

陸上競技選手における自己調整学習方略と 練習自己効力感との関連

須崎康臣¹⁾, 兄井 彰²⁾

Relationship between track and field athletes' self-regulated learning strategies
and self-efficacy regarding practice

Yasuo SUSAKI¹⁾, Akira ANII²⁾

Abstract

The purpose of this study was to develop scales assessing (a) self-regulated learning strategies and (b) self-efficacy regarding practice, to compare these scales with respect to the competition level, and to examine the relationship between these scales. Analysis was conducted with data from 366 collegiate track and field athletes (male = 279, female = 87; mean age = 19.75 years, SD = 1.18). First, confirmatory factor analysis of self-regulated learning strategies showed a factor structure consisting of one factor in the forethought subscale: "goal setting"; of six factors in the self-control phase: "effort," "self-talk," "image," "help-seeking to teammates," "self-monitoring," and "help-seeking to coach"; and of two factors in the self-observation phase: "evaluation" and "reflection." Practice self-efficacy showed one factor. These goodness-of-fit indices of these scales were acceptable. The reliability of these scales were established using Cronbach's α . Next, this study compared these scales with respect to competition level. The results showed that highly competitive athletes (a) had higher practice self-efficacy and (b) used self-regulated learning strategies more than the less competitive athletes did. Last, this study examined the relationship between use of self-regulated learning strategies and practice self-efficacy. The results were obtained practice self-efficacy was related to their use of self-regulated learning strategies.

キーワード：主体的な練習，自己調整学習，競技レベル，検証的因子分析，単回帰分析

諸言

陸上競技選手が試合で高いパフォーマンスを発揮するには、練習で相応の実力を身につけておくことが必要になる。そして、練習では、容易に達成可能な課題を繰り返すのではなく、パフォーマンスの向上につながる、やや困難な課題に取り組む事が必要となる (Ericsson, 2006)。また、陸上競技の競技力向上には、勝利意欲のみに頼って練習するのではなく、課題の解決方法に興味を持つこと、根気よく練習に取り組むこと、そして努力

の大切さを認識することの重要性が指摘されている (山崎, 2013)。このことに関して小縣・西田 (2006) は、高校生の陸上競技選手において、競技レベルが高い選手は練習への積極性が高いことを報告している。そして、須崎・兄井 (2015) は、陸上競技選手が主体的に練習に取り組むことと競技力向上には密接な関係があることを示唆している。つまり、陸上競技の競技力向上には、課題の克服を目的とした練習内容を設定し、選手が練習に対して主体的に取り組む事が重要であると考えられる。

本研究では、選手が主体的に練習に取り組む事を自己調整として捉えることとする。自己調整は、「学習者が、メタ認知、動機づけ、行動において、自分自身の学習過程に能動的に関与していること」(Zimmerman, 1986)と定義されている。そして、選手が自己調整しながら行う練習が自己調整学習である。これまでに、自己調整学習と競技レベルの間に肯定的な関連が認められている (Anshel and Porter, 1996; Cleary and Zimmerman, 2001; 幾留ら 2017; Jonker et al., 2010; Kitsantas and Zimmerman, 2002)。例えば、須崎・兄井 (2015) は、経験年数に関わらず、競技レベルが高い陸上競技選手は練習に自信を持って取り組んでいること、自己調整学習方略を用いて練習していること、そして、成功の原因を努力や方略に帰属する傾向が高いことを明らかにしている。他にも、Toering et al. (2009) は、高い競技レベルのサッカー選手は、練習に一生懸命取り組み、練習の成果を次の練習に活用していることを報告している。また、自己調整学習は競技レベルのみならず、パフォーマンスの発揮にも影響を及ぼすことが明らかにされている (Kolovelonis et al., 2012a, 2012b; Zimmerman and Kitsantas, 1997)。例え

1) 九州大学基幹教育院 Faculty of arts and science, Kyushu university
〒 816-0805 福岡県春日市春日公園 6-1 キャンパスライフ健康支援センター
2) 福岡教育大学教育学部 Faculty of Education, Fukuoka University of Education
〒 811-4192 福岡県宗像市赤間文教町 1-1

ば、Zimmerman and Kitsantas (1996) は、目標を設定した群は設定しなかった群に比べて高いパフォーマンスを示すこと、練習結果を記録しながら練習を行う群は記録しない群より高いパフォーマンスを示すことを報告している。また、Kitsantas and Zimmerman (1998) は、自身の動きを観察して課題に取り組む群は、目標とする動きをイメージして取り組む群より高いパフォーマンスを発揮すること、課題の結果を振り返る群は振り返りを行わなかった群に比べて高いパフォーマンスを示すことを明らかにしている。このことから、競技レベルが高い選手ほど自己調整学習方略を使用する傾向にあり、自己調整学習は高いパフォーマンスを発揮するための要因の1つであることが考えられる。そのため、競技力向上には自己調整学習の形成方法を意図した指導が重要になる (Zimmerman, 2006)。

自己調整学習の形成方法の指導には、ジーマン (2007) が想定した学習サイクルの段階モデル (以下「学習段階モデル」と略す) が有効である。学習段階モデルでは、学習過程が「予見」、「遂行コントロール」そして「自己省察」の3つの段階に分類され、これらの段階が循環して学習が進むことが想定されている。予見は、活動の下準備をする段階であり、遂行コントロールは、活動中に生じ、活動に直接影響を与える段階であり、自己省察は、遂行後に生じ、自らの努力に対して反応する段階とされている。この学習段階モデルの観点から、自己調整学習は競技レベルとの関連について検討が行われている。Cleary and Zimmerman (2001) は、バスケットボールの熟達者が非熟達者と初心者に比べて、予見において具体的な目標を設定すること、技術志向的な方略を選択すること、そして、自己省察において失敗した原因を方略に帰属することを明らかにしている。また、Kitsantas and Zimmerman (2002) は、バレーボールの熟達者が非熟達者と初心者に比べて、全ての段階で効果的な自己調整学習方略を用いていることを報告している。このことから、競技レベルが高い選手は、各段階で自己調整学習方略を積極的に用いていることが推察される。このことを踏まえると、自己調整学習の形成方法の指導には、各段階を通して自己調整学習方略の使用を促すことが重要になると考えられる。

このような指導を行うには、まず、選手の各段階における自己調整学習方略の使用傾向を把握する必要がある。各段階の自己調整学習方略を測定する尺度は須崎・兄井 (2015) と幾留ら (2017) によって作成されている。これらの研究では、各段階で競技レベルが高い選手は競技レベルが低い選手に比べて自己調整学習方略の使用が高いことを明らかにしている。しかしながら、これらの尺度を用いて選手の自己調整学習方略の使用傾向を測定するには考慮する必要がある。須崎・兄井 (2015) は、学習段階モデルに準拠して尺度を作成しているが、予見

と自己省察を含んだ自己調整学習方略があり、各段階が明確ではない。そのため、この尺度では、どの段階で自己調整学習方略の使用に問題があるかを把握できない。幾留ら (2017) は、各段階に自己調整学習方略を分類した尺度を作成している。しかし、この尺度に含まれる自己調整学習方略は4つと種類が少ない。したがって、自己調整学習方略を測定するには、各段階に区分された幅広い自己調整学習方略を含む尺度を作成することが重要になると考えられる。

ところで、自己調整学習の形成方法の指導には、自己調整学習方略に関する知識の提供だけではなく、その使用を規定する動機づけも高めることが重要になる (須崎・杉山, 2017)。動機づけの1つに自己効力感があり、これは自己調整学習の重要な要因として位置づけられている (Zimmerman, 1986)。自己効力感とは、ある結果を導くために必要な行動を上手く行うことができるという確信のことである (Bandura, 1977)。そして、自己効力感とは「人がどれほど多くの努力を払うかを規定」(バンデューラ, 1979, p.90) する働きを有している。自己効力感の研究では、自己効力感の高さと競技レベルとの間には正の関係を有することや (Cleary and Zimmerman, 2001; 幾留ら, 2017; Kitsantas et al., 2002; 須崎・兄井, 2015)、自己効力感が自己調整学習方略の使用を促すことが明らかにされている (伊藤・神藤, 2003; Maddux and Volkmann, 2010; 須崎・杉山, 2016)。しかしながら、陸上競技において、自己効力感が自己調整学習方略の使用に及ぼす影響に関する知見が蓄積されていない。そのため、陸上競技選手を対象に、練習に対する自己効力感 (以下「練習自己効力感」と略す) が自己調整学習方略の使用に及ぼす影響について検討することは、自己調整学習の形成方法の指導に対する知見の蓄積に寄与するため重要なことである。

以上のことから、本研究では、学習段階モデルに準拠して各段階の自己調整学習方略尺度および練習自己効力感尺度を作成し、競技レベルでの自己調整学習方略の使用と練習自己効力感の高さの比較を行い、また、練習自己効力感が自己調整学習方略に及ぼす影響について明らかにすることを目的とする。

方 法

1. 調査対象者および調査時期

調査用紙は、2014年10月から2015年4月に各大学の陸上競技部に送付し、データに不備の無かった366名 (男性279名、女性87名) を対象とした。平均年齢は19.75歳±1.18であった。その内訳を表1に示す。調査は、以下に示す倫理的配慮を考慮して行った。調査を通して、個人が特定されることがないこと、調査結果を研究目的以外で使用しないことを書面および口頭で説明した。また、調査の回答は自由意思に基づくものであること、途

表1 調査対象者の内訳

	男性	女性	計
全国レベル	104	35	139
ブロックレベル	63	30	93
県レベル	81	14	95
地区レベル	31	8	39
	279	87	366

中で回答を拒否できるものであること、質問項目への回答をもって同意取得とみなすことを、書面および口頭で伝えた。

2. 調査内容

(1) 基本データに関する質問項目：選手の専門種目、競技成績、年齢、性について質問をした。競技成績は、全国大会出場（以下「全国レベル」と略す）、ブロック大会出場（以下「ブロックレベル」と略す）、県大会出場（以下「県レベル」と略す）、地区大会出場（以下「地区レベル」と略す）から回答させた。

(2) 自己調整学習方略を測定する質問項目：須崎・杉山(2015)は、Zimmermanの学習段階モデルに準拠し、体育授業における自己調整学習方略尺度を作成している。予見は目標設定から構成されている。遂行コントロールは、努力、自己教示、イメージ、クラスメイトへの援助要請、モニタリング、先生への援助要請から構成されている。自己省察は自己評価と適応から構成されている。本研究は、この質問項目を用いて、競技・スポーツ場面に表現を1部修正し、42項目を使用した。回答は、「とてもあてはまる(6点)」「あてはまる(5点)」「ややあてはまる(4点)」「ややあてはまらない(3点)」「あてはまらない(2点)」「まったくあてはまらない(1点)」の6段階で求めた。

(3) 練習自己効力感を測定する質問項目：先行研究(須崎・兄井, 2015; 須崎・杉山, 2016)から自己効力感に関する10項目を選び、競技・スポーツ場面に表現を1部修正し、使用した。回答は、「とてもあてはまる(6点)」「あてはまる(5点)」「ややあてはまる(4点)」「ややあてはまらない(3点)」「あてはまらない(2点)」「まったくあてはまらない(1点)」の6段階で求めた。

3. 統計処理

本研究で使用した自己調整学習方略尺度(須崎・杉山, 2015)は大学生の体育授業を対象に作成されている。そのため、この尺度の因子構造が陸上競技選手の練習場面に對して適用可能かを確認する必要がある。また、練習自己効力感は、1因子構造であることが先行研究(須崎・杉山, 2016)によって報告されている。このように、因子構造が想定されている場合、その因子構造を検証する

ための因子分析の方法として、検証的因子分析がある。そこで、本研究では、自己調整学習方略尺度と練習自己効力感尺度の因子構造を検討するために検証的因子分析を用いた。検証的因子分析に関しては、設定したモデルのあてはまりの良さを判断する適合度指標として、GFI, CFI, RMSEAを用いた。GFIは、設定したモデルがデータの分散共分散行列をどの程度再現できているかを示す指標である(室橋, 2003)。CFIは、観測変数間にパスを引かない独立モデルから全ての観測変数にパスを引く飽和モデル間で、設定したモデルがどのあたりに位置するかを示すものである(小塩, 2008)。RMSEAは、設定したモデルの複雑さの影響を取り除いてモデルとデータの乖離度の大きさを評価するための指標である(室橋, 2003)。GFIとCFIの上限値は1.00であり、0.90以上の値を目安としている(小塩, 2005)。RMSEAは、0.08未満であれば、適合度が良いとされている(山本・小野寺, 2002)。このことから、モデルの採択基準は、GFIとCFIは0.90以上、RMSEAは0.08以下とした。そして、これらの尺度の信頼性は、 α 係数を算出して検討した。

次に、競技レベルでの自己調整学習方略の使用と練習自己効力感の高さの比較を行うために、分散分析を用いた。ここでは、自己調整学習方略の下位尺度と練習自己効力感を従属変数とし、競技レベル(全国レベル・ブロックレベル・県レベル・地区レベル)を独立変数とした1要因分散分析を行った。また、1要因分散分析では、効果の大きさを示す効果量を算出した。効果量は、大久保・岡田(2012)に基づいて d と η^2 を求めた。

最後に、練習自己効力感が自己調整学習方略に及ぼす影響を検討するために、回帰分析を行った。ここでは、自己調整学習方略の下位尺度を従属変数、練習自己効力感を独立変数として、単回帰分析を行った。練習自己効力感から自己調整学習方略への関係は、標準偏回帰係数(β)を用いた。また、練習自己効力感から自己調整学習方略への寄与率を示す、決定係数(R^2)を算出した。これらの分析では、有意水準は5%とした。検証的因子分析にはAmos(Ver. 19.0)を用い、 α 係数の算出と1要因分散分析、単回帰分析にはSPSS(Ver. 19.0)を使用した。効果量の算出には、表計算ソフトウェアMicrosoft Office Excel 2010を使用した。

結果

1. 自己調整学習方略尺度と練習自己効力感尺度の作成

各段階における自己調整学習方略の因子構造を確認するために、検証的因子分析を行った。分析の結果、予見の適合度指標は、GFI=.917, CFI=.892, RMSEA=.160であった。GFIは基準を満たしていたが、CFIとRMSEAは基準を満たしていなかった。そのため、より合理的なモデルを模索するために項目間に共分散を仮定し、再度分析を行った。共分散を仮定した項目間は、質問3と質

問35問および、質問11と質問19間であった。質問3「目標を達成するために必要な方法を考えている」と質問35「課題の達成のために必要なことは何か考えている」および、質問11「練習に取り組むための計画を立てている」と質問19「どのように練習に取り組むか計画している」において、これらの項目間には内容から共変関係にあることが推察されるためである。分析の結果、適合度指標はGFI=.987, CFI=.982, RMSEA=.057であり、全て基準を満たしていた(表2)。質問3と質問35間では $r=.36(p<.05)$, 質問11と質問19間では $r=.36(p<.05)$ であった。潜在変数から観測変数への影響指数は.58—.74を示していた。予見は、1因子構造であり、これ

は練習での目標やそれを達成するための方略を設定する項目から構成されているため、「目標設定」と命名した。

遂行コントロールの適合度指標は、GFI=.885, CFI=.927, RMSEA=.063を示していた(表3)。CFIとRMSEAは基準を満たしていたが、GFIのみ基準を満たしていなかった。GFIは観測変数が30以上を超える時に値が高くなりにくくなるという特徴を有しており(豊田, 1998), 本研究では25項目と近い項目数にあったためGFIが基準の.90を満たさなかったと考えられる。そして、GFIは.885と基準に近い値を示しており、他の適合度指標も基準を満たしていたことから、本結果を採択した。影響指数は.50—.94を示していた。因子1は、練

表2 予見段階における検証的因子分析

番号	質問項目	影響指数
目標設定 ($\alpha=.84$)		
3	目標を達成するために必要な方法を考えている	.58
11	練習に取り組むための計画を立てている	.64
19	どのように練習に取り組むか計画している	.71
27	目標を設定してから、練習に取り組んでいる	.64
35	課題の達成のために必要なことは何か考えている	.64
43	課題を解決するための流れを注意深く計画している	.74

表3 遂行コントロール段階における検証的因子分析

番号	質問項目	影響指数					
		因子1	因子2	因子3	因子4	因子5	因子6
因子1: 努力 ($\alpha=.84$)							
2	練習内容が重要でもなくても一生懸命に練習している	.54					
10	すべての練習内容にできるだけ一生懸命に行っている	.67					
18	練習内容が嫌いでも良くできるように一生懸命に取り組んでいる	.70					
26	練習に最大限の努力で取り組んでいる	.72					
34	練習に集中して取り組んでいる	.73					
42	練習内容が難しくてもあきらめていない	.75					
因子2: 自己教示 ($\alpha=.85$)							
20	やる気を高めるために自分に語りかけている	.72					
28	集中するために自分に語りかけている	.81					
36	気持ちを落ち着かせるために自分に語りかけている	.79					
44	課題のポイントを確認するために自分に言い聞かせている	.76					
因子3: イメージ ($\alpha=.88$)							
13	過去にうまくできた動きの感覚をイメージしている	.60					
21	目標とする動きの感覚を想像している	.78					
29	目標とする動きをイメージしている	.86					
37	動きや感覚を具体的にイメージしている	.83					
45	いつも目標とする動きをイメージしている	.78					
因子4: チームメイトへの援助要請 ($\alpha=.85$)							
6	自分の課題について、チームメイトにアドバイスやヒントを求めている				.81		
14	練習の取り組み方について、チームメイトにアドバイスやヒントを求めている				.77		
46	うまくできなかったら、チームメイトにアドバイスやヒントを求めている				.84		
因子5: モニタリング ($\alpha=.88$)							
8	自分の課題について、進歩したかどうかを確認しながら取り組んでいる					.64	
16	記録や結果を参考にして、動きの良し悪しを確認している					.50	
24	行っていることが適切かどうか確認しながら練習している					.65	
32	練習に取り組んでいる時、自分のやり方を確認している					.73	
因子6: 指導者・コーチへの援助要請 ($\alpha=.93$)							
22	うまくできなかったら、指導者・コーチにアドバイスやヒントを求めている						.89
30	練習の取り組み方について、指導者・コーチにアドバイスやヒントを求めている						.90
38	自分の課題について、指導者・コーチにアドバイスやヒントを求めている						.94
潜在変数間の相関係数		因子1	.62	.54	.47	.79	.62
		因子2		.59	.51	.79	.47
		因子3			.45	.68	.42
		因子4				.62	.61
		因子5					.55

習に対して一生懸命に取り組むといった内容から構成されているため、「努力」と命名した。因子2は、自分に語りかけてやる気を高めたり、動作のポイントを声に出して確認したりするといった項目から構成されているため、「自己教示」と命名した。因子3は、動作やその時の感覚について想像するといった項目から構成されていることから、「イメージ」と命名した。因子4は、チームメイトに対してアドバイスや助言を求める項目から構成されているため、「チームメイトへの援助要請」と命名した。因子5は、自分の動作や記録を確認して練習に取り組むといった項目から構成されているため、「モニタリング」と命名した。因子6は、指導者やコーチにアドバイスや助言を求める項目から構成されていることから、「指導者・コーチへの援助要請」と命名した。

自己省察の適合度指標は、GFI=.955, CFI=.964, RMSEA=.058であり、全て基準を満たしていた(表4)。影響指数は.54—.76を示していた。因子1は、設定した目標や練習での取り組み方を評価する項目から構成されていることから、「自己評価」と命名した。因子2は、

練習での結果を次の練習に活用するといった項目から構成されていることから、「適応」と命名した。

練習自己効力感尺度の適合度指標は、GFI=.895, CFI=.894, RMSEA=.114であり、全て基準を満たしていなかった。そこで、影響指数が低い項目を削除し、項目間に共分散を仮定して再度分析を行った。共分散を仮定した項目間は、質問3と質問7間および、質問6と質問9間であった。質問3「練習を工夫する力やそのための知識を持っている」と質問7「問題に直面した時、いくつかの解決法をいつも思いつくことができる」および質問6「練習で設定した目標を達成することができる」と質問9「練習での目標を達成することができる」において、これらの項目間には内容から共変関係にあることが推察されるためである。分析の結果、適合度指標はGFI=.955, CFI=.960, RMSEA=.078であり、全て基準を満たしていた(表5)。この時の共分散は、質問3と質問7間では $r=.17$ ($p<.05$)、質問6と質問9間では $r=.34$ ($p<.05$)を示していた。影響指数は.58—.74であった。

表4 自己省察段階における検証的因子分析

番号	質問項目	影響指数	
		因子1	因子2
因子1: 自己評価 ($\alpha=.85$)			
7	練習の目標が達成できたかを評価している	.60	
15	前回の練習の取り組み方と比較している	.63	
23	取り組み方が良かったか振り返りや見直しをしている	.76	
31	うまくできたか確認するために評価している	.76	
39	正しい手順で行えたか見直している	.68	
47	取り組み方が適切であったか確認するために練習を振り返っている	.75	
因子2: 適応 ($\alpha=.76$)			
1	新しい練習内容に取り組む時、過去の経験と結びつけている	.54	
9	次までにどのようにすればよくなるか考えるようにしている	.70	
17	どのような工夫をすれば次にうまくできるか考えている	.70	
33	今までの経験から自分の長所と短所について考えている	.56	
41	どうすれば上達できるか過去の経験を参考にしている	.64	
潜在変数間の相関係数 因子1		.88	

表5 練習自己効力感の検証的因子分析

番号	質問項目 ($\alpha=.89$)	影響指数
1	工夫しながら練習を行うことができる	.75
2	よい練習を行うための取り組み方ができる	.76
3	練習を工夫する力やそのための知識を持っている	.65
4	目標を達成するために、必要な練習の課題を設定できる	.74
5	苦手な練習でも効果的(うまく)に対処することができる	.64
6	練習で設定した目標を達成することができる	.68
7	問題に直面した時、いくつかの解決法をいつも思いつくことができる	.58
8	難しくても最初はうまくできない課題も、練習をすればできる	.62
9	練習での目標を達成することができる	.70

次に、自己調整学習方略尺度と練習自己効力感尺度における信頼性の検討を行った。各尺の信頼性を検討するために α 係数を算出した結果、自己調整学習方略尺度の α 係数は.76—.93の値を示し、練習自己効力感尺度の α 係数は.89を示していた(表2—5)。

2. 競技レベルにおける自己調整学習方略と練習自己効力感について

競技レベルで、自己調整学習方略の使用と練習自己効力感の高さについて検討を行うために、1要因分散分析を行った。その結果、自己調整学習方略における目標設定($F(3, 362) = 16.3, p < .05, \eta^2 = .12$)、努力($F(3, 362) = 4.8, p < .05, \eta^2 = .04$)、自己教示($F(3, 362) = 7.1, p < .05, \eta^2 = .06$)、イメージ($F(3, 362) = 19.0, p < .05, \eta^2 = .14$)、チームメイトへの援助要請($F(3, 362) = 5.4, p < .05, \eta^2 = .04$)、モニタリング($F(3, 362) = 9.6, p < .05, \eta^2 = .07$)、指導者・コーチへの援助要請($F(3, 362) = 7.3, p < .05, \eta^2 = .06$)、自己評価($F(3, 362) = 7.9, p < .05, \eta^2 = .06$)、適応($F(3, 362) = 11.9, p < .05, \eta^2 = .09$)および練習自己効力感($F(3, 362) = 19.1, p < .05, \eta^2 = .14$)において有意な主効果が確かめられた(表6)。そこで、自己調整学習方略の各下位尺度と練習自己効力感で多重比較(Bonferroni法)を行った。その結果、目標設定において、全国レベルはブロックレベル($d = .71$)、県レベル($d = .83$)と地区レベル($d = .90$)に比べて有意に得点が高かった。努力において、全国レベルは県レベル($d = .38$)と地区レベル($d = .63$)に比べて得点が高かった。自己教示において、全国レベルは県レベル($d = .53$)と地区レベル($d = .63$)より得点が有意に高いことが示された。イメージにおいて、全国レベルはブロックレベル($d = .45$)、県レベル($d = .82$)と地区レベル($d = 1.19$)より得点が高く、ブロックレベルは地区レベル($d = .67$)に比べて得点が高かった。チームメイトへの援助要請において、全国レベルは県レベル($d = .52$)より得点が高いことが示された。モニタリングにおいて、全国レベルはブロックレベル($d = .40$)、県レベル($d = .63$)と地区レベル($d = .73$)より得点が高いことが明らかにされた。指導者・コーチへの援助要請にお

いて、全国レベルは県レベル($d = .58$)と地区レベル($d = .56$)より得点が有意に高いことが確かめられた。自己評価において、全国レベルはブロックレベル($d = .43$)、県レベル($d = .59$)と地区レベル($d = .63$)に比べて得点が有意に高かった。適応において、全国レベルは県レベル($d = .65$)と地区レベル($d = .97$)より得点が高く、ブロックレベルは地区レベルより得点が高いこと($d = .53$)が確かめられた。練習自己効力感において、全国レベルはブロックレベル($d = .52$)、県レベル($d = .86$)と地区レベル($d = 1.04$)より得点が高く、ブロックレベルは地区レベルに比べて得点が有意に高いこと($d = .51$)が明らかにされた。

3. 練習自己効力感と自己調整学習方略との関係

練習自己効力感が自己調整学習方略へ及ぼす関係を明らかにするために、単回帰分析を行った。その結果、練習自己効力感は目標設定($\beta = .72, p < .05, R^2 = .52$)、努力($\beta = .56, p < .05, R^2 = .32$)、自己教示($\beta = .62, p < .05, R^2 = .38$)、イメージ($\beta = .57, p < .05, R^2 = .33$)、チームメイトへの援助要請($\beta = .43, p < .05, R^2 = .19$)、モニタリング($\beta = .70, p < .05, R^2 = .48$)、指導者・コーチへの援助要請($\beta = .46, p < .05, R^2 = .21$)、自己評価($\beta = .64, p < .05, R^2 = .40$)および適応($\beta = .66, p < .05, R^2 = .43$)に有意な正の影響を及ぼしていた(図1)。

考察

1. 自己調整学習方略尺度と練習自己効力感尺度の作成

自己調整学習方略尺度と練習自己効力感尺度の因子構造を検討するために検証的因子分析を行った。その結果、両尺度とも適合度指標は基準を満たしていた。このことから、自己調整学習方略の予見は1因子構造、遂行コントロールは6因子構造、自己省察は2因子構造を示し、練習自己効力感は1因子構造であることが確かめられた。また、これらの尺度の α 係数は満足のできる値を示していたことから、信頼性は概ね確かめられたと考えられる。

表6 競技レベルにおける自己調整学習方略および練習自己効力感の分散分析

	全国レベル		ブロックレベル		県レベル		地区レベル		主効果	多重比較
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差		
目標設定	29.0	3.6	26.2	4.4	25.6	4.7	25.6	4.6	16.3 *	1>2,3,4
努力	28.7	3.9	27.4	4.3	27.1	5.0	26.2	5.2	4.8 *	1>3,4
自己教示	27.2	4.9	25.6	5.1	24.4	5.5	24.1	5.3	7.1 *	1>3,4
イメージ	30.3	4.1	28.3	4.6	26.6	5.1	25.0	5.4	19.0 *	1>2,3,4; 2>4
チームメイトへの援助要請	13.3	3.0	12.8	3.0	11.7	3.3	12.5	2.9	5.4 *	1>3
モニタリング	28.1	3.9	26.5	4.2	25.4	4.6	25.2	4.4	9.6 *	1>2,3,4
指導者・コーチへの援助要請	12.7	3.8	11.4	4.1	10.5	4.0	10.6	4.0	7.3 *	1>3,4
自己評価	26.9	4.3	25.0	5.2	24.3	4.8	24.2	5.0	7.9 *	1>2,3,4
適応	24.4	2.9	23.3	3.4	22.3	3.8	21.3	4.2	11.9 *	1>3,4; 2>4
練習自己効力感	40.0	5.7	37.0	6.1	35.0	6.0	33.8	6.4	19.1 *	1>2,3,4; 2>4

全国レベル：1、ブロックレベル：2、県レベル：3、地区レベル：4

* $p < .05$

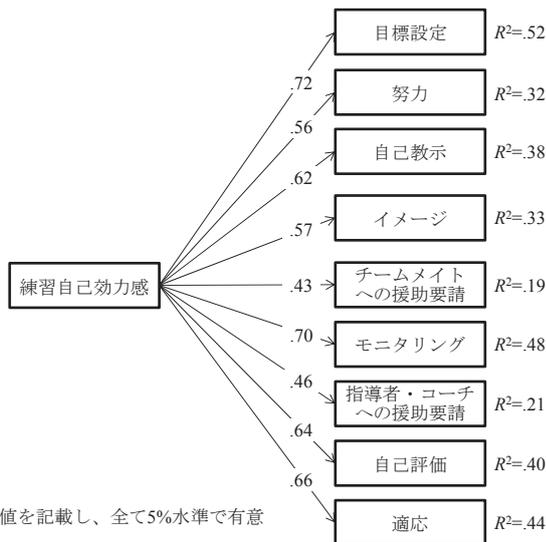


図1 練習自己効力感と自己調整学習方略における単回帰分析結果

2. 競技レベルにおける自己調整学習方略と練習自己効力感について

競技レベルでの自己調整学習方略の使用と練習自己効力感の高さについて検討した。目標設定において、全国レベルは他の全てのレベルより得点が高かった。須崎・兄井 (2015) と幾留ら (2017) は、競技レベルが高い選手は目標を設定して、練習に取り組んでいることを明らかにしている。また、競技レベルが高い選手ほど効果的な目標を設定していることが報告されている (Cleary and Zimmerman, 2001; Kitsantas and Zimmerman, 2002)。そして、Zimmerman and Kitsantas (1996) は、目標を設定することは、パフォーマンスの向上に寄与することを明らかにしている。このことから、全国レベルの選手はブロックレベル、県レベルと地区レベルの選手に比べて、高いパフォーマンスを得るために目標を設定して、練習に取り組んでいることが推察される。

努力において、全国レベルは県レベルと地区レベルより高い得点を示していた。高い競技レベルの選手は、練習で高い成果を得るために、練習に一生懸命取り組んでいることが明らかにされている (Anshel and Porter, 1996; 幾留ら, 2017; 小縣・西田, 2006; Toering et al., 2009)。このことから、全国レベルの選手は県レベルと地区レベルの選手に比べて、高いパフォーマンスを獲得するために練習に対して、集中して、積極的に取り組んでいることが考えられる。

自己教示において、全国レベルは県レベルと地区レベルより得点有意に高かった。Hardy et al. (2004) は、競技レベルが高い選手は、試合や練習で自分が取り組むことに関するセルフトークを行うことを報告している。また、Hatzigeorgiadis et al. (2011) はメタ分析を通して、セルフトークを用いた介入がパフォーマンスの向上に寄

与することを示している。このことから、全国レベルの選手は県レベルと地区レベルの選手に比べて、パフォーマンスを高めるために、自分に語りかけて、やる気を高めたり、動作のポイントを確認して、練習を行っていることが考えられる。

イメージにおいて、全国レベルは他の全てのレベルに比べて得点が高く、ブロックレベルは地区レベルより有意に得点が高かった。須崎・兄井 (2015) は、競技レベルが高い陸上競技選手は、目標とする動作をイメージして、練習に取り組んでいることを明らかにしている。また、Driskell et al. (1994) は、メタ分析を通して、動作をイメージする介入が、パフォーマンスの向上に効果的であることを報告している。このことから、競技レベルが高い選手は競技レベルが低い選手に比べて、目標とする動作やその時の感覚をイメージして、パフォーマンスの向上に努めていることが考えられる。

チームメイトへの援助要請において、全国レベルは県レベルより得点有意に高かった。また、指導者・コーチへの援助要請において、全国レベルは県レベルと地区レベルより得点が高いことが示された。Kolovelonis et al. (2012a) は、他者からのフィードバックを受けて練習した群はフィードバックを受けなかった群に比べて、高いパフォーマンスを発揮することを報告している。そして、須崎・兄井 (2015) は、競技レベルが高い選手は、困難な課題に対処するためにコーチ・監督やチームメイトに対して援助を求めて練習していることを明らかにしている。このことから、全国レベルの選手は県レベルと地区レベルの選手に比べて、指導者やコーチに援助を求め、また、全国レベルの選手は県レベルの選手に比べて、チームメイトに助言を求めることで、パフォーマンスの向上や問題を解決するために必要な情報を獲得して練習に取り組んでいることが考えられる。

モニタリングにおいて、全国レベルは他の全てのレベルより有意に得点が高かった。須崎・兄井 (2015) は、競技レベルが高い陸上競技選手が、練習で自身の動作を確認して、練習に取り組んでいることを明らかにしている。また、Kitsantas and Zimmerman (2002) は、競技レベルが高い選手が、自身の技術や遂行結果について確認していることを報告している。さらに、Kitsantas and Zimmerman (1998) と Zimmerman and Kitsantas (1996, 1997) は、遂行結果と運動過程に対して確認する介入が、パフォーマンスの向上に寄与することを示している。このことから、競技レベルが高い選手は、パフォーマンス向上のために、自身の動作や遂行結果を確認して、練習に取り組んでいることが考えられる。

自己評価において、全国レベルは他の全てのレベルより有意に得点が高かった。熟達者は複数の基準からパフォーマンスを評価しているが、非熟達者と初心者には評価を行わないことが報告されている (Kitsantas and

Zimmerman, 2002). また, 須崎・兄井 (2015) は, 競技レベルの高い陸上競技選手が, 練習で設定した目標を評価していることを確かめている. さらに, Kitsantas and Zimmerman (1998) は, 結果に対する評価を行った群は評価を行わなかった群に比べて, パフォーマンスが向上することを明らかにしている. このことから, 全国レベルの選手は他のレベルの選手に比べて, パフォーマンスを高めるために, 練習後に設定した目標が達成できたかを振り返っていることが考えられる.

適応において, 全国レベルは県レベルと地区レベルより有意に得点が高く, ブロックレベルは地区レベルより得点が高かった. Jonker et al. (2010) と Toering et al. (2009) は, 高い競技レベルの選手が, 練習から学ぶために取り組んだ練習に注意を向け, その経験を次の練習で活用していることを報告している. このことから, 高い競技レベルの選手は低い選手に比べて, 過去の練習を参考にして, その経験を次の練習に活用していることが考えられる.

練習自己効力感において, 全国レベルは他の全てのレベルより得点が高く, ブロックレベルは地区レベルより高い得点を示していた. 小縣・西田 (2006) と須崎・兄井 (2015) は, 高い競技レベルの陸上競技選手が, 練習に自信を持っていることを報告している. 他にも, バレーボール (Kitsantas et al., 2002) やバスケットボール (Cleary and Zimmerman, 2001) の研究でも, 熟達者は非熟達者と初心者に比べて, 競技のパフォーマンスに対する自己効力感が有意に高いことを明らかにしている. このことから, 競技レベルが高い選手は競技レベル低い選手に比べて, 練習で上手く取り組めるといった確信を持って, 練習に取り組んでいることが考えられる.

以上のことから, 競技レベルが高い選手は低い選手に比べて自己調整学習方略を使用し, 練習自己効力感が高いことが確かめられた. シャンク・ジマーマン (2009, pp1-2) は「自己調整の未熟な学習者に比べて, 自己調整の熟達した学習者は, 優れた習得目標を設定し, 効果的な学習方略を実行し, 目標の進行をモニターおよび評価し, 学習を促進するための環境を整備し, 必要な援助を要請し, 努力をし続け, 方略を調整し, 今の目標が達せられると, もっと効果的な新しい目標を設定する」と述べている. このことを踏まえると, 陸上競技における優れた学習者は競技レベルが高い選手であり, 競技レベルが低い選手は未熟な自己調整の学習者にあたると思われる.

3. 練習自己効力感と自己調整学習方略との関係

練習自己効力感とは自己調整学習方略の全ての下位尺度に対して正の影響を及ぼすことが確かめられた. 先行研究においても自己効力感が自己調整学習方略に正の影響を及ぼすことが報告されており (伊藤・神藤, 2003;

Maddux and Volkmann, 2010; 須崎・杉山, 2016), 本結果は先行研究を支持するものであった.

また, 自己調整学習方略における各下位尺度の R^2 を確認すると, チームメイトへの援助要請と指導者・監督への援助要請を除く自己調整学習方略において, R^2 は .30 以上であった. 自己効力感とは特定の行動に対する確信のことであり (Bandura, 1977), 課題に対してどの程度の努力を払うかを規定する概念である (バンデューラ, 1979). このことから, 練習で具体的な行動である自己調整学習方略の使用を促すには, 練習で上手く取り組めるかといった確信を持っていることが重要になると考えられる. そのため, これらの自己調整学習方略の使用を促すには, 練習自己効力感の形成・向上を意図した指導が重要になる.

しかし, チームメイトへの援助要請の R^2 は .19, 指導者・コーチへの援助要請の R^2 は .21 と他の自己調整学習方略に比べて低い値を示していた. これは, 練習自己効力感以外の要因がこれらの援助要請の使用を規定していることが考えられる. 野崎 (2003) は, 学習場面においてコンピテンスや目標志向性などの動機づけが, 援助要請に対する有効性や援助要請が自身の能力の無さに帰属するといった認知を介して援助要請の生起に影響を及ぼすことを報告している. つまり, 援助要請に関する自己調整学習方略の使用を促すには, 練習自己効力感の形成・向上だけではなく, それによって生じる利益の説明と援助に対する認知に関する指導が重要になると考えられる.

指導への留意点

本研究では, 陸上競技選手を対象に練習場面の自己調整学習方略尺度と練習自己効力感尺度の作成し, 競技レベルが高い選手は自己調整学習方略を使用する傾向にあり, 練習自己効力感を有していることが確かめられた. また, 練習自己効力感とは自己調整学習方略の使用に正の影響を及ぼしていた. このことから, 競技力向上のためには練習場面で選手の自己調整学習方略の使用を促すことと, 練習自己効力感を高めるための指導が重要になると考えられる. 本研究で用いた自己調整学習理論は, 学習場面を3つの段階から捉え, 各段階が循環することで学習が進むと想定したものである. そのため, 指導者は, 各段階の循環を考慮して, 複数の自己調整学習方略の使用を促す指導を行うことが大切である. その際, 自己調整学習方略の知識の提供だけではなく, 実際に用いる機会を提供し, その有効性を促すことが重要になる (伊藤, 2002; 須崎・兄井, 2015). また, 積極的な指導は, 自己調整学習が形成されていない選手に対して重要になる (Zimmerman, 2006). しかし, 自己調整学習が形成された選手に対しては, 指導者は指導を抑え, 選手自身が指導の必要性を認識して, 援助を求めた時に指導を行うこ

とが大切になる (キツアナタス・キャバサヌー, 2014).

さらに, 練習自己効力感の形成・向上には, 自己効力感に想定されている情報源を用いることが有効になる. 自己効力感の情報源には, 遂行行動の達成, 代理的体験, 言語的説得, 生理的喚起が想定されている (Bandura, 1977). そして, この情報源は単独で用いるより複数の情報源を用いることでより効果が高まるのが指摘されている (Maddux and Lewis, 1995). つまり, 練習自己効力感を促すためにこれらの情報源を操作した指導が重要になる. 例えば, 言語的説得は, 指導者から選手に対して練習の取り組み方や目標達成に関する肯定的な言葉かけを行うなどが挙げられる. 代理的経験は, 選手同士で自己調整学習方略を用いて練習している姿を確認する機会を提供することなどが考えられる.

研究の限界

本研究は, 陸上競技選手を対象に, 自己調整学習方略と練習自己効力感の関連について検討している. その結果, 競技レベルが高い陸上競技選手は, 自己調整学習方略を用いていること, 練習自己効力感が高いこと, 自己調整学習方略の使用には練習自己効力感の寄与が大きいことが示された. しかしながら, 本研究は陸上競技選手のみを対象としたものであり, 他の種目との比較から陸上競技選手特有の自己調整学習の特徴を明らかにしているわけではない. したがって, 本研究の結果が, 全ての競技・スポーツにおける自己調整学習の特徴と一致する可能性もあれば, 陸上競技選手特有の特徴である可能性もある. 今後は, 陸上競技選手と他の種目の選手を比較することによって, 陸上競技選手特有の自己調整学習の特徴について明らかにする必要がある.

文献

Anshel, M. H., and Porter, A. (1996) Self-regulatory characteristics of competitive swimmers as a function of skill level and gender. *Journal of Sport Behavior*, 19: 91-110.

Bandura, A. (1977) Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84: 191-215.

バンデュラ: 根本橋夫訳 (1979) 社会的学習理論—人間理解と教育の基礎—. 金子書房: 東京, pp.89-95. (Bandura, A. (1977) *Social learning theory*. Prentice-Hall)

Cleary, T. J., and Zimmerman, B. J. (2001) Self-regulation differences during athletic practice by experts, non-experts, and novices. *Journal of Sport Psychology*, 13: 185-206.

Driskell, J. E., Copper, C., and Moran, A. (1994) Dose mental practice performance?. *Journal of Applied Psychology*, 79: 481-491.

Ericsson, K. A. (2006) The influence of experience and deliberate practice on the development of superior expert performance. In: Ericsson, K. A., Charness, N., Feltovich, P. J., and Hoffman, R. R. (eds) *The Cambridge handbook of expertise and expert performance*. Cambridge University Press: New York, pp.683-703.

