

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 6 日現在

機関番号：32620

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500755

研究課題名(和文) 跳躍能力の評価方法におけるバウンディングの提案

研究課題名(英文) Suggestion of bounding in the evaluation method of the ability for jump

研究代表者

青木 和浩 (AOKI, Kazuhiro)

順天堂大学・スポーツ健康科学部・准教授

研究者番号：60424230

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、指導現場で活用できるフィールドテスト種目の提言という観点から簡易的に測定ができる立三段跳・立五段跳に着目し、大学陸上競技者と小学生を対象に跳躍能力の評価方法としてバウンディング能力の有効性を検証した。その結果、大学陸上競技選手だけではなく、小学生においてもバウンディング能力は跳躍能力の有効な指標になることが明らかになった。さらに、疾走能力とも関係のあるテスト項目であった。

研究成果の概要(英文)：The standing triple jump and standing quintuple jump are the field tests that they can measure easily. This study examined the effectiveness of the bounding ability for the track-and-field athlete of the university and the elementary school students. In this study, the bounding ability is an effective index indicating the ability for jump in not only the university track-and-field athlete but also the elementary school students. Furthermore, it was revealed that it was a test item relevant to the ability for sprint.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：フィールドテスト 疾走能力 跳躍能力

## 1. 研究開始当初の背景

「跳躍能力」の測定項目として「垂直とび、立ち幅跳、CMJ (カウンタームーブメントジャンプ)、RJ (リバウンドジャンプ)」が確立されている。その中で、疾走能力の係数や跳躍能力の関連性についての研究は多くみられる。一方では、陸上競技において「立三段跳・立五段跳」といった運動をバウンディングと言われている。これらの種目はコーチングの現場では用いられているものの、その実態はトレーニングとして用いられていることが多い。「立三段跳・立五段跳」は、単純な種目であるが、自身の身体の移動を伴う種目であるため、分析過程においてバイオメカニクス的な観点からの検討は難しいとされている。そのため、バイオメカニクスの観点からの跳躍能力については、移動を伴わないその場で跳躍(実験)が可能である運動として RJ や CMJ を用いた指標が一般的であるとされている。しかしながら、これらの測定項目は、測定器具や分析方法において、高価であり、コーチングの現場において、即時的なフィードバックが難しいという一面もある。一方「立三段跳・立五段跳」は、測定器具や計測方法が簡単であり、あらゆる現場で研究者でなくとも誰もが極めて簡易的に測定が可能であり、その普及性や汎用性は高いものであるといえる。したがって、本研究は、単純な運動であるが、動きを伴う簡易的な測定項目の提案ということで現場での活用が期待される。自身の先行研究において、陸上競技における競技力とフィールドテストの関連性(青木ら:2007)では、大学男子跳躍選手を対象として競技力と立五段跳の関連性を明らかにしている。また、投擲競技者を対象に無酸素パワーの測定項目の指標として「立三段跳」の有効性を示している(高梨・青木ら:2009)。これらのことから陸上競技の跳躍や投擲種目においては、パワー系測定種目として、立三段跳や立五段跳との関連性が明らかにされつつある。

## 2. 研究の目的

本研究では、指導現場で活用できるフィールドテスト種目の提言という観点から従来から用いられている跳躍能力の指標とバウンディング(立三段跳・立五段跳)の関係に着目し、陸上競技選手だけではなく、小学生も対象とし、3つの研究課題からその有効性や測定方法の検討を行った。

### (1)「大学アスリートにおける跳躍能力とバウンディングの関係」

跳躍能力におけるバウンディングの位置付けを明らかにするため、本研究では、測定方法が確立されている垂直とびや立ち幅跳や RJ などの跳躍能力とバウンディング(立三段、立五段)の関連性、競技成績との関係も検証した。

