題) を用いて幼児の身体コントロール能力を捉えようとした。そこで始めに HES 課題のタイムと開眼片足立ち, 立ち幅跳び, サイドジャンプとの関係から検討し, 次に課題遂行中の動作に着目し, 特に「視線先取りの有無」, 「頭部の位置」, 「下腿の傾き」, 「つま先の向き」との関係から検討した。

### 1. フィールドテスト項目との関係

本研究では, HES 課題の遂行に要する身体コントロール能力と関連するであろう体力要素として, 平衡性, 瞬発系筋力, 敏捷性を挙げ, それぞれ開眼片足立ち, 立ち幅跳び, サイドジャンプをテスト課題として用いた。本研究における開眼片足立ち, 立ち幅跳びの測定値は先行研究における同年齢の結果と類似していた (中村・松浦, 1979 ; 小林ほか, 1990 ; 出村, 1995)。HES 課題のタイムと各測定項目の間にはいずれも有意な相関関係が認められ, HES 課題のタイムを従属変数とした重回帰分析を行った結果, 立ち幅跳びとサイドジャンプにおける標準偏回帰係数に有意性が認められた。これらの結果から, 本研究で用いた HES 課題の遂行には, 瞬発系筋力や敏捷性などが関わっていると考えられる。しかし, 松浦 (1982) は, 幼児の運動能力は, 例えば立ち幅跳びによって測られる瞬発系筋力も, 脚の瞬発筋力がそのまま結果に反映するのではなく, 膝の

表3 HES 課題および簡易的な観察的評価項目における相関係数

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
① HES 課題 (秒)	1.00	0.85*	0.49*	-0.50*	0.70*	-0.48*	0.22*	-0.48*	0.43*	-0.47*
② ダブルアクション(回)		1.00	0.58*	-0.46*	0.58*	-0.31*	0.14	-0.42*	0.40*	-0.41*
③ 視線の先取り無し(回)			1.00	-0.70*	0.37*	-0.08	0.04	-0.39*	0.26*	-0.30*
④ 視線の先取り有り(回)				1.00	-0.25*	0.11	0.04	0.18	-0.17	0.24
⑤ 頭部外側 (回)					1.00	-0.58*	0.38*	-0.49*	0.48*	-0.44*
⑥ 頭部内側 (回)						1.00	-0.54*	0.47*	-0.42*	0.65*
⑦ 下腿外傾 (回)							1.00	-0.46*	0.55*	-0.44*
⑧ 下腿内傾 (回)								1.00	-0.46*	0.64*
⑨ つま先外向き (回)									1.00	-0.51*
⑩ つま先内向き (回)										1.00

\* :  $p < 0.05$ 

表4 HES 課題のタイムを従属変数, 観察的評価項目を独立変数とした重回帰分析の結果

独立変数	従属変数 : HES 課題 ( $R^2 = 0.603$ )				
	偏回帰係数		標準偏回帰係数		
	B	標準誤差	$\beta$	t 値	p
「頭部外側」の出現回数	0.904	0.158	0.517	5.737	0.000
「視線の先取り有り」の出現回数	-0.432	0.115	-0.300	-3.757	0.000
「下腿内傾」の出現回数	-0.194	0.077	-0.223	-2.514	0.014

 $R^2$  : 自由度調整済決定係数

屈伸, 腕の振りの協調など跳ぶ運動形式の上手さが結果に大きく影響すると述べている. これらのことを考えると, 幼児の運動能力を評価する際に, 課題遂行中の動作そのものを観察的に評価することによって, 跳躍移動に要する身体コントロールを捉えることも重要であると考え.

## 2. 簡易的な観察的評価項目の検討

HES 課題のタイムと接地時間との相関係数が  $r = 0.97$ であったのに対し, 滞空時間との相関係数は  $r = -0.40$ であり, 接地時間と比較して低い相関関係であった. 並木ほか (1991) は, サイドジャンプに関する研究において, 反復頻度と着床時間および離床時間との関係を検討している. それによると, 反復頻度と着床時間および離床時間との相関係数はそれぞれ  $r = -0.545$ と  $r = -0.012$ であり, 本研究における接地時間に相当する着床時間との間には有意な相関関係が見られたが, 滞空時間に相当する離床時間との間には有

意な相関関係は認められなかったと報告している. このことから, 本研究で用いた HES 課題のタイムには, 滞空時間よりも接地時間の影響の方が大きく, 着地から離地までの切り換え動作を素早く行えることが大きな要因であると考えられる.