Hatzigeorgiadis, A., Zourbanos, N., Galanis, E., and Theodorakis, Y. (2011) Self-talk and sports performance: A meta-analysis. *Perspectives on Psychological Science*, 6: 348-356.

Hardy, J., Hall, C. R., and Hardy, L. (2004) A note on athletes' use of self-talk. *Journal of Applied Sport Psychology*, 16: 251-257.

幾留沙智・中本浩揮・森 司朗・藤田 勉 (2017) スポーツ版自己調整学習尺度の開発. *スポーツ心理学研究*, 44: 1-17.

伊藤崇達 (2002) 学習経験による学習方略の獲得過程の違い—4年生大学生と短期大学生を対象に—. *日本教育工学雑誌*, 26: 101-105.

伊藤崇達・神藤貴昭 (2003) 自己効力, 不安, 自己調整学習方略, 学習の持続性に関する因果モデルの検証 認知的側面と動機づけの側面の自己調整学習方略に着目して. *日本教育工学会論文誌*, 27: 377-385.

Jonker, L., Elferink-Gemser, M. T., and Visscher, C. (2010) Differences in self-regulatory skills among talented athletes: The significance of competitive level and type of sport. *Journal of Sports Sciences*, 28 (8): 901-908.

キツアナタス・キャバサヌー: 伊藤崇達訳 (2014) 第14章スポーツのスキルと知識の獲得: 自己調整プロセスの役割. 塚野州一・伊藤崇達監訳, 自己調整学習ハンドブック. 北大路書房: 東京, pp.171-194. (Kitsantas, A., and Lavussanu, M. (2011) *Acquisition of sport knowledge and skill: The role of self-regulatory processes*. In: Zimmerman, B. J., and Schunk, D. H. (eds) *Handbook of self-regulation of learning and performance*. Routledge: New York)

Kitsantas, A., and Zimmerman, B. J. (1998) Self-regulation of motoric learning: A strategic cycle view. *Journal of Applied Sport Psychology*, 10: 220-239.

Kitsantas, A., and Zimmerman, B. J. (2002) Comparing self-regulation processes among novice, non-expert, and expert volleyball players: a study. *Journal of Applied Sport Psychology*, 14: 91-106.

Kolovelonis, A., Goudas, M., Hassandra, M., and Dermizaki, I. (2012a) Self-regulated learning in physical education: Examining the effects of emulative and self-control practice. *Psychology of Sport and Exercise*, 13: 383-389.

Kolovelonis, A., Goudas, M., and Dermizaki, I. (2012b) The

- effects of self-talk and goal setting on self-regulation of learning a new motor skill in physical education. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 10: 221-235.
- Maddux, J. E., and Volkmann, J. (2010) Self-efficacy. In: Hoyle, R. H. (Ed.) *Handbook of personality and self-regulation*. Wiley-Blackwell, pp.315-331.
- 室橋弘人 (2003) 分析のよさを評価する一適合度指標概論一, 豊田秀樹編, 共分散構造分析 [疑問編] —構造方程式モデリング—. 朝倉書店: 東京, pp.122-125.
- 野崎秀正 (2003) 生徒の達成目標志向性とコンピテンスの認知が学業的援助要請に及ぼす影響—抑制態度を媒介としたプロセスの検証—. *教育心理学研究*, 51: 141-153.
- 小縣真二・西田 保 (2006) 高校陸上競技選手の目標志向性および目標の自立性が練習に対する動機づけに及ぼす影響. *総合保健体育科学*, 31 (1): 41-49.
- 大久保街亜・岡田謙介 (2012) 伝えるための心理統計: 効果量・信頼区間・検定力. 勁草書房: 東京.
- 小塩真司 (2005) 研究事例で学ぶ SPSS と AMOS による心理・調査データ解析. 東京図書: 東京, p.267.
- 小塩真司 (2008) はじめての共分散構造分析—Amos によるパス解析. 東京図書: 東京, pp.110-111.
- シュンク・ジマーマン (2009) 第 1 章モチベーション—自己調整学習の基本的特質—. 塚野州一編訳, 自己調整学習と動機づけ. 北大路書房: 東京, pp.1-22. (Schunk, D. H., and Zimmerman, B. J. (2007) Motivation: An essential dimension of self-regulated learning. In: Schunk, D. H. & Zimmerman, B. J. (Eds.), *Motivation and self-regulated learning: Theory, research, and applications*. Taylor & Francis Group: LLC.)
- 須崎康臣・兄井 彰 (2015) 陸上競技選手における自己調整学習について: 競技レベルと経験年数からの検討. *日本陸上競技学会誌*, 13: 21-31.
- 須崎康臣・杉山佳生 (2015) 自己調整学習と体育授業に対する適応との関連. *九州体育・スポーツ学研究*, 29 (2): 1-11.
- 須崎康臣・杉山佳生 (2016) 自己効力感および自己調整学習方略が大学生の体育適応感に及ぼす影響. *体育学研究*, 61:91-102.
- 須崎康臣・杉山佳生 (2017) 大学生を対象とした体育授業における自己調整学習方略と体育自己効力感を促すための介入プログラムの効果. *体育学研究*, 62, 227-239.
- Toering, T. T., Elferink-Gemser, M. T., Jordet, G., and Visscher, C. (2009) Self-regulation and performance level of elite and non-elite youth soccer players. *Journal of Sports Science*, 27: 1509-1517.
- 豊田秀樹 (1998) 共分散構造分析 [入門編] —構造方程式モデリング—. 朝倉書店: 東京, pp.173-174.
- 山本嘉一郎・小野寺孝義 (2002) Amos による共分散構造分析と解析事例. ナカニシヤ出版: 東京.
- 山崎史恵 (2013) 選手をやる気にさせる: 理論編. 日本陸上競技連盟 (編) 陸上競技指導教本アンダー 16・19 [初級編] 基礎から身につく陸上競技. 大修館書店: 東京, pp.24-29.
- Zimmerman, B. J. (1986) Becoming a self-regulated learner: Which are the key subprocesses? *Contemporary Educational Psychology*, 11: 307-311.
- Zimmerman, B. J. (2006) Development and adaptation of expertise: The role of self-regulatory processes and beliefs. In: Ericsson, K. A., Charness, N., Feltovich, P. J., and Hoffman, R. R. (eds) *The Cambridge handbook of expertise and expert performance*. Cambridge University Press: New York, pp.708-722.
- ジマーマン: 塚野州一訳 (2007) 第 1 章学習調整の自己成就サイクルを形成すること: 典型的指導モデルの分析. 塚野州一編訳, 自己調整学習の実践. 北大路書房, pp. 1-19. (Zimmerman, B. J. (1998) Developing self-fulfilling cycles of academic regulation: An analysis of exemplary instructional models. In Schunk, D. H. & Zimmerman, B. J. (Eds.), *Self-regulated learning: From teaching to self-reflective practice*. New York: The Guilford Press.)
- Zimmerman, B. J., and Kitsantas, A. (1996) Self-regulated learning of a motoric skill: The role of goal setting and self-monitoring. *Journal of Applied Sport Psychology*, 8: 60-75.
- Zimmerman, B. J., and Kitsantas, A. (1997) Developmental phases in self-regulation: shifting from process goals to outcome goals. *Journal of Educational Psychology*, 89 (1): pp.29-36.

走幅跳における踏切調整技術に関する キネマティクス研究

山田真也¹⁾, 荒川裕志¹⁾, 眞鍋芳明¹⁾

A study of take-off place adjustment techniques in long jump

Shinya YAMADA¹⁾, Hiroshi ARAKAWA¹⁾, Yoshiaki MANABE¹⁾

Abstract

The purpose of this study was to describe take-off place adjustment techniques in long jump from the kinematics by comparing jumps with short or long approach to a jump with a reference approach.

Seven male college students specializing in athletics performed several long jumps. In 15 effective jumps that the take-off foot was placed on the board, the jump that the place of contact with the ground five steps before the take-off was closest to the board was set to short approach jump, the jump that such place was farthest was set to long approach jump, and the jump that such place was closest to the average of the 15 jumps was set to reference jump.

This study revealed that, in the short approach jump, the take-off place was adjusted by passing the foot of the free leg at a height closer to the ground at the penultimate step. In the long approach jump, over the steps from two to one step before the take-off, the knee joint angle of the free leg was made smaller to make stride longer.

These different types of techniques were used to adjust the take-off place in short and long approach jumps of this study. No significant difference in jump performance was observed in these two methods. Therefore, these take-off place adjustment techniques are construed to be used as a method so as not to make a performance worse than the reference jump.

キーワード：走幅跳, 踏切調整技術, 近距離進入跳躍, 遠距離進入跳躍

1. 緒言

走幅跳は、有効試技における跳躍距離が最も長かった競技者が勝者となるため、競技者にはより遠くへ跳躍する能力が求められる。そして、より遠くへ跳躍するためには、助走から踏切における身体重心水平速度が重要であると多くの研究で明らかにされている (Hay, 1986; Bae, 2002; 志賀ら, 2002; Lee, 1994)。

このように競技者として遠くへ跳躍する能力は重要であるが、その一方でファウルをしないための技術も無視することはできない。走幅跳はどれだけ遠くへ跳躍した

としても、踏切板を越えて跳躍するとファウルと判定され、無効試技と見なされる。加藤ら (2003) は、ファウルはどのレベルの競技会においても、試合展開に大きな影響を及ぼすと報告している。一般的に走幅跳の競技会では3回の予選跳躍を実施し、その上位8名が決勝へ進出するというルールとなっている。そのため、どれほど競技パフォーマンスが高くとも、予選において2回連続ファウルをしてしまうと精神的なプレッシャーなどから、最後となる3回目の試技において決勝に進出できるだけの記録を残すのは容易ではないと推察できる。こうした理由から、走幅跳競技者には遠くへ跳躍する能力と同様にファウルをしない技術も重要である。

走幅跳におけるファウルの防止について、大山ら (1999) は踏切の正確性を検証した結果、助走におけるストライド長と各歩の接地位置の再現性が踏切位置の正確性と正の相関関係にあることを明らかにした。また、中江ら (2000) は、走幅跳における中間マークの有無が踏切準備動作に与える影響を検証した結果、助走の中間地点におけるマークの有無が助走の再現性および踏切位置の正確性に影響していることを明らかにした。これらの研究は、助走におけるストライド長と各歩の接地位置の再現性がファウルの防止に影響することを示唆するものである。つまり、毎回同じ助走を行い、同じ位置に接地することができれば、結果的に踏切位置の再現性も高くなりファウルの防止に繋がるということである。しかし、現実的に心理的・身体的要因、環境要因などによって毎回同じ助走を行うことは極めて困難である。

そこで競技者に求められるのが、各歩の接地位置に誤差が生じたとしても踏切板付近において踏切位置を調整する技術であると考えられる。Hay (1989) は、走幅跳の助走について検証した結果、踏切5歩前から各歩の接

1) 国際武道大学 International Budo University
〒299-5295 千葉県勝浦市新宮 841

地位置の誤差が減少していることを明らかにした。また森下ら（2006）は、走幅跳における助走方法に関する検証をした結果、踏切4、5歩前から各歩の接地位置の誤差が減少していることを明らかにし、助走における誤差の修正の約65%は踏切2歩前から踏切にかけて行われているとしている。

しかし、実際に踏切5歩前の接地位置が普段よりも近かった場合にどのような踏切位置調整技術を用いているのか、遠かった場合にどのような踏切位置調整技術を用いているのか、その動作についてキネマティクスの観点から研究しているものは見当たらない。そこで本研究では、各競技者にそれぞれ基準となる踏切5歩前接地位置があると仮定し、複数回の跳躍における平均位置を基準の接地位置と定義した。そして、基準接地位置に最も近い位置に接地した試技を基準跳躍とした。さらに、その基準接地位置よりも最も踏切板側に接地し、かつファウルをせずに跳躍した試技を近距離進入跳躍、基準接地位置よりも最も踏切板から遠くに接地し、かつファウルをせずに跳躍した試技を遠距離進入跳躍と定義した。そして、これらの跳躍において実施していると考えられる踏切位置調整技術を明らかにすることができれば、ファウルの防止を目的とした指導の一助になると推察した。

以上より本研究は、近距離進入跳躍と遠距離進入跳躍をそれぞれ基準跳躍と比較し、踏切直前における踏切位置調整技術をキネマティクスの観点から明らかにしていくことを目的とする。

2. 方法

2.1 被験者

被験者は、国際武道大学陸上競技部の男子学生競技者で、走幅跳を専門とする7名とした（表1）。被験者には、研究の趣旨を文書および口頭にて説明し、参加の同意を文書により得た。なお、本研究は国際武道大学「ヒトを対象とする研究」倫理規則に基づき研究計画書を事前に

国際武道大学研究倫理委員会に提出し、審査を受けて承認を得た（審査番号16020）。

2.2 測定方法

(1) 実験試技

実験試技は全助走での跳躍とし、被験者には競技会と同様にファウルをせずにできるだけ遠くに跳躍することと指示した。被験者には、任意にて十分なウォーミングアップを実施させた。試技順については、公式競技会の決勝と同様に、記録の低い者から順に行った。試技間は公式競技会同様に順番が来るまで各自で動き、試技の準備を行う形式を採用した。1日の試技数は、最大で6本としたが着地まで到達できなかった場合に限り、再度試技を行った。踏切板に踏切足が乗った有効試技が15本に到達した被験者から実験を終了した。本研究のように任意の値における偏差が重要な意味をもつ実験デザインでは、なるべく多くの試技数を確保することが望ましい。しかしながら、本研究の被験者は現役競技者であり、実験試技における身体的および精神的疲労が、被験者の競技パフォーマンスに与える影響を鑑みた結果、15本程度が妥当であると判断した。7名の被験者それぞれが15本の試技を行ったため、総試技数は105試技となった。

(2) 撮影方法

実験試技の撮影には、光学式3次元自動動作分析装置VICON MX（Oxford Metrics社製）を使用し、各反射マーカの3次元座標位置を計測した。反射マーカは身体12点に貼付し（図2）、撮影には専用のカメラを12台使用し、サンプリング周波数は200Hzに設定した。撮影範囲は、踏切2歩前から踏切までとした（図1）。また、本実験は踏切5歩前の接地位置をもとに分析試技を決定するため、踏切5歩前（踏切板から9m～12m）をハイスピードカメラEXLIM EX-F1（CASIO社製）で撮影した（図2）。

表1 被験者の自己記録および身体特性

被験者	自己最高記録 (m)	身長 (cm)	体重 (kg)
A	7.59	175.0	65.5
B	7.50	178.3	64.7
C	7.22	175.1	65.3
D	7.12	168.7	65.5
E	7.00	172.4	64.0
F	6.36	171.5	64.2
G	6.19	169.5	62.3
平均	7.00±0.49	172.9±3.1	64.5±1.0

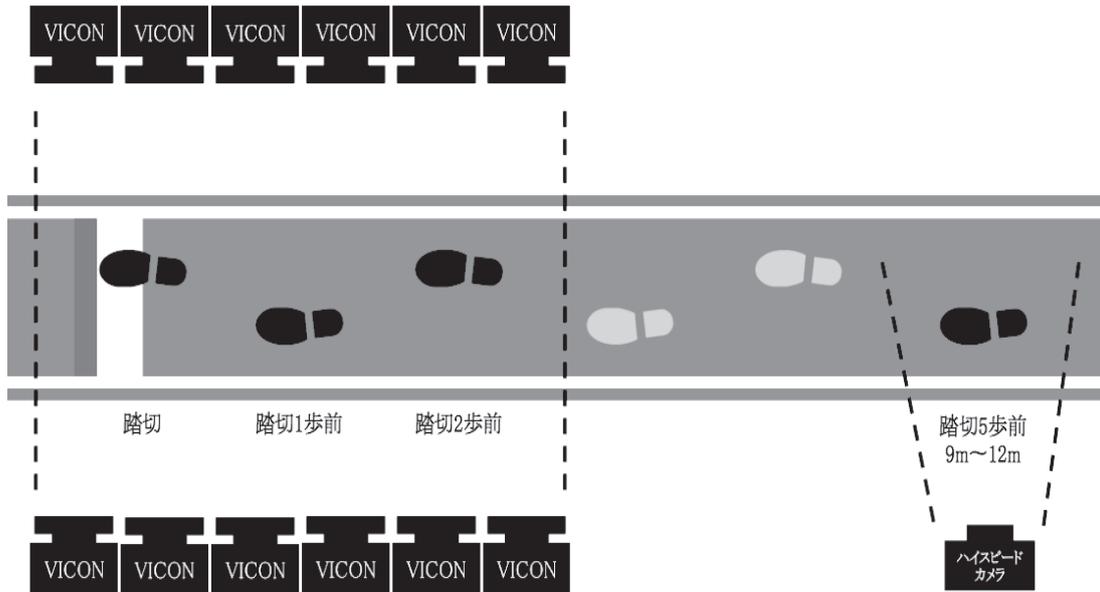


図1 実験機器設置状況模式図

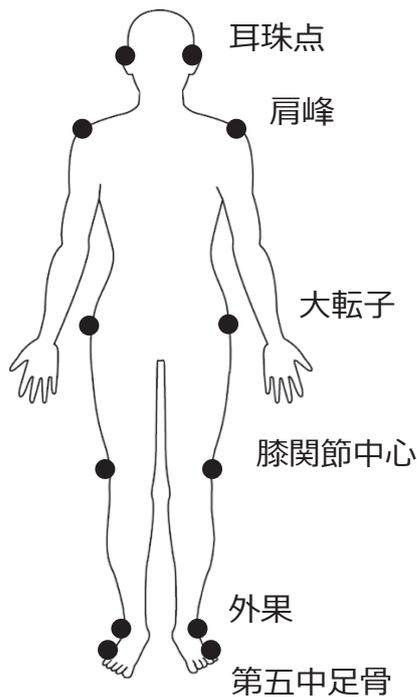


図2 反射マーカー貼付位置

2.3 分析

(1) 分析試技

本実験は踏切5歩前接地位置をもとに、近距離進入跳躍、基準跳躍、遠距離進入跳躍の3つを、被験者毎に選出して分析を行った。踏切5歩前接地位置の算出はハイスピードカメラで得られた映像を元に行った。得られた映像を動作解析ソフトウェア (Frame-DIAS V, DKH 社

製) を用いて、第五中足骨の位置座標を手動にてデジタル化した。さらに撮影画角内に配置した、実空間座標が既知のキャリブレーションボールの座標値を用い、2次元 DLT 法により踏切5歩前接地時におけるの第五中足骨座標を算出した。各試技の定義は下記の通りとした。

① 近距離進入跳躍

踏切5歩前接地位置が踏切板に最も近かった試技

② 基準跳躍

踏切5歩前接地位置の平均に最も近かった試技

③ 遠距離進入跳躍

踏切5歩前接地位置が踏切板から最も遠かった試技

(2) 分析時点

キネマティクスデータの分析時点は踏切2歩前、1歩前および踏切における、接地時および離地時とした。

(3) 分析項目

各分析試技の分析時点における分析は、全て光学式3次元自動動作分析装置 VICON MX (Oxford Metrics 社製) を使用し、各反射マーカーの位置座標を元に算出した。撮影によって得られた座標値は遮断周波数 (20Hz) にて、Butterworth digital filter (Winter1990) を用いて平滑化した。平滑化した位置座標から、阿江 (1996) の身体部分慣性係数を用いて重心位置座標、速度、関節角度を算出した。下記に分析項目の定義を示す。

① 記録

踏切板から着地点までの跳躍距離

② 接地時および離地時の身体重心水平速度

身体重心の水平速度

③ 接地時および離地時の身体重心鉛直速度

身体重心の鉛直速度

④ ストライド

踏切2歩前接地から踏切1歩前接地までのストライドの距離および、踏切1歩前接地から踏切接地までのストライドの距離

⑤ ピッチ

踏切2歩前接地から踏切1歩前接地までのピッチおよび、踏切1歩前接地から踏切接地までのピッチ

⑥ 接地時および離地時の膝関節角度 (図3)

大転子, 膝, 外果を結んだ角度

⑦ 接地時および離地時の股関節角度 (図3)

体幹セグメントと大腿セグメントのなす角

⑧ 接地時および離地時の上体角度 (図3)

大転子から垂直に上がった線と肩峰の midpoint と大転子の midpoint を結んだ角度

2.4 統計処理

PASW Statistics 18 (IBM 社製) を用いて集計し, 統計処理は対応のある因子の一元配置分散分析を行い, F値が有意であった項目については Bonferroni 法によりさ

らに多重比較を行った. 有意水準は5%未満とした.

3. 結果

3.1 跳躍記録および接地位置

各試技における跳躍記録ならびに接地位置から踏切版までの結果を表2に示した. 跳躍記録については全ての試技で有意な差は認められなかった. 踏切5歩前接地位置および踏切2歩前接地位置については, 全ての試技間で有意差が認められた.

3.2 キネマティクスデータ

(1) 身体重心速度

各試技における身体重心水平速度および鉛直速度を表3に示した. 試技間において有意差が認められたのは, 踏切2歩前離地時における身体重心鉛直速度のみであり, 遠距離進入跳躍が基準および近距離進入跳躍よりも高い値を示した.

(2) ストライドおよびピッチ

各試技における踏切2歩前~1歩前, 踏切1歩前~踏

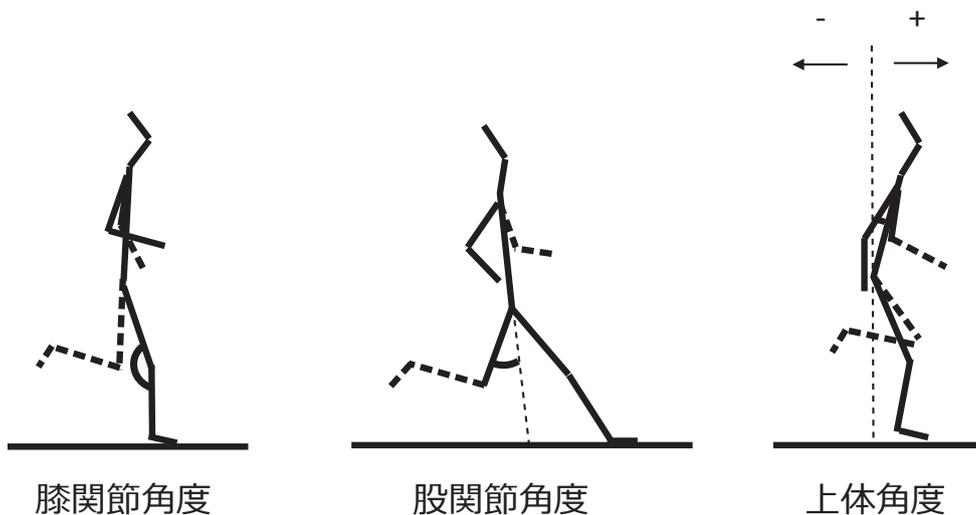


図3 関節角度定義

表2 跳躍記録ならびに踏切前接地位置

	近	基準	遠	
跳躍記録 (m)	6.20±0.46	6.34±0.32	6.15±0.44	近 : 近距離進入跳躍 基準 : 基準跳躍 遠 : 遠距離進入跳躍
	近	基準	遠	
踏切5歩前接地位置 (m)	9.88±0.45	10.64±0.35	11.31±0.46	近-基準** 近-遠** 基準-遠**
踏切2歩前接地位置 (m)	3.93±0.21	4.18±0.13	4.46±0.23	近-基準** 近-遠** 基準-遠**

** : p<0.05

表3 身体重心速度

		近	基準	遠		
踏切2歩前	身体重心水平速度	接地時 (m/s)	8.90±0.45	8.95±0.43	8.96±0.50	n.s.
		離地時 (m/s)	9.08±0.54	9.25±0.22	9.24±0.37	n.s.
	身体重心鉛直速度	接地時 (m/s)	-0.62±0.32	-0.74±0.16	-0.72±0.27	n.s.
		離地時 (m/s)	0.46±0.16	0.59±0.20	0.88±0.21	** 近-遠 ** 基準-遠
踏切1歩前	身体重心水平速度	接地時 (m/s)	8.89±0.44	9.16±0.44	9.05±0.50	n.s.
		離地時 (m/s)	8.73±0.56	8.90±0.42	9.05±0.38	n.s.
	身体重心鉛直速度	接地時 (m/s)	-1.09±0.16	-1.02±0.15	-0.97±0.45	n.s.
		離地時 (m/s)	0.67±0.25	0.70±0.18	0.64±0.26	n.s.
踏切	身体重心水平速度	接地時 (m/s)	8.79±0.60	8.97±0.27	8.97±0.31	n.s.
		離地時 (m/s)	8.07±0.48	7.82±0.35	7.94±0.54	n.s.
	身体重心鉛直速度	接地時 (m/s)	-0.56±0.80	-0.60±0.25	-0.68±0.24	n.s.
		離地時 (m/s)	3.08±0.36	3.30±0.40	3.13±0.41	n.s.

** : p<0.05

切までのストライドとピッチを表4に示した。踏切2歩前～1歩前のストライドにおいて、近距離進入跳躍と基準跳躍との間で有意差が認められなかったが、それ以外の全ての項目において有意な差異が認められた。

(3) 関節角度

各時点における各試技の関節角度を表5に示した。

踏切2歩前においては、支持脚膝関節角度の離地時において近距離進入跳躍と遠距離進入跳躍との間にて、さらに基準跳躍と遠距離進入跳躍との間にて有意な差異が認められた。また遊脚の膝関節角度においては、接地時に近距離進入跳躍と基準跳躍との間、および基準跳躍と遠距離進入跳躍との間にて有意差が認められ、離地時では近距離進入跳躍と基準跳躍との間に有意差が認められた。さらに上体角度においては離地時において近距離進入跳躍と遠距離進入跳躍との間において有意差が認められた。

踏切1歩前においては、遊脚膝関節角度の離地時において基準跳躍と遠距離進入跳躍との間、そして上体角度の離地時において近距離進入跳躍と遠距離進入跳躍との間において有意差が認められた。

踏切においては、遊脚膝関節角度の接地時において近

距離進入跳躍と遠距離進入跳躍との間に有意差が認められたのみであった。

4. 考察

本研究は走幅跳の踏切における近距離進入跳躍と遠距離進入跳躍について、基準跳躍と比較し、その踏切位置調整技術をキネマティクスの観点から明らかにしていくことを目的とした。実験試技は全助走での跳躍とし、踏切5歩前の接地位置から近距離進入跳躍、基準跳躍、遠距離進入跳躍を選定し、分析した。なお、本研究における基準跳躍とは全ての跳躍の平均位置に最も近い試技とし、競技者の特性を最も反映していると仮定する。

4.1 近距離進入跳躍における踏切位置調整技術

踏切時における身体重心水平速度および鉛直速度にて、基準跳躍と有意な差異は認められなかった。また、踏切時の関節角度にも有意な差異が認められなかった。この結果は近距離進入跳躍における踏切動作は基準跳躍と類似していることを意味する。

次に、踏切5歩前の接地位置を検証すると、近距離進入跳躍は基準跳躍よりも76cm踏切板側に接地していた。

表4 ストライドおよびピッチ

		近	基準	遠			
踏切2歩前	ストライド (m)	2.08±0.14	2.19±0.11	2.44±0.22	n.s. 近-基準	** 近-遠	** 基準-遠
	ピッチ (Step/s)	4.42±0.27	4.22±0.30	3.76±0.26	** 近-基準	** 近-遠	** 基準-遠
踏切1歩前	ストライド (m)	1.84±0.09	1.99±0.09	2.20±0.10	** 近-基準	** 近-遠	** 基準-遠
	ピッチ (Step/s)	5.13±0.33	4.83±0.37	4.33±0.25	** 近-基準	** 近-遠	** 基準-遠

** : p<0.05

表5 関節角度

		近	基準	遠		
					近	: 近距離進入跳躍
					基準	: 基準跳躍
					遠	: 遠距離進入跳躍
踏切2歩前	支持脚	接地時 (deg)	158.9±2.4	154.2±5.1	156.4±5.5	n.s.
	膝関節角度	離地時 (deg)	148.2±10.7	149.8±9.5	157.7±11.6	** 近-遠 ** 基準-遠
	遊脚	接地時 (deg)	67.0±16.0	50.5±11.4	52.6±9.6	** 近-基準 ** 近-遠
	膝関節角度	離地時 (deg)	64.4±12.8	56.1±11.4	59.7±11.6	** 近-基準
	支持脚	接地時 (deg)	28.4±7.8	34.6±6.1	34.3±4.5	n.s.
	股関節角度	離地時 (deg)	25.8±8.2	24.8±6.6	28.3±10.9	n.s.
	遊脚	接地時 (deg)	8.7±5.7	13.1±6.7	6.9±5.1	n.s.
	股関節角度	離地時 (deg)	64.6±7.0	66.8±5.5	69.3±3.9	n.s.
	上体角度	接地時 (deg)	5.7±4.0	8.6±5.2	9.9±3.3	n.s.
		離地時 (deg)	1.2±4.4	3.4±3.8	5.5±3.7	** 近-遠
踏切1歩前	支持脚	接地時 (deg)	154.1±6.8	152.9±6.3	153.7±3.6	n.s.
	膝関節角度	離地時 (deg)	141.1±11.4	142.7±13.7	145.2±11.1	n.s.
	遊脚	接地時 (deg)	58.8±12.8	54.6±13.7	48.1±9.8	n.s.
	膝関節角度	離地時 (deg)	114.1±27.4	101.7±15.1	85.5±21.2	** 基準-遠
	支持脚	接地時 (deg)	39.1±4.5	39.3±4.8	37.9±3.6	n.s.
	股関節角度	離地時 (deg)	25.2±6.6	28.0±11.1	27.3±8.2	n.s.
	遊脚	接地時 (deg)	14.7±11.9	11.2±7.7	9.0±10.0	n.s.
	股関節角度	離地時 (deg)	58.2±5.6	63.4±4.5	63.7±4.2	n.s.
	上体角度	接地時 (deg)	4.2±3.9	4.9±2.7	5.6±2.3	n.s.
		離地時 (deg)	-2.8±3.9	-2.2±5.3	-0.3±3.9	** 近-遠
踏切	支持脚	接地時 (deg)	173.3±4.3	169.4±5.9	170.5±3.3	n.s.
	膝関節角度	離地時 (deg)	173.1±4.2	173.0±6.1	170.2±4.9	n.s.
	遊脚	接地時 (deg)	82.0±5.6	76.6±9.5	69.5±7.3	** 近-遠
	膝関節角度	離地時 (deg)	69.8±16.5	70.0±12.1	70.6±13.5	n.s.
	支持脚	接地時 (deg)	28.0±4.9	31.3±5.6	31.2±3.4	n.s.
	股関節角度	離地時 (deg)	35.8±5.2	28.6±5.5	29.2±4.0	** 近-遠
	遊脚	接地時 (deg)	15.1±5.9	16.5±9.7	17.8±5.8	n.s.
	股関節角度	離地時 (deg)	80.7±3.2	84.5±1.9	80.1±5.3	n.s.
	上体角度	接地時 (deg)	-6.7±3.0	-6.3±4.1	-2.8±5.1	n.s.
		離地時 (deg)	-6.5±2.7	-1.4±3.6	-0.7±5.0	n.s.

**: p<0.05

しかし、踏切2歩前接地位置では基準跳躍より踏切板側へ25cmの位置にまで減少していた。この結果から、近距離進入跳躍は踏切2歩前から急激に踏切位置を調整するのではなく、踏切5歩前から少しずつ踏切位置調整技術を用いていることが推察される。

関節角度に関しては、踏切2歩前接地時および離地時における遊脚の膝関節角度において基準跳躍と有意な差異が認められ、より伸展位にあることが明らかとなった(表5)。清水ら(2011)は、世界一流競技者と日本一流競技者の踏切準備および踏切動作の特徴を検証した結果、世界一流競技者は踏切2歩前および1歩前離地時において遊脚の膝関節角度が大きく伸展位にあり、足部をより低い位置を通過させていることを明らかにしている。こうした踏切準備局面において遊脚の足部を地面に近い位置で通過させる動作について、伊藤ら(2009)はヌカート動作と定義しており、清水ら(2011)は世界一流競技者の方が日本一流競技者よりも踏切足を接地するタイミングが早かったことから、ヌカート動作は踏切の接地を早めるために有効的な動作であるとしている。本研究の近距離進入跳躍の踏切2歩前において、同様の動作が認められることから、ヌカート動作をより強調して行うことで踏切足の接地タイミングを早めていた可能性

が推察される。

同様に表5の上体角をみてみると、近距離進入跳躍では、遠距離進入跳躍と比較して、踏切2歩前では垂直に近いものの、踏切1歩前では急激に後傾して踏切へと向かっていることが明らかとなった。上肢を含む上体は、下肢と同じように大きな質量のあるセグメントであるため、僅かな運動でも踏切準備動作に大きな影響を及ぼすと考えられる。近距離進入跳躍では、踏切1歩前に急激に上体を後傾させることで、踏切位置を調節していたと推察される。

さらに、踏切1歩前から踏切にかけてのストライドにおいて、基準跳躍と有意な差異が認められ、より短い値を示した(表5)。その一方で踏切1歩前離地から踏切接地にかけて全ての関節角度で有意な差異は認められず、本研究ではキネマティクスの観点でストライドが短くなった理由を明確にすることができない。こうしたストライドの減少は、踏切2歩前で認められた強調されたヌカート動作の影響、本研究における測定項目以外の関節、もしくはキネティクスの要素が原因であると推察する。

4.2 遠距離進入跳躍における踏切位置調整技術

踏切時の身体重心水平速度および鉛直速度は近距離進入跳躍と同様に基準跳躍と有意な差異が認められなかった。また、踏切時の関節角度にも有意な差異が認められなかったことから、遠距離進入跳躍は近距離進入跳躍と同様に、基準跳躍と類似した踏切動作を行っていたことが推察される。

次に踏切5歩前の接地位置を検証すると、遠距離進入跳躍は基準跳躍よりも67cm踏切板よりも遠い位置にあったが、踏切2歩前においてその差異は46cmに減少していた(表2)。近距離進入跳躍が76cmから25cmまで修正していたのに対し、遠距離進入跳躍は67cmから46cmまでしか修正できていなかった。この結果から、遠距離進入跳躍は近距離進入跳躍と比べると修正するタイミングが比較的遅く、修正も困難である可能性が推察される。

踏切2歩前から踏切1歩前におけるストライドにおいて、基準跳躍と有意な差異が認められ、より大きな値を示した(表4)。また、踏切2歩前離地時における身体重心鉛直速度と踏切2歩前離地時の支持脚における膝関節角度においても基準跳躍と比較して有意差傾向が認められ、より大きな値を示した(表3)。これは、踏切2歩前の接地時点で踏切位置が遠いと判断し、踏切2歩前から踏切1歩前にかけてストライドを増大させるために、上方へ跳ぶような動作が生じた結果であると推察できる。

また、踏切1歩前から踏切におけるストライドで基準跳躍と有意な差異が認められた(表4)。併せて踏切1歩前離地時の遊脚における膝関節角度も基準跳躍と有意差傾向が認められ、より屈曲位にあることがわかった(表5)。伊藤ら(2009)は、走幅跳の踏切1歩前から踏切にかけては、ヌカート動作のように遊脚の足部をより地面に近い位置で通過させることが、効率的な踏切につながるとしている。つまり、踏切1歩前から踏切にかけて遊脚の膝関節を伸展させ踏切に素早く移行することが重要であるものの、本研究における遠距離進入跳躍は、踏切にかけてストライドを増大させる必要があったため、膝関節角度を屈曲させストライドを確保したと考えられる。

さらに表5の上体角をみると、遠距離進入跳躍では近距離進入跳躍と比較して、踏切2歩前では上体を前傾させ、踏切1歩前から踏切においては、ほぼ垂直に保ちながら踏切へと向かっていることが明らかとなった。基準跳躍との差異が認められていないものの、近距離進入跳躍とは異なる動作で踏切位置を調節している可能性が示唆された。

4.3 近距離進入跳躍と遠距離進入跳躍の共通点

本研究における近距離進入跳躍と遠距離進入跳躍の記

録は基準跳躍と有意な差異は認められなかった。その要因として身体重心水平速度に有意な差異が認められなかったことが挙げられる。森長ら(2003)は、走幅跳の成功試技と失敗試技における踏切および踏切準備動作の相違について検証した結果、踏切時の身体重心水平速度は失敗試技に比べ、成功試技の方が有意に大きかったことを明らかにした。またBridgettら(2002)も、走幅跳の助走速度の変化が跳躍距離におよぼす影響について検証した結果、身体重心速度が0.1m/s増加すると、跳躍距離が約8cm伸びたことを明らかにした。これらの研究は、走幅跳の助走局面から踏切局面にかけて、高い身体重心水平速度を獲得することが、より速くへ跳躍するために重要であることを示すものである。本研究の近距離進入跳躍と遠距離進入跳躍のように、例え踏切5歩前接地位置が基準跳躍の接地位置よりも離れた位置に接地したとしても、身体重心水平速度が基準跳躍と大きな差異が生じなければ、記録に大きな影響は生じない可能性が示唆された。

次にストライドパターンに着目してみると、近距離進入跳躍、遠距離進入跳躍および基準跳躍における踏切2歩前から1歩前、および踏切1歩前から踏切までは、いずれも“長一短”であった(表4)。Cohら(1997)は、走幅跳における競技力の高い競技者は踏切2歩前から踏切1歩前のストライドが長くなり、踏切1歩前から踏切にかけてのストライドが短くなることを明らかにしている。走幅跳の助走において、踏切2歩前から踏切1歩前のストライドが大きくなり、踏切1歩前から踏切までのストライドが小さくなることをパノートメート・ストライドと呼ぶ(Rogers, 2004)。本研究では、全ての試技において踏切2歩前から踏切にかけてパノートメート・ストライドが認められた。本研究における近距離進入跳躍と、遠距離進入跳躍では、それぞれ異なる踏切位置調整技術を用いていたが、基本的なストライドパターンを変更することなく、さらに身体重心速度も大きく変化させずに踏切動作を迎えていた。その結果、踏切5歩前接地位置が基準跳躍よりも前後していても、跳躍記録は低下しなかったと推察できる。

しかし、本研究で明らかになった踏切位置調整技術は、本研究における踏切5歩前接地位置が最も踏切板に近かった試技と最も遠かった試技である。本研究の5歩前接地よりも差異が大きかった場合に同様の結果が得られるとは限らない。また、本研究における被験者の自己最高記録は7m59cmから、6m19cmというものであった。被験者の競技レベルは踏切位置調整技術の巧拙にも影響を与えることから、本研究とは異なる競技レベルの集団に対して、同様の結果が得られるとは限らない。さらにいえば、同一の競技者であっても、競技会における目標順位や競技レベルおよび戦略によって、ファウルをしないことの重要性は異なる可能性も考えられる。こうした

点は、本研究における研究の限界として記しておく。

5. 結論

本研究は走幅跳における近距離進入跳躍と遠距離進入跳躍をそれぞれ基準跳躍と比較し、踏切直前における踏切位置調整技術をキネマティクスの観点から明らかにしていくことを目的とした。

その結果、近距離進入跳躍は踏切2歩前において遊脚の足部を地面に近い位置を通すヌカート動作と呼ばれる技術を強調することで、踏切足の接地タイミングを早めていた可能性が推察された。

また遠距離進入跳躍においては、踏切2歩前の接地時点で踏切位置が遠いと判断し、踏切2歩前から踏切1歩前にかけてストライドを増大させるために、上方へ跳ぶような動作が認められた。さらに、踏切1歩前から踏切にかけて、遊脚の膝関節を屈曲に保ちながらストライドを確保していることが明らかとなった。

参考文献

Bae, S-J. (2002) Biomechanical relationship between the long jump takeoff motion and flight distance performed by elite athletes. *Journal of Education and Health Science*, 48 (1): 151.

Hay, J.G. (1986) The biomechanics of the long jump. *Exercise sport science review*, 14: 401-446.

Hay, J.G. (1989) Approach Strategies in the Long Jump. *International Journal of Sports Biomechanics* 4: 114-129.

伊藤信之, 阿江通良, 小山宏之, 村木有也, 関子浩二, 松尾彰文, 山田真由美, 平野裕一 (2009) 日本一流走幅跳選手における踏切準備動作. *陸上競技学会誌* 7 (1) : 8-17.

加藤弘一, 青山清英, 安井年文, 重城 哲, 森長正樹, 岡野雄司, 小山裕三 (2003) 走幅跳・三段跳の試合展

開に関する トレーニング科学的考察—試合論的視点から—。 *陸上競技研究*, 52 (1) 30-38.

森長正樹, 安井年文, 重城 哲, 加藤弘一, 岡野雄司, 小山裕三, 澤村 博 (2003) 走幅跳の成功試技と失敗試技における踏切および踏切準備動作の相違. *陸上競技研究*, 52 : 12-21.

Lee, A., Graham-Smith, P., and Fowler, N. (1994) A biomechanical analysis of the last stride, touchdown, and takeoff characteristics of the men's long jump. *Journal of Applied Biomechanics*, 10: 61-78.

Milan, C., Otmar, K., Alex, D. (1997) Kinematic-Dynamic Analysis of The Takeoff Action In Long Jump. *TRACKCOACH*. 13: 4443-4453.