### (2)「小学生における跳躍能力とバウンディングの関係」

#### 「バウンディング能力の発達」縦断的研究(発育発達と関連)

小学生を対象者として、RJ などの指数とバウンディングの関連を検証し、バウンディングと跳躍能力、さらに疾走能力との関連性を明らかにした。

### (3)「立五段跳の測定方法の検討」

「立五段跳」の測定方法の妥当性について、最高値の出現本数や跳躍開始時の違いによる実施方法について検討を行った。

## 3. 研究の方法

### (1)「大学アスリートにおける跳躍能力とバウンディングの関係」

対象は、大学陸上競技選手(短距離・障害・跳躍・投擲・混成)男子 64 名とした。測定種目として、VJ (Vertical jump)、CMJ (Countermovement jump)、SJ (Squat jump)、DJ (Drop jump)、RJ (Rebound jump)、垂直とび、立ち幅跳、立三段跳、立五段跳、立十段跳、30m 走、50m 走、ハンドボール投げ、メディシンボール投げ、無酸素パワーテストを実施した。分析方法は、上記の種目をテストバッテリーとして項目間の関連性や立三段跳と立五段跳を軸としてこれらの種目関連の高い種目を検討した。なお、IAAF スコアリングテーブルを用いた競技力との関連についても検討した(青木ら;2007)。各項目の関係について、相関係数を求め、有意水準を 5%未満とした。

### (2)「小学生における跳躍能力とバウンディングの関係」

対象は、千葉県内の小学校 4・5・6 年生 男子 120 名 女子 80 名を対象とした。測定種目は、CMJ、RJ、立ち幅跳、バウンディング(立三段跳、立五段跳、立十段跳)、30m 走、50m 走、ハンドボール投げ、握力を実施した。分析方法は、バウンディングと跳躍能力の関係、バウンディング・跳躍能力と疾走能力の関係を検討した。各項目の関係について、相関係数を求め、有意水準を 5%未満とした。

### (3)「立五段跳の測定方法について」

対象は、大学陸上競技選手(跳躍選手)男子 14 名、女子 9 名とした。被験者には、共通のウォームアップを行い、その後、実験した。実験は、立五段跳の測定を 30 本連続で実施した。

実験は、立五段跳の跳躍 1 歩目の脚を左右行い跳躍した。立五段跳(右スタート)6 本、立五段跳(左スタート)6 本とし、順序は、利き足、逆足の交互に行った。いずれの実験も距離の測定とハイスピードカメラによる撮影を実施し、本数経過と距離の関係やスタート脚の違いと距離の関係について、検討した。

#### 4. 研究成果

##### (1)「大学アスリートにおける跳躍能力とバウンディングの関係」

本研究では、大学生陸上競技選手を対象として、パワー系の種目（短距離・障害・跳躍・投擲）に共通する体力要素について検討を行った。様々な幅広い競技力を評価するためIAAF スコアを用いた競技力の高さとフィールでテスト項目との関係を検討した。IAAF スコアと正の相関がみられた項目は、30m、50m、立五段跳、立十段跳、CMJ 跳躍高、SJ 跳躍高、DJ 跳躍高、RJ 跳躍高であった。その中でも、30m走のタイム ( $r=-0.527$ ) 立五段跳の距離 ( $r=0.565$ )、立十段跳の距離 ( $r=0.519$ ) であった。この結果より、陸上競技の競技力にかかわる要素としてバウンディング能力との関係が明らかになった(表1)。

表1 競技力と測定項目の関係

測定項目	IAAFスコア
30m	-0.527 ***
50m	-0.520 ***
立幅	0.401 **
立三段	0.498 ***
立五段	0.565 ***
両足五段	0.272 *
立十段	0.519 ***
HQ体重比	0.334 **
SQ体重比	0.154
BP体重比	0.017
握力	-0.050
メディシンFフロント	0.120
メディシンB	0.183
ハンドボール投	0.080
無酸素体重比	0.329 *

n = 62

\* $p<0.05$ ; \*\* $p<0.01$ \*\*\*;  $p<0.001$

次に、同様の対象者に、先行研究で使用されている跳躍能力とバウンディングの関係を検討した。その結果、立三段跳・立五段跳・立十段跳と跳躍能力の多くの項目と有意な関係が見られた。その中でも有意な高い正の相関がみられた項目は、VJ 跳躍高(立三段跳  $r=0.767$ , 立五段跳  $r=0.751$ )、CMJ 跳躍高(立三段跳  $r=0.774$ , 立五段跳  $r=0.783$ ) であった。(表2)