そこで簡易的な観察的評価項目に着目すると, HES 課題のタイムと「頭部外側」との相関係数は  $r = 0.70$ と高く (表3), 偏回帰係数も高かった (表4). これまでにも, 幼児の移動運動の制御に重要なのは, 学習によって頭部の安定を得ることであると報告されている (Shumway-Cook and Woollacott, 2005). また, Amblard et al. (1995) は, 歩き始めてから6歳頃までの子どもは, 安定した移動運動を維持するために, 支持面を基準として頭部と体幹を一緒に動かすボトムアップ式に移動運動を組織化しており, 頭部の安定を学習するのは最後であると述べている. 本研究で用いたクッションは, 弾性と動揺性を同時に与えるた

め、その上での連続跳躍は頭部比率の大きい幼児にとって難しい課題であったと推察される。難しさの原因として、弾性によってついた勢いをコントロールすることや、接地面が不安定なことによる跳躍リズムの乱れを制御することなどが推察される。実際、タイムの遅い子どもは、体幹を屈曲させることによって勢いを調整する傾向が多く見られた。「頭部外側」の出現回数は、幼児が体幹を使わなければ勢いを調節できないために頭部が外側に位置する現象であると考えられ、幼児の移動能力をよく反映する項目であることが示唆された。

また、ダブルアクションの出現回数と HES 課題のタイムとの間にも  $r=0.85$  と高い相関関係が見られた (表 2)。ダブルアクションが出現する原因として、幼児が連続跳躍の着地の際に、体が外側を向いてしまい方向転換が必要になる、あるいは前の跳躍によって勢いにつきすぎたり、勢いが足りずに着地後すぐに踏み切り動作に移れなかったりするため、同じリズムで跳躍を続けることができなかったことが推察される。特にその現象はタイムの遅い子どもで特徴的に見られた。

一方、HES 課題のタイムに対する「視線の先取り有り」の出現回数の偏回帰係数も高かった (表 3)。このことから、安定したリズムで跳躍を維持するためには、次の着地目標を視覚によって予め認識するという次の跳躍に対する準備が必要であると考えられる。また HES 課題のタイムに対する「下腿内傾」の出現回数の偏回帰係数も高かったことは、タイムの遅い子どもほどより積極的に身体を内側に残すことで、左右への重心の移動が少ない素早い離着地を行っていたと考えられる。脇田ほか (1994) や並木ほか (1991) は、サイドジャンプの反復頻度の増加には、脚筋力を最大に発揮する能力よりもむしろ、筋出力を水平方向に制御して発揮する身体のコントロール能力が重要な因子であると報告しており、本研究の特徴とも一致する。

これらのことから、HES 課題のタイムには離着地時の素早い切り換え動作が関係していることが確認された。さらに HES 課題のタイムには、

課題遂行中の頭部の位置制御が影響しており、タイムの遅い子どもほど頭部がより外側に位置する傾向を示した。それに対しタイムの速い子どもでは、視線による次の着地目標の先取りや、頭部内側や下腿内傾に見られる重心の積極的な移行などによりスムーズな左右への切り換えを伴う跳躍を行っていた。一方、跳躍リズムの乱れを反映するダブルアクションは、よりタイムの遅い子どもで特徴的に見られた。この現象は、視線の先取りの有無に対する評価項目との相関が高く、安定した跳躍リズムを保持するためには、次の着地面を予め認識することが重要であることが推察された。

しかし、本研究で用いられた HES 課題がどのような能力を測定しているのかを詳しく検証するためには、課題遂行中の動作について、今後さらに評価項目を増やすことが必要である。