森下裕史, 有吉正博, 繁田 進 (2006) 走幅跳の助走方法に関する実験的研究—セット法とローリング法との比較—。 *陸上競技研究*, 65 (2) : 36-43.

中江寿孝, 高岡 治 (2000) 走幅跳における中間マークが踏切準備動作に与える影響. *日本体育学会大会号* (51) : 433.

大山裕之, 尾縣 貢, 関岡康雄 (1999) 走幅跳における踏切の正確性に関する研究. *陸上競技研究*, 36:23-29.

志賀 充, 永井 純, 尾縣 貢, 宮下 憲, 大山卞圭吾 (2002) 走幅跳における踏切準備及び踏切局面の身体動作と記録の関係. *陸上競技研究*, 51 (4) : 9-17.

清水 悠, 阿江通良, 小山宏之, 村木有也 (2011) 標準動作モデルからみた一流走幅跳選手の踏切準備および踏切動作の特徴. *陸上競技研究*, 85 (2) : 23-30.

Rogers, J.L. (2004) コーチングマニュアル USA Track & Field COACHING MANUAL. 澤村 博, 澤木啓祐, 尾縣 貢, 青山清英 監訳, 陸上競技社 : 154-155

Winter, D.A. (1990) Biomechanics and motor control of human movement. Wiley and Sons, New York.: 41-43.

女子スプリンターにおける股関節内転筋群の形態的特性と ロングスプリントパフォーマンスとの関係

前村公彦¹⁾, 吉岡利貢¹⁾, 梶谷亮輔²⁾, 山元康平²⁾, 遠藤俊典³⁾, 木越清信⁴⁾, 谷川 聡⁴⁾

Relationship between morphological characteristics of hip adductors
and long sprint performance in female sprinters

Hirohiko MAEMURA¹⁾, Toshitsugu YOSHIOKA¹⁾, Ryosuke KAJITANI²⁾, Kohei YAMAMOTO²⁾, Toshinori ENDO³⁾,
Kiyonobu KIGOSHI⁴⁾ and Satoru TANIGAWA⁴⁾

Abstract

The purpose of this study was to determine the relationship between morphological characteristics of hip adductors and long sprint performance in female sprinters. Ten female sprinters (100m PB: 12.10 ± 0.13s, 400m PB: 56.66 ± 0.93s, 400mH PB: 60.46 ± 0.50) ran 400m and measured their 400m running time, the split time at every 50m, stride frequency and stride length. Also the muscle cross-sectional areas of the thigh during rest status was measured by magnetic resonance imaging (MRI) and its transverse image was computerized then calculated the image of the quadriceps muscle, adductor muscle and hamstring by image processing software. There was no significant correlation between the 400m running time and the cross-sectional area of the quadriceps muscle while significant negative correlation between the cross-sectional area of the hamstring and the adductor muscle was found, especially high correlation was found between the 400m running time and the cross-sectional area of the adductor muscle. In addition, a significant negative correlation was found between the cross-sectional area of the adductor muscle and the latter half section time in the 400m run. Moreover, a significant positive correlation was found between the cross-sectional area of the adductor muscle and stride length at 400m running. These results suggest that the cross-sectional areas of the adductor muscle in female sprinters affect long sprint performance.

キーワード：400m 走, ピッチ, ストライド, 動作変容,
大腿部筋横断面積

1. 緒言

短距離走に必要とされるエネルギーは、主に、ATP-PCr 系および解糖系から構成される無酸素性エネルギー供給系によって賄われる。一方、短距離走の中でも運動

時間の長い 400m 走においては、有酸素性エネルギー供給系の関与も無視できない。すなわち、従来、400m 走に必要とされる総エネルギーに対する有酸素性エネルギー供給系からの貢献は 20 ~ 30%程度に過ぎず、大半が無酸素性エネルギー供給系の貢献によるとされてきたが (Åstrand and Saltin, 1961), 測定方法の改良などによって、近年では、有酸素性エネルギー供給系からの貢献が 40%程度を占めるとの見解が一般的になってきている (Duffield et al., 2005; Hill, 1999; Spencer and Gastin, 2001; Nummela and Rusko, 1995)。しかしながら、400m 走は解糖系への依存度の高い高強度運動であることには議論の余地はなく、最も苛酷な競技と言われている (尾縣ほか, 1998)。伊藤ほか (1995) は、400m 走レースの後半局面における疾走動作は、前半の動作と比較して大きく変容し、特に、膝の振り上げ角度が低下することや、支持期のスウィング速度が低下することを、また、Karlsson et al. (1974) は、400m 走の後半局面においては、乳酸蓄積に伴う筋 pH の低下が解糖系の律速酵素であるホスホフルクトキナーゼ (phosphofructo-kinase; PFK) 活性の低下を引き起こし、その結果、後半局面の速度が著しく低下する可能性のあることを、さらに、Hirovonen et al. (1992) は、400m 走の後半局面における速度低下は、筋内におけるクレアチンリン酸 (phosphocreatine; PCr) の枯渇と乳酸の蓄積に伴う筋 pH の低下に起因している可能性のあることなどを報告している。これらのことを

- 1) 環太平洋大学体育学部 Department of Physical Education, International Pacific University
〒709-0863 岡山県岡山市東区瀬戸町観音寺 721
- 2) 筑波大学大学院人間総合研究科 Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba
〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1
- 3) 青山学院大学社会情報学部 School of Social Informatics, Aoyama Gakuin University
〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺 5-10-1
- 4) 筑波大学体育系 Faculty of Health and Sport Science, University of Tsukuba
〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1

考慮すると、乳酸蓄積に伴う筋 pH の低下は、400m 走のパフォーマンス、特に、400m 走における後半局面の速度低下に大きく影響していることが推察される。このように、400m 走のレース後半局面においては、エネルギー源の枯渇や代謝産物の蓄積による動作変容が大きく、これには、膝の振り上げ角度の低下や支持期のスウィング速度の低下を軽減させること、すなわち、股関節における内転・屈曲・伸展筋群の筋の量的・質的特性が重要になってくるものと考えられる。

近年、陸上競技のトレーニング現場において、上述したような科学的背景をもとに、股関節内転筋群のトレーニングの必要性が取りざたされている（大山，2011；松尾ほか，2011）。しかしながら、隣接するハムストリングスや大腿四頭筋が、下肢の出力の中心として頻繁に取り上げられてきたのに対して、走運動、中でも女子のロングスプリントと股関節内転筋群の形態的・機能的特性との関連に関する報告はなく、ロングスプリンターにおける股関節内転筋群のトレーニングの必要性を述べるには至っていない。股関節内転筋群は、単に股関節の内転動作ばかりでなく、その肢位によっては股関節の伸展から屈曲、あるいは屈曲から伸展に作用する役割を持っていることや、他の下肢筋群と比較しても十分なボリュームを有していることなどを考慮すると、内転筋群の量的発達は、股関節屈曲・伸展筋力の発揮や筋のエネルギー代謝に影響を及ぼし、ロングスプリントパフォーマンスの優劣に関与するものと推察される。

また、これまでのスプリント走と筋量および筋力との関係について検討した研究は、男性を対象にしたものが多く（狩野ほか，1997；久野ほか，2001；渡邊ほか，2003；Hoshikawa et al. 2006）女性を対象にした研究はほとんど見当たらない（渡邊ほか，1999；渡邊ほか，2000）。生物学上、女性は男性と比較して、思春期以降においてホルモンの影響により筋量は増加しにくく、男性を対象にした知見をそのまま女性に当てはめることには疑問が残るところであり、女子スプリンターにおける筋量の発達が、スプリントパフォーマンス、中でもロングスプリントパフォーマンスに貢献しているのかについては大変興味深いところである。

そこで本研究では、女子スプリンターの股関節内転筋群の形態的特性と 400m 走パフォーマンスとの関係について検討することで、女子の 400m 走におけるパフォーマンス向上に対する新たな知見を得ることを目的とした。

2. 研究方法

2.1 被検者

被検者は大学陸上競技部に所属し、短距離種目を専門としている女子学生 10 名とした。被検者の身体特性および競技成績は、表 1 に示した。これらの被検者の内訳

Table 1 Characteristics and sprint performance data of subjects.

Subject	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	100m PB (s)	200m PB (s)	400m PB (s)	400mH PB (s)
1	20	162.5	56.8	12.24	25.19		
2	19	160.1	51.4	11.95	24.15		
3	18	164.1	57.9	12.05	24.49		
4	19	167.7	54.5	12.15	24.76		
5	19	160.3	53.2			56.58	
6	19	154.1	43.0			58.00	
7	20	170.2	53.9			55.41	
8	19	165.0	58.4			56.63	
9	20	165.8	60.2				59.96
10	21	164.6	50.7				60.95
Mean	19.4	163.4	54.0	12.10	24.65	56.66	60.46
SD	0.8	4.3	4.7	0.11	0.38	0.92	0.50

は 100m および 200m を専門としている女子学生 4 名、400m を専門としている女子学生 4 名、400m ハードルを専門としている女子学生 2 名であった。これらの被検者の 100m の自己最高記録 (n=4) は 12.10 ± 0.11 秒、200m の自己最高記録 (n=4) は 24.65 ± 0.38 秒、400m の自己最高記録 (n=4) は 56.66 ± 0.92 秒、400mH の自己最高記録 (n=2) は 60.46 ± 0.50 秒であり、どの記録においても全日本学生陸上競技選手権大会の標準記録を突破もしくはそれに近い記録のレベルであった。実験に先立ち、すべての被検者に本研究の目的、方法および安全性について詳細に説明し、いかなる時でも実験への参加を取り止めることができるという条件の下で参加の同意を得た。なお、本実験は環太平洋大学倫理委員会の承認を得た上で実施した。

2.2 測定項目および測定方法

(1) 400m 走

400m 走は、400m トラックを用い、400m 走レースを想定して 1 人ずつクラウチングスタートからピストルの合図で行った。この時、ペース配分に関する指示は行わなかった。50m 毎の区間タイムを測定するために、ホームストレート (360m 地点) とバックストレート中央 (約 150m 地点) の外側に VTR カメラ (DCR-VX2000, SONY) を設置した。スタート (発煙を移し込む) から被検者を追従撮影し (60Hz, 露光時間 1/2000 秒)、カメラとレーン上の 50m 間隔のポイント (内側のラインから 20cm) を結んだ線上に設置したポールを被検者が通過した時間を読み取ることで通過タイムを算出し、通過タイム間の差分をとることで 50m 毎の区間タイムを算出した。各区間におけるピッチは、各区間内のストライド (2 歩) 数をカウントし、最初の接地から最後の接地までの時間を歩数 (10-15 ストライド = 20-30 歩) で除した値の逆

数をとることで、ストライドは、各区間の平均疾走スピードを各区間の平均ピッチで除すことで算出した。また、山元ほか (2014) の方法を参考に、400m 走における疾走スピード遞減指標を算出した。すなわち、疾走スピードが最高に達する 50-100m 区間を第一区間、100m-150m 区間を第二区間、…、350m-400m 区間を第七区間とし、区間数を独立変数、疾走スピードを従属変数として直線回帰式を算出し、その回帰式の傾きを、各対象者の疾走スピード遞減指標とした。

(2) 大腿部筋横断面積

筋横断面積の算出には、磁気共鳴画像法 (MRI) を用いた。10 分間の座位での安定後、被験者は MRI 室内のベッドに仰臥位となり、膝関節がベッドと水平になるように固定した。撮影部位は右脚の大腿部近位 30% 部とし、事前にメジャーによる測定部位の同定後に撮影を行った。すなわち、転子点から大腿骨外側上顆点までの直線距離から近位 30% 部を同定し、MRI 装置から出されるレーザーにインクで記したマーカーを合わせて撮影した。MRI の撮影は、上記の部位を中心に、近位および遠位方向にそれぞれスライス厚 10mm、スライス間隔 20mm の設定で行い、計 15 枚の横断面積を得た (TR1500ms, TE30/60ms, FOV320mm, matrix256 × 180, NSA1 回)。分析には中心の 1 枚を用いた。

横断像はパーソナルコンピュータ (iMac: Apple, Japan) に取り込み、画像処理ソフトウェア (Osirix: <http://osirix-viewer.com/>) を用いて大腿四頭筋 (大腿直筋およびその他の広筋群)、ハムストリング (半腱様筋、半膜様筋、大腿二頭筋) および内転筋群 (大内転筋、短内転筋、長内転筋、薄筋) の各横断面積を算出した。

2.3 統計処理

統計量はすべて平均値±標準偏差で示した。ロングスプリントパフォーマンスと各筋横断面積との相関関係の検討には、Pearson の積率相関係数を用い、統計処理の有意性は危険率 5% 未満で判定した。

3. 結果

図 1 に、400m 走タイムと大腿四頭筋、ハムストリングおよび内転筋群の筋横断面積との関係を示した。400m 走タイムと大腿四頭筋の横断面積との間には有意な相関関係 ($r=-0.490$, n.s.) は認められなかったのに対して、ハムストリング ($r=-0.652$, $p<0.05$) および内転筋群 ($r=-0.840$, $p<0.01$) との間には有意な負の相関関係が認められ、特に内転筋群との間には極めて高い関係性が認められた。

表 2 に、400m 走タイムと大腿四頭筋、ハムストリングおよび内転筋群を構成する各筋の横断面積との関係を示した。400m 走タイムと大腿四頭筋を構成する大腿直

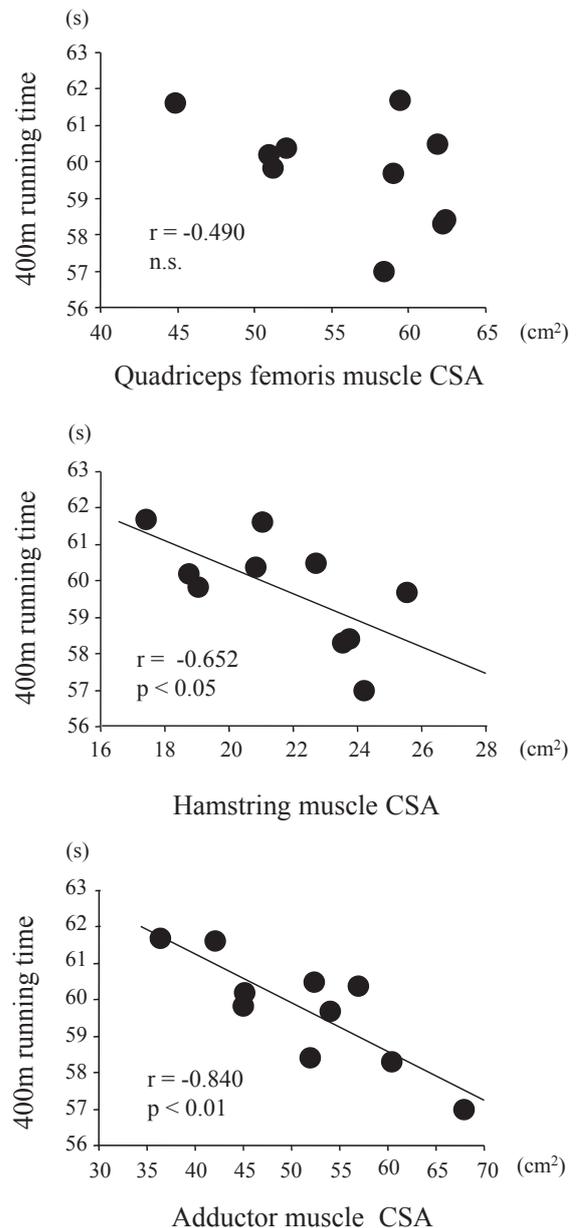


Figure 1 The relationship between 400m running time and muscle cross-sectional area of Quadriceps femoris, Hamstring and Adductor.

筋 ($r=-0.422$, n.s.) および広筋群 ($r=-0.449$, n.s.) の横断面積との間にはいずれにおいても有意な相関関係は認められなかった。一方、ハムストリングにおいては、半腱様筋 ($r=-0.776$, $p<0.05$) の横断面積との間に有意な負の相関関係が認められ、内転筋群においては、大内転筋 ($r=-0.637$, $p<0.05$)、短内転筋 ($r=-0.718$, $p<0.718$) および長内転筋 ($r=-0.698$, $p<0.05$) の横断面積との間に有意な負の相関関係が認められた。

図 2 に、400m 走における疾走スピード遞減指標と大腿四頭筋、ハムストリングおよび内転筋群の筋横断面積との関係を示した。400m 走における疾走スピード遞減指標と大腿四頭筋 ($r=-0.203$, n.s.)、ハムストリング

Table 2 Correlation coefficients between 400m running time and muscle cross-sectional area of Quadriceps femoris, Hamstring and Adductor.

	400m time
Quadriceps femoris	-0.490
Rectus femoris	-0.422
Vastus	-0.449
Hamstring	-0.652*
Semitendinosus	-0.776*
Semimembranosus	-0.273
Biceps femoris	-0.227
Adductor	-0.840**
Adductor magnus	-0.637*
Adductor brevis	-0.718*
Adductor longus	-0.698*
Gracilis	-0.405

* ; $p < 0.05$, ** ; $p < 0.01$

($r=0.177$, n.s.) および内転筋群 ($r=0.361$, n.s.) の横断面積との間には、いずれにおいても有意な相関関係は認められなかった。

表 3 に、400m 走における 50m 毎の区間タイムとハムストリングおよび内転筋群の横断面積との関係を示した。ハムストリングにおいては、100m – 150m ($r=-0.639$, $p<0.05$), 200m – 250m ($r=-0.681$, $p<0.05$), 250m – 300m ($r=-0.722$, $p<0.05$), 300m – 350m ($r=-0.711$, $p<0.05$), 350m – 400m ($r=-0.650$, $p<0.05$) の区間タイムとの間に有意な負の相関関係が認められた。一方、内転筋群においては、150m – 200m ($r=-0.650$, $p<0.05$), 200m – 250m ($r=-0.704$, $p<0.05$), 250m – 300m ($r=-0.803$, $p<0.01$), 300m – 350m ($r=-0.862$, $p<0.01$), 350m – 400m ($r=-0.891$, $p<0.01$) の区間タイムとの間に有意な負の相関関係が認められ、その相関係数は後半になるにつれて高値を示した。

表 4 に、400m 走タイムと 400m 走における 50m 毎のピッチおよびストライドとの関係を示した。ピッチにおいては、いずれの区間においても 400m 走タイムとの間に有意な相関関係は認められなかったのに対して、ストライドにおいては、200m 以降のすべての区間において 400m 走タイムとの間に有意な負の相関関係が認められた。

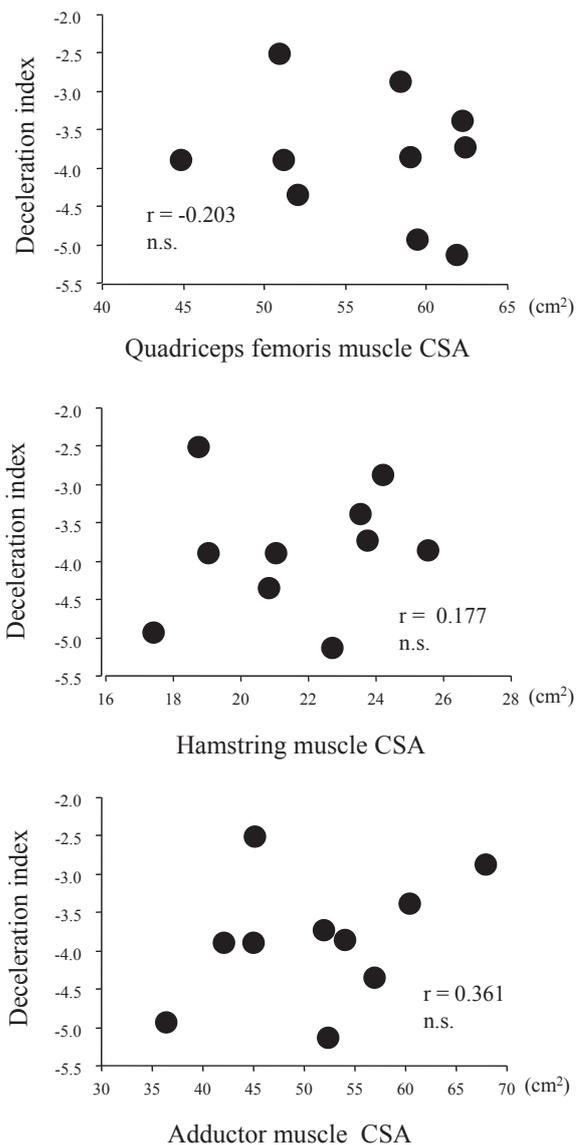


Figure 2 The relationship between deceleration index and muscle cross-sectional area of Quadriceps femoris, Hamstring and Adductor.

表 5 に、400m 走における 50m 毎のピッチとハムストリングおよび内転筋群の横断面積との関係を示した。ハムストリングおよび内転筋群のいずれにおいても各区間におけるピッチとの間には有意な相関関係は認められなかった。

表 6 に、400m 走における 50m 毎のストライドとハムストリングおよび内転筋群の横断面積との関係を示した。ハムストリングにおいては、いずれの区間においても有意な相関関係は認められなかったのに対して、内転筋群においては、0 – 50m を除くすべての区間においてストライドとの間に有意な正の相関関係が認められた。

Table 3 Correlation coefficients between interval time at 400m running and muscle cross-sectional area of Hamstring and Adductor.

	Hamstring	Adductor
0 - 50m	-0.321	-0.402
50 - 100m	-0.605	-0.506
100 - 150m	-0.639*	-0.579
150 - 200m	-0.623	-0.650*
200 - 250m	-0.681*	-0.704*
250 - 300m	-0.722*	-0.803**
300 - 350m	-0.711*	-0.862**
350 - 400m	-0.650*	-0.891**

* ; p < 0.05, ** ; p < 0.01

Table 5 Correlation coefficients between stride frequency at 400m running and muscle cross-sectional area of Hamstring and Adductor.

	Hamstring	Adductor
0 - 50m	-0.049	-0.011
50 - 100m	0.390	0.088
100 - 150m	0.213	-0.129
150 - 200m	0.103	-0.330
200 - 250m	0.060	-0.398
250 - 300m	0.157	-0.284
300 - 350m	0.005	-0.377
350 - 400m	0.001	-0.438

Table 4 Correlation coefficients between 400m running time and stride length and stride frequency at 400m running.

	Stride length	Stride frequency
0 - 50m	-0.176	-0.119
50 - 100m	-0.606	-0.141
100 - 150m	-0.607	0.044
150 - 200m	-0.581	0.249
200 - 250m	-0.666*	0.354
250 - 300m	-0.724*	0.182
300 - 350m	-0.781**	0.149
350 - 400m	-0.798**	0.131

* ; p < 0.05, ** ; p < 0.01

Table 6 Correlation coefficients between stride length at 400m running and muscle cross-sectional area of Hamstring and Adductor.

	Hamstring	Adductor
0 - 50m	0.335	0.323
50 - 100m	0.500	0.701*
100 - 150m	0.385	0.728*
150 - 200m	0.187	0.641*
200 - 250m	0.281	0.639*
250 - 300m	0.303	0.724*
300 - 350m	0.345	0.756**
350 - 400m	0.267	0.750*

* ; p < 0.05, ** ; p < 0.01

4. 考 察

スプリンターにおいて、筋の質的・量的特性は高いパフォーマンスを発揮する上で非常に重要な要素である。質的特性に関しては、速筋線維の占める割合が高いほど、パフォーマンスは有利に働く可能性があるが、ヒトにおいては、スプリントトレーニングによって速筋線維の割合はあまり変化しないと考えられている (Allemeier et al., 1994)。それとは対照的に、筋量はトレーニングに対して高い可塑性を示すため、筋の量的な特性とパフォーマンスとの関係を明らかにすることはパフォーマンス向上に対する新たな知見を得る上で非常に重要であると考えられる。そこで本研究では、これまで評価されてこなかった筋の量的な特性とロングスプリントパフォーマンスとの関係について、女子スプリンターを対象に検討し、女子の400m走におけるパフォーマンス向上に対する新たな知見を得ることを目的とした。

この目的を達成するために、本研究ではまず、400m走タイムと大腿四頭筋、ハムストリングおよび内転筋群の筋横断面積との関係について検討した。その結果、400m走タイムと大腿四頭筋の横断面積との間には有意な相関関係は認められなかったのに対して、ハムストリングおよび内転筋群との間には有意な負の相関関係が認められ、特に内転筋群との間には極めて高い関係性が認められた (図1)。これらのことは、女子スプリンターにおける股関節内転筋群の横断面積の大小は、400m走パフォーマンスに大きく影響を及ぼすことを示唆するものである。狩野ほか (1997) は、男子スプリンターにおける100m走タイムと内転筋群およびハムストリングの筋横断面積との間に有意な負の相関関係があることを、また渡邊ほか (1999) は、男子と同様、女子においても最大疾走速度と内転筋群およびハムストリングの筋横断面積との間に有意な正の相関関係があることを報告している。本研究の結果は距離の違いはあるものの、これらの先行研究を支持する一方で、ロングスプリントパフォーマンスとの関係を示した初めての知見である。

さらに、本研究において、内転筋群の横断面積と400m走における後半の区間タイムとの間に有意な負の相関関係が認められ、その相関係数は後半になるほど高い値を示した (表3)。筋力の増大、もしくは筋肥大を目的として行われる筋力トレーニングでは、持久性トレーニングやスプリントトレーニングほどエネルギー代謝での変化は少なく、無酸素性的代謝および有酸素的代謝に関与する酵素の活性はほとんど変化しないこと (高橋, 2000) を考慮すると、筋の量的な発達、エネルギー供給系に及ぼす影響は少ないものと考えられる。400m走の後半局面はエネルギー源の枯渇や乳酸などに代表される代謝産物の蓄積によって動作変容が大きくなると推察される。伊藤ほか (1995) は、400m走の後半局面に

おいては、前半と比較して、腿上げ動作が小さくなり、脚の振り出し動作が小さくなることを、また、市川ほか (1995) は、キック中の脚全体のスイング速度が低下することを報告している。内転筋群は単に股関節の内転動作ばかりでなく、その肢位によっては股関節の伸展から屈曲、あるいは屈曲から伸展に作用する役割を持っていることを考慮すると、内転筋群の量的発達は、股関節屈曲・伸展筋力の発揮に影響するものと考えられる。したがって、疲労の蓄積を伴うロングスプリントにおいては、脚の引き上げ動作の低下やキック中の脚全体のスイング速度の低下を抑えるために、内転筋群に対して高い機能的な要求を生み、その結果生じた筋群の発達が量的な特徴としてあらわれたものと考えられる。

このように、内転筋群の横断面積と400m走における後半の区間タイムとの間に有意な負の相関関係が認められ、その相関係数は後半になるほど高い値を示したが、これには最大スピードの優劣が影響している可能性が考えられる。そこで、400m走における疾走スピード逓減指標と内転筋群の筋横断面積との関係について検討した結果、400m走における疾走スピード逓減指標と内転筋群の横断面積との間には、有意な相関関係は認められなかった (図2)。このことは、内転筋群の量的発達は、直接的に後半のスピード持久力に影響しているのではなく、最大スピードを介して後半の区間タイムに影響していること、すなわち、大きな出力発揮が可能な筋量を有しているため、前半局面の努力度を下げられることにより、後半の区間タイムとの関係が強くなったものと推察される。

一方、本研究において、400m走タイムと400m疾走時におけるピッチとの間にはいずれの区間においても有意な相関関係が認められなかったのに対して、ストライドとの間には200m以降の区間において有意な負の相関関係が認められた (表4)。また、内転筋群の横断面積においても400m疾走時におけるピッチとの間にはいずれの区間においても有意な相関関係が認められなかったのに対して (表5)、ストライドとの間には50m以降のすべての区間において有意な正の相関関係が認められた (表6)。Nummela et al. (1992) や持田ほか (2007) は、400m走の後半ではストライドおよびピッチが低下するが、特にストライドの減少が後半の速度逓減に強く影響していると指摘している。400m走の後半局面においては、前半と比較して、腿上げ動作が小さくなり、脚の振り出しが小さくなることによってストライドが制限される。また、400m走の後半局面は膝が割れ、膝関節および足関節が大きく屈曲することによってストライドが低下する。これらのことを考慮すると、本研究の結果は、上述の先行研究を支持するものであり、内転筋群の量的発達が、股関節の内転・屈曲・伸展筋群の機能的な高め、疲労時のストライドの獲得に貢献し、400m走パフォー

マンスの優劣に影響する可能性を示唆するものである。

5. 要約

本研究では、女子スプリンターの股関節内転筋群の形態的特性と400m走パフォーマンスとの関係について検討することで、女子の400m走におけるパフォーマンス向上に対する新たな知見を得ることを目的とした。この目的を達成するために、大学陸上競技部に所属し、短距離を専門とする女子10名を用い、クラウチングスタートから400mの全力疾走を行わせ、400m走タイムと50mごとの区間タイム、ピッチ、ストライドを測定した。また安静時における大腿部の筋横断面積を磁気共鳴画像法(MRI)を用いて測定し、横断像をパーソナルコンピュータに取り込み、画像処理ソフトウェアを用いて大腿四頭筋、内転筋群、ハムストリングを算出した。

本研究における主な結果は以下の通りである。

- ①400m走パフォーマンスと大腿四頭筋の横断面積との間には有意な相関関係が認められなかったのに対して、ハムストリングおよび内転筋群の横断面積との間に有意な負の相関関係が認められ、特に内転筋群の横断面積との間には極めて高い関係性が認められた。
- ②内転筋群の横断面積と400m走における後半の区間タイムとの間に有意な負の相関関係が認められ、その相関係数は後半になるほど高い値を示した。
- ③内転筋群の横断面積と400m疾走時におけるピッチとの間には有意な相関関係が認められなかったのに対して、ストライドとの間には有意な正の相関関係が認められた。

以上の結果から、本研究では、女子スプリンターにおける股関節内転筋群の横断面積の大小は、400m走の後半局面のパフォーマンスに大きく影響を及ぼし、中でも疲労時のストライドの獲得に影響する可能性のあることが示唆された。

文献

Allemeyr, C. A., Fry, A. C., Johnson, P., Hikida, R. S., Hagerman, F. C. and Staron, R. S. (1994) Effects of sprint cycle training on human skeletal muscle. *J. Appl. Physiol.* 40: 149-154.

Åstrand, P. O. and Saltin, B. (1961) Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscular activity. *J. Appl. Physiol.* 16: 977-981.

Duffield, R., Dawson, B. and Goodman, C. (2005) Energy system contribution to 400-metre and 800-metre track running. *J. Sports Sci.* 23: 299-307.

Hill, D. W. (1999) Energy system contributions in middle-distance running events. *J. Sports Sci.* 17: 477-483.

Hirovonen, J., Nummela, A., Rusko, H., Rehnun, S. and

Haerkoenen, M. (1992) Fatigue and changes of ATP, creatine phosphate, and lactate during the 400-m sprint. *Can. J. Sports Sci.* 17: 141-144.

Hoshikawa, Y., Muramatsu, M., Iida, T., Uchiyama, A., Nakajima, Y., Kanehisa, H. and Fukunaga, T. (2006) Influence of the psoas major and thigh muscularity on 100-m time in junior sprinters. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 38: 2138-2143.

市川博啓・伊藤 章・斉藤昌久・佐川和則・伊藤道郎・加藤謙一・阿江通良・小林寛道 (1995) アジア大会400m決勝のランナーの動作分析. 日本体育学会第46回大会号, p.378.

伊藤 章・市川博啓・斉藤昌久・伊藤道郎・佐川和則・加藤謙一 (1995) アジア大会男子400mの動作分析. アジア一流競技者の技術. ベースボールマガジン社: 東京, pp.65-80.

狩野 豊・高橋英幸・森丘保典・秋間 広・宮下 憲・久野譜也・勝田 茂 (1997) スプリンターにおける内転筋群の形態的特性とスプリント能力との関係. 体育学研究, 41: 352-359.

Karlsson, J., Hulten, B. and Sjodin, B. (1974) Substrate activation and product inhibition of LDH activity in human skeletal muscle. *Acta Physiol. Scand.* 92: 21-26.

久野譜也・金俊東・衣笠竜太 (2001) 体幹深部筋である大腰筋と疾走能力との関係. 体育の科学, 51: 428-432.

松尾信之介・藤井宏明・苅山 靖・大山卞圭悟 (2011) 走速度変化に伴う股関節内転筋群活動の変化. 体育学研究, 56: 287-295.

持田 尚・杉田正明 (2007) 2007年世界陸上競技選手権大阪大会における決勝400m走レースのバイオメカニクス分析. 日本陸上競技連盟バイオメカニクス研究班報告書, 51-75.

Nummela, A., Vuorimaa, T. and Rusko, H. (1992) Changes in force production, blood lactate and EMG activity in the 400-m sprint. *J. Sports Sci.* 10: 217-228.

Nummela, A. and Rusko, H. (1995) Time course of anaerobic and aerobic energy expenditure during short-term exhaustive running in athletes. *Int. J. Sports Med.* 16: 522-527.

尾縣 貢・福島洋樹・大山圭吾・安井年文・関岡康雄 (1998) 筋疲労時の疾走能力と体力的要因との関係. 体力科学, 47: 535-542.

大山卞圭悟 (2011) 走運動における股関節内転筋群の機能. 陸上競技研究, 86 (3): 2-9.

Spencer, M. R. and Gastin, P. B. (2001) Energy system contribution during 200-to 1500-m running in highly trained athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33: 157-162.

高橋英幸 (2000) 運動と筋のエネルギー代謝. 勝田 茂

(編). 運動と筋の科学. 朝倉書店. 東京. pp. 29-45.
渡邊信晃・榎本好孝・狩野 豊・安井年文・宮下 憲・
久野譜也・勝田 茂 (1999) スプリンターの筋横断面
積と疾走速度との関係における性差. 陸上競技研究,
39 (4) : 12-19.
渡邊信晃・榎本好孝・大山下圭悟・狩野 豊・安井年文・
宮下 憲・久野譜也・勝田 茂 (2000) スプリンター
の股関節筋力とスプリント走パフォーマンスとの関
係. 体育学研究, 45 : 520-529.

渡邊信晃・榎本靖士・大山下圭悟・宮下 憲・尾縣 貢・
勝田 茂 (2003) スプリント走時の疾走動作および間
接トルクと等速生最大筋力との関係. 体育学研究,
48 : 405-419.
山元康平・宮代賢治・内藤 景・木越清信・谷川 聡・
大山下圭悟・宮下 憲・尾縣 貢 (2014) 陸上競技
400m 走におけるレースパターンとパフォーマンスと
の関係. 体育学研究, 59 : 159-173.

日本トップレベルの十種競技者における 100m 走レースの特徴 ～ 2009 年から 2015 年のレースを対象として～

大家利之¹⁾, 大沼勇人²⁾, 吉本隆哉²⁾, 山中 亮³⁾, 輪島裕美²⁾, 荻根澤千鶴⁴⁾, 持田 尚⁵⁾,
松田克彦⁶⁾, 本田 陽¹⁾, 松尾彰文⁷⁾, 松林武生²⁾

Characteristics of 100 m race in Japanese elite decathletes: from 2009 to 2015

Toshiyuki OHYA¹⁾, Hayato OHNUMA²⁾, Takaya YOSHIMOTO²⁾, Ryo YAMANAKA³⁾, Hiromi WAJIMA²⁾,
Chizuru OGINEZAWA⁴⁾, Takashi MOCHIDA⁵⁾, Katsuhiko MATSUDA⁶⁾, Yo HONDA¹⁾, Akifumi MATSUO⁷⁾
and Takeo MATSUBAYASHI²⁾

Abstract

This study compared the running characteristics of Japanese elite male decathletes and sprinters during 100-m races. We examined the 100-m race results, maximal running speeds, step lengths, and step frequencies of fifteen Japanese elite decathletes (mean height: 181.0 ± 4.9 cm, mean body weight: 78.8 ± 6.5 kg) who participated in 79 races and 26 elite male sprinters (mean height: 174.8 ± 6.6 cm, mean body weight: 67.9 ± 6.4 kg) who participated in 115 races from 2009 to 2015. For each participant, we selected the race with the best finish-time for use in our analyses. Finish times were strongly correlated with maximal 100-m race running speed in both groups (decathletes: -0.98, $P < 0.0001$; sprinters: -0.96, $P < 0.0001$). Maximal 100-m running speeds (10.4 ± 0.3 m/sec vs. 11.1 ± 0.2 m/sec) and step frequencies at maximal running speed (4.6 ± 0.1 steps/sec vs. 4.9 ± 0.2 steps/sec) were significantly lower in the decathletes than the sprinters. Step lengths at maximal running speed (2.3 ± 0.1 m vs. 2.3 ± 0.1 m) did not significantly differ between the groups. When corrected for height, the step length of the decathletes was significantly lower than that of the sprinters only in the constant speed and deceleration phases of the 100-m race.