また、バウンディング能力の中でも「立五段跳」が多くの項目と高い相関がみられた点も特徴的であった。その一方で、バウンディング能力と各項目の接地時間との関連が見られなかった点も特徴的であった。この点に関しては、更に分析や検証が必要であると思われる。

表2 大学陸上競技者における跳躍能力とバウンディングの関係

	立三段跳	立五段跳	立十段跳
VJ跳躍高	0.767 ***	0.751 ***	0.679 ***
CMJ滞空時間	0.776 ***	0.787 ***	0.702 ***
CMJ跳躍高	0.774 ***	0.783 ***	0.694 ***
SJ滞空時間	0.653 ***	0.679 ***	0.608 ***
SJ跳躍高	0.636 ***	0.650 ***	0.609 ***
<b>DJ指数</b>	0.398 **	0.456 ***	0.503 ***
DJ接地時間	0.009	-0.063	-0.211
DJ滞空時間	0.376 **	0.407 **	0.368 **
DJ跳躍高	0.544 ***	0.582 ***	0.544 ***
<b>RJ指数</b>	0.332 **	0.428 **	0.518 ***
RJ接地時間	0.062	-0.045	-0.191
RJ滞空時間	0.579 ***	0.639 ***	0.652 ***
RJ跳躍高	0.572 ***	0.633 ***	0.643 ***

n = 62

\* $p<0.05$ ; \*\* $p<0.01$ \*\*\*;  $p<0.001$

従来から跳躍能力のパラメーターとされている「立幅跳・CMJ・SJ・DJ・RJ」と「バウンディング(立三段跳・立五段跳)」の関係性が高く、簡易的に跳躍能力を測る指標としてのバウンディングの有効性が示された。さらに、バウンディングは競技力との関連も見られたことから、指導現場でパフォーマンスの予測などにも使える尺度になる可能性もうかがわれた。

##### (2)「小学生における跳躍能力とバウンディングの関係」

表3は、小学生を対象として跳躍能力とバウンディングの測定結果の平均値を示したものである。男女ともに小学校4年生と比較して5・6年生が高いことがうかがわれた。しかし、RJ指数はあまり変化が見られない点の特徴である。

表3-1 男子児童の測定結果(平均値±標準偏差)

	男子		
	4年(n=49)	5年(n=44)	6年(n=27)
身長(cm)	135.84 ± 5.78	141.50 ± 5.74	144.51 ± 5.93
体重(kg)	29.65 ± 3.78	32.83 ± 5.83	36.09 ± 4.79
握力平均(kg)	14.02 ± 1.86	15.94 ± 2.86	17.68 ± 3.08
30m(sec)	5.72 ± 0.25	5.51 ± 0.30	5.43 ± 0.30
50m(sec)	9.25 ± 0.47	8.79 ± 0.59	8.64 ± 0.60
ソフトボール投(m)	20.1 ± 5.94	24.7 ± 7.01	27.4 ± 8.75
立幅跳(m)	1.46 ± 0.15	1.54 ± 0.14	1.54 ± 0.14
立三段跳(m)	4.39 ± 0.25	4.78 ± 0.37	4.82 ± 0.38
立五段跳(m)	7.61 ± 0.47	8.16 ± 0.60	8.30 ± 0.49
立十段跳(m)	15.83 ± 0.89	17.35 ± 1.22	17.90 ± 1.00
CMJ跳躍高(cm)	21.74 ± 3.31	22.08 ± 3.95	25.18 ± 3.55
RJ指数	1.25 ± 0.32	1.23 ± 0.29	1.48 ± 0.35