## V 要 約

不安定な接地面での両足連続跳躍課題の遂行には、より高い身体コントロール能力を要すると考えられる。本研究で用いた HES 課題は、動作の類似する立ち幅跳びやサイドジャンプと高い相関を示した。より詳細にタイムに影響する要因を検証するために、課題遂行中の跳躍動作フォームに対して簡易的な観察的評価を行った。その結果、接地時間とは、 $r=0.97$ 、滞空時間とは  $r=-0.40$  の相関係数が認められ、HES 課題のタイムには離着地時の素早い切り換え動作が大きく影響していることが示唆された。そこで HES 課題のタイムを従属変数とし、簡易的な観察的評価項目を独立変数とした重回帰分析を行った結果、「頭部外側」、「視線の先取り有り」、「下腿内傾」の偏回帰係数に有意性が認められた。不安定な接地面における左右への切り換えを伴う両足連続跳躍課題は、跳躍速度や跳躍リズムの調節などのために、頭部比率の大きい幼児にはより難しい課題であったと考えられる。また、よりタイムの速い子どもの跳躍動作は、脚によるキック力を水平方向へ制御していることが推察された。これらの結果から、頭部位置や、下腿の傾き、次の着地面という

目標の先取りの有無に着目することによって、幼児の HES 課題に必要な身体コントロール能力の差異を捉え得ることが示唆された。

## 文 献

Amblard, B., Assaiante, C., Fabre, C.J., Martin, N., Massion, J., Mouchnino, L., and Vernazza, S. (1995) Voluntary head stabilization in space during trunk movements in weightlessness. *Acta Astronautica*, 36: 8-12.

小林寛道・脇田裕久・八木規夫 (1990) 幼児の発達運動学. ミネルヴァ書房: 東京, pp. 83-85.

小林寛道・八木規夫・並木洋子 (1990) 6 歳児の等速性脚筋力と基礎的運動能力との相関関係. *体育科学*, 18: 110-117.

子どものからだと心・連絡会議編 (2006) 子どものからだの調査2005 (“実感”調査). 子どものからだと心 白書2006. ブックハウス・エイチディ: 東京, pp. 84-85.

出村慎一 (1995) 幼児期における静的及び動的平衡性の発達と性差. *体育学研究*, 40: 67-79.

藤巻公裕 (1989) 幼児の連続跳躍過程と動作エラーについて. *体育学研究*, 34: 164-174.

藤原勝夫 (1986) 幼児における床振動時の立位姿勢調節能. *姿勢研究*, 6: 19-28.

郷司文男・出村慎一 (1992) 行動観察に基づく用事の運動成就テストの作成—スクリーニングテストとしての利用—. *体育学研究*, 37: 123-134.

郷司文男・出村慎一・春日晃章・小林秀紹・佐藤進・南 雅樹 (1999) 合否判定に基づく幼児の運動能力テストと間隔尺度に基づくテストの関係. *体育*

学研究, 44: 345-359.

松井秀治・勝部篤美・梶田公子 (1974) 調整力テストの作成に関する研究(1)幼児用調整力テストの検討. *体育科学*, 2: 290-299.

松浦義行 (1982) 体力の発達. 朝倉書店: 東京, pp. 45-66.

松田岩男・近藤充夫・杉原 隆・南 貞己 (1975) 幼児の運動能力の発達とその年次推移に関する資料. *東京教育大学体育学部紀要*, 14: 31-46.

中村栄太郎・松浦義行 (1979) 4~8 歳の幼児・児童の基礎運動能力の発達に関する研究. *体育学研究*, 24: 127-135.

並木洋子・奥田隆行・脇田裕久 (1991) 幼児のサイドジャンプに関する研究. *東海保健体育科学*, 13: 15-22.

佐々木玲子 (2007) 基礎的動きと調整力. *臨床スポーツ医学*, 24: 1151-1156.

シヤムウェイクック・ウーラコット: 田中 繁・高橋明訳 (2005) モーターコントロール—運動制御の理論と臨床応用—. 医歯薬出版株式会社: 東京, pp. 374-375. <Woollacott, M. and Shumway-Cook, A. (1995) *Motor Control/Theory and Practical Applications*. Lippincott Williams & Wilkins: USA.>

脇田裕久・奥田隆行・後藤洋子・八木規夫・高木英樹・矢部京之助 (1994) 床反力からみた全身の急速反復動作の発達. *体育学研究*, 38: 459-468.

(平成20年10月14日受付)  
(平成21年11月30日受理)

Advance Publication by J-STAGE  
Published online 2010/02/24