キーワード：混成競技, ステップ頻度, ステップ長, 短距離競技者, エリート競技者

1. 緒言

十種競技とは、100m 走、走幅跳、砲丸投、走高跳、400m 走、110m ハードル走、円盤投、棒高跳、槍投、1500m 走を 2 日間で行い、各種目の記録を得点に換算し、その合計得点を競う競技である。日本人の十種競技者のオリンピックでの最高位は 12 位であり、日本人の十種競技者（以下、十種競技者という）がオリンピックで上位に入るためには、更なる強化が必要である。持田ほか（2010）は、十種競技者レベル別にみた種目別パフォーマンス分析と下限ラインを明らかにし、日本人十種競技者の強化課題の抽出を試みた。十種競技の最初に行われる 100m 走の記録は、競技同レベル内において、ばらつきが大きいのが、十種競技記録が高まるにつれてその記録が良くなる傾向にあることを報告している。また、8300 点以上の記録を持つ十種競技者は、11 秒 34 より遅い記録を保持していないという特徴があることを報告している。

100m 走は、フィニッシュタイムと最高疾走速度との間に高い負の相関関係があると報告されている（阿江ほ

-
- 1) 中京大学スポーツ科学部 Chukyo University
〒 470-0393 愛知県豊田市貝津町床立 101
 - 2) 国立スポーツ科学センター Japan Institute of Sport Sciences
〒 115-0056 東京都北区西が丘 3-15-1
 - 3) 帝京平成大学 Teikyo Heisei University
〒 290-0192 千葉県市原市ちはら台西 6-19
 - 4) 日本大学 Nihon University
〒 154-0002 東京都世田谷区下馬 3-34-1
 - 5) 帝京科学大学 Teikyo University of Science
〒 409-0193 山梨県上野原市八ッ沢 2525
 - 6) 名古屋学院大学 Nagoya Gakuin University
〒 480-1214 愛知県瀬戸市上品野 1350
 - 7) 鹿屋体育大学 National Institute of Fitness and Sports in Kanoya
〒 891-2393 鹿児島県鹿屋市白水町 1

か、1994；松尾ほか，2008）。疾走速度は，単位時間あたりの歩数を示すステップ頻度と，1歩あたりの移動距離を示すステップ長との積で決定される。ステップ頻度とステップ長との間には，ステップ頻度が増加するとステップ長が低下し，ステップ長が増加するとステップ頻度が低下するという関係がある（Hunter et al, 2004）。最高疾走速度を高めるためには，ステップ頻度または（及び）ステップ長の改善が不可欠であるが，ある疾走速度を獲得する為のステップ頻度とステップ長との組み合わせは無数に存在する。Kunz and Kaufman（1981）は，スイス人のエリート十種競技者とアメリカ人の短距離走を専門とするエリート競技者の100m走レース時のステップ頻度およびステップ長の特徴を分析した結果，十種競技者は短距離走を専門とする競技者（以下，短距離競技者と言う）と比較して，100m走レース時のステップ頻度が低く，ステップ長が短いと報告し，最高疾走速度を獲得する為に最適なステップ頻度とステップ長との比は，個人によって異なると考察している。しかしながら，Kunz and Kaufman（1981）の研究は，異なる国の十種競技者と短距離競技者との比較をしていることから，コーチング技術やトレーニング方法がその国によって異なり，それが結果に影響している可能性があることも考察されている。十種競技者の100m走レースの特徴を詳細に明らかにするためには，同一の国の短距離競技者と比較することが望ましいと考えられる。

これまでに日本人の十種競技者の100m走レース分析の報告はなく，日本人の十種競技者の100m走レースの特徴は明らかになっていない。本研究では，日本人の十種競技者の100m走レース時の特徴を明らかにすることを目的として，2009年から2015年に行われた日本トップレベルの十種競技者における100m走レースをステップ頻度及びステップ長に着目して分析した。100m走のフィニッシュタイムと強い相関関係にある最高疾走速度時のステップ頻度およびステップ長のみでなく，スタートからフィニッシュまでのレース全局面に関して分析を行った。日本人十種競技者の100m走レースの特徴を詳細に明らかにする為には，日本トップレベルの男子短距離競技者の100m走レースの特徴と比較した。

十種競技者はその種目の特性上，短距離競技者とは異なり，100m走以外の種目のトレーニングにも時間を費やす必要がある。十種競技に3種含まれている跳躍種目（走幅跳，走高跳，棒高跳）では，助走の速度が跳躍記録に大きく影響する。しかしながら，助走で高い疾走速度を獲得できても，踏み切り位置が足に合わなければ，バーを落としてしまったり，踏切板を踏み越えてしまったりする。これを防ぐにはいつも同じステップ長で助走を行うことが重要である（吉田，2013）。したがって，必然的に最大努力下での走トレーニングを反復することになり，最大努力すなわちステップ頻度を高めてトレ

ニングすることが少ないと考えられる。したがって，100m走中のステップ頻度は，短距離競技者と比較して低い可能性があると考えられる。本研究では，十種競技者は100m走中はレース全体を通して，ステップ頻度は短距離競技者と比較して低いと仮説を立て，検証する。

2. 方法

2-1 分析の対象としたレース

十種競技者の100m走レースの分析は，2009年から2015年までに，国内外で行われた主要な競技会の15名の競技者のレースを対象とした（合計79レース）。複数のレースで分析を実施した競技者については，その中でフィニッシュタイムが最も短いレースを代表値として採用した。短距離競技者の100m走レース分析は，2009年から2015年までに，国内で行われた主要な競技会の26名の競技者の決勝レースを対象とした（合計115レース）。複数のレースで分析を実施した競技者については，その中でフィニッシュタイムが最も短いレースを代表値として採用した。

2-2 レース分析の対象とした競技者の身体的特徴

レース分析の対象とした日本トップレベルの十種競技者15名および短距離競技者26名の身体的特徴を表1に示した。身体的特徴に関するデータは，国立スポーツ科学センターで行われたメディカルチェックまたはフィットネスクチェック時に測定したデータを採用した。体脂肪率は，空気置換法（BODPOD, Cosmed社製）を用いて算出した。除脂肪体重は，体重から体脂肪量を減ずることで算出した。

2-3 疾走速度の分析

100m走レース中の疾走速度は，レーザードップラ方式の距離・疾走速度測定装置（LDM301S, JENOPTIK社製）を用いて測定した。この機器は，本体から対象物へ不可視レーザーを照射し，対象物表面にて反射したレーザーが機器へ戻るまでの時間から，機器と対象物との距離を20mmの精度にて計測することが可能である。スタート位置後方に機器本体を設置し，100Hzのサンプリング頻度にて機器から競技者腰背部へレーザーを照射して，競技者位置の時系列情報をレーススタートからフィニッシュまで取得した。得られた時系列情報を遮断周波数0.5Hzのバターワースローパスフィルタで平滑化（金高，1999）したのち，スタートから10mごとの通過時刻を100分の1秒単位（100Hzサンプリング頻度におけるサンプリング間隔に相当）で判断し，さらには10m区間ごとおよび4ステップごとの所要時間と平均疾走速度（所要時間の逆数）を算出した（松林ほか，2012；松尾ほか，2009）。また，4ステップごとに分析した区間疾走速度の中で最も高い疾走速度を，最高疾走速度と

表1 日本トップレベルの十種競技者および男子短距離競技者の身体的特徴。値は平均値±標準偏差で示している。

	身長 (cm)	体重 (kg)	体脂肪率 (%)	除脂肪体重 (kg)
十種競技者 (n = 15)	181.0 ± 4.9	78.8 ± 6.5	9.8 ± 1.8	71.2 ± 6.6
短距離競技者 (n = 26)	174.8 ± 6.6	67.9 ± 6.4	8.1 ± 2.3	62.5 ± 6.5
有意差	*	*	*	*

*は十種競技者と短距離競技者との有意差を示している (P < 0.05)。

した。

2-4 ステップ頻度およびステップ長の分析

本研究では、左右どちらかの足の接地の瞬間から、他方の足の接地の瞬間までを1ステップとし、4ステップ分の所要時間の逆数を4で除した値をステップ頻度とした(松尾ほか, 2011)。スタートブロックから離れた後の最初のステップから、フィニッシュ瞬間が含まれるステップまでを分析対象とした。フィニッシュ瞬間を含むステップが4ステップに満たなかった場合、つまり3ステップ以下の端数が生じた場合は、これらのステップは当該区間のデータのみを分析対象から除外した。4ステップごとの所要時間は、観客席から撮影したハイスピードカメラ (Exilim, casio 社製, 299.7fps, または Lumix FZ-200, panasonic 社製, 239.76fps) の映像を用いて分析した。すなわち、起点となるステップの接地瞬間のフレーム、またその4ステップ後の接地瞬間のフレームを目視で確認し、その間の経過フレーム数に、フレーム間隔時間 (299.7fps の場合は 1/299.7s, 239.76fps の場合は 1/239.76 s) を掛けることで算出した。ステップ頻度に対する身長の影響を排除するために、4ステップごとのステップ頻度指数を以下の式によって算出した(伊藤ほか, 1998)。ステップ頻度指数 = 4ステップごとに算出したステップ頻度・(身長・重力加速度⁻¹)^{1/2}。なお、ステップ頻度指数は、各競技者のレース毎に算出した。

レーザードップラ方式の距離・疾走速度測定装置で測定した競技者腰背面位置の時系列情報と、ステップ頻度算出時に利用した4ステップごとの接地の瞬間に関する時刻情報を用いて、4ステップごとの競技者の移動距離を計算し、これを4で除すことで算出した距離をステップ長とした。フィニッシュ瞬間を含むステップが3ステップ以下の端数となった場合は、これらのステップは当該区間のデータのみを分析対象から除外した。距離・疾走速度測定装置とハイスピードカメラとの同期は、ハイスピードカメラ映像に競技者と共にスタート信号器発射時の閃光を映し、これが映り込んだフレームから対象競技者のフィニッシュタイム相当の時間が経過した後のフレームを特定して、このフレームの時刻と競技者位置の時系列情報が100mとなる時刻とが一致するとして合わせた。ステップ長に対する身長の影響を排除するために、4ステップごとのステップ長指数を以下の式によ

て算出した(伊藤ほか, 1998)。ステップ長指数 = 4ステップごとに算出したステップ長・身長⁻¹。なお、ステップ長指数は、各競技者のレース毎に算出した。

本研究では4ステップごとのステップ頻度とステップ長を乗じた値(4ステップごとの疾走速度)が最大となった時のステップ頻度とステップ長の値を、最高疾走速度時のステップ頻度とステップ長として分析した。

2-5 統計

統計処理には、統計処理ソフトウェア (SPSS22.0 for Windows) を用いた。身体的特徴に関するデータ及び最高疾走速度、最高疾走速度時のステップ頻度とステップ長に関する十種競技者と短距離競技者との比較には対応のないt検定を用いた。100m走レース時の最高疾走速度とフィニッシュタイムとの相関関係については、Pearsonの積率相関係数を算出した。また、100m走レース時の疾走速度(疾走速度×疾走区間)、ステップ頻度(ステップ頻度×疾走区間)およびステップ長(ステップ長×疾走区間)に関する十種競技者と短距離競技者との比較は、反復のある二元配置分散分析を行い、F値が有意であった場合は事後検定を行った。事後検定には対応のないt検定 (Bonferroni法) を用いた。なお、有意水準は危険率5%未満とした。

3. 結果

十種競技者および短距離競技者の身体的特徴を表1に示した。十種競技者と短距離競技者の身体的特徴は、有意な差があった。100m走レース時の最高疾走速度とフィニッシュタイムとの関係を図1に示した。十種競技者および短距離競技者ともに、100m走レース時の最高疾走速度とフィニッシュタイムの間には、有意な高い負の相関関係があった。100m走レース時の10mごとの疾走速度の変化を図2-①に、4ステップごとの疾走速度の変化を図2-②に示した。十種競技者の10mごとおよび4ステップごとの疾走速度は、どの局面においても短距離競技者と比較して有意に低かった。疾走速度と疾走区間との間に交互作用が認められた。最高疾走速度および最高疾走速度時のステップ頻度とステップ長を表2に示した。十種競技者の100m走レース時の最高疾走速度と最高疾走速度時のステップ頻度は、短距離競技者と比較して有意に低かったが、最高疾走速度時のステップ長は、

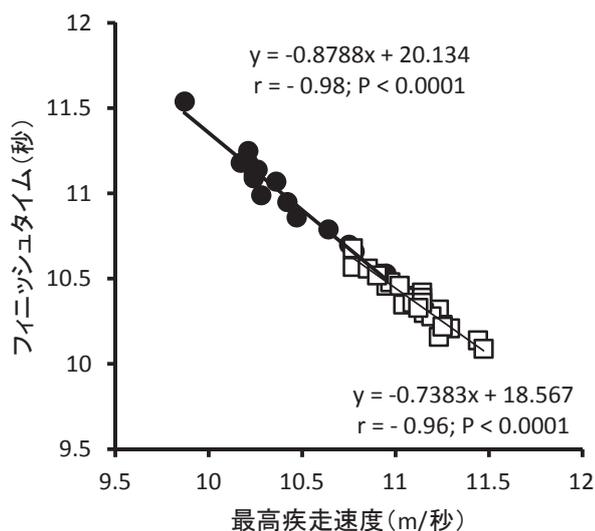


図1 100 m 走レース時の最高疾走速度とフィニッシュタイムとの関係。● 十種競技者 (n=15), □ 短距離競技者 (n=26)。

有意な差はなかった。100m 走レース時の4ステップごとに分析した平均ステップ頻度を図3-①に、平均ステップ頻度指数を図3-②に示した。十種競技者の4ステップごとに分析した平均ステップ頻度および平均ステップ頻度指数は、短距離競技者と比較して有意に低かったが、平均ステップ頻度および平均ステップ頻度指数と疾走区間との間に交互作用は認められなかった。100m 走レース時の4ステップごとに分析した平均ステップ長を図4-①に、平均ステップ長指数を図4-②に示した。4ステップごとに分析した平均ステップ長は、十種競技者と短距離走競技者との間で有意な差はなかった。十種競技者の4ステップごとに分析した平均ステップ長指数は、25歩目以降で短距離競技者と比較して有意に低かった。平均ステップ長指数と疾走区間との間に交互作用が認められた。

4. 考察

本研究の十種競技者および短距離競技者ともに、100m 走レース時の最高疾走速度とフィニッシュタイムとの間には、有意な高い負の相関関係があった(図1)。十種競技者の最高疾走速度は10.4m/秒であり、短距離競技者の最高疾走速度は、11.1m/秒であった(表2)。本研究の結果は、2004年から2007年までに日本国内で行われた主要な大会での男子短距離競技者の100m 走レースを214レース分析した松尾ほか(2008)の結果と同様の傾向を示した。松尾ほか(2008)は、100m 走レース時の最高疾走速度とフィニッシュタイムの間には、有意な高い負の相関関係があり($r = -0.97, P < 0.0001$)、最高疾走速度が100m 走レースの記録に大きく影響すると結論づけている。種目の専門性にかかわらず、100m 走レースの記録向上には、最高疾走速度を高めることが重要であると考えられる。

十種競技者の10mごとに分析した疾走速度は、どの局面においても短距離競技者と比較して有意に低かった(図2-①)。ただし、十種競技者も短距離競技者もスタート後、60mから70mの地点で最高疾走速度に達しその後、疾走速度が減少する傾向にあり、ここに差異はなかった。また、十種競技者の4ステップごとに分析した疾走速度は、どの局面においても短距離競技者と比較して有意に低かった(図2-②)。十種競技者も短距離競技者もスタートして25歩目から28歩目の地点で最高疾走速度に達し、その後、疾走速度が減少する傾向にあった。2012年から2013年の日本トップレベルの男子短距離競技者の100m 走レースを142レース分析した松尾ほか(2013)によると、60mから70mの局面で最高疾走速度に到達したレースが分析全体の61.3%(87レース)であり、最も例数が多かった。本研究の分析対象のような100m 走レースの記録が10.0秒から11.5秒程度の範囲にある日本トップレベルの十種競技者および男子短距離競技者であれば、100m 走レースの疾走速度変化のパターンは、専門とする種目にかかわらず類似した傾向になると考えられる。

十種競技者の4ステップごとに分析した平均ステップ頻度は、どの局面においても短距離競技者と比較して有意に低かった(図3-①)。十種競技者の最高疾走速度時のステップ頻度は4.6歩/秒であり、短距離競技者は、4.9歩/秒であった(表2)。4ステップごとに分析した平均ステップ長は、どの局面においても種目間で有意な差はなかった(図4-①)。十種競技者も短距離競技者も、最高疾走速度時のステップ長は2.3mであり(表2)種目間での有意な差はなかった。エリート男子短距離競技者のステップ頻度は、最高疾走度時でおおよそ5.0歩/秒であり(Mann and Herman, 1985; Mero et al, 1992; Moravec et al, 1988)、最高走速度時のステップ長は、2.0mから2.6mの範囲であることが報告されている(Mann and Herman, 1985; Mero et al, 1992; Moravec et al, 1988)。これと本研究の結果とを比較しても、十種競技者はステップ頻度が低いことが示唆される。また、7m/秒より高い疾走速度範囲において、より高く疾走速度を増加させる際には、ステップ長よりもステップ頻度の増加が主な要因となる(Mero and Komi, 1986; Mero and Komi, 1992)ことや、最高疾走速度を高めるためには、ステップ頻度を高めることの方がステップ長を伸ばすことより、重要な要因である可能性も指摘されている(Mero et al, 1981; Mero and Komi, 1992)ことを踏まえると、十種競技者が短距離競技者と比較して最高疾走速度が低い要因の一つは、ステップ頻度の低さにあると考えられる。

歩数のような単位時間当たりの運動回数は長さの尺度(身長や下肢長など)に反比例し、歩幅は長さの尺度に比例することが指摘されている(Alexander, 1978)。Hoffmann(1971)は、100m 走のフィニッシュタイムが

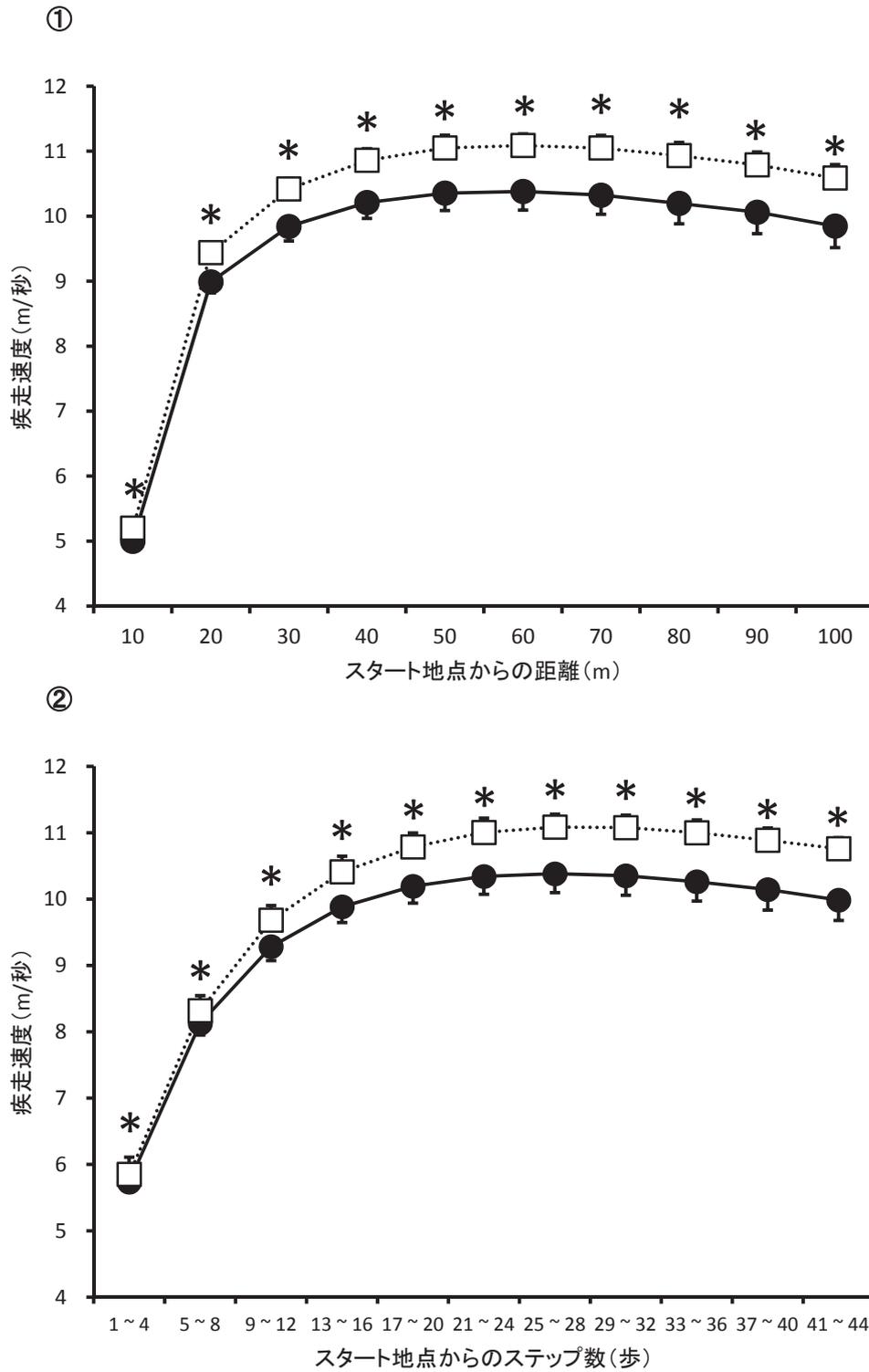


図2 ①) 100 m 走レース時の 10 m ごとの疾走速度の変化および②) 4 ステップごとの疾走速度の変化. ● 十種競技者 (n=15), □ 短距離競技者 (n=26).

* は十種競技者と短距離競技者との有意差を示している (P < 0.05).

表2 100m 走レース時の最高疾走速度および最高疾走速度時のステップ頻度とステップ長. 値は平均値 ± 標準偏差で示している.

	最高疾走速度 (m/秒)	ステップ頻度 (歩/秒)	ステップ長 (m)
十種競技者 (n = 15)	10.4 ± 0.3	4.6 ± 0.1	2.3 ± 0.1
短距離競技者 (n = 26)	11.1 ± 0.2	4.9 ± 0.2	2.3 ± 0.1
有意差	*	*	Non-significant

* は十種競技者と短距離競技者との有意差を示している (P < 0.05).

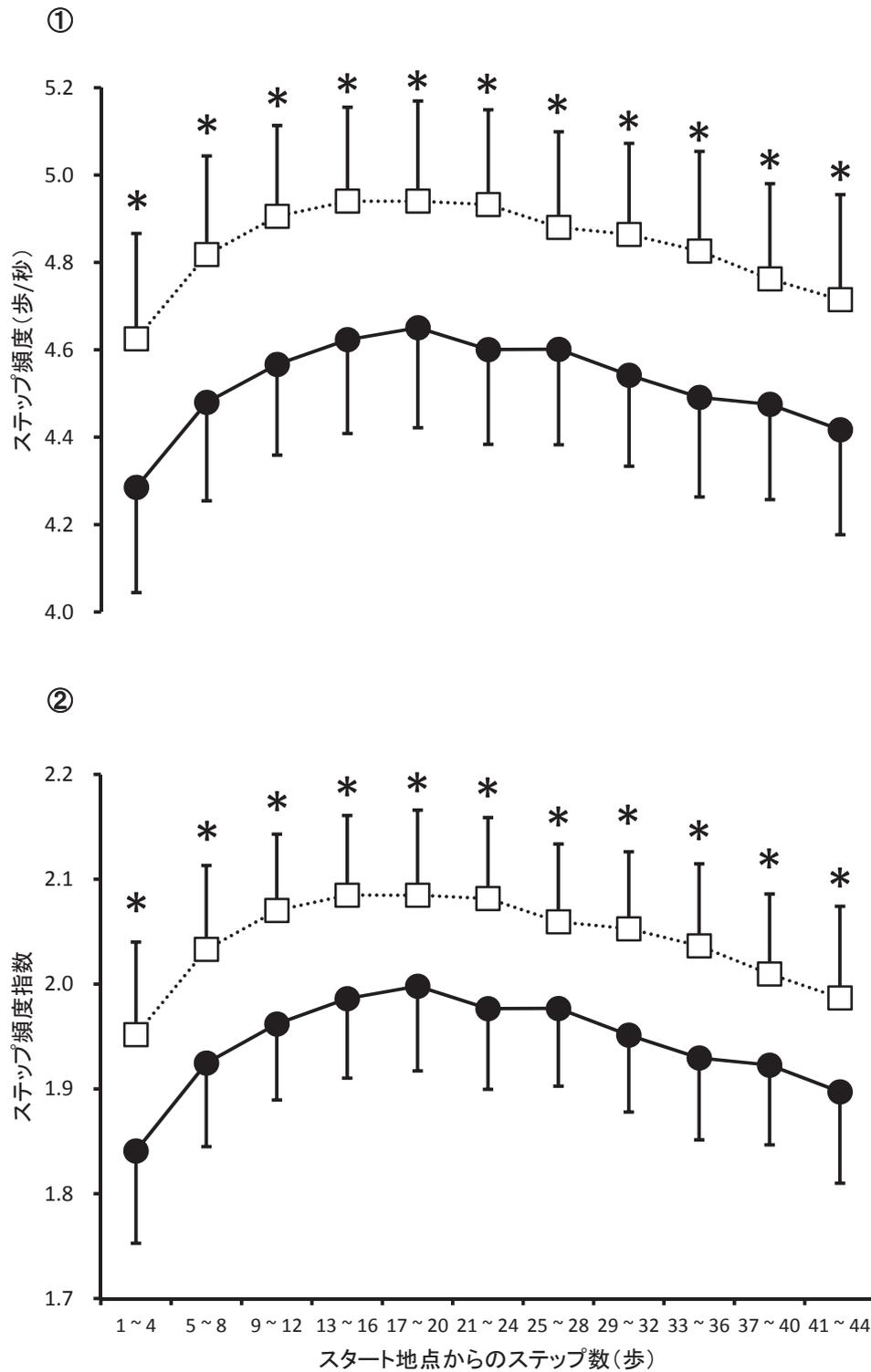


図3 ①) 100 m 走レース時の4ステップごと分析した平均ステップ頻度の変化および②) 平均ピッチ指数の変化. ● 十種競技者 (n=15), □ 短距離競技者 (n=26).

*は十種競技者と短距離競技者との有意差を示している (P < 0.05).

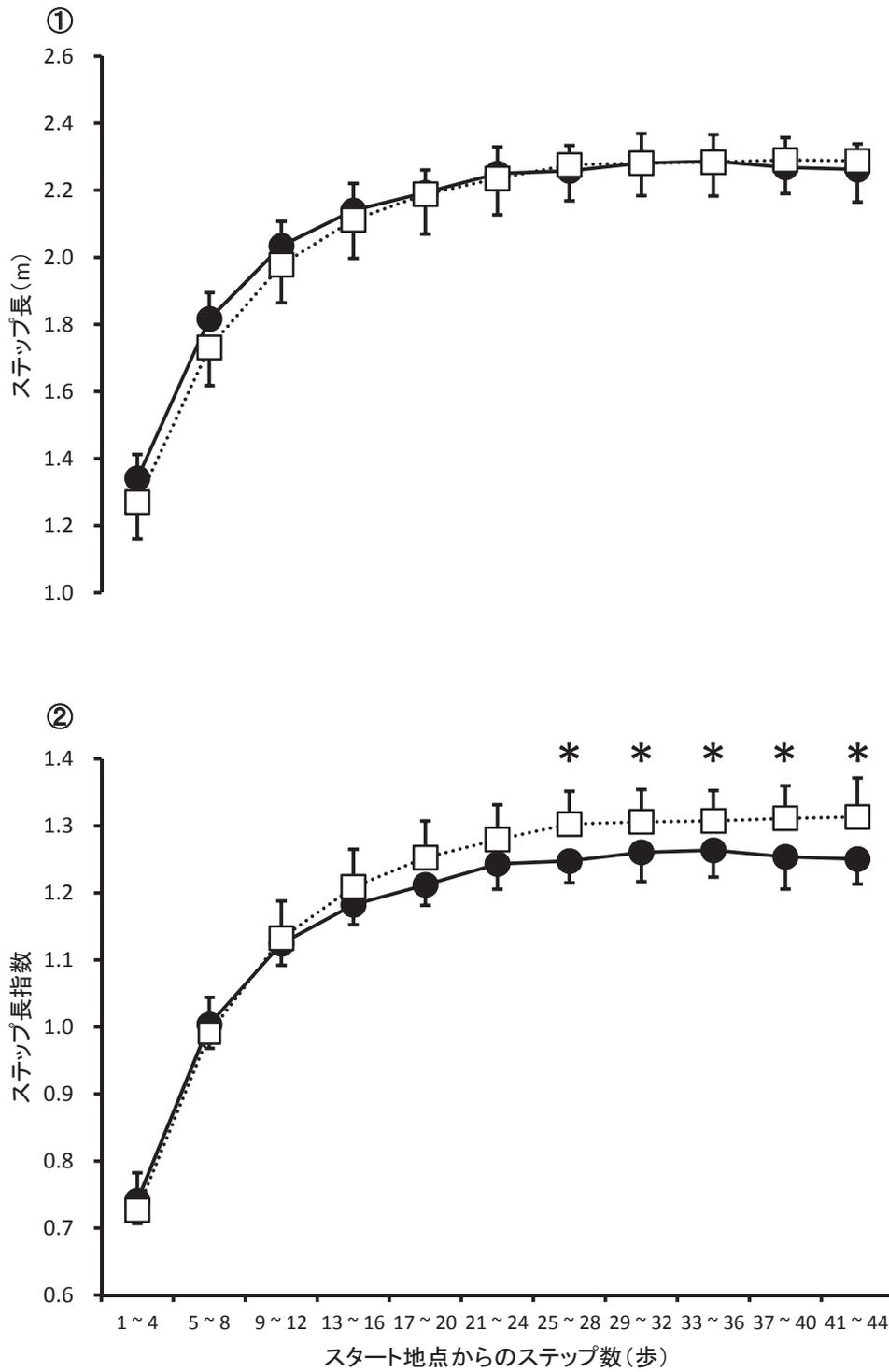


図4 ①) 100 走レース時の4ステップごとに分析した平均ステップ長の変化および②) 平均ステップ長指数の変化.
 ● 十種競技者 (n=15), □ 短距離競技者 (n=26).

*は十種競技者と短距離競技者との有意差を示している (P < 0.05).

10.0 秒から 10.7 秒の短距離競技者において、100m 走中の平均ステップ頻度、平均ステップ長と身長との間には密接な関係があると報告している。つまり、短距離競技者の身長が高い程、平均ステップ頻度は低い傾向にあり、平均ステップ長は長い傾向にあったことを報告している。そこで本研究では、ステップ頻度およびステップ長に対する身長の影響を排除するために、ステップ頻度指数およびステップ長指数を算出した(図 3-②, 図 4-②)。しかしながら、ステップ頻度指数で比較した場合でも、十種競技者はどの局面においても短距離競技者よりも有意に低かった(図 3-②)。本研究の十種競技者の身長は、短距離競技者と比較して有意に高かった(表 1)ことから、本研究の十種競技者の平均ステップ頻度が低い要因の一つとして、身長の違いが挙げられるものの、その他にもステップ頻度を高める走技術といった機能的な要因も影響していると考えられる。ただし、本研究で分析した内容のみでは、それぞれの要因がステップ頻度の低さに対してどの程度関与しているか、その詳細まで明らかにすることは難しい。

また、十種競技に 3 種含まれている跳躍種目(走幅跳、走高跳、棒高跳)では、助走の速度を高めることも重要であるが、高い疾走速度の中で適切に踏み切りを行わなければならない。適切に踏み切りを行うためにはいつも同じステップ長で助走を行うことが重要である(吉田, 2013)。したがって、必然的に最大努力下での走トレーニングを反復することになり、最大努力すなわちステップ頻度を高めてトレーニングすることが少ないと考えられる。競技力向上に対して疾走速度を高めることが主要因である短距離専門の競技者とは異なり、ステップ長を一定にすることが重要な跳躍種目も行わなければならないことは、十種競技者が短距離競技者と比較して 100m 走中のステップ頻度が低いことの一要因であると考えられる。

本研究の分析対象者となった十種競技者の 100m 走の記録の平均値は、11 秒 10 であり、短距離競技者の平均値は、10 秒 41 であった。宮代ほか(2013)は目標とする 100 走の記録に対する身長ごとの最高疾走速度時のステップ長およびステップ頻度を求めた。本研究の十種競技者の平均身長である 180cm の競技者が 10 秒 40 で走行するためには、ステップ頻度は 4.74 歩/秒、ステップ長は 2.31m となることを報告している。本研究における十種競技者の最高疾走速度時のステップ頻度の平均値は 4.6 歩/秒、ステップ長は 2.3m であり、ステップ長は概ね達成しているのに対し、ステップ頻度は目標値よりも低いと考えられる。すなわち、身体特性を考慮しても、十種競技者が 100m 走レースの記録を向上させるためには、ステップ頻度の向上が必要であると考えられる。

ステップ頻度を向上させるためには、支持時間と滞空時間のいずれかを短縮する必要がある。滞空時間は、ス

テップ頻度とステップ長との間のトレードオフを引き起こす主たる要因であることから、滞空時間の短縮はステップ長の低下を引き起こす可能性がある。したがって、ステップ頻度の向上には、支持時間の短縮が必要になると考えられる。支持時間の短縮には、支持期中の下肢動作を速めること、接地期中の脚全体スウィング速度を高めることが関与していると考えられる。このことから、十種競技者は、支持期の下肢動作の変化によって、支持時間の短縮が引き起こされる可能性がある。

4 ステップごとに分析した平均ステップ長は、どの局面においても種目間で有意な差はなく、十種競技者と短距離競技者で同程度であった。ただし、身長の影響を排除した平均ステップ長指数に関しては、24 歩目まで種目間で有意な差はなかったものの、25 歩目以降では十種競技者が短距離競技者と比較して有意に低かった(図 4-②)。100m 走の局面は、スターティングブロック局面、加速局面、スピード維持局面、減速局面の 4 つの局面に分けられる(Mero and Komi, 1992)。本研究では 25 歩目から 28 歩目でどちらの種目の競技者も最高疾走速度になっていることから、平均ステップ長指数に種目間で差がある局面は、スピード維持局面と減速局面であると考えられる。十種競技者は、加速局面においては短距離競技者と同程度のステップ長であるが、スピード維持局面および減速局面においては、その高身長から期待されるほどには、大きなステップ長を発揮できていなかったことが唆される。このことは、スピード維持局面および減速局面における短距離競技者との疾走速度の差の要因の一つになっていると考えられる。

5. 結 論

本研究の目的は、2009 年から 2015 年に行われた日本トップレベルの十種競技者における 100m 走レースを、ステップ頻度及びステップ長に着目し、日本トップレベルの短距離競技者と比較することで、日本人の十種競技者の 100m レース時の特徴を明らかにすることであった。日本トップレベルの十種競技者と短距離競技者の 100m 走レース時の疾走速度の変化パターンは同様であった。最高疾走速度時のステップ頻度は、十種競技者が短距離競技者と比較して低かったがステップ長に有意な差はなかった。身長の影響を排除したステップ頻度指数においても、十種競技者はレース全局面で短距離競技者と比較して低かった。ステップ長指数に関しては、加速局面では種目間の差はなかったものの、スピード維持局面や減速局面では十種競技者の方が低かった。本研究の十種競技者が短距離競技者と比較して最高疾走速度が低い要因として、加速局面においてはステップ頻度の低さが、スピード維持局面と減速局面では、ステップ頻度とステップ長の両方の低さが考えられた。

謝辞

本研究は、日本陸上競技連盟の依頼・協力のもとに実施した測定の実験データである。測定にご協力頂いた関係者の皆様に感謝申し上げます。

6. 著者貢献

大家利之：データの取得，分析，論文の執筆

大沼勇人，吉本隆哉，山中亮，本田陽，松林武生：データの取得，分析，論文の構成に対する議論および内容の修正への関与

輪島裕美，荻根澤千鶴，持田尚，松田克彦，松尾彰文：データの取得，分析，論文の内容に対する議論への関与

参考文献

- 阿江通良・鈴木美佐緒・宮西智久・岡田英孝・平野敬靖 (1994) 世界一流スプリンターの100mレースパターンの分析—男子を中心に—。世界一流陸上競技者の技術，ベースボール・マガジン社：東京，pp.14-28.
- Alexander, R. (1978) Terrestrial locomotion. Mechanics and energetics of animal locomotion, Chapman and Hall, London, pp.168-203.
- Hoffman, K. (1971) Stature, leg length, and stride frequency. Track Tech. 43: 1463-1469.
- Hunter, J.P., Marshall, R.N., and McNair, P.J. (2004) Interaction of step length and step rate during sprint running. Med Sci Sports Exerc, 36: 261-271.
- 伊藤 章・市川博啓・斉藤昌久・佐川和則・伊藤道郎・小林寛道 (1998) 100m 中間疾走局面における疾走動作と速度との関係。体育学研究, 43 : 260-273.
- 金高宏文 (1999) レーザー速度測定器を用いた疾走速度測定におけるデータ処理の検討。鹿屋体育大学学術研究紀要, 22 : 99-108.
- Kunz, H., and Kaufmann, D.A. (1981) Biomechanical analysis of sprinting: decathletes versus champions. Br J Sports Med. 15: 177-181.
- Mann, R., and Herman, J. (1985) Kinematic analysis of Olympic sprint performance: men's 200 meters. Int J Sport Biomech. 1: 151-162.
- 松林武生・持田 尚・本田 陽・松田克彦 (2012) 陸上競技・混成選手のパフォーマンス分析。トレーニング科学, 24 : 27-35.

- 松尾彰文・広川龍太郎・柳谷登志雄・土江寛裕・杉田正明 (2008) 男女100mレースのスピード変化。バイオメカニクス研究, 12 : 74-83.
- 松尾彰文・広川龍太郎・柳谷登志雄・杉田正明 (2009) 2008年男女100m, 110mハードルおよび100mハードルのレース分析。陸上競技研究紀要, 5 : 50-62.
- 松尾彰文・広川龍太郎・柳谷登志雄・持田 尚・杉田正明・松林武生・貴嶋孝太・川崎知美・苅部俊二・土江寛裕・清田浩伸・麻場一徳・中村宏之 (2011) 100mレースにおける4ステップごとにみたスピード，ピッチおよびストライドの変化。陸上競技研究紀要, 7 : 21-29.
- 松尾彰文・広川龍太郎・柳谷登志雄・小林 海・松林武生・貴嶋孝太・山本真帆・綿谷貴志・渡辺圭佑・杉田正明 (2013) 2012年および2013年の100mレースにおけるスピード変化と最高スピード出現区間について。陸上競技研究紀要, 9 : 50-55.
- Mero, A., Luhtanen, P., Viitasalo, J.T., and Komi, P.V. (1981) Relationships between the maximal running velocity, muscle fiber characteristics, force production and force relaxation of sprinters. Scand J Sports Sci. 3: 16-22.
- Mero, A., and Komi, P.V. (1986) Force-, EMG-, and elasticity-velocity relationships at submaximal, maximal and supramaximal running speeds in sprinters. Eur J Appl Physiol. 55: 553-61.
- Mero, A., Komi, P.V. and Gregor, R.J. (1992) Biomechanics of sprint running. A review. Sports Med. 13: 376-392.
- 宮代賢治・山元康平・内藤 景・谷川 聡・西嶋尚彦 (2013) 男子100m走における身長別モデルステップ変数。スプリント研究, 22 : 57-76.
- 持田 尚・松林武生・松尾彰文・松田克彦・本田 陽・阿江通良 (2010) 混成強化部への科学的サポート—得点分析からみた日本人十種競技界の現状と課題—。陸上競技研究紀要, 6 : 122-125.
- Moravec, P., Ruzicka, J., Susanka, P., Dostal, E., Kodejs, M., and Nosek, M. (1988) The 1987 International Athletic Foundation/IAAF Scientific Project Report: time analysis of the 100 metres events at the II World Championships in Athletics. New Studies in Athletics. 3: 61-96.
- 吉田孝久 (2013) 第3章跳躍種目。陸上競技指導教本アンダー16・19基礎から身につく陸上競技，大修館書店：東京，pp. 96-115.

注意の焦点づけが陸上競技投てき競技者のパフォーマンスに与える影響

大木雄太¹⁾, 國部雅大²⁾

Influence of attentional focus on performance
of throwing events in track and field

Yuta OKI¹⁾, Masahiro KOKUBU²⁾

Abstract

This study aimed to elucidate the influence of attentional focus on performance of throwing events in track and field, which require whole-body coordination of muscle activity. Four types of attentional focus were defined along two axes: the internal-external axis and the task related-unrelated axis. Accordingly, we classified attentional focus as “internal task-related,” representing attention to the movements of one’s own body; “external task-related,” representing attention to the path of the thrown object and the target point; “internal task-unrelated,” representing attention to one’s own emotions and physical condition; and “external task-unrelated,” representing attention to spectators and the outcome. In study 1, the relationship between attentional focus and performance was examined by the comparison of best and worst performances through a questionnaire survey. In study 2, the influence of attentional focus on performance was examined experimentally. In the questionnaire results, external task-related attentional focus was associated with high performance, and internal task-related and external task-unrelated attentional foci were associated with low performance. In the experimental results, external task-related attentional focus was found to have a favorable influence on performance.