表3-2 女子児童の測定結果(平均値±標準偏差)

	女子		
	4年(n=46)	5年(n=24)	6年(n=10)
身長(cm)	135.40 ± 7.41	145.15 ± 6.64	147.11 ± 5.73
体重(kg)	28.94 ± 4.74	34.87 ± 5.85	33.92 ± 5.08
握力平均(kg)	12.72 ± 2.35	16.88 ± 2.94	16.89 ± 3.07
30m(sec)	5.88 ± 0.28	5.55 ± 0.25	5.38 ± 0.24
50m(sec)	9.57 ± 0.62	8.95 ± 0.52	8.52 ± 0.39
ソフトボール投(m)	11.4 ± 3.65	15.8 ± 5.08	16.8 ± 3.25
立幅跳(m)	1.32 ± 0.12	1.50 ± 0.15	1.54 ± 0.17
立三段跳(m)	4.20 ± 0.31	4.58 ± 0.38	4.66 ± 0.17
立五段跳(m)	7.27 ± 0.36	7.95 ± 0.64	8.07 ± 0.44
立十段跳(m)	15.57 ± 1.06	17.27 ± 1.17	17.55 ± 0.85
CMJ跳躍高(cm)	21.55 ± 2.97	23.40 ± 3.66	25.58 ± 2.47
RJ指数	1.30 ± 0.29	1.30 ± 0.39	1.51 ± 0.37

表4は、バウンディング能力と跳躍能力の関係を示したものである。すべてのバウンディング能力と跳躍能力（CMJ跳躍高やRJ指数）との間には有意な関係が見られた。特にCMJ跳躍高は、男女ともに立幅跳、立三段跳、立五段跳、立十段跳のすべてと高い正の相関関係が見られる点が特徴的であった。

表4 バウンディングと跳躍能力の関係

	CMJ跳躍高		RJ指数	
	男子	女子	男子	女子
立幅跳	0.543 ***	0.578 ***	0.317 **	0.394 ***
立三段跳	0.531 ***	0.447 ***	0.326 ***	0.284 **
立五段跳	0.544 ***	0.409 ***	0.356 ***	0.350 **
立十段跳	0.551 ***	0.509 ***	0.445 ***	0.413 ***

\*\* p<0.01 \*\*\* p<0.001

表5は、バウンディング・跳躍能力と疾走速度の関係に示したものである。その結果、すべての項目において有意な関係が見られた。このことは疾走能力において、跳躍能力やバウンディング能力の高さが関係していることを裏付ける結果であり、小学生への疾走能力改善のヒントになると思われる。その中でも、特に男子の30m走と立十段跳（ $r = 0.719$ ）、女子の30mと立十段跳（ $r = 0.734$ ）と高い負の相関がみられた。

表5 バウンディング 跳躍能力と疾走能力の関係

	30m		50m	
	男子	女子	男子	女子
立幅跳	-0.563 ***	-0.674 ***	-0.531 ***	-0.631 ***
立三段跳	-0.620 ***	-0.632 ***	-0.581 ***	-0.612 ***
立五段跳	-0.676 ***	-0.690 ***	-0.640 ***	-0.671 ***
立十段跳	-0.719 ***	-0.734 ***	-0.688 ***	-0.702 ***
CMJ跳躍高	-0.577 ***	-0.642 ***	-0.516 ***	-0.551 ***
RJ指数	-0.437 ***	-0.433 ***	-0.434 ***	-0.398 ***

\*\* p<0.01 \*\*\* p<0.001

図1は、RJ指数と立五段跳の関係を示したものである。有意な関係が認められたことから小学生においても、立五段跳は、簡易的な測定できる項目としての有効性が示されたと考えられる。