キーワード：心理的要因，注意，内的-外的，課題関連-非関連

1. 緒言

陸上競技の投てき種目は、普段の練習で行っている動きと、試合で行う動きとの差異が少なく、環境が安定し、あらかじめ実行される運動が決まっているなど、クロードスキルの要素を多く含んでいる。中込ほか（1994, p. 11）は、心理的要素の強い競技特性をもった種目、俗に言う「メンタルなスポーツ」の特徴として、短時間で意図する動作が完了する種目、動きの幅が狭い種目、自己ペース（自己完結）型の種目の3つを挙げている。投てき種目はこれらの特徴を有していることから、心理的

要因はより良いパフォーマンスの発揮に大きな影響を及ぼすことが考えられる。

熟練した投てき競技者は試合までに普段の練習の中で何百回、何千回と投げることを繰り返してきており、投動作は自動化されている。ここでいう自動化とは、運動技能の獲得後、特に意識的な制御がなくとも遂行可能であることをいう（e.g., Shiffrin and Schneider, 1977; Bebko et al., 2005）。このことから、試合時のパフォーマンス低下の一因として、自動化された動きが何らかの影響によって阻害されてしまっていることが考えられる。自動化された動きに影響を及ぼす心理的要因のひとつとして、注意の焦点づけがあげられる。そこで本研究では、パフォーマンスに影響を与える心理的要因として、注意の焦点づけに着目していく。

近年、多くの研究によって、注意の焦点づけが運動パフォーマンスに対して重要な影響を有していることが明らかにされている（Wulf, 2007a）。Wulfらによる一連の研究では、注意の焦点づけの中でも特に内的焦点と外的焦点の影響について比較が行われている（e.g., Wulf et al., 2007）。内的焦点とは、自身の身体運動への注意であり、外的焦点とは、環境に対して身体運動が与える効果への注意であると定義されている（Wulf, 2007b, p. 37）。多くの異なる課題から、外的焦点を用いたパフォーマンスが、内的焦点を使用時のパフォーマンスよりも有効であることが示されており、内的焦点では運動の自動化が損なわれること、また外的焦点では不必要な筋活動量が低下し、内的焦点に比べてパフォーマンスが向上することが考えられている（Wulf, 2007a）。内的焦点によるパフォーマンス低下の理由は、自動化された動作自体に

1) 筑波大学大学院人間総合科学研究科体育科学専攻 Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba 〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1
2) 筑波大学体育系 Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba 〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1

過剰に注意を配分してしまい、結果的に自動的に協調的な運動が損なわれてしまうからであるという立場（意識的制御理論；conscious processing hypothesis）からも説明されている。自動処理により運動が遂行された場合、パフォーマンスは低下しないはずであるが、実際には過剰な意識的制御、すなわち制御処理が自動処理を妨害することによってパフォーマンスが低下するという報告もある（Masters, 1992; Higuchi, 2000）。

パフォーマンスに対する外的焦点の有効性は、ダーツ（e.g., Marchant et al., 2007, 2009）や、ゴルフのショット（Perkins-Ceccato et al., 2003; Bell and Hardy, 2009）などによって明らかにされている。このように、注意とパフォーマンスに関する研究では、小筋を用いた課題や、正確性の要求される課題が主に用いられてきた。しかし、そこから得られた知見が、全身を用いた大きな力の発揮が求められる課題についてもあてはまるかどうかについて検討した研究はそれほど多くない。

全身を用いた大きな力の発揮が求められる課題に対する注意の効果を検討した先行研究は、垂直跳び（Wulf et al., 2007; Wulf and Dufek, 2009; Wulf et al., 2010）及び円盤投（Zarghami et al., 2012）を用いたものがある。垂直跳び課題に対する注意の焦点づけの影響を検討した研究（Wulf et al., 2007）では、注意に関する指示を与えない統制群、手の指先に注意を向ける内的焦点群、そして触る対象物である横木に注意を向ける外的焦点群が比較され、外的焦点群は他の2群に比べて高いパフォーマンスを発揮することが明らかにされている。また、円盤投課題に対する注意の焦点づけの影響を検討した研究（Zarghami et al., 2012）では、手と手首に注意を向ける内的焦点条件と、目標地点に注意を向ける外的焦点条件を比較し、外的焦点の有効性が明らかにされている。このように、全身運動に対する注意の影響を検討した研究では、内的焦点と外的焦点という動作に関連する注意のみが扱われているが、実際の競技場面を考慮すると、動作に関連のない注意も同時に検討すべきである。

実際の競技環境では、主動作に関係のない要因に注意が向いてしまう、いわゆる注意散漫状態になることは決して珍しくない。主動作に関係のない要因へ向けられる注意は、心理的緊張感（あがり）がもたらす運動パフォーマンスの低下の説明概念として利用されている。例えば、極度の心理的緊張感の中で試合にのぞむと、「負けたらどうしよう」といった運動以外のことに気をとられることがある。試合中に実力が発揮できないのは、このような心配事に有限な処理資源が奪われてしまい、主動作であるスポーツ技能に注意が十分に配分できないからであるという考え方（処理資源不足説）がある（McLeod, 1977）。このような主動作に関係のない要因へ向けられる注意がパフォーマンスに与える影響については、二重課題法を用いた検討がなされている（e.g., Beilock et al.,

2004; Gray, 2004）。また、観客の存在がパフォーマンスに与える影響も検討されており（Wallace et al., 2005）、動作非関連の注意はパフォーマンスを低下させることが示唆されている。つまり、パフォーマンスに影響を与える注意の焦点づけには、内的-外的という軸だけではなく、主動作に関連している-いないといった軸も必要であることが考えられる。しかし、投てき種目において、動作非関連の注意がパフォーマンスにどのような影響を与えるのかについては未だ検討されていない。

そこで本研究では、試合状況における注意の焦点づけのタイプを捉えるため、「内的-外的」と、「動作関連-非関連」の2軸から注意の焦点づけのタイプを4つに分類した（図1）。第1軸は、注意が自分の身体内部に向けられているのか、身体外部に向けられているのかを捉え、第2軸は、注意が自身の行う動作に関連したものに向けられているか、動作に関連していないものに向けられているのかを捉えている。これらが表す注意の焦点づけのタイプを、本研究では、それぞれ「外的-動作関連」、「内的-動作関連」、「外的-動作非関連」、「内的-動作非関連」と命名した。「外的-動作関連」は投てき物の軌道や目標地点への注意、「内的-動作関連」は身体の動かし方への注意、「外的-動作非関連」は観客や順位への注意、「内的-動作非関連」は自分の感情や体調への注意を表している。本研究では、動作遂行中の注意について検討することを目的としたため、動きに直接関連している注意を動作関連の注意と定義した。この分類により、実際の競技環境で向けられうる注意の大部分を捉えることが可能になる。先行研究ではこの4つのタイプに対して個別に検討されていたり、動作関連の注意が比較されていたりするが、4つ全てを同時に比較検討したものはない。これらを検討することで、注意の焦点づけが投てきパフォーマンスに与える影響を総合的に明らかにすることができると思われる。

また、注意とスポーツに関する先行研究では、対象者の注意を操作することでパフォーマンスの変動を明らかにするといった、実験的な手法が主に採用されている。しかし、このような実験的手法では、実際の競技環境を再現できているかという課題が残る。そこで本研究では、投てき競技者が実際の試合時にどのような注意を用いていたのかを、質問紙調査によって明らかにする。さらに、実験的手法として、被験者内比較を行うことにより、向けるべき注意の焦点を変えた時のパフォーマンスへの影響を明らかにする。そして、質問紙調査と実験的手法から得られた結果をもとに、自動化された動きに影響を及ぼす心理的要因のひとつとして考えられる注意の焦点づけと投てきパフォーマンスの関係について、総合的に評価する。

以上から本研究では、全身を用いた大きな力発揮が求められる陸上競技投てき競技者を対象として、注意の焦

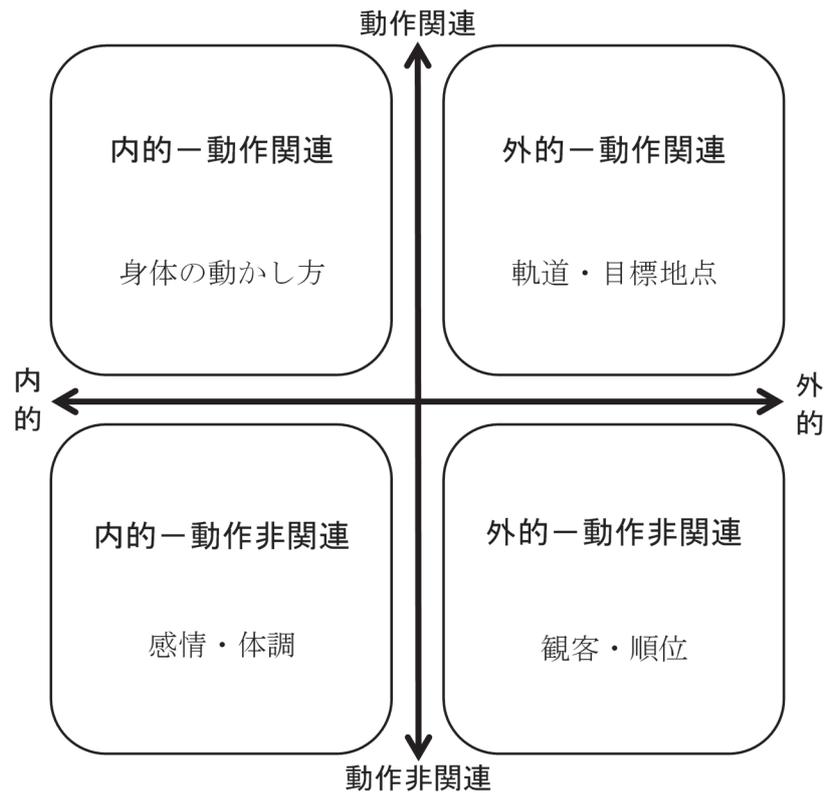


図1 注意の焦点づけのタイプ

点づけを内的-外的そして動作関連-非関連という2軸から捉え、そこから得られる4つの注意の焦点づけタイプを設定し、注意の焦点づけが投てきパフォーマンスに与える影響を明らかにすることを目的とした。研究1では、質問紙調査によるパフォーマンス最良時と最悪時の比較により、注意の焦点づけとパフォーマンスとの関係を明らかにし、研究2では、投てき競技者に対して実験的操作を行い、注意の焦点づけが投てき距離に与える影響を明らかにすることを目的とした。

2. 研究1

注意の焦点づけが投てきパフォーマンスに与える影響を明らかにすることに際して、まずは注意の焦点づけと投てきパフォーマンスに関係があるのかについて検討する必要がある。そこで研究1では、質問紙調査によるパフォーマンス最良時と最悪時の比較により、注意の焦点づけとパフォーマンスとの関係を明らかにすることを目的とした。

2.1 方法

(1) 対象者

大学の陸上競技部に所属する投てき競技者124名(男性84名,女性40名),砲丸投競技者24名(男性18名,女性6名),円盤投競技者26名(男性16名,女性10名),

ハンマー投競技者19名(男性11名,女性8名),やり投競技者55名(男性39名,女性16名)。平均年齢 19.9 ± 2.4 歳。競技経験年数 5.5 ± 2.4 年)を対象に質問紙調査を行った。対象者の競技レベルは地方大会レベルから世界大会出場レベルまで様々であった。対象者には、調査前に口頭及び文面で本調査の目的、内容、手順について説明し、全ての対象者から調査への参加についての承諾を得た。

(2) 調査内容

注意の焦点づけのタイプとして、内的-動作関連(上半身の動かし方を意識していた,下半身の動かし方を意識していた),外的-動作関連(目標地点を意識していた,投てき物の軌道のイメージを意識していた),内的-動作非関連(自分の感情を意識していた,自分の体調を意識していた),外的-動作非関連(観衆を意識していた,順位を意識していた)の4つの観点からなる8項目の質問紙を作成した。

対象者に、全競技歴の中でパフォーマンスが最も良かった試合と最も悪かった試合を想起してもらい、その試合中の意識について、1(あてはまらない),2(あまりあてはまらない),3(どちらともいえない),4(少しあてはまる),5(かなりあてはまる)までの5件法で回答を求め、各タイプの下位項目の得点を合計し、各タイプの得点(2~10点)とした。パフォーマンスの良し

悪しは、記録なしや怪我などによる影響を除いた試合の中から、対象者自身が記録や動きなどを総合的に評価したものとした。

(3) 分析方法

対象者 124 名のうち、回答に不備のなかった 120 名を分析の対象とした（有効回答率 96.8%）。2（パフォーマンス発揮：最良時、最悪時）× 4（注意の焦点づけ：内的-動作関連、外的-動作関連、内的-動作非関連、外的-動作非関連）の二元配置分散分析を行い、交互作用がみられた場合には、Bonferroni 法により単純主効果の検定を行った。分析の際の統計ソフトには SPSS ver. 22 を用い、有意水準は 5% とした。

2.2 結果

表 1 は、最良・最悪時のパフォーマンス発揮における注意の焦点づけの各タイプの平均とその標準偏差を示している。パフォーマンス発揮と注意の焦点づけのタイプによって、得点の平均値に違いがあるかを検討するため、二元配置分散分析を行った結果、有意な交互作用が認められた ($F(3,357) = 14.51, p < .01, \eta_p^2 = .11$)。多重比較の結果、内的-動作関連 ($F(1,119) = 11.40, p < .01, \eta_p^2 = .09$)、外的-動作関連 ($F(1,119) = 18.05, p < .01, \eta_p^2 = .13$)、そして外的-動作非関連 ($F(1, 119) = 5.71, p < .05, \eta_p^2 = .05$) において、パフォーマンス発揮の単純主効果が有意であった。つまり、内的-動作関連と外的-動作非関連の得点はパフォーマンス最良時に比べて最悪時に高くなり、外的-動作関連の得点はパフォーマンス最悪時に比べて最良時に高くなることが示された。なお、内的-動作非関連の得点はパフォーマンス最良時と最悪時で差はみられなかった (図 2)。

2.3 考察

投てき種目において、パフォーマンス最良時は目標地点や投てき物の軌道のイメージ（外的-動作関連）に注意が向けられていたのに対し、パフォーマンス最悪時は

身体の動かし方（内的-動作関連）、あるいは観客や順位（外的-動作非関連）に注意が向けられていたことが明らかになった。これは、先行研究 (e.g., Wulf, 2007a) で主張されている外的焦点の有効性と一致する。つまり、小筋運動を用いた正確性の要求される課題だけでなく、投てき種目のような大きな力の発揮と全身の筋の協調が求められる運動課題においても、課題に関連した外的な要因に注意を向けることと、高いパフォーマンス発揮と関連していることを示唆するものである。一方で、課題に関連した内的な要因、あるいは課題に関係しない外的な要因に注意を向けることは、低いパフォーマンス発揮と関連していることも明らかになった。

パフォーマンスが良い時と悪い時において、内的-動作非関連の得点に差がみられなかった理由は、注意における内容の違いから説明できると考えられる。内的-動作非関連は自分の感情や体調への注意であるため、パフォーマンスが良い時にはポジティブな感情に (Schmader et al., 2008)、悪い時にはネガティブな感情に注意が向けられており (Vast et al., 2011)、良い時と悪い時とでは注意の焦点づけの程度は同じであっても、そこでの内容に差異があると考えられる。

3. 研究 2

研究 1 において、外的-動作関連の注意が良いパフォーマンスと関係があること、内的-動作関連と外的-動作非関連の注意が悪いパフォーマンスと関係があることが質問紙調査により明らかになった。しかし、注意の焦点づけがパフォーマンスに影響を与えているのかという因果関係は明らかになっていないため、質問紙調査に加えて、実際の投てき記録も含めて注意の焦点づけの影響をさらに検討していく必要がある。研究 2 では、投てき競技者に対して実験的操作を行い、注意の焦点づけが投てき記録に与える影響を明らかにすることを目的とした。

表 1 各項目における得点の平均と標準偏差

		最良時		最悪時	
		M	SD	M	SD
内的-動作関連	上半身の動かし方を意識していた	2.7	1.3	3.3	1.1
	下半身の動かし方を意識していた	3.2	1.5	3.5	1.1
外的-動作関連	目標地点を意識していた	3.3	1.4	2.9	1.3
	投擲物の軌道のイメージを意識していた	3.5	1.4	2.6	1.2
内的-動作非関連	自分の感情を意識していた	3.2	1.3	3.2	1.1
	自分の体調を意識していた	2.8	1.3	2.9	1.2
外的-動作非関連	観衆を意識していた	2.3	1.2	2.7	1.3
	順位を意識していた	3.4	1.3	3.6	1.2

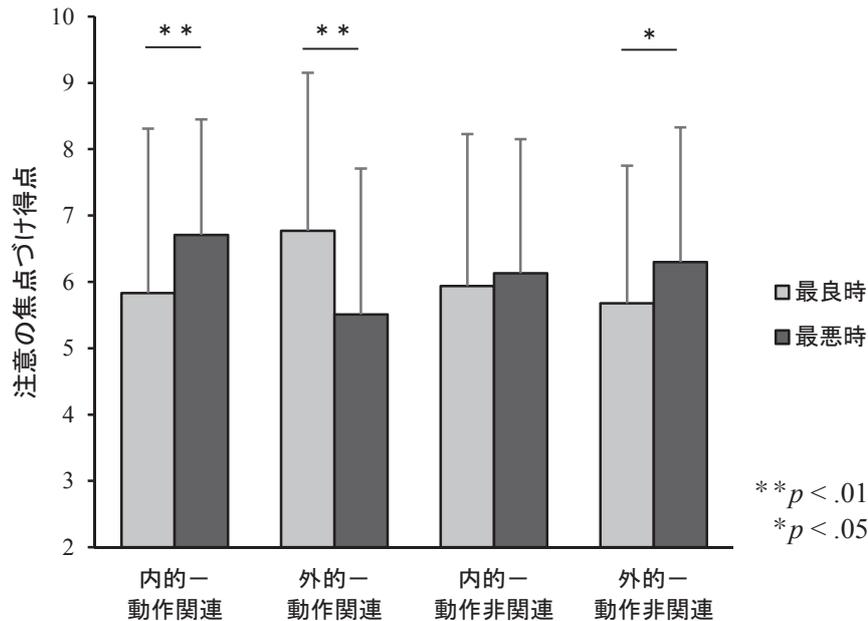


図2 パフォーマンス最良時と最悪時における注意の焦点づけの得点
(平均値±標準偏差)

3.1 方法

(1) 対象者

大学陸上競技部に所属する円盤投競技者8名(男性4名,女性4名,平均年齢 21.6 ± 1.7 歳,競技年数 7.5 ± 2.1 年)を対象に,円盤投を課題とし,注意の焦点づけの操作をはかった。対象者には,事前に本実験の内容,手順について説明し,全ての対象者から実験参加について承諾を得た。

(2) 実験統制

本実験では注意の焦点づけが投てき記録に与える影響を明らかにすることを目的としており,環境やコンディションを統制するため,対象者は全ての条件を1日で行った。計15投行うため,疲労による影響を少なくするために8割の主観的努力度で投げるように教示した。実験は11月中の2日間に各日4名ずつ行い,実験に要した時間は1名あたり45分であった。

(3) 実験条件

ベースライン測定,内的一動作関連条件,外的一動作関連条件,内的一動作非関連条件,外的一動作非関連条件の5条件に分け,対象者は全ての条件で試行を行った。その際には,まず,ベースライン測定を行い,その後の4条件の実施順序については,順序効果を相殺するため,ランダムとした。試行数は,各条件3試行ずつ行い,計15試行であった。また,各条件3試行を終える度に,投げた3試行について質問紙への回答を求めた。さらに,実験の終了後,内省記録用紙への記入を求めた。投げた円盤がネットに引っかかってしまった場合など,記録を測定できない場合をファールとして扱い,その試行をや

り直させた。なお,ファールは全試行中6回であった。また,ウォーミングアップは各自で行わせ,円盤を投げるために十分準備が整ったことを確認してからベースライン測定を開始した。

ベースライン測定では,対象者に注意の焦点づけに関する教示は行わなかった。内的一動作関連条件では,対象者に「円盤投を行う際の身体の動かし方に注意を向けて投げるように」と教示した。外的一動作関連条件では,対象者に「投げた円盤が到達するであろう目標地点と,投げる円盤の軌道イメージに注意を向けて投げるように」と教示した。内的一動作非関連条件では,対象者に「自分の今の感情-体調に注意を向けて投げるように」と教示した(体調への注意とは,心理的ならびに身体的疲労度とした)。外的一動作非関連条件では,対象者に「観客(他の対象者や実験者)と,ビデオによる撮影(実験後,専門家によって評価されると事前に説明した)に注意を向けて投げるように」と教示した。

(4) 質問紙①

研究1で用いた調査用紙を若干修正した(実験状況に合わせるため,「順位を意識していた」の項目を「ビデオによる撮影を意識していた」に変更した)ものを用いて,注意の焦点づけについて,1(あてはまらない),2(あまりあてはまらない),3(どちらともいえない),4(少しあてはまる),5(かなりあてはまる)の5件法で回答を求めた。この質問は,各教示が対象者にとってどの程度意識づけられていたかを確認するために行った。研究1と同様に,注意の焦点づけのタイプごとの得点を算出し(各タイプの下位項目の得点の合計;2~10点),他

の注意の焦点づけのタイプよりも高い得点を示しているか判断した。

(5) 質問紙②

投動作の自己評価についての質問紙調査に際しては、陸上競技投てき種目の研究および指導を行っている専門家と著者との協議をもとに抽出した円盤投の技術を構成する要素9項目を用いた。指定条件下での3投における動き（予備動作の動き、ターンの動き、リリースの動き、フォロースルーの動き、リズム、動きの連動、動きの勢い、パワーポジションの姿勢、投てき物の軌道）について、1（かなり悪かった）、2（悪かった）、3（どちらともいえない）、4（良かった）、5（かなり良かった）の5件法で回答を求めた。合計得点（9点～45点）を自己評価得点とした。

(6) 内省報告

内的一動作関連条件、外的一動作関連条件、内的一動作非関連条件、外的一動作非関連条件の4条件について、それぞれ内省の報告を求めた。

(7) 分析方法

8名全員を分析の対象とした。投距離については、ベースライン3投の平均値を算出し、それを100%とし、各条件3投の平均値を代表値として、ベースラインからの相対値を算出した。各条件3投のばらつきが少ないこと（再現性）を確認するために、条件ごとに級内相関係数を算出した。分析では、注意の焦点づけの得点、投てき記録、自己評価得点について条件の主効果を検討するために、一元配置分散分析を行った。条件の主効果が認められた場合には、Bonferroni法により多重比較した。分析の際の統計ソフトにはSPSS ver. 22を用い、有意水準は5%とした。

内省報告に関しては、それぞれの条件において最も教示に従っていたと回答した（質問紙①で最も高い得点を報告した）対象者による記述を抽出した。

3.2 結果

(1) 実験操作の妥当性とデータの信頼性

注意の焦点づけのタイプごとに得点を算出した。条件ごとに一元配置分散分析で検討したところ、すべての条件において有意な主効果がみられた。多重比較の結果、教示した注意の焦点づけの得点が、他の注意の焦点づけのタイプよりも有意に高い得点を示した。よって、本実験における注意の焦点づけの操作は正しくなされていたことが確認された。

また、級内相関係数はいずれの条件においても0.8以上の値を示していたことから、投てき記録におけるデータの信頼性が確認された。

(2) 投てき記録

対象者8名のベースラインでの平均実測値は42.07 ±

4.99m（男子41.85m、女子42.29m）であり、自己ベストに対する達成度は85.25 ± 4.60%であった。ベースラインでの記録を100%として、投てき距離の相対値を条件間で比較したところ、外的一動作関連条件の投てき記録が最も高く、4条件のなかで唯一ベースラインよりも高い記録を示した（図3）。4条件の平均に差があるかどうかを一元配置分散分析で検討したところ、有意な主効果がみられた（ $F(3,21) = 5.91, p < .01, \eta_p^2 = .46$ ）。多重比較の結果、外的一動作関連条件の方が内的一動作非関連条件よりも高い記録を示した（ $p < .05$ ）。

(3) 自己評価得点

合計得点の平均に条件による差があるかどうかを一元配置分散分析で検討したところ、有意な主効果がみられた（ $F(3,21) = 5.67, p < .01, \eta_p^2 = .45$ ）。多重比較の結果、外的一動作関連条件の方が内的一動作非関連条件よりも高い得点を示した（ $p < .05$ ）。下位項目得点の平均に差があるかどうかを検討したところ、ターンの動き（ $F(3,21) = 3.50, p < .05, \eta_p^2 = .33$ ）、フォロースルーの動き（ $F(3,21) = 2.70, p < .05, \eta_p^2 = .28$ ）、動きの勢い（ $F(3,21) = 5.79, p < .05, \eta_p^2 = .45$ ）、投てき物の軌道（ $F(3,21) = 5.28, p < .01, \eta_p^2 = .43$ ）において有意な主効果がみられた。多重比較の結果、ターンの動き、フォロースルーの動き、投てき物の軌道は外的一動作関連条件の方が内的一動作非関連条件よりも高い得点を示し、動きの勢いは内的一動作関連条件の方が内的一動作非関連条件よりも高い得点を示した（表2）。

(4) 内省報告

それぞれの条件において最も教示に従っていたと回答した（質問紙①で最も高い得点である10点を報告した）対象者による内省報告を表3にまとめた。内的一動作関

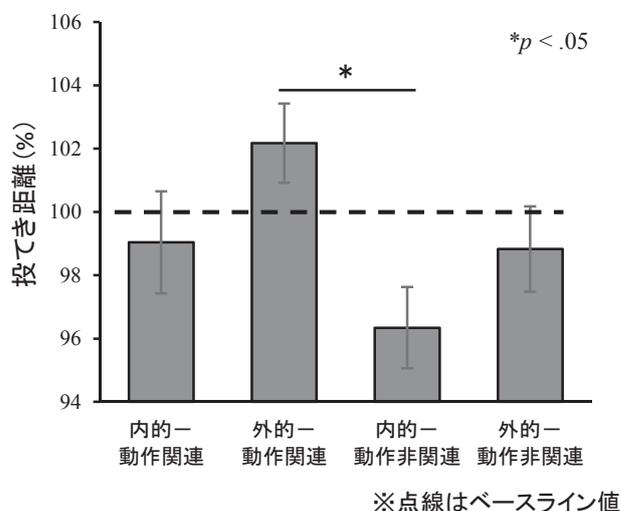


図3 各注意の焦点づけ条件における投てき距離（平均値±標準誤差）

表2 各注意の焦点づけ条件における自己評価の平均値と標準偏差

	1. 内的一動作関連		2. 外的一動作関連		3. 内的一動作非関連		4. 外的一動作非関連		F値	多重比較
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD		
予備動作の動き	3.4	0.5	3.4	0.7	2.6	0.7	3.1	0.8	2.33	
ターンの動き	2.9	1.1	3.4	1.1	1.9	0.6	2.9	0.8	3.50 *	2>3
リリースの動き	3.1	1.3	3.0	1.2	2.3	0.9	3.0	1.2	0.92	
フォロースルーの動き	2.8	1.0	3.4	0.9	2.3	0.7	3.0	0.5	2.70 *	2>3
リズム	3.3	0.7	3.3	0.9	2.3	1.2	3.5	0.8	2.93	
動きの連動	3.1	1.3	2.9	1.0	2.1	1.0	3.1	1.1	1.50	
動きの勢い	3.6	0.7	3.1	0.6	2.1	0.8	3.6	0.9	5.79 *	1>3
パワーポジションの姿勢	2.6	0.5	2.9	0.6	2.1	0.8	2.6	0.5	2.33	
投擲物の軌道	2.9	0.8	3.9	0.8	2.3	0.9	3.0	0.8	5.28 **	2>3
合計	27.6	4.9	29.1	5.7	19.9	5.1	27.9	5.2	5.67 **	2>3

** $p < .01$ * $p < .05$

連の注意については、動作に注意を向けることによる否定的な報告が多くみられた。外的一動作関連の注意については、投動作に関する肯定的な報告がみられた。内的一動作非関連の注意については、ネガティブな要因へ注意を向けたことによる否定的な報告がなされた。本研究ではポジティブな感情とネガティブな感情を内的一動作非関連というひとつのカテゴリーにまとめたが、全対象者の内省報告を検討したところ、ポジティブな感情に関する報告はみられなかった。外的一動作非関連の注意については、投げやすさに関する肯定的な報告と否定的な報告の両方がみられた。

3.3 考察

研究2において、外的一動作関連条件での投てき記録が内的一動作非関連条件での投てき記録に比べて有意に高かった。外的一動作関連の注意がパフォーマンス最良時と関係があるという研究1における質問紙調査の結果とも一致しており、外的および動作関連の注意はパフォーマンスに好ましい影響を与えることが示唆された。本実験の対象者はいずれも長期にわたり投動作の学習を行ってきており、動きの自動化がなされているが、内的一動作関連の注意は、自動化した動きに対し混乱を引き起こす可能性が考えられる (e.g., Wulf et al., 2001; McNevin et al., 2003)。さらに、動作に関連しない注意は、有限な処理資源が奪われてしまうことで、主課題である投てき技能に注意を十分に配分できず (McLeod, 1977)、パフォーマンスが十分に発揮されなかったと推察される。それに対して、外的一動作関連の注意は、自動的な運動制御が促進され、無意識的、反射的な過程を最大限に活用し、その働きをより高めるため (Wulf, 2007b, p. 114)、本研究の投てき課題において高いパフォーマンスが発揮されたと考えられる。

また、注意の焦点づけの違いによる自己評価得点への影響について、外的一動作関連条件で最も高く、内的一動作非関連条件で最も低い得点を示したことは、投てき

記録の結果と一致している。このことから、注意の焦点づけが投てき記録のみでなく、円盤投の技術を構成する要素への自己評価に対しても影響を及ぼすことが明らかにされた。また、下位項目ごとに分析した結果、ターンの動き、フォロースルーの動き、そして投てき物の軌道は、内的一動作非関連条件よりも外的一動作関連条件の方が高い得点を示した。ターンの動きは記録に大きく影響を与えうる重要な技術であり (Bartlett, 1992)、フォロースルーの動きや投てき物の軌道の良し悪しは投動作全体の流れの結果であるため、記録の良し悪しを大きく左右する動きに注意の焦点づけが影響を与えていることが示唆された。

4. 総合考察

以下、研究2で得られた各注意の焦点づけ条件での投てき時における内省報告を手がかりに考察を進めていく (表3)。

内的一動作関連の注意については、「意識したところのインパクトが強すぎてその後の流れが安定しなかった」や、「身体の動かし方を意識しすぎてかんでしまった」など、投動作が内的一動作関連の注意によって崩されていることが示唆された。これは、自動化された動作自体に過剰に注意を配分してしまうことで、結果的に自動的で協調的な運動が損なわれてしまうという意識的制御理論 (Masters, 1992; Higuchi, 2000) から説明できる。Stoate and Wulf (2011) は、うまくやらなければならないというプレッシャーの中では、競技者の注意がより内的な要因へ、より低次の制御へと向けられてしまうことを示唆している。熟練者の課題の遂行は速くそして正確であるが、内的一動作関連の注意を使用することによって、運動が自動処理から制御処理へと切り替わり、動作が不安定になると考えられる。また、投動作の中の一つの動きに必要な以上の注意資源を割くことによって、必要以上の力を発揮してしまう、いわゆる力みが生じたのではないかと考えられる。Wulf and Su (2007) は、ゴルフ

表 3 内省報告

<p>内的一動作関連</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・意識したところのインパクトが強すぎてその後の流れが安定しなかった. ・自分が良い投げをするための意識ができた. パワーポジションにきて左足をはやくつこう, パワーポジションにきてしっかり右腕を残そうとするなど, 理想の投げに近づけようとした. ・身体の動かし方を意識しすぎて力んでしまった.
<p>外的一動作関連</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・軌道を意識した時に一番動き方がスムーズになってリズムが良かった. ・投擲物の軌道を意識したことによって, 大きく動かせ(右腕)余裕のある投げができた. ・細かい動きではなく, 最終的な投擲物のイメージをすることで, まとまりのある投げができた. 流れの中で動きを考えられたのでどこか1点に集中というようなバラつきがなかった.
<p>内的一動作非関連</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・マイナスな感情をもって投げたので, 気分が乗らずすごく投げにくかった. ターン, リリースのことをほぼ意識せずに投げたので全体的な流れも悪くなってしまったように感じた. ・動きが固くなって, リリースポイントがずれてしまった. スピードも出なかった. ・気温が低く寒かったので, マイナスの感情を抱いた状態で投げたから投げにくいと思った.
<p>外的一動作非関連</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・キレイに投げようと思いついで, 良い投げができなかった. ・評価されるためには普段の自己のパフォーマンスを普段通り再現することが必要なのであまり投げやすさには影響しなかった. ・他人から評価されようと思うと, 投げの全体的なイメージをするのでとても投げやすかった.

のピッチショット課題において、内的一動作関連の教示として、自分の腕の振りに注意を向けるよう指示し、パフォーマンスが低下したことを報告している。円盤投課題における注意の焦点づけの影響を検討した先行研究(Zarghami et al., 2012)では、外的焦点条件よりも内的焦点条件において有意にパフォーマンスが低下することが明らかにされている。ここでの条件は、本研究における外的一動作関連、内的一動作関連と一致していると考えられるが、本研究では有意な差は得られなかった。同様の結果が得られなかった理由として、いくつかの可能性が推察される。まず、先行研究では、円盤投を行う際、円盤を保持した手と手首に注意を向けるよう教示しているが、本研究では注意を向ける身体部位は特に指定していなかったという教示の違いが考えられる。さらに、本研究の対象者に比べ、先行研究では円盤投の経験が浅い

者を対象としていたことや、本研究の対象者数が先行研究に比べて少数であったという違いが考えられる。そのため、内的一動作関連が投てきパフォーマンスに与える影響については、さらなる検討が求められる。

外的一動作関連の注意については、「細かい動きではなく、最終的な投てき物のイメージをすることで、まとまりのある投げができた」や、「流れの中で動きを考えられたのでどこか1点に集中というようなバラつきがなかった」など、運動の生成がより安定することが示唆された。運動の結果に注意を向けることで、その結果を引き起こすため、注意資源が適切な情報に対し適切な量配分されたと考えられる。これにより、動作自体に過剰な注意を向けることによる制御処理ではなく、自動的な運動制御が促進され、適切な時に適切な力を適切な方向に生み出すよう、運動の生成がなされたと考えられる。ゴ

ルフのピッチショット課題において、外的焦点の教示として、クラブの軌道に注意を向けるよう指示し、パフォーマンスが向上したことが報告されている (Wulf and Su, 2007)。また、研究1での質問紙調査の結果からも、外的一動作関連の注意が高いパフォーマンスと関係があることが明らかになり、本研究の課題において外的一動作関連の注意が有効であったと考えられる。

内的一動作非関連の注意については、「マイナスな感情をもって投げたので、気分が乗らずすぐ投げにくかった」や、「気温が低く寒かったので、マイナスの感情を抱いた状態で投げたから投げにくいと思った」など、ネガティブな感情に注意が向けられたことによって、大きくパフォーマンスが低下したと考えられる。低気温によるマイナスの感情のみならず、ネガティブな感情は運動の協調に影響し、運動がぎこちなく非効率的なパターンになり、流れるような運動を損なうことが複数の研究から示されている (Weinberg and Hunt, 1976; Weinberg, 1978)。これは、処理資源不足説から説明できる。つまり、ネガティブな感情に有限な処理資源が奪われてしまい、主課題である投てき動作に注意が十分に配分できないということである。また、ポジティブシンキングがパフォーマンスにプラスに働くことも主張されている (中込ほか, 1994, pp. 121-126)。内的一動作非関連の特に感情への注意は、パフォーマンスが良い時にはポジティブな感情に (Schmader et al., 2008)、悪い時にはネガティブな感情に注意が向けられることになるため (Vast et al., 2011)、良い時と悪い時とでは注意の焦点づけの程度は同じであっても、そこでの内容に差異があると考えられる。つまり、内的一課題非関連の注意は常にパフォーマンスを下げるものではないと考えられる。

外的一動作非関連の注意については、「キレイに投げようと思いついで、良い投げができなかった」という投げづらさを報告する一方で、「他人から評価されようと思うと、投げの全体的なイメージをするのでとても投げやすかった」など、投げやすさの程度は、個人によって差があることが示唆された。しかし、外的一動作非関連の注意を使用することによって、主課題に対して使用可能な注意資源が少なくなり (Easterbrook, 1959; Landers, 1980)、いわゆる注意散漫な状態となる。本研究の実験においては観客やプレッシャーなどの試合状況を再現するに至らなかったことが考えられるが、研究1の結果では、外的一動作非関連の注意の得点はパフォーマンス最良時に比べ、最悪時に有意に高くなった。また観客の存在がプレッシャーを増加させる可能性があること (Wallace et al., 2005) から、外的一動作非関連の注意はパフォーマンス向上につながるとは考えにくい。

以上、本研究で用いた質問紙調査および実験から、外的一動作関連の注意と高いパフォーマンスとの間に関連があるという結果が得られた。しかし、本研究で得られ

たこれらの結果は、あくまで動作遂行中の注意に関する知見である。そのため、学習段階や、試合中の試技間における注意の機能について示唆を与えることはできない。投てき動作のような技術運動系の習熟過程では、運動の粗形態がある程度定着したら、目標図式を修正して再び運動学習に取り組み、新たな動きがある程度定着したらさらに目標図式を修正するという過程を繰り返すように、不断に運動学習に取り組むことが求められる (朝岡, 1999, pp. 223-226)。そのため、投てき種目における注意の機能をより明らかにするためには、学習段階において有効となる注意について検討することが必要である。さらに、投てき種目は非常にクロズドな要素が多い運動であるが、円盤投とやり投は、風向きや風速などを考慮し、場合によっては1投ごとに技術を変更しなければならない可能性も指摘されている (宮内ほか, 2016)。つまり、試合中の注意に関しては、動作遂行中だけでなく、試技間において競技者がどのように注意を切り替えているかについて詳細な検討を行うことが求められる。

5. 結論

本研究は、注意の焦点づけが陸上競技投てきパフォーマンスに与える影響を明らかにすることを目的とした。研究1では、注意の焦点づけのタイプと投てきパフォーマンスには関係があり、外的一動作関連の注意が良いパフォーマンスと関係があること、内的一動作非関連の注意が悪いパフォーマンスと関係があることが明らかになった。研究2では、注意の焦点づけのタイプが投てきパフォーマンスに影響を与えており、外的一動作関連条件の方が内的一動作非関連条件よりも有意に高いパフォーマンスを発揮することが明らかになった。

文献

- 朝岡正雄 (1999) スポーツ運動学序説。不昧堂：東京，pp. 223-226.
- Bartlett, R. M. (1992) The biomechanics of the discus throw: A review. *Journal of Sports Sciences*, 10: 467-510.
- Bebko, J. M., Demark, J. L., Im-Bolter, N., and MacKewn, A. (2005) Transfer, control, and automatic processing in a complex motor task: An examination of bounce juggling. *Journal of Motor Behavior*, 37: 465-474.
- Beilock, S. L., Bertenthal, B. I., McCoy, A. M., and Carr, T. H. (2004) Haste does not always make waste: Expertise, direction of attention, and speed versus accuracy in performing sensorimotor skills. *Psychonomic Bulletin and Review*, 11: 373-379.
- Bell, J. J. and Hardy, J. (2009) Effects of attentional focus on skilled performance in golf. *Journal of Applied Sport*

- Psychology, 21: 163–177.
- Easterbrook, J. A. (1959) The effect of emotion on cue utilization and the organization of behavior. *Psychological Review*, 66: 183–201.
- Gray, R. (2004) Attending to the execution of a complex sensorimotor skill: expertise differences, choking, and slumps. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 10: 42–54.
- Higuchi, T. (2000) Disruption of kinematic coordination in throwing under stress. *Japanese Psychological Research*, 42: 168–177.
- Landers, D. M. (1980) The arousal-performance relationship revisited. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 51: 77–90.
- Marchant, D. C., Clough, P. J., and Crawshaw, M. (2007) The effects of attentional focusing strategies on novice dart throwing performance and their task experiences. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 5: 291–303.
- Marchant, D. C., Clough, P. J., Crawshaw, M., and Levy, A. (2009) Novice motor skill performance and task experience is influenced by attentional focusing instructions and instruction preferences. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 7: 488–502.
- Masters, R. S. W. (1992) Knowledge, knerves and know-how: The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *British Journal of Psychology*, 83: 343–358.
- McLeod, P. (1977) A dual task response modality effect: Support for multiprocessor models of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 29: 651–667.
- McNevin, N. H., Shea, C. H., and Wulf, G. (2003) Increasing the distance of an external focus of attention enhances learning. *Psychological Research*, 67: 22–29.
- 宮内育大・小山裕三・青山亜紀 (2016) 日本学生トップレベル投てき競技者の試合展開に関する考察—スポーツ運動学的観点から—。陸上競技研究, 106 : 39–45.
- 中込四郎・土屋裕睦・高橋幸治・高野 聡 (1994) メンタルトレーニング・ワークブック。道和書院：東京, pp. 11, 121–126.
- Perkins-Ceccato, N., Passmore, S. R., and Lee, T. D. (2003) Effects of focus of attention depend on golfers' skill. *Journal of Sports Sciences*, 21: 593–600.
- Schmader, T., Johns, M., and Forbes, C. (2008) An integrated process model of stereotype threat effects on performance. *Psychological Review*, 115: 336–356.
- Shiffrin, R. M. and Schneider, W. (1977) Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. *Psychological Review*, 84: 127–190.
- Stoate, I. and Wulf, G. (2011) Does the attentional focus adopted by swimmers affect their performance? *International Journal of Sports Science and Coaching*, 6: 99–108.
- Vast, R., Young, R., and Thomas, P. R. (2011) Emotion and automaticity: Impact of positive and negative emotions on novice and experienced performance of a sensorimotor skill. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 9: 227–237.
- Wallace, H. M., Baumeister, R. F., and Vohs, K. D. (2005) Audience support and choking under pressure: A home disadvantage? *Journal of Sports Sciences*, 23: 429–438.
- Weinberg, R. S. (1978) The effects of success and failure on the patterning of neuromuscular energy. *Journal of Motor Behavior*, 10: 53–61.
- Weinberg, R. S. and Hunt, V. V. (1976) The relationship between anxiety, motor performance, and electromyography. *Journal of Motor Behavior*, 8: 219–224.
- Wulf, G. (2007a) Attentional focus and motor learning: A review of 10 years of research. *Bewegung und Training*, 1: 1–11.
- Wulf, G. (2007b) Attention and motor skill learning. *Human Kinetics*, p. 37, 114.
- Wulf, G. and Dufek, J. S. (2009) Increased jump height with an external focus due to enhanced lower extremity joint kinetics. *Journal of Motor Behavior*, 41: 401–409.
- Wulf, G., Dufek, J. S., Lozano, L., and Pettigrew, C. (2010) Increased jump height and reduced EMG activity with and external focus. *Human Movement Science*, 29: 440–448.
- Wulf, G., McNevin, N., and Shea, C. H. (2001) The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 22: 1143–1154.
- Wulf, G. and Su, J. (2007) An external focus of attention enhances golf shot accuracy in beginners and experts. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 78: 384–389.
- Wulf, G., Zachry, T., Granados, C., and Dufek, J. S. (2007) Increases in jump-and-reach height through an external focus of attention. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 2: 275–284.
- Zarghami, M., Saemi, E., and Fathi, I. (2012) External focus of attention enhances discus throwing performance. *Kinesiology*, 44: 47–51.