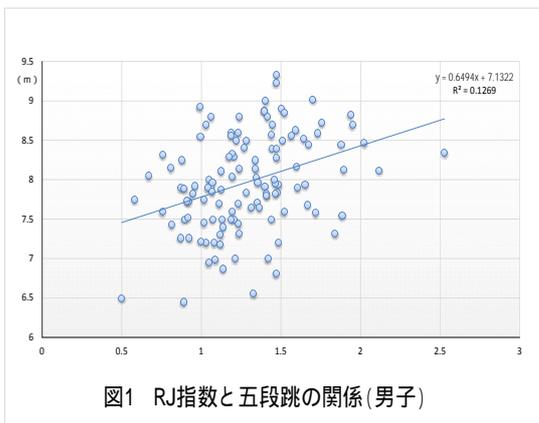


図1 RJ指数と五段跳の関係(男子)

図2は、立十段跳と30m走の関係を示したものである。立三段跳や立五段跳との間にも30m走との有意な関係が見られたが、立十段跳において、顕著な結果が見られた点は特徴的であった。疾走能力において、立幅跳よりも立三段跳・立五段跳・立十段跳と跳躍回数が増える方が、疾走能力との関連が高くなることはとても興味深い結果である。この点については、本研究では、これ以上検証できなかった。今後の立十段跳など連続跳躍を行う測定項目について検証していくことは、子供の疾走能力などの観点からも重要な課題となり、検証の必要性を強く感じた。

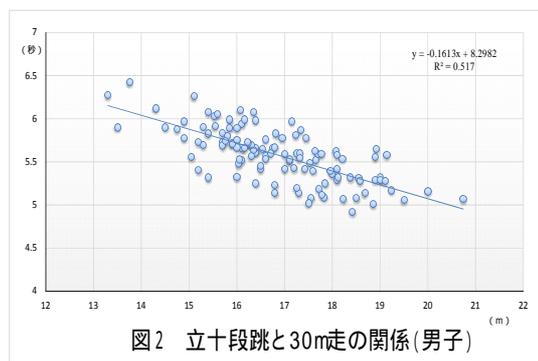


図2 立十段跳と30m走の関係(男子)

バウンディングと発育発達を検証すると男女とも小学校4年と5年の時に差が見られることから小学校4年生あたりから跳躍運動を積極的に取り入れていくことも検討する必要性があると考えられた。

### (3)「立五段跳の測定方法について」

立五段跳の測定方法を検証するため、短時間の休憩をはさみながら連続跳躍を実施し、本数と記録の関係を検証した。大学生の跳躍選手を対象に立五段跳を30本連続で実施した結果、最高値は男子では6本目、女子では4本目に出現した。しかしながら、特徴的な結果として、男子は、10本目以降から距離の低下が大きくなっていった点に対し、女子はあまり低下しないまま30本を終了した点である。このことはとても興味深い結果である。しかしながら、測定値から最高距離を検討する場合、練習本数は3から4本、測定を2本実施などの測定方法が適切であるように考えられた。(表6-1.2)

表6-1 立五段跳 30本跳躍の記録の変化(男子)

本数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
M	13.82	14.11	14.07	14.06	14.03	14.20	13.97	14.11	14.10	14.09
SD	0.49	0.67	0.79	0.79	0.85	0.94	0.84	0.89	0.97	0.96
本数	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
M	13.91	13.91	13.96	14.01	13.99	13.96	13.76	13.87	13.88	13.91
SD	0.80	0.76	0.92	1.01	0.93	0.91	1.10	0.80	0.85	0.86
本数	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
M	13.77	13.77	13.87	13.95	13.75	13.65	13.78	13.75	13.78	13.85
SD	0.83	0.86	0.78	0.85	0.95	0.68	0.76	0.82	0.83	0.82

(m)

表6-2 立五段跳 30本跳躍の記録の変化(男子)

本数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
M	10.96	11.13	11.11	11.22	11.13	11.15	11.12	11.00	11.13	11.01
SD	0.32	0.30	0.49	0.40	0.44	0.40	0.36	0.38	0.50	0.45
本数	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
M	11.07	11.07	11.10	11.09	11.21	11.18	11.06	11.12	11.11	11.13
SD	0.61	0.47	0.46	0.43	0.40	0.50	0.51	0.49	0.53	0.69
本数	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
M	11.05	11.15	11.01	10.99	11.07	11.08	11.13	11.14	10.98	11.08
SD	0.50	0.56	0.60	0.78	0.43	0.62	0.49	0.62	0.63	0.68

(m)

また、スタート足の左右差については、仮説として、4 歩目に利き足になるように、1 歩目の脚は利き足ではない足での跳躍の方が有利であるとした。結果として、仮説通りの結果であったが、対象者によっては、差が少ない者も存在した。したがって、測定のマニュアルとしては、4 歩目に利き足が来るように跳躍することが望ましいという考えを示すことができると思われた。

#### (4)「バウンディングへの評価」

本研究課題の中から、当初の実験計画よりも多い被験者の確保ができ、大学陸上競技選手や小学生に対し、ラボラトリーテストとして存在している RJ、CMJ とバウンディング能力の関連性を検証し、特に立五段跳においては、競技力との関連を見ることができるとの指標であることが明らかになった。さらに小学生においては、30m 走と立五段跳の間に有意な関連が認められ、従来から跳躍能力を示すために用いられていた指標よりも簡易的な方法で実施できる指標として提案することができた。

また、測定終了後、協力いただいた小学校校長、担当教員、保護者に結果を基にアドバイスをした個人別返却シートを配布し、大変好評を得た。

本研究の中で興味深い結果は、このバウンディングは小学生に対しては、疾走能力を高める運動内容としての可能性も大いに考えられる点であった。今後は、バウンディングの測定方法などのマニュアルを作成し、学校現場へ発信できるように研究を進めていきたい。

#### (5)まとめ

本研究より、立三段跳や立五段跳（バウンディング）は競技力との関係がうかがわれ、跳躍能力を見る上での指標になりうると思われる。また、立五段跳や立十段跳（バウンディング）は、CMJ や RJ 指数と同様に跳躍能力を見る上で、簡易的に測定できる指標になりうると思われる。

本研究では、特に、学校現場で行われている「立幅跳」と本研究で重要性を提唱する「立五段跳」との比較にも着目し、学校現場への新しいフィールドテストとして、実施方法の簡易さから「立五段跳」の有効性を提唱した

いと考えている。

しかしながら、発育発達に応じて「立三段跳」や「立十段跳」なども簡易的な測定方法である。今後は、児童生徒に着眼点を置き、トレーニングとしてのバウンディング能力などの視点も加えた研究をしていきたいと考えている。

最後に、学会発表などでは、その着眼点に肯定的な意見を頂いた。本研究に採択をしていただき感謝の意を表したい。

#### 引用文献

青木和浩・河村剛光・中丸信吾・越川一紀・吉儀 宏：大学男子跳躍選手における競技パフォーマンスとテストバッテリーの関連。陸上競技学会誌。第 5 巻。第 1 号。2007.12-18.

高梨雄太・青木和浩・河村剛光・與名本稔：金子今朝秋女子学生投てき競技者を対象としたフィールドテストによる運動能力評価の有効性。陸上競技研究。第 79 号。査読あり。30-38 (2009)

#### 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 0 件)

〔学会発表〕(計 2 件)

青木和浩、大学アスリートにおける跳躍能力とバウンディングの関係、日本陸上競技学会、2013 年 12 月 14・15 日、日本大学(東京都・世田谷区)。

青木和浩、小学生の跳躍能力とバウンディングの関係、日本陸上競技学会、2014 年 11 月 29・30 日、北翔大学(北海道・江別市)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

#### 6. 研究組織

##### (1)研究代表者

青木 和浩 (AOKI, Kazuhiro)

順天堂大学・スポーツ健康科学部・准教授  
研究者番号：6 0 4 2 4 2 3 0

##### (2)研究分担者

##### (3)連携研究者

河村 剛光 (KOHMURA, Yoshimitsu)

順天堂大学・スポーツ健康科学部・助教  
研究者番号：7 0 3 6 5 5 6 8