「発育・発達論」から「競技者育成論」への展開

遠藤 俊典 (青山学院大学)

1. はじめに

平成23年に制定されたスポーツ基本法に基づいて策定されたスポーツ基本計画(文部科学省, 2012)では、「国際競技力の向上に向けた人材の育成とスポーツ環境の整備」が謳われ、「ジュニア期からトップレベルに至る戦略的支援の強化」を推進することを規定している。このことを持続的・継続的に推進していくためには、子どもたちのスポーツ活動を促進するとともに、たくさんの子どものうちから、国際競技力を高めることを意図した競技者たちを確実に育成していくことが必要である。

近年、若い競技者の育成に関する議論が急速に展開され、大きなパラダイムシフトが起こっていることが示唆されている(伊藤, 2016)。具体的には、1960～1980年代くらいまでに東欧諸国で開発された、若い時期に才能を見出し(タレント発掘, タレント選抜)、その競技者を長期間にわたって一貫指導する(タレント育成)、すなわち「早期専門化タレント発掘システム」の投資効果が低いことを論拠に、若い競技者の育成過程は複合的・多面的であるといったモデル(Gagné, 1993; Côté et al., 2007)を基にして、長期競技者育成計画(LTAD)を提唱するとともに、幼少期での多種目のスポーツ経験がシニア期での高いパフォーマンスの獲得に影響する(e.g. Malina, 2010)という実践的エビデンスを根拠として「後期専門化」を推奨することを、国際オリンピック委員会の合意声明(Bergeron et al., 2015)、カナダ陸上競技連盟、全米オリンピック委員会などが相次いで提示している(伊藤, 2016)。このような時代の中、2020年に迎える東京五輪は、高い競技力を達成するための施策を講じることは勿論のこと、若い競技者をいかにして育てるかという課題に対する議論を盛んにし、新たな考えや理念の共有を図る大事な契機であるといえよう。

若い競技者の育成を考える時、「発育・発達」の知見が必要不可欠であることは言を俟たない。これまでに、子どもから成人に至るまでの「発育・発達」に関する書籍や研究データは国内外問わず数多く報告されている(Tanner, 1981; 高石ほか, 1981; Malina and Bouchard, 1991; ガラヒュー, 1999; 松浦, 2005など)。その一方で、学術的な研究領域として扱われてきた「発育・発達」の分野では、一般的な自然な成長・発達過程にある子ども

たちの報告に比較して、ある意味ではそこで示される平均的な傾向から外れ値を示すような若いアスリート(専門的トレーニングをしている者)や成人のトップアスリートを含めて検討しているものは少ない。そこで本稿では、「発育・発達」の基礎知識を発展的に「競技者育成」に展開していくための視点について論考することによって、「競技者育成」の実践に資する研究推進のアイデアについて考えてみたい。

2. 競技者のマッピング・地図の作成

子どもから成人、アスリートに至るまでの競技者育成には、それぞれのステージに関わるコーチ(指導者)が重要な役割を果たすことは言うまでもない。コーチ(coach)とは、その語源から、何らかの目的を持った人をその目的地(目標)にまで確実に送り届ける役割を担うことを意味する(日本コーチング学会, 2017; 内山, 2013)。さらに、目的地がどこにあり、それが何であるかを、またそこに到達するには何をすべきか、つまりどのようなトレーニングを行ったらよいかをすでに知っていると理解されている(内山, 2013)。これに加えて、若い競技者に対しては、発育・発達段階の「ある時点」で持っている能力が、今後、どのように変化するのかについて、競技者の成育歴、発育・発達の段階、当該種目に対する動きの質的特性、性格的特徴などを総合的に捉え、最終的な競技力の将来像を「予測」することが必要になる。

以上のことから、「競技者育成」に欠かせない情報として、コーチ(指導者)が目的地(最終的な競技力と最終的な競技の目標)を正確に把握し、そこに至るまでの道筋に対して確度の高い予測が担保された「地図」の存在があげられる。2013年に日本陸上競技連盟強化委員会内に設置された「2020東京オリンピックプロジェクトチーム」では、子どもたちが陸上競技と出会いトップアスリートに至るまでの競技力の発達過程の全体像を理解し、そこに存在する多様のルートを描いた「地図: タレントトランスファーマップ(TTM)」の作成とともに、その道標となるエビデンスの集積に着手している(山崎, 2014, 2017; 森丘, 2016)。本稿では、コーチに必要な「地図」とはどんなもので、そのエビデンスとなり

得る知見とは何かについて検討していくこととしたい。

2.1 競技的発達過程・競技者のライフサイクル

競技に出会ってから引退に至るまでの時間（年齢）に対する競技力の一般的発達過程は、図1のような経過を辿る（村木，1994；図子，2006）。この時、発育・発達過程にある初期発達段階については、身体成熟（例えば、身長成長速度）には個人差が大きいこと、およびその個人差は直接的にある時点での身体能力と関係してしまうことに注意が必要である。つまり、同じ年齢でも成長段階が異なれば、身体能力にも違いが生じることになることから、子どもの成長段階（例えば身長を基にして、思春期前、思春期発来年齢－身長成長速度最大年齢、身長成長速度最大年齢－最終身長年齢、最終身長年齢以降と分類；村田，2011）と各時点での身体能力および競技力の発達との対応関係を理解することがきわめて重要である。さらに、若い競技者においては、試合カテゴリーの区分方法（年齢なのか学年なのか）に起因して、競技成績に相対的年齢効果が認められること（Hancock et al., 2013；Hollings et al., 2014；森丘，2014b）にも留意が必要である。

マトベイエフ（2008）によると、初期発達段階は通常4～6年間を指し、競技の専門化とともに終了することが指摘されている。1960年以降に日本代表となった選手に対する大規模な調査によると、小学校期はほとんどが陸上競技を専門的に行っていないこと、中学校期から本格的に陸上競技をはじめているが全国レベルの大会への出場者は4割程度であること、高校期では約8割が全国レベルの大会に出場し、そのうち6割が入賞していた

ことが報告されている（渡邊ほか，2013）。つまり、国内では、競技成績の高かった者は中学校期あたりで陸上競技の専門的トレーニングをスタートしていることが理解できる。100mの日本歴代20傑および世界歴代30傑を例にして、年齢別シーズンベスト記録の推移を基にその後の競技成績の変遷および自己ベスト記録に対する達成率の経年変化を示したものが図2である（森丘，2014b）。100m選手においては、日本は17～18歳から22～23歳にかけて急激にパフォーマンスを高め、以降は徐々に低下する山型の傾向を示している一方で、世界のトップアスリートは、26歳あたりまで緩やかにパフォーマンスを高めながら30歳代に至るまで高い達成率を維持する丘型を示していた。なお、以上の競技的発達過程では、競技および種目トランスファー（渡邊ほか，2014）や同じ種目でも技術を変更しながら発達している（森丘・山崎，2008；Fujibayashi et al., 2017）場合があることも考慮して検討する必要がある。

ここで注視したいことは、専門的な競技の開始年齢と開始から最高業績までの期間、最高業績達成年齢とその維持期間である。図3には高度な競技活動の開始年齢および活動期間の一覧（村木，1994）を示した。さらに、跳躍種目における競技的発達段階の暦年齢比較を図4（村木，1994）に、上記の100mと同じ方法で400mハードルの自己ベスト記録に対する達成率の経年変化を図5（森丘，2014b）に示した。村木（1994）は、日本のジュニア育成における3つの問題、すなわち、1）種目の専門化が早いこと、2）生涯最高記録が早期に発現してること、3）高次活動期間が短いこと、による競技的な早熟性もしくは未熟性を指摘しているが、このことは、未

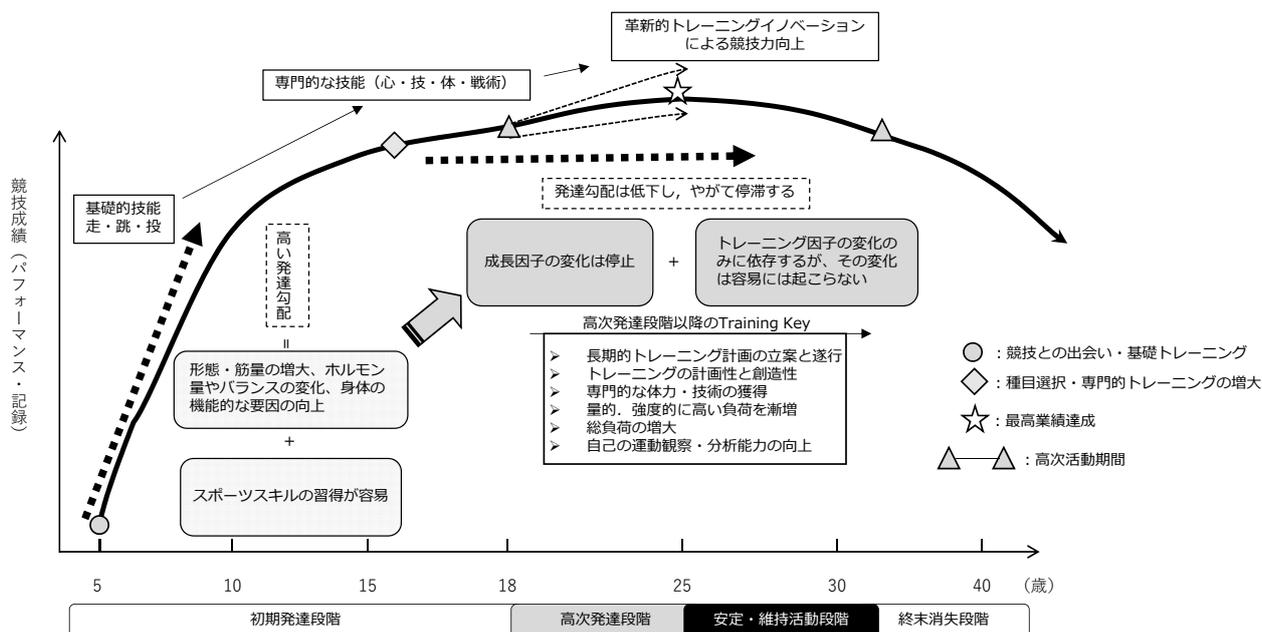


図1 競技的発達過程からみた競技者のライフサイクルとその発達段階（村木，1994；図子，2006を基に遠藤作成）

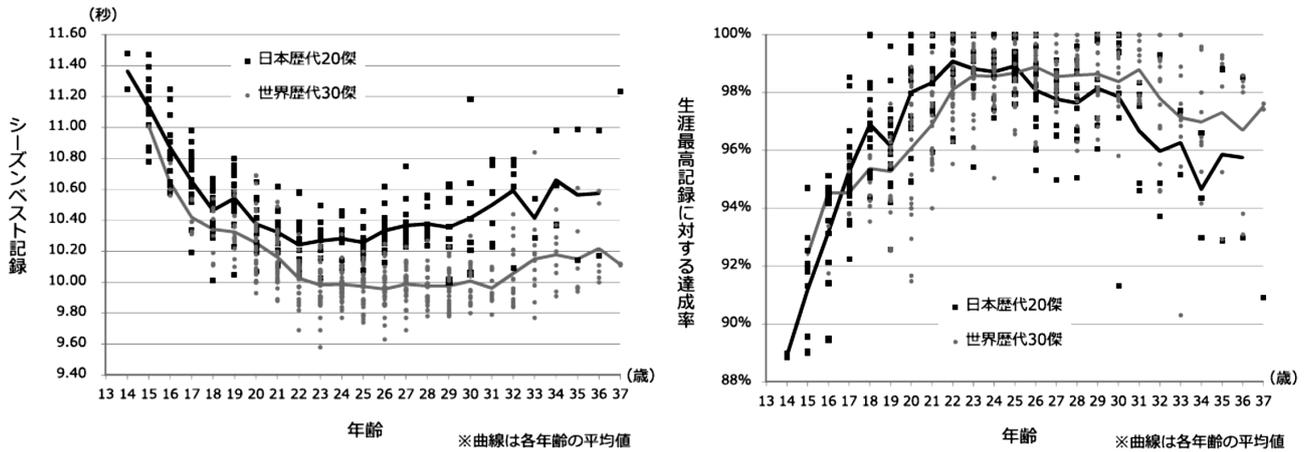


図2 男子100mにおける日本歴代20傑および世界歴代30傑の年齢別シーズンベストの推移(左)と生涯記録に対する記録達成率の経年変化(右)(森丘, 2014より抜粋)

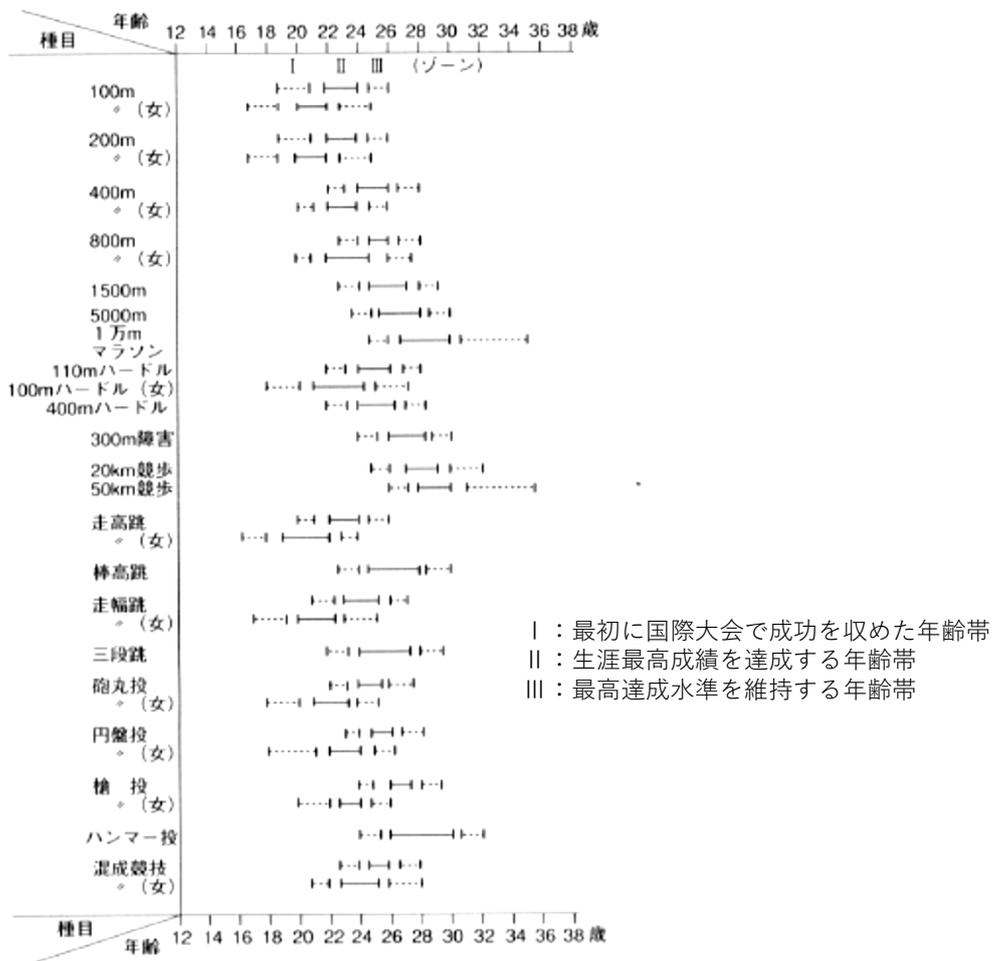


図3 陸上競技の各種目におけるトップレベル選手の高度な競技活動年齢帯(村木, 1994より抜粋)

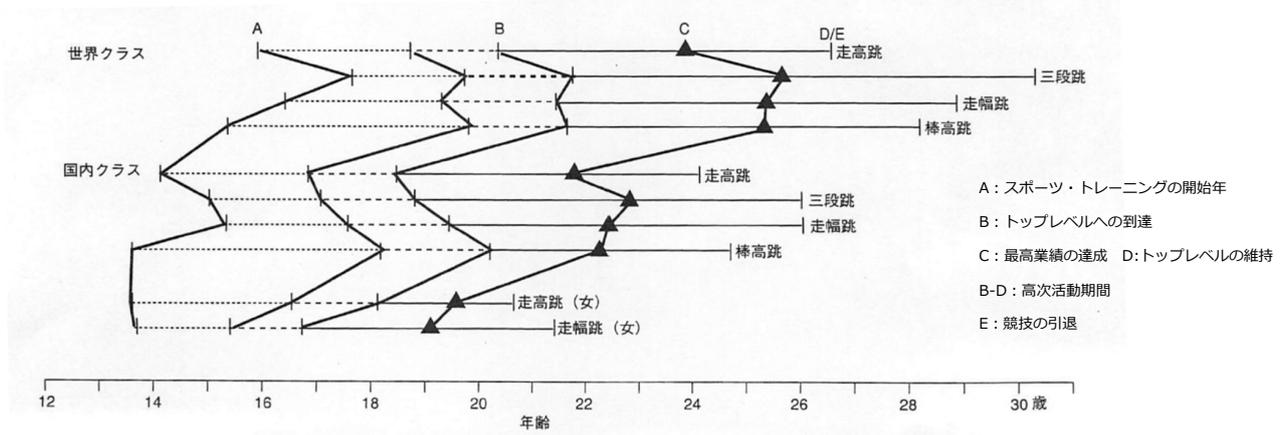


図4 陸上競技跳躍種目における競技記録発達段階の暦年齢比較 (村木, 1994 より抜粋)

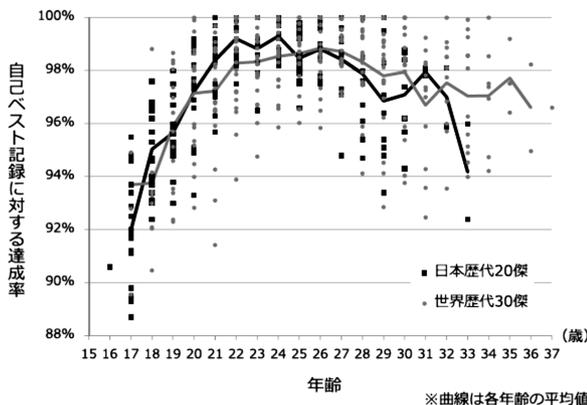


図5 男子400mハードルにおける日本歴代20傑および世界歴代30傑の自己ベスト記録に対する達成率の経年変化 (森丘, 2014 より抜粋)

だ解決に至っていないと考えられる。

2.2 「競技者育成」の「地図」作成に有用な評価法とその解釈

発育・発達過程にある子どもたちを育成し、ゴールに導くためには、現時点の位置を客観的に把握し、この先がどうなっているのか、どうなっていく可能性があるのかを知ることが必要である。このことを達成するためには、横断的な資料に基づいた評価方法に縦断的なサンプリングによって得られたデータ(発達経過やトレーニングによる変化)を照らし合わせて検討することによって、一般的な発達傾向との対比や能力の類型化を図ることが1つの方向であると考えられる。このことは、言い換えると、トップアスリートに成長していく過程における共通性(動作の合理性、運動課題の達成に不可欠な要素;誰もが一度は通るルート)と個性(形態や身体機能の特性、トレーニング環境などに依存する要素;多様なルート)について示すことに繋がるものと考えられる。以下に現時点で有用であると考えられる評価法について示す。

2.2.1 モデルレースパターン

走種目のタイムは平均速度を表すが、スタートからゴールまでその平均速度で走り続けることはできず、時間や距離に影響を受けて時々刻々と変化する。速度の推移は競技者の内的特徴と競争相手との駆け引きや風向・風速、気候条件などの外的条件の影響を受けてそれぞれのレースパターンとなる(宮下, 2012)。これまでに、国内外の様々な競技レベルのレースパターンの収集が盛んに行われ(短距離種目:阿江ほか, 1994;松尾ほか, 2010;宮下, 2012;宮代ほか, 2013;山元ほか, 2014, ハードル種目: Suzanca et al., 1987;宮下, 1991;森田ほか, 1994; Yasui et al., 1996;川上ほか, 2004;森丘ほか, 2005;谷川, 2008;柴山ほか, 2010, 中距離種目:門野ほか, 2008;門野, 2011), 各種目において競技レベルに応じたモデルとなるレースパターンが示されている。

レースパターンの中で注目しておきたいものとして、形態的な要因(身長)の影響を考慮した宮代ほか(2013;100m走), 安井(1992;400mハードル)および谷川(2006;110mハードル)の研究があげられる。この理由は、身長は発育・発達のメルクマークであり、成人以降には変化させることができないためである。疾走においては、身長がストライド長やピッチに影響することが知られていることから、宮代ほか(2013)は各身長に対して記録、ピッチ、ストライド長のモデル変数とその範囲を示すことによって、横断的なデータを縦断的に解釈できる視点を与えている。400mハードルは、決められたインターバルをどのような歩数で走破するかといった戦術・戦略的側面とその歩数で走破するために必要な技術・体力とがパフォーマンスに関連する種目である。そのような種目特性に加えて、形態的要因の影響の大きいストライド長とストライドパターンが歩数やパフォーマンスに直接的に影響していることを安井(1992)は指摘し、身長を基にしたパフォーマンス戦略について示唆している。また、谷川(2006)は、110mハードルの世界一流競技者の体格(身長と体重)からハードリンク動作とレースパ

ターンの類型化を試みている。

上述の先行研究から得られた「モデルレースパターン」を基にして個々人のレースの評価とトレーニングによる縦断的变化を介入研究した事例を図6に示した(門野, 2011)。この例に示した800mは典型的な漸減型ペースが特徴的であり、ペース配分が重要な種目であることがモデルレースパターンを手がかりにしたトレーニングが効果的な役割を果たしている要因であると考えられる。また、400mハードルのトップアスリートの事例につい

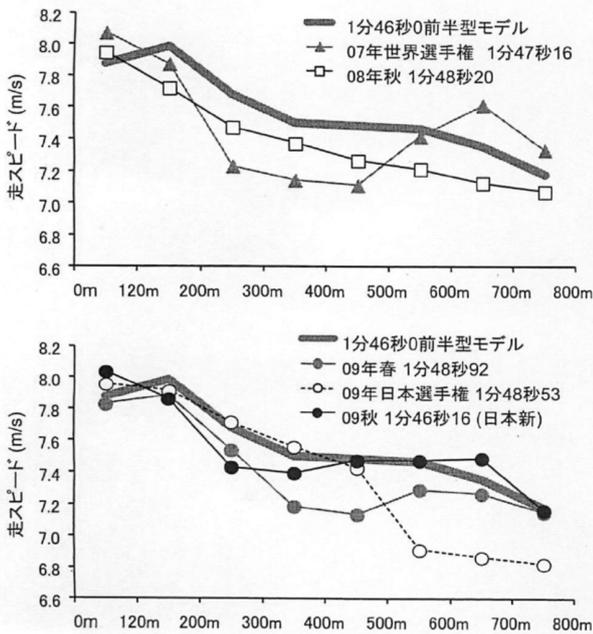
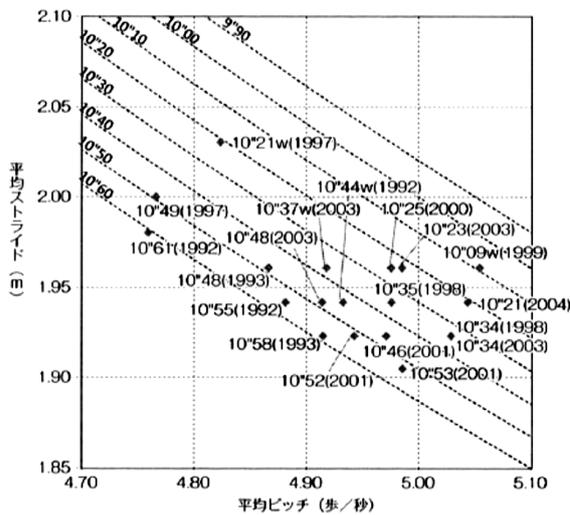


図6 男子800m(横田選手)におけるモデルレースパターンを基にした個人のレースパターンの縦断的变化(門野, 2011より抜粋)



て詳細に報告している森丘・山崎(2008)は、レースパターンといった量的情報を1事例に適用して、その事例から引き出された質的情報を基に仮説を立て、その仮説に基づいた実践の成果を再び量的情報によって確認する手続きを紹介している。このことは結果として、量的研究と質的研究を循環・円環させていくことになり、個別性と普遍性の両眼視を可能にしていくことを示唆している(森丘, 2014a)。

2.2.2 2つの変数からなる平面による評価

100m走においては相反する変数であるピッチとストライド長の相互関係と両者の積によって得られる疾走速度とを2次元平面に描き出すことによって、疾走速度の獲得がどのように行われていったのかを視覚的に把握することが可能になる。土江(2011)は、自身の高校時代から生涯最高記録までの変化をこの平面に描き出し(図7左)、記録向上の要因と、その時々での評価→トレーニング立案によって、トレーニングの方向性を決定していく資料(図7右)として有用であることを報告している。無気的能力と有気的能力(坂井ほか, 2006)、リバウンド型ジャンプ運動における接地時間と跳躍高(図子, 1997)などもこの評価に類似しているが、これらの評価法では、相反している変数あるいは相反しているが両立したい変数を観点にすることによって様々に応用可能であると考えられる。

著者ほか(遠藤ほか, 2007; Tauchi et al., 2008; 遠藤, 2011, 2017)は、垂直跳(CMJ: Counter Movement Jump)とリバウンド型ジャンプ(RJ: Rebound Jump)の遂行能力の発達過程について、子どもから成人までとアスリート(トップアスリートを含む)を対象に調査している。その中で、CMJとRJとではその遂行能力を制限する要因は異なり、CMJに優れる者が必ずしもRJに優れるわ

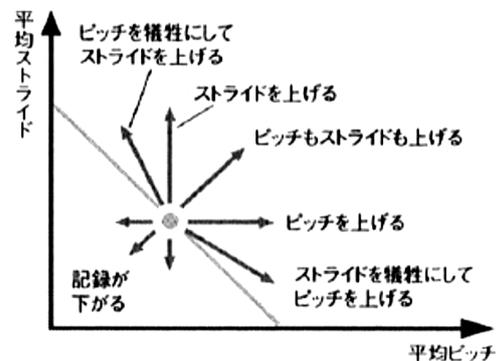


図7 100m走におけるピッチとストライド長との関係を基にした疾走能力の評価(左)とその評価からみたトレーニング方策(右)(土江, 2011より抜粋)

けではないことを論拠に、CMJとRJを同時に評価し、両能力を対比させることによって子どもの個性や可能性を見出す方法について提案している。図8には、一般的な自然な成長・発達過程にある6歳から20歳までの男子1443名（以下、一般群とする）、専門的なトレーニングを行っていると考えられる子どもおよび成人アスリートとして、S県の小学生選抜陸上合宿に参加した小学5年生8名（ETF）、A県小学校陸上競技大会走り幅跳決勝進出者5名（大宮ほか、2009：ELJ）、日本トップレベルの短距離および跳躍選手61名（Taichi et al., 2008：NaTF）およびオリンピック代表選手を含む日本一流跳躍選手7名（図子、2004：NaJ^{※腕の振込動作あり}）のCMJの遂行能力（跳躍高で評価、以下CMJ能力）とRJの遂行能力（RJ-index：跳躍高を踏切時間で除した値で体重あたりの平均パワーを示す、以下RJ能力）の経年変化を示している。そして、個々人のCMJ能力およびRJ能力がどのように発達するのかについては、6歳から20歳までの横断的データを基に作成した回帰直線（RJ-index = $4.19 \times \text{CMJ (m)} + 0.12$ ）を利用した（図9）。この回帰直線の意味は、個々人の両能力がこの直線に沿って発達した場合には両能力が絶えず対応しながら発達していること、反対にこの直線から逸脱する者はCMJ能力あるいはRJ能力が偏って発達していることと解釈できる。このような考えに基づいて、得られた回帰直線とその残差の±1SDをもとに個々人の跳躍能力を3つのタイプ、すなわち±1SD以内にありCMJ能力とRJ能力とが対応しながら発達しているタイプ（Evenタイプ）、+1SD以上にあり相対的にRJ能力が優れて発達しているタイプ（RJタイプ）、-1SD以下にあり相対的にCMJ能力が優れて発達しているタイプ（CMJタイプ）に分類している（図9）。この回帰平面から、トップレベルの競技者におけるCMJ能力およびRJ能力は、自然な発達過程にある一般の子どもから成人と比較して、より高い水準に発達していること、トップレベルの競技者における

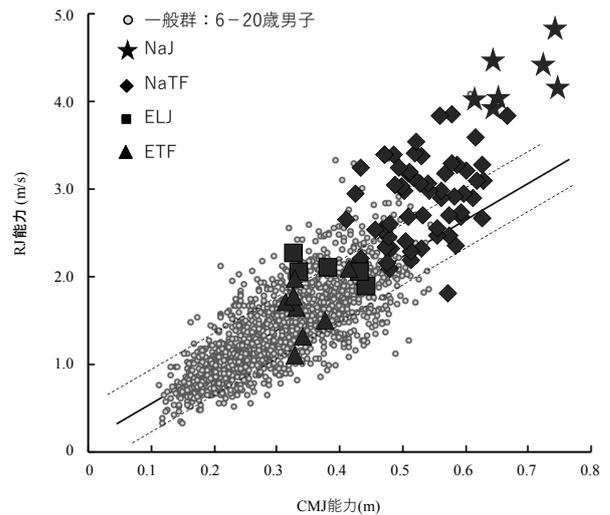


図9 CMJ能力とRJ能力との関係を基にして分類した跳躍能力のタイプ
※実線は回帰直線を、点線は回帰直線の残差の±1SDを示す。（遠藤，2011）

跳躍能力の個人差は一般の子どもよりもさらに拡大し、特にトップレベルの選手は顕著に散布図の右上に位置していたこと、つまり、RJ能力が極めて高い水準にあることが示された。また、陸上競技や跳躍競技を専門としている低年齢の選手においても、RJタイプに属する者が多かった。これらのことは、優れたパフォーマンスを示す低年齢のアスリートにおいても、当該の年齢層と比較して高いCMJ能力を有しており、さらにそれに加えてRJ能力が極めて高い水準で発達している者が多いことを示すものである。このように、一般の自然な成長発達過程にある子どもから成人の横断的データに基づいて、発育・発達経過を考慮した評価法によって明らかになる日本のトップレベル競技者における跳躍能力の特徴は、発育期にある子どもが将来専門とするスポーツに必要な跳躍能力の目標を段階的に設定する際や、跳躍能力

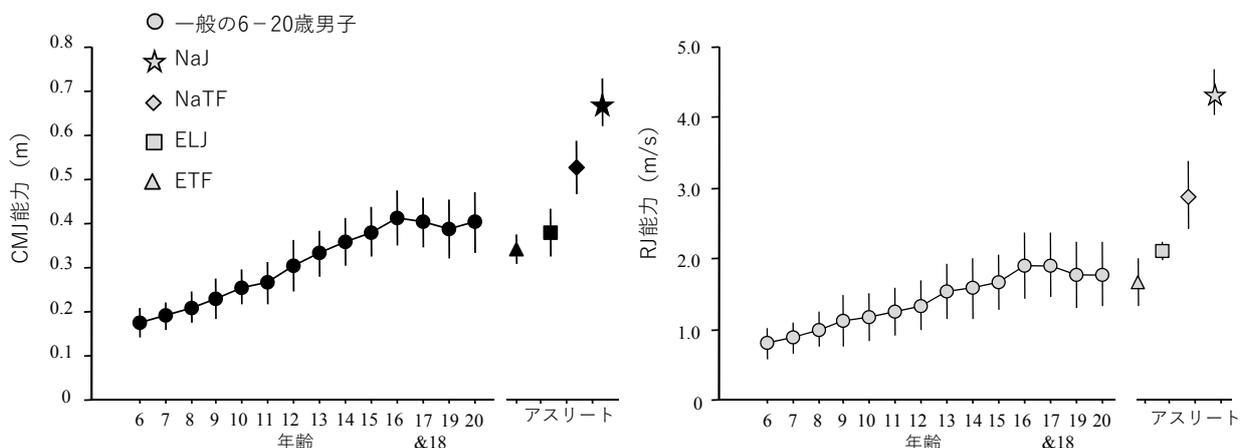


図8 子どもから成人、トップアスリートに至るまでのCMJ能力およびRJ能力の経年的変化（遠藤，2011）

の向上に応じて種目適正を再評価する際に有用になると考えられる。

2.2.3 優れた選手や熟達者をモデルとした平均（標準）動作モデルの評価

Ae et al. (2007) はバイオメカニクスの得られた座標データを平均化・標準化する手法（形態および動作時間の規格化）を開発し、優れた選手や熟達者をモデルとした平均（標準）動作モデルを構築できることを報告している。これまでに、スプリンター（矢田ほか, 2011）、棒高跳（阿江・小林, 2011）、やり投（Tauchi et al., 2009）の世界一流競技者の平均動作が報告されているほか、様々な競技レベルや各種運動遂行時の動作の比較に広範に応用されている。なかでも、阿江（2010）は平均値に加えて標準偏差や変動係数などを基にして動作逸脱度および動作変動度を算出することによって、図10のようなフローチャートを作成し、スポーツ技術をバイオメカニクスの評価・診断する際の手がかりになることを報告している。また、実際に田内（2011）や田内・塚田（2014）は、やり投の世界トップレベルの競技者の平均動作を基にしたコーチング実践によって、日本トップレベルの競技者のパフォーマンスが向上した事例を報告している。

この手法を用いれば、年齢（阿江, 2014）や成熟度、競技の習熟度別の動作や個人人の縦断的データ（遠藤ほか, 2011, 2014；豊嶋ほか, 2015）に基づく平均動作なども比較的簡単に作成できることから、子どもからアスリートに至るまでの各種目の技術の発達について、縦横断的な検討が可能になると考えられる。これまでに各種目の動作に関するバイオメカニクスの研究データはかなり蓄積されているので、それらの知見を統合していけば、現時点でもかなりの種目についてバイオメカニクスの視点からみた動作の発達過程の全体像を把握することが可能であると考えられる。したがって今後は、学会や連盟などの組織がプロジェクト的にデータを統合していくことがきわめて有用であろう。

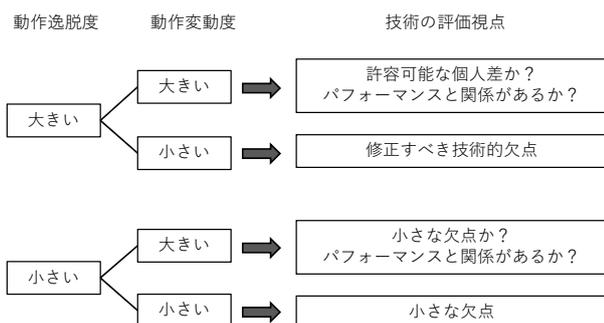


図10 スポーツ技術の評価チャート（阿江, 2010を遠藤改変）

2.2.4 客観的な動作の評価基準の作成と得点化

子どもの運動指導場面において、記録の向上は動作の改善と密接に関連している。このことから、これまでに子どもたちの運動・動作の発達様式については、運動パターンや動作評価観点（観察的動作基準および動作得点）が数多く提示されている（Wild, 1938（投）；Hellebrandt et al., 1961（跳）；辻野, 1974（跳）；宮丸, 1980（投）；深代ほか, 1982（投）；宮丸ほか, 1989（跳）；桜井, 1992（投）；宮丸, 2001（走）；高本ほか, 2003（走・跳・投）など）。観察的動作基準から得られた動作パターンは、動作発達の順序性を視覚的に評価可能であり、小学校の授業のような物理的・時間的制約の多い場面で有用な評価方法である一方で、動作間の因果関係および因果構造（末松ほか, 2008）、パフォーマンスに対する動作の重要度・優先性（田内ほか, 2012）、動作獲得の順次性・階層性（国土, 2015）など、より詳細な分析には十分に対応できない。

田内ほか（2012）は、やり投の広範囲な記録レベルで多人数を対象にして、投てき記録に影響を及ぼす動作要因、およびそれらの重要度（優先順位）について重回帰分析を用いて定量化するとともに、投てき動作を評価するための得点表を作成している（表1）。ここで評価される技術は、バイオメカニクスのデータから得られた合理的な動作に他ならず、ジュニアレベルからシニアレベルに至るまでの競技レベル全体の技術の傾向を把握することに役立つものである。さらに、田内・塚田（2014）は、作成した動作の評価基準は、個人々の新しい課題の発見やその解決、すなわち、個人々の選手の縦断的な動作の評価に対する有用性を確認している（図11）。また、国土（2015）は、動作の因果関係を考慮した動作評価観点（特性要因分析）と実際に得られた動作に項目反応理論を応用して、走能力や投能力を高い精度で説明するとともに動作の困難度などを提示できることを例に、項目反応理論を応用した評価が子どもからトップアスリート（小野ほか, 2014）にまで適用可能であることを示唆している。

以上のように、観察的動作基準と比較して客観的な動作の評価基準・得点表や因果構造モデルの作成には、より詳細な分析が必要になるが、基準やモデルの妥当性を理論的・概念的に担保して構築することができれば、コーチング（運動指導）の場面に汎用性と妥当性の高い指標として有効活用でき、一貫した指導理念の骨格になることも期待できる。

2.2.5 身体各部の貢献の仕方および運動の効率の評価

例えば、走り高跳のパフォーマンスは離地時の身体重心の鉛直速度が、投てき種目のパフォーマンスは投てき物の初速度がそれぞれ主な決定要因である。この時、それぞれの決定要因に対して、身体各部がどのように貢献しているのかは、換言すれば、身体の効果的な使い方（技

表 1 やり投の投てき動作を評価するための得点表 (田内・塚田, 2014 より抜粋)

優先度	得点	4	6	8	10	12	14	16	18	20
1	助走速度 (m/s)	4.4 \geq	~ 4.7	~ 5.0	~ 5.3	~ 5.6	~ 5.9	~ 6.5	~ 6.8	6.8 <
	得点	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	CGとグリップとの水平距離 (m)	0.66 \geq	~ 0.69	~ 0.72	~ 0.75	~ 0.78	~ 0.81	~ 0.84	~ 0.87	0.87 <
3	上肢角度 (deg)	-76 \leq	~ -82	~ -88	~ -94	~ -100	~ -106	~ -112	~ -118	-118 >
4	腰の角変位 (deg)	-1 \geq	~ 6	~ 13	~ 20	~ 27	~ 34	~ 41	~ 48	48 <
5	体幹角度 (deg)	114 \leq	~ 111	~ 108	~ 105	~ 102	~ 99	~ 96	~ 93	93 >
	得点	2		3		4		5		
6	左膝角度 (deg)	160 \geq		~ 166		~ 172		172 <		
7	右膝角度 (deg)	146 \leq		~ 136		~ 126		126 >		

最高得点：70点 最低得点：14点

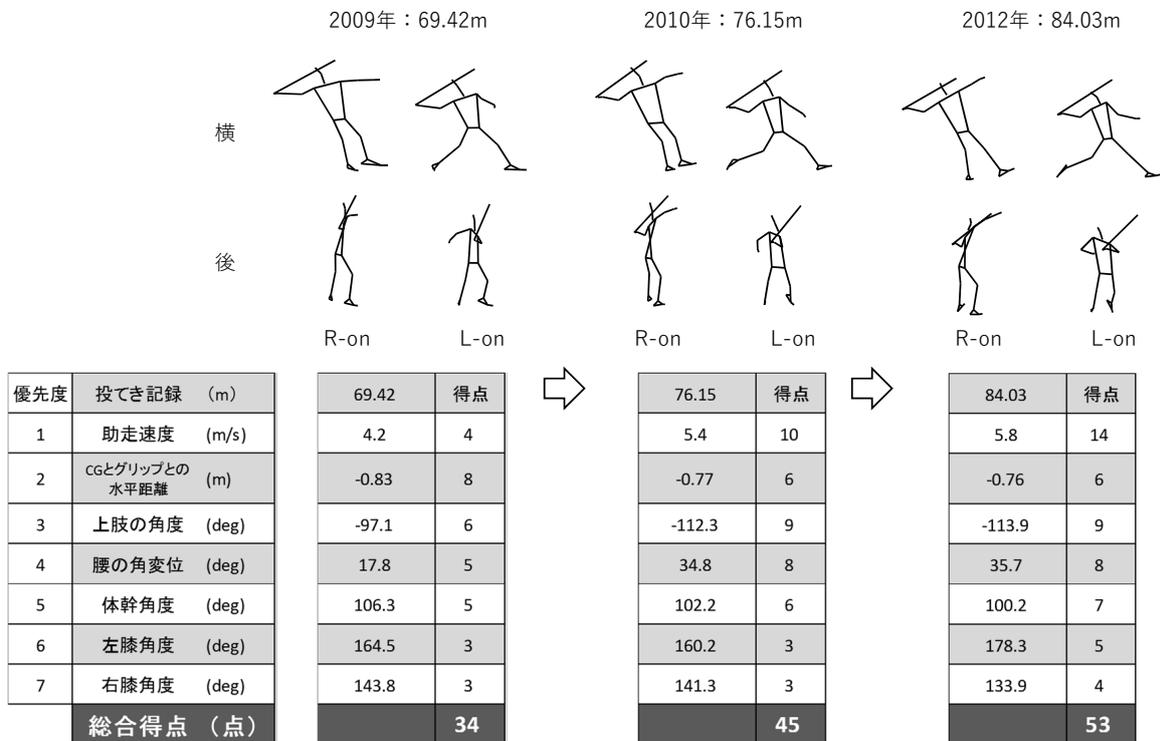


図 11 投てき動作の縦断的变化に対する動作評価得点の変化—ディーン元気選手の例 (田内・塚田, 2014 より抜粋)

術)を示すことになる。これまでに、阿江・渋川 (1980), 村木 (1982), 阿江 (1990), Zushi et al. (2003), 関子 (2005), 田内ほか (2006), 関子ほか (2007), 田内 (2007), Fujibashashi et al. (2017) などによって各種目の動作がモデル化され、身体各部の貢献度や速度の生成に関わる要因の違いなどが報告されている。竹迫 (2007) は、やり投のやり速度に対する身体各部の貢献度の違いについて、60m ~ 80m 台の幅広い競技者を対象に分析するとともに、その貢献度の違いから、投げ動作のタイプを分類している。また、関子ほか (2007) は、スプリント走

のキック動作をモデル化し、身体重心速度に対する各セグメント動作の縦断的变化を検討することによって、パフォーマンス向上の要因を明らかにできることを示している。さらに近年では、多体系の運動方程式を基にした順動力学的分析手法が開発され (小池, 2013), 走動作 (小池ほか, 2010), 跳動作 (Koike et al., 2007), および投動作 (内藤・丸山, 2006; 吉田・小池, 2008) などにおいて、身体重心速度や初速度に対する総関節トルク, 運動依存トルク (遠心力やコリオリ力など) および重力の貢献の仕方が詳細に明らかにされている。これらの身体

各部の貢献度の違いからみた競技レベル差や技術のタイプを評価することは、運動技術の理解や類型化に役立つと考えられる。

運動課題を達成するためには、生理的エネルギー（発生エネルギー）を力学的エネルギー（出力エネルギー）に変換し、その力学的エネルギーを効果的に使うといった運動経過を辿る。阿江・藤井（1996）は、運動技術やスポーツ技術をバイオメカニク的に評価するために、力学的エネルギーを分母にパフォーマンスを表す適切な変数あるいは力学量を分子として算出される力学的エネルギー利用の有効性指数が利用できることを示唆している。これまでに、生理的エネルギー発生能力の類型化とトレーニング課題との対応関係を用いたトレーニング介入例は散見される（坂井ほか, 2006; 前村ほか, 2010）が、上記の運動経過におけるそれぞれの次元に対する知見は少ない（藤井, 2003）。運動課題を達成すること、言い換えるとパフォーマンスを獲得していくためには、効率（力学的エネルギー/生理的エネルギー）、有効性（パフォーマンス/力学的エネルギー）、経済性（パフォーマンス/生理的エネルギー）といった「運動の効率」に関わる指標の理解が不可欠であり、これらの指標を適切に評価することによって、パフォーマンスの発達に体力および技術の類型化（とその発達経過）の視点を取り入れることは今後の検討課題になると考えられる。

以上「競技者育成の地図」として有用であると考えられる5つの評価法とその解釈について述べてきた。しかしながら、現在までに得られている上記のほとんどが「成人のアスリート」を対象にした報告であるために、それぞれの評価を単に「競技レベル別」に示すことに留まっている。また、上記の方法は、パフォーマンスや技術の変遷を中心に扱っているものが大半であり、体力の変遷に関するデータは少ない。唯一、遠藤（2009）は、年齢の影響を包含して、パフォーマンスとそれに影響する技術や体力を示しているが、そこでも成熟度は加味されていない。「競技者育成」に有用な地図となるためのエビデンスとして精度・確度を高めていくためには、上述してきた評価法に「発育・発達論」的視点を加味していくこと、すなわち、対象者を子どもから成人、各年代のアスリートおよびトップアスリートにまで拡充し、対象者（競技者）の成育歴、発育・発達の段階（成熟度、最終身長に対する現時点の身長など）、体力・筋力の発達、専門的トレーニング年数、その他の運動歴、専門的な技術の習熟度（技術の達成度）、自己観察能力や競技の理解度などの認知レベル（山崎, 2008; 谷川・内藤, 2014）、発達年齢（暦年齢、生物学的年齢、トレーニング年齢を考慮して作成したもの：石塚, 2014）などについて加味して評価・解釈できるようにしていくことが今後の検討課題であろう。

3. 地図の道標

ここまで、「競技者育成の地図」について検討してきた。この地図を実際に使用していくためには、「道標」が必要になるが、その道標の1つは、過去の事例によって明らかにできる。つまり、世界的なトップ競技者や国内の一流競技者およびそのコーチがどのような道のりを、どのように辿ってきたのか、具体的には、競技的発達過程に加えてそれを取り巻く環境（生活、トレーニング、コーチ、コーチングなど）の詳細についてインタビュー（ヒアリング）調査などから得られる「実践知」を中心とした質的情報が有用であると考えられる。実際に、先述の2020東京オリンピックプロジェクトチームによるタレントトランスファーマップの作成においては、日本代表選手の軌跡調査としてインタビュー調査を推進している（森丘, 2014b）。

近年、コーチング研究における実践知や事例研究を題材にした、いわゆる質的研究の必要性が取り沙汰され、多くの概念や研究手法も示されてきている（森丘・山崎, 2008; 會田, 2012; 森丘, 2014a; 青山, 2016）。また、「実践」を対象としている心理学の状況論・活動理論および学習論などにおいては、実践知と形式知、質的研究と量的研究に関する研究も盛んに行われている（香川, 2011; 茂呂ほか, 2012）。状況論・活動理論では、クラウンデット・セオリー・アプローチ、複線経路等至性モデル、言語分析、談話分析、会話分析・エスノメトロジー、エスノグラフィ、アクションリサーチ、デザイン・メソッド、発達のワークリサーチなどが代表的な研究方法論であることが示されており（茂呂ほか, 2012）、コーチング実践においても、これらの方法論を援用・併用し、実践の変化と実践理解のための分析や理論構築を丁寧に記述することは、喫緊の課題であると考えられる。

これまでは、科学的知見（形式知）と実践的知見（実践知）は半ば対立関係にあるよう扱われてきた。一方で、世界一流選手を50年間コーチングしているBrooks Johnson氏は、常に科学的データを収集し、レースでの走りやトレーニングパターン、選手の感覚を大切に、物理的および身体の機能特性について細かく説明しながら指導を行っており、50年間の歴史的選手たちのデータが地図となって頭のなかに存在しているようである（谷川・内藤, 2014）。また、田内（2011）は「科学的データをスポーツ現場に応用する」ためには、科学的データに精通し、それを競技現場における「実際」と関係づけながら解釈する能力を備えた選手やコーチを育成することが必要であることを指摘している。さらに、村木（2007）は、競技パフォーマンスという包括的存在を知るには、知的に知ると同時に実践的にも知ることが必要であることを指摘している。これらの指摘を充足しながら質的情報を収集していくためには、競技・トレーニングの実践

現場とスポーツ科学では追求している目標の向きが異なり、両者はすれ違っていること（結城，2011）、コーチングと科学とでは思考性の順次（山崎，2017）や問題解決の手続きが異なることなどを予め認識し、この両者のギャップや矛盾についての理解、理論と実践との間の分化と統合に関わる諸関係性、およびそれらの相互補完性を考慮することなどに留意することが重要であると考えられる。以上のことから、今後は競技者とコーチ（とその間）にある実践知と科学知について、上述してきた方法論を駆使しながら、繰り返し理論化していく作業の中でこそ得られていく知見を集積していくことによって、「競技者育成の地図」に「多様な道標」を描き出していくような方向性が展望される。

4. まとめ

本稿をとおして、「競技者育成の地図とその道標」には、説明力と予測力が量的および質的に、あるいはそれらを融合・両立したオリジナルな知を基に、高い精度・確度で担保されていることが必要となることが浮かび上がってきた。この地図と道標を様々な年代や競技レベルにある競技者のコーチが共有していくことは、一人でも多くの競技者が少しでも長く競技を継続すること（日本陸上競技連盟，2016）に動機づけられるための必要条件であると考えられる。本稿に示した内容はその一部に過ぎないが、これらのことは、陸上競技界の中長期的戦略として喫緊の課題である「競技者育成指針」策定の骨子となるものであろう。これまでも研究と実践の両輪で先駆的・主導的な役割を果たしてきた陸上界が示す「競技者育成論」は、大きなインパクトになるに違いない。本稿が、以上のことを達成していくための研究推進の端緒となり、学会としてのプロジェクト型研究の契機となることを期待したい。

文献

阿江通良・渋川侃二（1980）身体運動における身体各部位の貢献度のバイオメカニクスの分析－垂直跳の踏み切りを例にして－。体育学研究，25：233-243。

阿江通良（1990）走高跳および走幅跳の踏切における身体各部の使い方・貢献度。J.J. Sports Sci., 9: 130-136。

阿江通良・鈴木美佐緒・宮西智久・岡田英孝・平野敬靖（1994）世界一流競技者の技術。第3回世界陸上選手権大会バイオメカニクス班報告書。日本陸上競技連盟強化本部バイオメカニクス班編。ベースボール・マガジン社：東京。

阿江通良・藤井範久（1996）身体運動における力学的エネルギー利用の有効性とその評価指数。筑波大学体育科学系紀要，19：127-137。

Ae, M., Muraki, Y., Koyama, H. and Fujii, N. (2007) A biomechanical method to establish a standard motion

and identify critical motion by motion variability: With examples of high Jump and sprint running. Bull. Inst. Health and Sport Sci. Univ. of Tsukuba, 30: 5-12.

阿江通良（2010）動きの標準値とバイオメカニクスの評価法。体育の科学，60: 151-156。

阿江通良・小林育斗（2011）動作分析から動作の共通性と個性を考える。バイオメカニクス研究，15：88-95。

阿江通良（2014）走行動作。進化する運動科学の研究最前線（アンチ・エイジングシリーズ）第1章第2節，エヌティーエス：東京。pp.21-28。

會田 宏（2012）トレーニング科学において事例を研究する手続き－球技における実践知対象とした質的研究を手がかりに－。トレーニング科学，24: 3-9。

青山清英（2016）コーチの学びのメンターとしての「私の考えるコーチング論」－なぜ、コーチが事例研究を行わなければならないのか－。コーチング学研究，29 Suppl.: 1-4。

Bergeron, MF, Mountjoy, M., Armstrong, N., Chia, M., Côté, J., Emery, CA., Faigenbaum, A., Hall Jr, G., Kriemler, S., Léglise, M., Malina, RM., Pensgaard, A. M., Sanchez, A., Soligard, T., Sundgot-Borgen, J., van Mechelen, W., Weissensteiner, J. R. and Engebretsen, L. (2015) International Olympic Committee consensus statement on youth athletic development. Br. J. Sports Med, 49:843-851.

Côté, J., Bfaker, L., Abernethy, B. (2007) Practice and Play in the Development of Sport Expertise. In Eklund & Temebeum(ed) "Handbook of Sport Psychology", pp. 184-202.

Gagné, F. (1993) Construct and models pertaining to exceptional human abilities. In: Heller, KA., Monks, FJ., and Passow, AH. Editors. International handbook of research and development of giftedness and talent. Oxford: Pergamon Press, Pp: 63-85.

遠藤俊典・田内健二・木越清信・尾縣 貢（2007）垂直跳とりバウンドジャンプの遂行能力の発達に関する横断的研究。体育学研究，52: 149-159。

遠藤俊典（2009）子どもから成人，アスリートに至るまでの跳躍能力の発達特性。陸上競技研究，76: 2-13。

遠藤俊典・高島瑠依・本道慎吾（2011）オーダーメイド型疾走動作改善トレーニングに必要な個々人の疾走技術評価法の開発と実践。財団法人ミズノスポーツ振興財団研究助成報告書。

遠藤俊典（2012）子どもからアスリートに至るまでの跳躍能力の発達とその評価－跳躍選手に必要な基礎的跳躍能力の基準値・目標値の設定にむけて－。陸上競技学会誌，10: 83-87。

遠藤俊典・本道慎吾・藤井宏明・杉本和那美・安井年文（2014）女子大学短距離選手の試合期における疾走動

- 作の個人内変動. スプリント研究, 23: 93-96
- 遠藤俊典 (2017) 子どものリバウンドジャンプ能力の発達とその評価. 体育の科学, 67: 248-253.
- Fujibayashi, N., Otsuka, M., Yoshioka, S. and Isaka, T. (2017) Technical strategy of triple jump: differences of Inverted Pendulum Model between Hop-dominated and Balance Techniques, *J. Sports Med. Phys. Fitness*. Oct 24 [Epub ahead of print]
- 藤井範久 (2013) 技術練習のバイオメカニクスの評価ー身体運動を評価し, 指導し, 再評価するー. バイオメカニクス研究, 7: 280-290.
- 深代千之・稲葉勝弘・小林 規・宮下充正 (1982) 幼児にみられる投能力の発達. *Jpn. J. Sports Sci*, 33: 103-109.
- ガラヒュー, D. L.; 杉原隆監訳 (1999) 幼少年期の体育発達の視点からのアプローチ, 大修館書店: 東京
- Hellebrandt, F. A., Rarick, G. L., Glassow, R. and Carns, M. L. (1961) Physiological analysis of basic motor skills 1. Growth and development of jumping. *Am. J. Phys. Med.*, 46: 14-25.
- Hancock, DJ., Adler, AL., and Côté, J. (2013) A proposed theoretical model to explain relative age effects in sport. *Eur. J. Sport Sci.*, 13: 630-637.
- Hollings, SC., Huma, PA. and Hopkins WG. (2014) Relative-age effect on competition outcomes at the World Youth and World Junior Athletics Championships. *Eur. J. Sport Sci.*, 14: S456-S461.
- 石塚 浩 (2014) タレント発掘・育成のモデルとなる源流の検証と提言へスポーツトレーニング学とスポーツ運動学の視点から探る. 陸上競技研究紀要, 10: 29-36.
- 伊藤静夫 (2016) 特集のねらい. 陸上競技研究紀要, 12: 30.
- 伊藤静夫 (2016) 若い競技者の育成方法を再考するー2015年 IOC 合意声明からー. 陸上競技研究紀要, 12: 32-42.
- 門野洋介・阿江通良・榎本靖士・杉田正明・森丘保典 (2008) 記録水準の異なる 800m 走者のレースパターン. *体育学研究*, 53: 247-263.
- 門野洋介 (2011) 中距離走のレースパターンにみられる共通性と個性. *バイオメカニクス研究*, 15: 96-100.
- 香川秀太 (2011) 実践知と形式知, 単一状況と複数状況, 分析と介入, そして質と量との越境的会話ー状況論・活動理論における看護研究に着目して. 質的心理学フォーラム, 3: 62-72.
- 川上小百合・宮下 憲・志賀 充・谷川 聡 (2004) 女子 100 m ハードル走のモデルタッチダウンタイムに関する研究. 陸上競技紀要, 17: 3-11.
- Koike, S., Mori, H. and Ae, M. (2007) Three-dimensional analysis of jump motion based on multi-body dynamics-The contribution of joint torque of the lower limbs to the velocity of the wholebody center of gravity, In: Fuss, F. K., Subic, A. and Ujihashi, S. (Eds): *The Impact of Technology on Sport II*: 649-654.
- 小池関也・石川達也・阿江通良 (2010) 走動作における身体関節機能の定量化: 足部 MP 関節を含む支持脚関節の機能. 日本機械学会ジョイント・シンポジウム 2010 講演論文集, 200-205.
- 小池関也 (2013) スポーツ動作の動力学的特性から見たコツのしくみ. *バイオメカニクス学会誌*, 37: 221-226.
- 國土将平 (2015) 項目反応理論を用いた子どもの運動動作の評価. 体育の科学, 65: 506-516.
- 前村公彦・木越清信・山本泰明・永井 純 (2010) タイプ差を考慮した弱点強化型トレーニングプログラムが 400mH 競技者のエネルギー供給動態に及ぼす影響. 日本陸上競技学会. 第 9 回大会号, p. 14.
- Malina, R. M. and Bouchard, C. (1991) Growth, Maturation and Physical Activity. *Human Kinetics, Champaign*.
- Malina, R. M. (2010) Early sport specialization: roots, effectiveness, risks. *Curr Sports Med Rep*, 9: 364-71.
- マトバイエフ: 魚住廣信監訳 (2008) ロシア体育・スポーツトレーニング理論と方法論, ナップ: 東京.
- 松尾彰文・広川龍太郎・柳谷登志雄・杉田正明・土江寛裕・阿江通良 (2010) 100 m のレース分析. 澤木啓祐編, 世界一流陸上競技者のパフォーマンスと技術, 財団法人日本陸上競技連盟, pp. 5-17.
- 松浦義行 (2005) 身体的発育発達論序説, 不昧堂書店: 東京.
- 宮下 憲 (1993) 110 m ハードルレースに於けるモデルタッチダウンタイムに関する研究. 陸上競技研究, 14: 10-20.
- 宮下 憲編 (2012) スプリント&ハードル, 陸上競技社: 東京.
- 宮代賢治・山元康平・内藤 景・谷川 聡・西嶋尚彦 (2013) 男子 100m 走における身長別モデルステップ変数, *スプリント研究*, 22: 57-76.
- 宮丸凱史 (1980) 投げの動作の発達. 体育の科学, 30: 464-472.
- 宮丸凱史・中村和彦・松浦義行 (1989) 幼児の跳動作の発達と評価に関する研究. *体育科学*, 17: 67-76.
- 宮丸凱史 (2001) 疾走能力の発達. 杏林書院: 東京.
- 文部科学省 (2012) スポーツ基本計画, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/sports/detail/icsFiles/afildfile/2012/04/02/1319359_3_1.pdf.
- 森丘保典・榎本靖士・杉田正明・松尾彰文・阿江通良・小林寛道 (2005) 陸上競技 400 m ハードル走における一流男子選手のレースパターン分析. *バイオメカニ*

- クス研究, 9: 196-204.
- 森丘保典・山崎一彦 (2008) 陸上競技男子 400 m ハードル走における最適レースパターンの創発: 一流ハードラーの実践知に関する量的および質的アプローチ. *トレーニング科学*, 20: 175-181.
- 森丘保典 (2014a) コーチング学における事例研究の役割とは? : 量的研究と質的研究の関係性. *コーチング学研究*, 27: 169-178.
- 森丘保典 (2014b) タレントトランスファーマップという発想—最適種目選択のためのロードマップ—. *陸上競技研究紀要*, 10: 51-55.
- 森田正利・伊藤 章・沼澤秀雄・小木曾一之・安井年文 (1994) スプリントハードル (110mH, 100mH) および男女 400mH のレース分析. 佐々木秀幸, 小林寛道, 阿江通良監修. *世界一流競技者の技術, ベースボール・マガジン社*: 東京, pp. 66-91.
- 茂呂雄二・有元典文・青山征彦・伊藤 崇・香川秀太・岡部大介 編 (2012) *状況と活動の心理学—コンセプト・方法・実践*, 新曜社: 東京.
- 村木征人 (1982) *陸上競技 (フィールド)*, ぎょうせい: 東京.
- 村木征人 (1994) *スポーツ・トレーニング理論*, ブックハウス・エイチディ: 東京.
- 村木征人 (2007) 相補的統合スポーツトレーニング論序説: スポーツ方法学における本質問題の探求にむけて. *スポーツ方法学研究*, 21: 1-15.
- 村田光範 (2011) 幼児期・子ども期のからだの特徴. *体育の科学*, 61: 171-178.
- 内藤耕三・丸山剛生 (2006) 野球の投球腕速度を生成する運動依存トルク解析のための 3 次元上肢動力学モデル. *バイオメカニクス研究*, 10: 146-158.
- 日本コーチング学会 編 (2017) *コーチング学への招待*, 大修館書店: 東京.
- 日本陸上競技連盟 (2016) *タレントトランスファーガイド*. <http://www.jaaf.or.jp/pdf/development/transferguide.pdf>
- 小野真弘・徐 広孝・大山卞圭悟・西嶋尚彦 (2014) 円盤投動作技能の評価基準. *体育測定評価研究*, 14: 1-10.
- 大宮真一・木越清信・尾縣 貢 (2009) 小学校高学年児童のリバウンドジャンプ能力と走り幅跳びの鉛直速度および踏切動作との相互関係. *スポーツ教育学研究*, 30: 1-12.
- 坂井和明・伊藤竜兵・大高敏弘・高松 薫 (2006) 球技スポーツ競技者における個別性の原則を考慮した体力トレーニングの効果. *体育学研究*, 51: 21-32.
- 桜井伸二 (1992) *投げる科学*, 大修館書店: 東京.
- 柴山一仁・川上小百合・谷川 聡 (2010) 2007 年世界陸上競技選手権大会における男子 110m ハードル走および女子 100m ハードル走レースの時間分析. 第 11 回世界陸上競技選手権大阪大会日本陸上競技連盟バイオメカニクス研究班報告書 *世界一流陸上競技者のパフォーマンスと技術*, 日本陸上競技連盟: 東京, pp. 76-85.
- 末松大喜・西嶋尚彦・尾縣 貢 (2008) 男子小学生における疾走能力の指数と疾走中の接地時点の動作との因果構造. *体育学研究*, 53: 363-373.
- Susanka, P., Miskos, G., Millerova, V., Dostal, E. and Barac, F. (1987) Time analysis of the 100m and 110m hurdles. *Scientific Report on the World Championships in Athletics Rome 1987, I.A.A.F.*, pp. B1-B17.
- 谷川 聡 (2006) 世界トップレベルから見た 110m ハードル競走の競技特性. *スプリント研究*, 16: 24-40.
- 谷川 聡 (2008) 世界一流 110m ハードル競技者のレースタイムおよび動作特性. *バイオメカニクス研究*, 12: 101-108.
- 谷川 聡・内藤 景 (2014) スプリント・ハードルトレーニングのためのバイオメカニクス知見の活かし方. *バイオメカニクス研究*, 18: 157-168.
- 高石昌弘・樋口 満・小島武次 (1981) *からだの発達—身体発達学へのアプローチ—*, 大修館書店: 東京.
- 高本恵美・出井雄二・尾縣 貢 (2013) 小学校児童における走, 跳および投動作の発達: 全 学年を対象として. *スポーツ教育学研究*, 23: 1-15.
- 竹迫 寿 (2007) やり投げにおける槍の速度に対する身体各部位の貢献—日本レベル選手から世界レベル選手を対象にして. 2007 年度早稲田大学スポーツ科学研究科修士論文.
- Tanner, JM. (1981) *A History of the Study of Human Growth*. Cambridge University Press.
- 田内健二・村上雅俊・高松潤二・阿江通良 (2006) 砲丸投げにおける砲丸速度に対する身体各部位の貢献—世界レベル選手と日本レベル選手との比較—. *陸上競技研究紀要*, 2: 65-73.
- 田内健二 (2007) やり投げの競技特性と世界レベルに対する日本選手の課題. *陸上競技学会誌*, 6 .Suppl.: 100-104.
- Tauchi, K., Endo, T., Ogata, M., Matsuo, A. and Iso, S. (2008) The characteristics of jump ability in adolescent elite athletes and healthy males: From the viewpoint of the development of countermovement and rebound jump ability. *Int. J. Sport. Hlth. Sci.*, 6: 78-84.
- Tauchi, K., Murakami, M., Endo, T., Takesako, H. and Gomi, K. (2009) Biomechanical analysis of elite javelin throwing technique at the 2007 IAAF World Championships in Athletics. *Bulletin of Studies in Athletics of JAAF*. 5:143-149.
- 田内健二 (2011) 「科学的データをスポーツ現場に応用

- する」を再考する：やり投におけるバイオメカニクスデータの応用例を提示して. 中京大学体育学論叢, 52: 31-41.
- 田内健二・藤田善也・遠藤俊典 (2012) 男子やり投げにおける投てき動作の評価基準. バイオメカニクス研究, 16: 2-11.
- 田内健二・塚田卓巳 (2014) やり投の投てき技術における一貫した指導理念の構築を目指した取り組み—バイオメカニクス研究からのアプローチ—. 陸上競技研究, 98: 2-15.
- 豊嶋陵二・田内健二・遠藤俊典・磯 繁雄・桜井伸二 (2015) スプリント走におけるピッチおよびストライドの個人内変動に影響を与えるバイオメカニクスの要因. 体育学研究, 60: 197-208.
- 土江寛裕 (2011) 陸上競技入門ブック短距離・リレー, ベースボール・マガジン社: 東京, pp. 22
- 辻野 昭・岡本 勉・後藤幸弘・橋本不二雄・徳原康彦 (1974) 発育にともなう動作とパワーの変遷について—跳動作(垂直跳び, 立ち幅跳び)—. キネシオロジー研究会編 身体運動の科学 I, 杏林書院: 東京. pp. 203-243.
- 内山治樹 (2013) コーチの本質. 体育学研究, 58: 677-697.
- 山元康平・宮代賢治・内藤 景・木越清信・谷川 聡・大山下圭悟・宮下 憲・尾縣 貢 (2014) 陸上競技男子 400 m 走におけるレースパターンとパフォーマンスとの関係. 体育学研究.
- 山崎一彦 (2008) ロングスプリントのトレーニング. 日本トレーニング科学会編集 スプリントトレーニング—速く走る・泳ぐ・滑るを科学する—, 朝倉書店: 東京, pp. 104-114.
- 山崎一彦 (2014) 今, なぜタレントトランスファーなのか. 陸上競技研究紀要, 10: 26-28.
- 山崎一彦 (2017) 私の考えるコーチング論. コーチング学研究, 30. Suppl.: 89-96.
- 山崎一彦 (2017) 陸上競技選手の育成と発育発達. 子どもと発育発達, 14: 273 - 277.
- 安井年文 (1992) 陸上競技男子 400M ハードル走における一考察—身長, 最高記録, 歩数に着目して—. 青山学院大学「論集」, 33: 205-214.
- Yasui, T., Aoyama, K., Ogiso, K., Asaba, K. and Ogura, Y. (1996) The Study of The Model Interval Time in 400m Hurdle Race for Men. 14th International Symposium Biomechanics in Sports., pp. 431-434.
- 矢田恵大・阿江通良・谷川 聡・伊藤 章・福田厚治・貴嶋孝太 (2011) 標準動作モデルによる世界一流および学生短距離競技者の疾走動作の特徴. 陸上競技研究, 87: 10-16.
- 吉田陽平・小池関也 (2008) やり投げにおけるやり加速メカニズムに関する動力学的分析(受動的関節トルクの機能とその発生要因). 日本機械学会ジョイント・シンポジウム 2008 講演論文集: 264-269.
- 結城匡啓 (2011) 私の考えるコーチング論: 科学的コーチングの実践を目指して. コーチング学研究, 25: 13-20.
- 渡邊将司・森丘保典・伊藤静夫・三宅 聡・森 泰夫・繁田 進・尾縣 貢 (2013) オリンピック・世界選手権日本代表における青少年期の競技レベル—日本代表選手に対する軌跡調査—. 陸上競技研究紀要, 9: 1-6.
- 渡邊将司・森丘保典・伊藤静夫・三宅 聡・森 泰夫・山崎一彦・榎本靖士・遠藤俊典・木越清信・繁田 進・尾縣 貢 (2014) 日本代表選手におけるスポーツ・種目転向(トランスファー)の特徴. 陸上競技研究紀要, 10: 13-21.
- Wild, M.R. (1938) The behavior pattern of throwing and some observations concerning its course of development in children. Research Quarterly, 9: 20-24.
- 関子浩二 (1997) ばねを高めるためのトレーニング理論. トレーニング科学, 8: 7-16.
- Zushi, K., Mitsui, T. and Elliott, B. (2003) The Changes of Movement Control during Acceleration in Human Sprinting. Proceedings CD of XIXth International Congress on Biomechanics.
- 関子浩二 (2004) トレーニングを計画・評価する. スポーツ選手と指導者のための体力・運動能力測定法, 鹿屋大学スポーツトレーニング教育センター編, 大修館書店: 東京. pp. 143-153.
- 関子浩二 (2005) スポーツアスリートにおけるばねに関する理論とその可能性. 陸上競技研究, 60: 2-17.
- 関子浩二 (2006) スポーツパフォーマンスを解き明かすふたたび 陸上競技・跳躍. 体育の科学, 56: 127-133.
- 関子浩二・永原 隆・石井泰光 (2007) スプリント走パフォーマンス向上に対するプライオメトリクスの可能性. スプリント研究, 17: 21-31

[日本陸上競技学会第16回大会]

共催：公益社団法人日本学生陸上競技連合・関東学生陸上競技連盟

シンポジウム①

4 × 100m リレー 2020 東京に向けて ～科学的視点からみた4 × 100m リレーのこれまでとこれから～

司 会 安井 年文 (青山学院大学)
演 者 小林 海 (日本スポーツ振興センター)
塚原 直貴 (富士通株式会社)

2017年8月に行われたロンドン世界選手権の男子4 × 100m リレーにおいて、日本代表チームは世界選手権では初めて銅メダルを獲得することができた。また、2016年のリオデジャネイロオリンピック（銀メダル）に続き、2大会連続でのメダル獲得は陸上の男子短距離界にとって快挙といえる成績であった。

男子4 × 100m リレー日本代表チームは、2001年以降、アンダーハンドパスを採用している。アンダーハンドパスはオーバーハンドパスと比較して利得距離（2選手間の距離）が短いため、テークオーバーゾーンにおけるバトンパスの時間ではオーバーハンドパスの方が有利にはたらく。しかしながら、オーバーハンドパスは次走者が腕を高く上げるため、バトンパスの失敗リスクが高まる。一方のアンダーハンドパスは腕を高く上げないため、バトンパスが容易であるだけでなく、次走者が走る姿勢に近く、加速しやすいという利点もある。2008年の北京オリンピックにおいて、男子4 × 100m リレー日本代表チームは国際大会ではじめて銅メダルを獲得することができた。2008年はリレーメンバーがほぼ固定されており（塚原－末續－高平－朝原）、バトンパスに関する意思疎通が十分に行われていた。近年の国内短距離選手の競技力向上に伴い、世界大会の日本代表選手を固定化することは困難なため、どの選手が代表に選出されても、確実なバトンパスを行う必要がある。上述の通り、アンダーハンドパスはバトンパスが比較的容易であるため、日本代表のような大会直前でバトン合わせを行わなくてはならない選手間においても有用なバトンパス方法であ

るといえる。

近年の男子短距離の日本代表合宿では、合宿時に選手とコーチングスタッフ全員で議論を繰り返し、アンダーハンドパスであってもバトンパス時の利得距離を延伸させることに加え、テークオーバーゾーン内におけるバトンパスの位置に着目し、バトンパスタイムの短縮を意図した練習に取り組んできた。これらのことが、2016年のリオデジャネイロオリンピックでの銀メダルや、今年（2017年）の世界選手権における銅メダル獲得につながったと考える。

合宿や国際大会では、ハイスピードデジタルビデオカメラを用いて、バトンパスを分析、フィードバックしてきた。特に、バトンをもらう次走者の加速を評価するために、テークオーバーゾーンの20mだけでなく、前後10mを加えた40m区間タイムについて分析を行ってきた。2016年のリオデジャネイロオリンピックでの40m区間タイムは合計11.27秒（各区間平均3.76秒）であったことから（表1）、2017年のロンドン世界選手権では3.75秒以内を目標と定めてバトンパス練習を行ってきた。2017年のロンドン世界選手権決勝のバトン区間40mタイムは、イギリス1-2走の3.70秒がそれぞれ最速であった。日本代表は1-2走の3.77秒が最速であり、目標の3.75秒以内はいずれの区間でも達成できなかった。イギリスやアメリカが3.75秒以内でバトンパスを行っていたことを考慮すると、他国と同等か他国を上回るタイムが求められる。

バトン区間40mタイムを決める要因として、個々の

表1 2017年ロンドン世界選手権および2016年のリオデジャネイロオリンピック決勝の40m区間タイム

ラウンド 国名		2017ロンドン世界選手権 決勝				2016リオオリンピック 決勝
		日本	イギリス	アメリカ	中国	日本
バトン区間 40mタイム [秒]	1-2走	3.77	3.70	3.74	3.79	3.73
	2-3走	3.82	3.75	3.81	3.83	3.72
	3-4走	3.78	3.71	3.75	3.89	3.82
	平均	3.79	3.72	3.76	3.84	3.76

走力や利得距離のほかにテークオーバーゾーン内のバトンパスが行われた位置、そして前走者と次走者がバトンに触れている時間（距離）が挙げられる。国際大会の4×100mリレーのバトンパスにおける利得距離は測定することはできていないが、バトンパスが行われた位置と前走者と次走者の2人がバトンに触れていた距離については検討してきた（表2）。ロンドン世界選手権の日本代表のバトンパスが行われた位置は決勝で6.3-10.3mであり、テークオーバーゾーンの前半から中盤であった。この傾向は他国も同様であり、各国ともに比較的テークオーバーゾーン前半でバトンパスが行われていた。テークオーバーゾーン後半でのバトンパスはバトンパスに失敗すると失格となるリスクが増大するため、前半で次走者がバトンを実際に受け取り、その後加速するバトンパスを行っていたと推察される。しかし、日本代表は次走者が十分に加速してバトンを受け取るために、テークオーバーゾーン中間付近でバトンパスを行うことを目標としていたため、今世界選手権は完璧なバトンパスが遂行できていたとは言い難い。

また、ロンドン世界選手権の前走者と次走者の2人がバトンに触れていた距離の平均値は日本が他国と比較して最も長かった。このことは、次走者が本来の走動作が

できず、加速しづらい距離が増大することを示すものであり、このこともバトン区間40mタイムがイギリスやアメリカのタイムを下回ったことにつながったと考えられる。加えて、今世界選手権の2人がバトンに触れていた距離の平均値はリオデジャネイロオリンピックのそれと比較しても長かったことから、今後、日本代表のバトンパスには改善の余地があることがわかる。安定して4×100mリレーを37秒台で走るためには、バトンパスを行う位置だけでなく、2人がバトンに触れる距離を最小限にとどめることが必要であろう。バトン区間タイムの短縮には次走者が十分に加速してバトンを貰う必要があり、そのために2人がバトンに触れている距離（時間）の短縮が重要であるかがわかる。

2020年の東京オリンピックに向けては、個々の走力を向上が求められるだけでなく、バトンパスの精度を一層高めることが重要となる。そのための一助として、合宿時や国際大会における科学的なデータ収集とフィードバックが果たす役割も重要である。バトンパス時の選手同士の受け渡しの感覚だけでなく、それらの映像データやタイム分析結果を活用することで、更なる日本記録更新と東京オリンピックでの表彰台を期待したい。

表2 2017年ロンドン世界選手権における前走者と次走者の2人がバトンに触れていた距離（上段）とバトンパスが行われた位置（下段）

ラウンド 国名	2017 ロンドン世界選手権 決勝							
	日本		イギリス		アメリカ		中国	
バトンパス	on 距離	off 距離	on 距離	off 距離	on 距離	off 距離	on 距離	off 距離
1-2走 [m]	7.0	13.0	5.0	9.0	3.0	6.0	8.0	11.5
		6.0		4.0		3.0		3.5
2-3走 [m]	5.0	8.0	6.5	10.0	3.0	7.0	6.5	10.0
		3.0		3.5		4.0		3.5
3-4走 [m]	7.0	10.0	8.0	11.0	4.0	6.0	0.5	5.0
		3.0		3.0		2.0		4.5
平均 [m]	6.3	10.3	6.5	10.0	3.3	6.3	5.0	8.8
		4.0		3.5		3.0		3.8

《司会プロフィール》

安井 年文（やすい としふみ）

1967 年生まれ

現職 青山学院大学教育人間科学部教育学科教授
青山学院大学陸上競技部監督

最終学歴 筑波大学大学院体育研究科コーチ学専攻

主な論文 走りが変わる！陸上スプリント最強のコツ
50（単）

スプリント&ハードル（宮下憲編著）（共）

陸上競技を科学する（関岡康雄編）（共）

400 mハードル走の特性における実践的把握
についての検討（単）

対校戦におけるリレーの戦術について -

走順の観点から-（単）

社会的活動

第 29 回ユニバーシアード競技大会（2017/

台湾・台北）陸上競技役員（総務）

第 28 回ユニバーシアード競技大会（2016/

韓国・広州）陸上競技役員（総務）

関東学生陸上競技連盟評議員 評議員

日本学生陸上競技連合調査研究委員会 委

員長

関東学生陸上競技連盟強化委員会 副委員

長

日本スプリント学会 理事長

《演者プロフィール》

小林 海（こばやし かい）

1979 年生まれ

現職 日本スポーツ振興センター

ハイパフォーマンスサポート事業職員

最終学歴 早稲田大学スポーツ科学研究科博士後期課
程修了

博士（スポーツ科学）

主な論文 短距離走の加速局面における走速度の決定
因子に関する研究. 陸上競技研究, 105(2):
2-12, 2016.

Kinematic Differences Between Faster
And Slower Sprinters During The
Acceleration Phase Of Sprint Running.
Gazzetta Medica Italiana, 174(4): 163-72,
2015.

社会的活動

日本陸上競技連盟強化委員会男子短距離ブ
ロック科学スタッフ

日本オリンピック委員会強化コーチ

日本陸上競技連盟科学委員会協力研究員

日本バレーボール学会理事

《演者プロフィール》

塚原 直貴（つかはら なおき）

1985 年生まれ

現職 富士通株式会社 企画スポーツ推進室

陸上競技アドバイザー

アメリカンフットボール部ランニングコー
チ

最終学歴 東海大学体育学部卒業

専門種目 100 m 200 m

競技歴 日本選手権優勝 3 回（100 m）

大阪世界陸上（5 位）4 × 100 m R アジア新
記録

北京オリンピック（3 位）4 × 100 m R 銅
メダル

[日本陸上競技学会第 16 回大会]

共催：公益社団法人日本学生陸上競技連合・関東学生陸上競技連盟

シンポジウム②

三段跳 17 m 15 日本記録へのチャレンジ

司 会 藤林 献明 (びわこ成蹊スポーツ大学)
演 者 杉林 孝法 (金沢星稷大学)
小山 宏之 (京都教育大学)

司会

■藤林献明 (びわこ成蹊スポーツ大学)

司会を行いながら私もデータを示し、ディスカッションへ加わろうと思う。「三段跳 17m15 日本記録へのチャレンジ」とのタイトルである。しかし、オリンピックが迫る中、日本記録に挑戦し、そこから世界を目指すことにスポットを当て進めていきたい。朝のシンポジウム 1 と同様、研究と実践を踏まえ、今後の三段跳がどのような方向で進んでいくか、皆さんと議論できればと思う。

では初めに、これまでの日本の三段跳の強化について述べる。近年における日本の三段跳選手の課題は、助走スピードにあった。そのために、スピードの強化や、スピードある選手を中心に発掘・強化をしてきた。その結果、スピードは、目標値に近いレベルへ達する選手が出現するようになった。しかし、次なる課題として、助走スピードに対応する技術的な面に課題があると認識しており、この先、日本がどのような方向へ進んでいくのかを今日は紹介する。はじめに小山先生が、科学的なデータに基づく課題を提示する。次に私が、データと実践を踏まえ、この先、どのような技術が必要となるかをお話する。最後に、杉林先生が、その課題をどう解決するかを実践的に、経験則等を含めながら進めていく。

1 三段跳における世界及び日本の記録動向

その前に、三段跳の現状を、前提条件としてお話しする。日本の三段跳選手は、ロンドンまで 4 大会連続でオリンピックに派遣できていなかった。三段跳復活の使命を受け、三段跳復活プロジェクトなど様々な強化を行ってきた。その結果、リオオリンピックでは、長谷川選手、山下選手 2 人の代表を輩出することができた。三段跳で複数の選手がオリンピックに出場したのは、実に 44 年振りであった。このことから、まだ復活途中であるが、少しずつは復活の兆しがみえてきていると考えている。また、今年度の世界選手権では、山本選手が代表となった。決勝、入賞等には至らなかったが、世界大会出場水準のタレントが増えてきた。なお、山本選手は、ユニバーシアードでメダルを獲得したが、現状オリンピックで活

躍するには、さらなるステップアップが必要である。東京オリンピックにおいて入賞、さらには遠くない未来にメダル獲得を将来見据えた場合、どのようなステップを踏んで、この目標を達成していくかが、現在、三段跳強化に与えられた課題である。

ところで近年、三段跳が低迷していると言われ続けていた。しかし、この低迷は、日本のみ起こっている出来事ではなく、世界的に 2000 年前後を境に、記録の停滞が起こっている。図 1 に記録の推移を示した。オリンピックのみの記録だが、実線◆が優勝、点線■が 3 位入賞、二重線●が 8 位入賞の記録である。オリンピックの優勝記録と日本ランキング 1 位の記録を比較すると分かりやすいが、両者に共通して 2000 年前後までは、高い記録を示しているが、2000 年以降一旦、記録が低迷し、2008 年 (日本ランキングは 2012 年) を境に、再び記録の向上が見られる。この現象が何であるか、

経験則を基に考えてみた。オリンピックにおける 100m の優勝記録と 3 位の記録を図 1 に重ねたものが図 2 である。記録水準の相違は無視しているが、特にこの 1 位の記録について見てもらいたい。三段跳の記録が向上した年は、100m の記録が低下し 100m の記録が向上すると反比例するように、三段跳の記録が低下する現象が起きている。これは、2000 年を前後に、オールウェザー

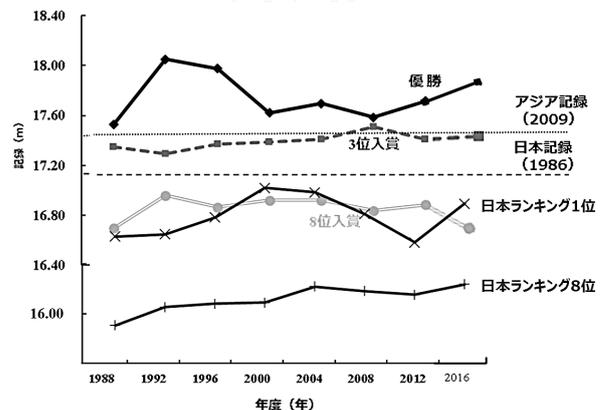


図 1 三段跳における世界及び日本の記録動向

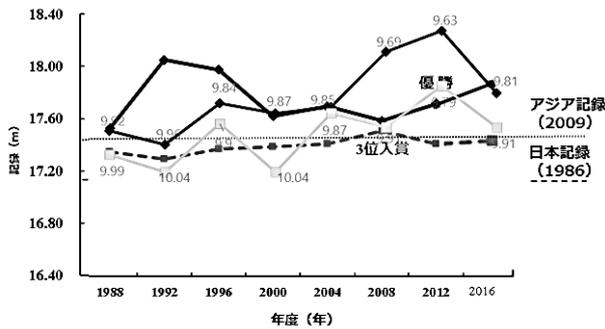


図2 100 mにおける記録動向

の高速化が推進したことに関係するのではと考えている。オールウェザーの高速化は、サーフェスが硬くなることから足が地面に接地した瞬間、すぐ反発して地面から弾かれることが起こっている可能性がある。そのため、以前は、少し時間をかけて地面反力の力積を十分獲得できていた選手たちが、地面が硬化したことにより、今までの動作では力を受ける前に、地面から弾かれてしまっているのではと推察される。そのため、2000年までに普及していた技術と全く同じ技術では、2000年以降の環境に跳躍が適応できない可能性が考えられる。これはあくまで仮説ではあるが、今の競技環境に対する技術・体力を習得することが必須になると予測を立て、日本陸連として強化策を考えている。この仮説を強めた要因として、2008年前後に世界的に再度記録が再上昇してきた時期に牽引していた選手は、クリスチャン・テイラー選手、ウィル・クレイ選手、テディ・タムゴー選手の3選手である。この選手たちが出現することで、世界の上位8名のパフォーマンスがどう変化してきたのかについて比較すると、助走速度が速くなり、踏切の接地時間が短くなり、踏切などの三段跳の三回の跳躍の鉛直速度が低くなり、水平速度が大きくなっている。すなわち、助走速度が速く、踏切時間が短く、跳躍角度が低い三段跳を行う選手が増えている。このような跳躍は、高速化した硬いサーフェスに順応した跳躍であると考えられる。我々の仮説と、この事実を踏まえると、やはり最近の競技環境に適応する技能を育成する必要があると考えて、現在トレーニングを進めている。その中で、昔のテクニクの重要な部分は応用しながらも、さらにこの先、日本人選手が世界で活躍していくために何を指したらいいのか。各種データ、経験則、世界のコーチの考え等を含めて、みなさんと一緒に考えていきたい。そのデータを今から小山先生に示していただく。

演者

■小山宏之(京都教育大学)

1 三段跳の助走スピードについて

私は、日本陸上競技連盟科学委員会の委員として活動

を行ってきた。これまでデータを収集する中で、藤林先生から話があったように、16.80m程度が世界大会入賞ラインだと考えている。そうすると、世界で入賞するには自己ベストが17m以上になってくることが求められる。そこで、17mをテーマとして、世界で入賞するための目標値と日本選手の現状を、科学委員会として収集してきた助走スピードのデータと跳躍距離の観点から評価していく。

三段跳のパフォーマンスは、助走で獲得した水平スピードを利用して跳躍距離を獲得していくことである。そこではじめに、①17m以上の跳躍に必要と考えられる助走スピードの目標値と、日本のトップ選手の現状を示す。次に、②17m以上の跳躍に必要な各歩の跳躍距離の目標値を示す。この目標値は過去の世界選手権大会出場選手のデータから作成している。あわせてロンドン世界選手権、リオオリンピックの日本代表選手を含む、日本選手の現状を紹介する。

最初に示す助走スピードに関するデータは、2001年から2016年前半シーズンまでの国内及び国際大会の測定結果であり、世界選手権が3試合、アジア大会が数試合など多くの海外試合を含んでいる。跳躍距離の範囲は14.54mから18.21mであり、のべ658跳躍のデータである。17m以上の跳躍は約60跳躍ある。測定はスタンドからレーザー速度測定器(ラベグ)を用いて測定している。

図3は跳躍距離と助走最高スピードの関係であり、距離別グループ0.25m毎に群分けして示したものである。図内の四角(□)は各群の平均値を、丸(○)は各群の中の最高値を、バツ(x)は各群の最低値を示している。全体としては、跳躍距離が大きい選手の方が助走スピードは高い傾向にある。しかし、より詳細に見ると、14m台から16mまでは両者に正の相関関係が見られるが、16m台では相関関係がなくなり、助走スピードの平均は同程度で推移し、16m台の助走スピードには群間で有意差が無いことを確認している。一方、17m以上では16m台よりも助走スピードは高く、16m台は10.00m/s前後のスピードであったのに対して、17m以上では

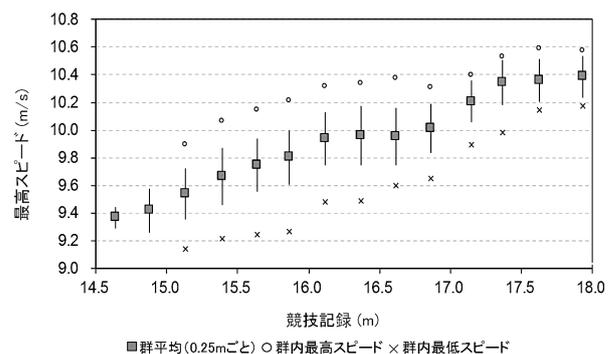


図3 17 m以上の跳躍のための助走スピード

10.20m/s から 10.40m/s 程度のスピードとなっている。すなわち、17m 以上の距離を獲得するには、ある一定以上の助走スピードが必要であり、10.20m/s から 10.40m/s 程度のスピードがその基準であることが科学委員としての見解である。

ここで、日本選手の現状について示していく。まず、2017 ロンドン世界選手権代表の山本選手について、図4は山本選手の助走スピードと跳躍距離の関係を示したものである。山本選手はインターハイで 15.79m を跳躍し優勝しているが、その跳躍の結果も含まれている。大学入学後の大学2年(2015年シーズン)から4年(2017年シーズン)までの記録と助走スピードの変化を測定結果から時系列で見えていくと、大学2年時(2015年)の測定試技は、記録が $15.77 \pm 0.35\text{m}$ (15.32 ~ 16.24m)、助走スピードが $9.78 \pm 0.14\text{m/s}$ (9.61 ~ 10.05m/s)であったが、大学3年時(2016年)は記録が $16.23 \pm 0.21\text{m}$ (15.91 ~ 16.52m)、助走スピードが $10.11 \pm 0.09\text{m/s}$ (9.95 ~ 10.23m/s)であり、記録の向上とともに助走スピードが上がっていた。さらに、大学4年時(2017年)では、記録が $16.65 \pm 0.31\text{m}$ (16.06 ~ 16.91m、日本選手権および世界選手権を除く)、助走スピードが $10.25 \pm 0.07\text{m/s}$ (10.16 ~ 10.37m/s)とさらにスピードが高まり、織田記念およびゴールデングランプリでは、17m 台の助走スピードの平均値(図3)と同程度であった。すなわち、山本選手は17m 以上を跳躍するのに必要な助走スピードの目標値に達していると言える。なお、世界選手権では記録が 16.01m であったが、助走スピードは 9.92m/s と低いスピードであった。

次に、2016 リオデジャネイロオリンピックに出場した長谷川選手の助走スピードと跳躍距離の関係について見ていく(図5)。長谷川選手はリオの前年の2015年では、測定試技の平均は $15.86 \pm 0.30\text{m}$ であったが、2016年は織田記念の 16.88m をはじめ記録の良い跳躍が多く、測定試技の平均は大きく上がっており ($16.26 \pm 0.43\text{m}$)、助走スピードを見ても2016年の方が高い値であった。一方、2017年は2016年と同程度のスピードが出ている試技もあるものの全体としては低い傾向にあり、それに伴い記録も下がっていた ($15.71 \pm 0.24\text{m}$)。

藤林先生のイントロの中で、近年助走スピードの高い日本選手が増えてきたと紹介があった。図6は2017年日本ランキング上位選手の助走スピードと跳躍記録の関係を示している。対象は、2017年日本ランキング上位者の原田選手(2位)、許田選手(3位)、山下選手(7位)である。この3名の助走スピードは 10.00 m/s から 10.40m/s の範囲に大部分が位置し、許田選手や山下選手は 17m 台の跳躍の目標値の水準に達している。一方で、いずれの選手も各記録群の過去の最高値(図内の○)を上回る位置にあることからわかるように、高いスピードが跳躍距離へつながっていない結果に現状は留まっている。

る。このように、助走スピードの高い選手が複数いる現状であるが、このスピードを跳躍距離へとつなげるため、一旦助走スピードを抑えて記録を狙うか、それとも高い助走スピードのまま跳躍を行っていくかなど、個々で戦略を考えていくが必要になるが、いずれにせよ最終的には高いスピードの中で記録を上げていく方向性が必要になってくると考えられる。

さらに、インターハイ入賞選手(2016, 2017年)の助走スピードと跳躍記録の関係を見ると、これらの高校生選手は 15m 台前半から 15m 台中盤の記録であるため、16m 台や 17m 台と比較して助走スピードは低いことがわかる。つまり、このままの助走スピードでは世界で活躍するための 17m 台に達することは、過去の傾向から全く考えることはできない。すなわち、ジュニア世代の選手は、スプリント能力の向上が不可欠と考えられ、ジュニアからシニアへの移行を考えた場合、継続的なスプリント能力の向上が必要で、それを高いレベルで維持して

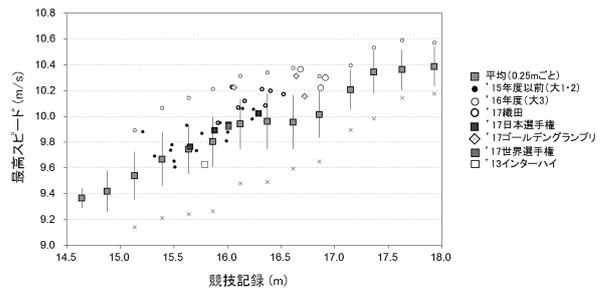


図4 山本選手の助走スピード

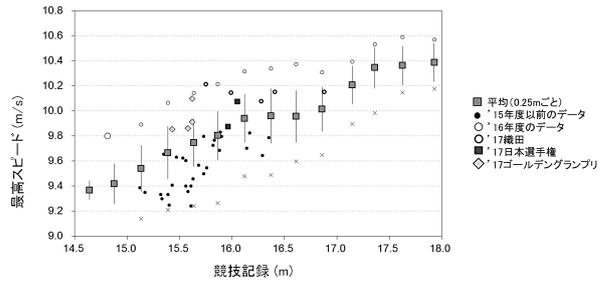


図5 長谷川選手の助走スピード

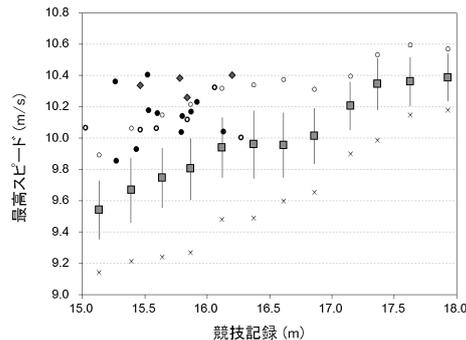


図6 日本選手権上位選手の助走スピード

いかなければならぬ。その土台に加えて専門的な技術の習得があり、17mへ到達すると言えるであろう。

2 ホップ・ステップ・ジャンプの跳躍距離

ここからは跳躍距離のデータを示していく。世界選手の分析データは1991年東京世界選手権、1997年アテネ世界選手権、2009年ベルリン世界選手権、2011年大邱世界選手権、2015年北京世界選手権など、文献等での発表データを引用している。記録は実測距離で16.50mから18.30mである。日本選手は山本選手および日本上位選手を比較対象として示す。ホップ、ステップ、ジャンプの各距離について、ホップ距離は踏切におけるファールラインとつま先間の距離を含めた実測距離で評価している。したがって、跳躍記録も踏切でのロスを加えた実測距離（競技結果+踏切ロス）である。まず、世界大会出場選手の結果を見てみると、ホップ、ステップ、ジャンプの全てにおいて各歩の距離と跳躍距離の間に正の相関が見られる。そして、最も相関が強いのはジャンプ距離であった。先ほど示した助走スピードの結果(図3)で、17m台の群の助走スピードに大差はない(有意差はない)ことから考えると、ジャンプまでスピードを維持でき、維持したスピードでジャンプがより跳べる選手ほど全体の跳躍距離が高くなっている可能性が考えられる。

ここで、ホップとステップの距離を見ると、特にステップの距離のバラつきが大きい傾向が見られた。これは、ホップ距離が大きい選手はステップ距離が短く、ホップを抑えている選手はステップ距離を大きく獲得している傾向があったことを反映している。どちらのタイプにしても、ジャンプ距離を大きくすることが必要であることから、選手の戦略ではあるがジャンプまでスピードをできるだけ維持できるようなホップとステップが大切になってくると考えられる。

科学委員として選手やコーチにデータをフィードバックする際には、ホップとステップを総合的に評価するため、ホップとステップの距離を合計した距離もフィードバックしている。三段跳の試合だと、男子であれば13m板で試合を行うことが多いため、ホップの踏切から11mの位置に走幅跳の踏切板がある。したがって、走幅跳の踏切板を目安とすると、ホップとステップでどの程度距離を獲得できているかが分かりやすい。ステップまでの距離は跳躍距離との正の相関が非常に強く、このデータを強化のコーチとも共有し、評価指標の1つとしている。これまでの測定結果から、17m以上の跳躍にはステップまでの距離で11.00mから11.20m程度は獲得していないと17m以上を跳躍していくのは難しいことが示されている。ステップまでの距離を競う競技ではないが、ホップとステップでスピードを維持する跳躍の中で、11.00mから11.20mまでは跳躍し、そこからジャンプが

跳べることで17m以上を跳ぶために必要になると考えている。

ここで山本選手の2016年の日本選手権で実測16.66mの試技と2017年の織田記念で実測16.90mの跳躍を見てみる。どのような違いを感じるであろうか。すでに示したように助走スピードは確実に上がっている(図4)。その変化を踏まえた上で、各歩の距離の変化を考えてみる。まず、ステップまでの距離を見ると、2016年は10.60m前後であり、17m以上を跳ぶには距離が足りていない。ここに、2017年の織田記念の結果を重ねると、ステップまでの距離が大きく伸びていることが分かる(11.00m前後)。ここで、ジャンプの距離を見ると、2016年と2017年では大きな差は見られなかった。すなわち、2017年の記録の向上はステップまでの距離をより獲得できていたことにより達成されていた。なお、山本選手はジャンプの距離が非常に大きく、2016年の段階から16m台後半から17mの選手と同程度のジャンプの距離を獲得していた。ちなみに織田記念でファールであったが、最も距離を獲得していた試技(17m15, ファール)は、ステップまでの距離は短かったものの(10.72m)、非常に大きいジャンプ(6.41m)が跳べていたものであった。

ではステップの距離が伸びた理由を、ホップとステップの距離から考えてみる。結果から分かるように、2017年はホップの距離がかなり伸びている。すなわち、2017年は高い助走スピードの中で(図4)、ホップをより稼ぐ跳び出しをしていたことになる。2016年と2017年の他の試合と比べると、織田記念は特にホップの距離が大きかった。一方でステップの距離は全く変わっていない。つまり、よりホップを強調した跳躍になり、ステップの距離は伸ばしていないが、結果的にステップまでの距離をより獲得できていたことになる。このように、2017年はよりホップ型の跳躍であったが、ジャンプの距離は変わらずに獲得できていたことも重要である。このあとの藤林先生と杉林先生の話の中で、ホップをより跳んでいく戦略が良いか、それとも異なる戦略が良いか、技術的観点から話をしてもらおう。

次に、助走スピードでも示した原田選手と許田選手のデータを見ていく。両選手ともに、非常に助走スピードが高いが、距離に結びついていない特徴があった(図6)。ホップの距離を見ると、原田選手、許田選手ともに16m台前半の跳躍記録に対して、16m台後半の選手と同程度のホップ距離であり、高い助走スピードを利用してホップ距離をより獲得できる跳び出しをしていることが多かった。一方で、許田選手はステップの距離が極めて短く、原田選手もあまりステップの距離は獲得できていなかった。つまり、良いホップの跳び出しができるのに対し、ステップが対応できていないことを示し、このような傾向は今の日本のトップの選手の現状を表している

と考えている。

最後に、17m 台の跳躍に必要な助走スピードと各跳躍距離を示す。17m 以上の跳躍では、助走スピードは 10.20m/s から 10.40m/s 程度は必要である。日本の現状として、上記の範囲のスピードで助走できる選手は複数いるが、記録につながっていないのが現状である。各歩の跳躍距離で考えた場合、ジャンプまで距離を獲得できるスピードを維持したうえで、ステップまでの距離が 11.20m 以上を安定して跳べることで、17m 以上の跳躍に必要なと考えられる。そして、そのためのホップ、ステップの在り方を戦略的に考えていくことが重要である。日本の現状として、助走スピードを活かしてホップの距離は獲得できているが、ステップの距離が極めて小さい選手がおり、この現状を技術的な方向からどのように考えていくかが非常に重要であろう。

演者

■藤林献明（びわこ成蹊スポーツ大学）

1 速く、短く、低い三段跳

小山先生は、スピードを活かしてホップ、ステップまでを跳ばないといけないと述べられていた。そこで私は、どのような動きを具体的に目指すのかを考えていく。世界のトップ選手の傾向を再度、確認する。基本的には、助走が速くなり、短い接地時間で、低い跳躍角度の三段跳をしている傾向が増えてきた。このデータに対して、実は長谷川選手が 16m44 から 16m88 に記録を伸ばした年と、その前年度の同時期に三段跳の動作を測定していた。世界大会参加水準の記録に大きく変化した時に生じた跳躍変化を見てみると、先ほど示した世界の選手が 2008 年を前後に記録を伸ばしているパターンとほとんど類似した変化を示していた。ただし、いくつか違うポイントがある。長谷川選手はホップを 16m44 の年度と比較して、16m88 の年度では、水平型のホップをするようになっている。すなわち、水平スピードを維持しながら（鉛直速度を抑制することで）、同程度のホップの跳躍距離を獲得しており、より理想とするホップができていた。しかし、ステップに対して余裕ができたことにより、ステップを非常に高く跳んでしまう変化が起きていた。世界の選手は、低いホップで距離を稼ぎながら、ステップでも低く速く跳ぶことで、跳躍距離を確保しながらもスピードを維持しているというパターンである。しかし、長谷川選手は、ステップで余裕があるため上方に跳んでしまい、ステップの距離を獲得はできていたものの、ステップでの減速が大きく、ジャンプの距離において世界と大きく離されてしまった結果、16m88 に留まったと言える。この先 17m 以上を目指すために、ステップを水平型へ移行させることが課題である。この課題は、長谷川選手ヘフィードバックし共有を行った。しかし、今シーズンの長谷川選手は、少し怪我に苦しめら

れて記録が停滞してしまった。なお、今シーズン終了後に聞いた話によると、今年度の長谷川選手は、ホップもリオの年よりも、さらに水平型にしていたようである。そのため、16m88 を記録した年度は、最適な角度でホップを跳び出し、スピードを維持しながら距離を獲得できていたのにも関わらず、必要以上に水平方向に跳び出していたため、ホップの距離とステップにいくための滞空時間が短くなっていたことが予測された。その結果、ステップが間に合わず、ブレーキを伴うステップを行い、脚を痛める結果となり、今シーズンは苦戦したと考えられる。

2 日本選手が目指す方向性

日本の三段跳も、より水平型の三段跳を目指すとの前提のもとで、どう方向性を定めるかについてお話しする。水平型の三段跳を考える際、小山先生が述べられていたホップ、ステップ、ジャンプのバランスをどうするかが、一つ重要なキーワードになる。一般的な分類方法として、ホップ、ステップ、ジャンプの跳躍比率から、ホップが他の跳躍よりも 2% 大きい場合はホップ型、ジャンプが 2% 大きい場合はジャンプ型、跳躍比の差が 2% 以内であればバランス型と分類する方法を用いて説明する。ホップ型は、ホップで大きく跳び、それ以降スピード減速し、鉛直・パワー型の跳躍となる。バランス型は、後半のジャンプに、スピードを残せると考えられる。そのため、バランス型やジャンプ型は、スピード型の跳躍ということで、この 2 つを目指していくのはいいかと考えている。図 7 と図 8 は、マイク・コンリー選手、ジョナサン・エドワーズ選手、ケニー・ハリソン選手の跳躍比を示したものである。同じ 3 選手であるが、記録未発達時の図 7 と高パフォーマンス時の図 8 では、跳躍比（＝跳躍タイプ）が変化している。例えば、マイク・コンリー選手、ジョナサン・エドワーズ選手、ケニー・ハリソン選手は、記録未発達時はホップを大きく跳んで、記録を伸ばしていたが、その時点ですでに 17m 中盤から後半の記録を跳躍していた。そこから 18m 級の跳躍を行うためにどうしたのか。ホップの距離を意図的に減らしたのか、必然的に減ったのかは不明であるが、ホップの距離が減り、ステップもしくはジャンプの距離を大きく伸ばした結果、記録及びパフォーマンスを向上させていた。この傾向は世界トップ選手の大部分に共通する発達過程であり、最終的にバランス型かジャンプ型に跳躍タイプが変化しており、ジャンプの後半にスピードを残すパターンを経ていた。なお、ホップ型で 18m を跳んだ選手は、追い風参考であるが、ヨエルビ・ケサダ選手のみである。なお、最近ついにホップ型で 18m を超える選手が出現した。ベドロ・ピルド選手である。この選手もキューバ人だが、これまでの歴史上、唯一ホップ型で 18m を跳んだ選手である。キューバの選手は、強

氏名 国	記録 年度	Hop %	Step %	Jump %
Conley USA	17.78m 1985	6.61m 37.2%	5.19m 29.2%	5.98m 33.6%
Edwards GBR	17.44m 1993	6.52m 37.38%	4.93m 28.27%	5.99m 34.35%
Harrison USA	17.86m 1991	6.89m 38.5%	4.94m 27.7%	6.03m 33.8%

(Brimberg et al., 2006; Hay & Koh, 1988; Song & Ryu, 2011)

図7 記録未発達時における3選手の跳躍記録と跳躍比

氏名 国	記録 年度	Hop %	Step %	Jump %
Conley USA	18.17m 1992	5.81m 32%	5.45m 30%	6.91m 38%
Edwards GBR	18.29m 1995	6.22m 34.01%	5.48m 29.96%	6.59m 36.03%
Harrison USA	18.09m 1996	6.33m 35%	5.61m 31%	6.15m 34%

(Brimberg et al., 2006; Hay & Koh, 1988; Song & Ryu, 2011)

図8 高パフォーマンス時における3選手の跳躍記録と跳躍比の変化

靱な“ばね”を有した選手が多い。これまでの歴史を踏まえても、日本人選手がホップ型で18mを目指すのは難しいと考えている。中国選手の前ナショナルコーチも、ホップ型は怪我が多いため取組まない方がよいと話していた。さらにこれまでは、基本的にホップ型、ステップ型、バランス型、ジャンプ型でも個人の特性に合わせ選択すれば良いと考えられていた。しかし、2000年以降、オールウェザーが高速化した仮説が正しければ、この先、昔のホップ型は通用しないと考えている。そして世界のトップが、ステップやジャンプを跳び、記録を伸ばしている事実を考えると、やはり水平型のバランスやジャンプ型を目指すべきだと考えている。では、バランス型とジャンプ型へ移行するに当たり、踏切動作に異なりがあるのか研究を行った。前提条件として、バランスタイプとホップタイプをまず比べてみた。その結果バランスタイプはホップタイプと比べ、世界のトップと同じように、基本的には助走が速かった。そして、踏切が水平型で、接地時間が短く、低い跳躍を行っていた。さらにホップは、ホップタイプより短い、ジャンプの距離はバランスタイプが大きい値であった。三段跳はホップ、ステップ、ジャンプと三回の跳躍があり、分析が複雑になりやすい。少しシンプルに分析するために、重心と接地点を結んだ線をバネに置き換える、逆振り子モデルを使い分析した。ここでは、バランス型の跳躍が良いと仮定する。ホップでは、地面へ踏切脚が着いた時に、突っ張る踏切

ではなく、そのまま少し体を“抜く”あるいは、“膝を前に抜く”ような動きが見られる。ステップは、地面に着いてから重心が前に移動する範囲(=距離)が大きい。ジャンプは、少し解釈が難しいが、踏切脚の曲げ伸ばしと回転が速く大きい範囲で実施されていた。ホップの動きは“柔らかいバネのような動き”と言えるが、この動きが、体のどの動きでできていたかを、踏切脚と腕の振り込み、脚の動作でさらに分析して見てみた。まず特徴的なのは、腕と振込脚の使い方にあった。ホップタイプの選手は、腕と振込脚を上方向に振り、重心を鉛直方向に加速度を与えていた。地面に着いた時に、踏切脚や重心が下に落ちないように、腕と振込脚を上へ振り上げていた。この動作は走幅跳において有効な踏切動作と類似しており、ホップタイプの選手は、走幅跳に近い踏切動作を行う傾向があった。これに対して、バランスタイプの振込脚と腕の動作は、上ではなく前方へと振り込んでいた。この動きは、助走で獲得したエネルギーを、前方向に変換するような動作であると言える。このことから、跳躍をバランスタイプにするためには、腕と振込脚の使い方がポイントであると思われた。なお、紹介した研究では、ホップの踏切脚の使い方には、有意差は認められなかった。したがって、この論文の中でホップ脚について検討してないが、ホップとステップの脚の使い方は、バランスタイプが、踏切脚の屈曲動作が大きかった。この差は有意傾向 ($p < 0.01$) にある差のため言明はできない。日本人のホップ型とバランス型の踏切脚の動きとの相違に加え、クリスチャン・テイラー選手の脚の動きを加え比較してみた。図9は、踏切脚の動作を大転子と拇指球を結ぶ棒線に見做して、その長さの変化を比較したものである。点線が日本人のホップ型、黒の細いストレートラインが日本人のバランス型、黒の太いストレートラインがクリスチャン・テイラー選手である。日本人のホップタイプよりもバランスタイプが踏切脚を柔らかく使っている。さらにその日本人のバランスタイプの選手よりも、クリスチャン・テイラー選手が脚を柔らかく使っている。むしろ踏切脚が地面に接地した時より、離

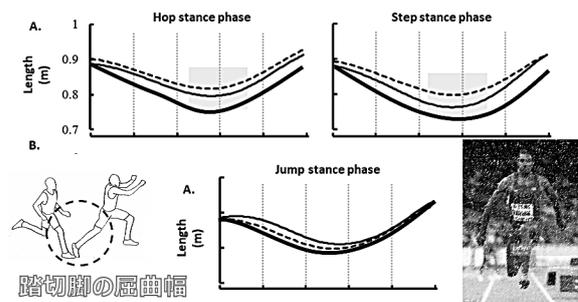


図9 日本人選手とC・テイラー選手の踏切脚の屈曲範囲

地時の方が踏切脚を曲がった状態で離地する踏切を行っていた。この3者の相違から、踏切脚の膝を抜く動きは、このスピード型の跳躍には、必要なキーワードになると考えている。この動き、接地時に膝関節を屈曲する動き、膝を屈曲しながら下腿を前に倒していく動きは、伊藤先生が言われている、スプリンターの下腿や、膝の動きに似ていると考えている。したがって、以前から言われている“ランニングホップ”をより強調するホップ動作とステップ動作が、スピード型の三段跳を行うために必要ではないかと考えている。ところで、山本選手の踏切ドリル実施時のイメージを聞いたところ、「脚突っ張ったらブレーキになるため、僕は地面に着いた瞬間膝を抜くんですよ。」と話していた。この時は、ステップのイメージの話であったが、動きの中で膝を伸ばして突っ張るように接地に向かい接地直後に、一瞬“膝を抜く”動作を意識して行っていた。このことから山本選手は、世界のトップ選手が実施している動作と類似したイメージをもっていることが分かった。なお、山本選手は、踏切前でピッチを刻み、走幅跳のようなホップを行うため、距離が大きくなる。ただ大きなホップは、ステップの跳躍距離のロスにつながるが多く、この点は課題であると考えている。しかしその中でも、山本選手は振込脚を上ではなく前方へ振上げるイメージをもっており、走幅跳の踏切と使い分けているようである。走幅跳は、腕と脚を上方向に振上げて止める。山本選手のホップは、踏切脚は走幅跳と同じ動き、振上げ脚は三段跳特有の動きをしており、高い跳躍で距離は跳んでいるが、速度の減速を最小限にしたホップが実施できていると考えられる。日本陸連としては、ホップにさらなる改善点があるとも考えている。

バランスタイプのステップでは接地後に重心が大きく前に進んでいる。そして、この相違は踏切脚の動きに影響を受けている研究結果が認められている。この踏切脚の動きをどのように実施すれば良いのか。この辺りは推測が入るが、踏切後半で、重心が推進する速度は、踏切前半の速度に影響を受ける。さらに踏切前半の速度は、接地前の動きに影響を受けると考えられる。経験則が含まれるが、この接地に入る動作がステップでは大事だと考えている。接地に入る動作、積極接地と言われているが、当然脚の回転速度を接地の前に速くなるため、着いてから回転速度も速くなる。このような動きは中国の選手が、極端に行う傾向がある。実際に中国のコーチは、脚を一回開いたら引き戻す指導をしていた。そのような動きがステップをより水平型にするために必要と考えている。この積極的接地動作について、ステップ動作に類似するボックスジャンプのような動作の中で、減速が少なく遠くへ跳んでいる人、もしくは接地時間が短く距離が跳べる人の接地前の動作を分析した結果、積極的接地動作は足を自分の真下に引き戻すような接地動作ではな

く、脚の上に重心を上手く乗せる動きを伴う積極接地をしていた。積極接地、いわゆる“アクティブランディング”を行う時は、踏切脚を地面に向けて積極的に接地することに加えて、接地点に対して体を“乗せて”いく動きが必要だと考えている。

日本の選手がこの先、記録を伸ばしていくと考えた時に、水平型のホップとステップが必要である。ランニングホップよりさらにスプリントに近い“スプリントホップ”や“スプリントステップ”のような、スプリンターに近い動きの中で跳ぶことを目指していきたいと考えている。踏切脚を“抜く”ような動作で距離を獲得することが大事である。ただし、この時に“腰がのこる”抜き方ではなく、身体が前方に“乗っていく”ような“抜き”かたをすること。ホップの距離を制限するのではなく、水平型のホップでもしっかり前方に速く跳び出して距離も確保できるような動作が大事であると考えている。そして、もう一つが適切な“アクティブランディング”、“乗り込む”ような積極的接地動作が今後の課題であると考えている。

演者

■杉林孝法（金沢星稜大学）

私は現在、男子三段跳のオリンピック強化コーチとして強化にあたっている。ここでは、まず三段跳の競技キャリアについて競技全体を俯瞰し、今の日本の現状を述べる。次に、技術面についてお話する。日本人選手が今後目指していく技術モデルを提示し、さらに今の技術観に至った経緯を私の競技経験と指導経験から述べる。最後に男子三段跳の強化戦略の一部を紹介し、今後の方針や進め方をお話する。

1 三段跳の競技発達過程について

競技発達過程について、まず私の話をさせていただく。私は高校から三段跳を開始したが、先ほど藤林先生から説明があったホップタイプであった。ホップで大きく跳び、上手くいけば最後まで跳べると考えていた。しかし上手くいくかどうかは、脚を出してみないと分からない跳躍だった。日本人はホップタイプが多く、そのままシニアに移行し、競技キャリアを終える選手が多いと思われる。この傾向は競技レベルを問わない。

一方、世界トップレベルの選手は、トップキャリア、あるいは生涯ベスト記録を出す時、ホップをそれまでより少し小さくし、その分、ステップ、ジャンプを伸ばす変化を伴うことが散見される。つまり、スピードを最後まで活かして跳ぶ、バランスタイプ、またはジャンプタイプに移行していると言える。先ほどのデータ（3選手の跳躍記録と跳躍比）だが、私は年齢に着目している。コンリー選手、エドワーズ選手、ハリソン選手、およびテイラー選手が17mの中盤から後半を跳んだ時の年齢

が20台前半から中盤くらいである。生涯ベスト記録は、おおよそ30歳前後である。最初はホップ型やジャンプ型だが、バランス型に変わっている。テイラー選手について言えば、彼ははまだ現役で25歳、さらに伸びる可能性がある。テイラー選手はもともとジャンプ型である。彼は特殊な例で、膝の怪我のために途中で踏切脚を変えている。2年くらいかけて踏切を変え、現在の記録に至っている。

私は、27歳の時に16m96を跳んでいる。この時は、定義でいうと一応のバランス型になっていた。ホップ寄りのバランス型だと思う。私は最初ホップ型であったが、キャリア後半からバランス型を目指した。織田さん、南部さん、田島さんのお三方は、かなりのホップ型である。ホップ型はこの時代の飛び方だった。しかし、トレンドが変わり、徐々にスピード型に変化してきた。現在は、さらにその傾向が強くなっている。

図10に年齢と競技キャリアについて示した。縦軸は記録で、World top側の線は2011年から2017年までのオリンピックと世界陸上の入賞者となっている。その入賞者がある年齢の時にどれだけ跳んでいたかをまとめたものである。薄い線は個人で、濃い線は平均である。下側、Japan top側の線は、日本選手権に出場した選手である。この平均を見ると、世界のトップ選手たちは25歳まで伸び続けており、そのあとも30歳ぐらいまでは維持している。ところが、日本選手権入賞者は、22歳、つまり大学4年くらいで記録のピークを迎え、そのあと維持できていない、むしろ少し下がっている。これは、大きな課題と考えられる。様々な理由があるだろう。例えば、競技を行う環境の問題、スポンサーの問題などである。しかし、今日はその部分は切り離して、技術的な視点から考えていく。全員のデータはないが、観察によると日本選手は多くがホップ型の跳躍である。スピードを活かしきれていない。スピードのある選手が増えていくが、活かされていないと感じている。そのため、日本のトップ選手は、トップキャリア形成に至っていないの

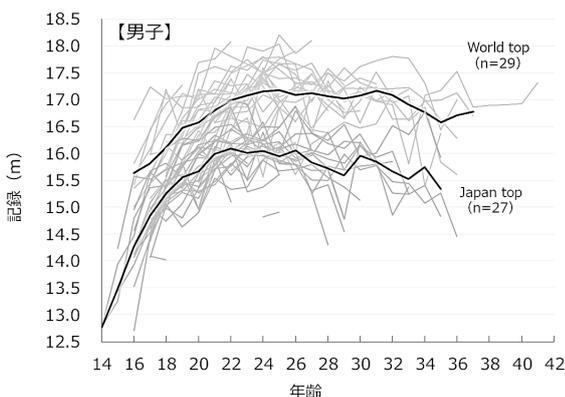


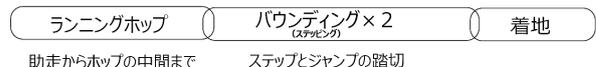
図10 世界と日本トップ選手の各年齢記録 (男子)

ではないだろうか。世界トップ選手は跳躍スタイルを変え30歳台くらいまで記録を維持し、または先ほど述べたように大きく記録を伸ばす選手もいる。それがトップキャリアだと思う。日本のトップ選手は、果たして技術もトップキャリアに繋がるだけのレベルにあるだろうか。スピードはあるが、ステップが小さいという課題がある。これらは、藤林先生も述べられたが最近のトラックの硬化傾向も関係すると考えている。私もトラックが段々と硬くなるのを感じていた。ステップの接地で怪我をすることも多かった。そこで、硬いトラックにどう対応するかをよく考えていた。

今までオリンピックや世界選手権は、標準記録を突破し出場権を得ていた。しかし、今後ポイントランキング制へと移行する。テニスやF1のように試合でポイント稼ぎ、その年間獲得ポイントで出場権が決まる。したがって、一発跳べばいいというわけではなく、一定記録以上を複数回跳んでポイントを獲得しなければならない。一発跳んで怪我をしている場合ではない。これからは、ある一定以上のパフォーマンスを維持することが求められる。増々スピードタイプ、つまりバランス型やジャンプ型跳躍の合理性が高まると考えられる。強化としては、選手の個性は尊重しつつも、基本的にはスピードを活かした跳躍を目指していく。その技術を磨くことで、大学卒業後や25歳以降の飛躍に繋げられる技術により、トップキャリアの形成を促したい。

2 ランニングホップについて

では、ここからランニングホップという技術についてお話する。ランニングホップは、スピードを活かしたバランスタイプや、ジャンプタイプを成立させるために、最も重要な技術である。三段跳は、助走とホップとステップとジャンプの3つ跳躍と通常は考えるが、ランニングホップの考え方は、この助走と跳躍を一体として考える。図11に示したように、ランニングホップには、助走からホップの跳び出しまでが含まれる。それから足を2回着いて着地するのが三段跳である。つまり二段跳のイメージと言える。このようにランニングホップを考える



- ・助走からホップの間にかけて動作の連続性が意識される
- ・スピードを維持したスウィング型のバウンディング
- ・踏切 (接地) の「入り」や「捉え」を重視する
- ・二段跳、水切りのイメージ

図11 ランニングホップについて

ことで、助走からホップの中間にかけて動作の連続性が生まれる。これが非常に大事なところである。助走とホップの踏切を区切とせず、動作のつながりを持たせることがポイントである。

映像は、私の2003年、東日本実業団の試合中の踏切ドリルである。私は、この試合で非常に調子が悪く、変な話ではあるがこの日は間違いなく跳べないと確信があった。いつもビデオを撮ってくれる父親に、「今日はきっと変な動きをするから全部撮ってほしい」と試合間のドリルなども全て撮影してもらった。このドリルでは、踏切を行い、リードレッグ側の腰を強く前に押し出すような動きをしている。そのリードレッグに引っ張られるように体が前に進んでいくというようなイメージを持っている。試合試技の映像を見ると、このように上手く跳べていない。この日は全部こういう跳躍であった。これはステップへの準備が間に合っていない、とそのとき分析した。この日は、ホップで空中に飛び出したら頭が真っ白になり、次どうしたらいいかわからない状態であった。動作の流れとして一応脚は出てくるが、準備が全くできていない。地面をとらえきれない。それで不時着という感じで終わってしまう。この時、目指していた動きはリードレッグ側をかなり強く出し、腰もリードレッグに引っ張られるようにして動くものであり、ある意味やりたいことはできていた。ところが、行っていて上手く抜ける気はするが、そのあと脚が出てこない。つまりこれだけ腰を捻ってしまうと、踏切脚をもう一度前に戻したいが出せないことが理解できた。3週間後が日本選手権だった。ここで私の競技人生の中で最も良いうちの一つである跳躍ができた。東日本実業団と全く違うジャンプである。ファールだが、17m20か30くらいの跳躍である。踏切のイメージは、全く違ったものであった。初めてここで、走りから跳躍への連続性を感じた。ただこの時は、明確に言葉にできず表現ができなかった。最近様々な選手を見て、指導を行い、たくさんのコーチと話をすることで、言葉としてまとまりつつある。走りの動きがこのホップにつながる。踏切の接地で膝を抜くという表現を今はすることももあるが、その動作がこのときイメージできた。膝を抜いて、体あるいは腰全体を、強く前に進める。ただ、「膝を抜く」という表現は人により受け取り方が違うため、注意が必要だと感じている。

さて、ここでクリスチャン・テイラー選手を見てみる。彼はホップでダブルアームを実施している。ホップでのダブルアームは、スピードが落ちることがあるため積極的に推奨していない。しかし、彼はホップの際にダブルアームでさらに体を前に強く押し出して、ランニングホップを行っている。脚の動きに着目してみると、ホップの踏切後もまさに走っているようだ。これが動作の連続性である。

私が以前に行っていたリードレッグを強調したフォー

ム(図12,左)では、腰のローリングを意識して行っていた。しかし、これではリードレッグ側に乗り過ぎて次の脚が出てこずステップに間に合わないことが多い。ホップ型では空中での時間があるため気持ちよく跳べ、脚をさばく時間はあると思う。ただし、このままではバランス型やジャンプ型に移行するのは難しい。この跳び方は、リードレッグの部分練習や、抜ける感じという感覚をつかむためには有効であろう。したがって、私が言いたいのは図12左の踏切動作を否定するものではなく、ホップのトレーニング手段のひとつとして有効ということである。使い分けが重要である。私のミスは、部分練習の意識を全体である試合試技にまで強調してしまい、全体の調和を欠いたことであった。

バランス型やジャンプ型跳躍に向いているランニングホップは、ランニングを活かしたフォームで体を前に流す、または送る動きである。その時に膝があまり突っ張らず、むしろ抜くような感じである(図12右)。自分で膝をつぶしていく感じととらえても良い。そのとき体はその上を一瞬で通過していく感覚であり、腰はローリングせず常に前を向いたままの状態である。これがスピード型跳躍のホップになると考えている。なぜなら、踏切後、ホップ脚が自然と前へ戻ってくる。これはランニングと同様の原理で、その踏切を行うことにより、ホップの動きは自然と行える。あとは脚を2回着けばいいのである。跳躍の課題も単純化され、メリットが多いと考えられる。まとめると、スプリント走の合理的なキック動作を、踏切に活かすという考えである。この動作の連続性をランニングホップと捉えている。スプリントフォームを磨くことが良い跳躍につながると昔から言われているが、いま述べていることがその説明である。単なる低い走幅跳の踏切ではなく、ホップの動きを習得しなければならない。踏切脚を残して腰をローリングする踏切動作は、ホップ型には対応できるが、バランス型やジャンプ型には向かないと考えている。

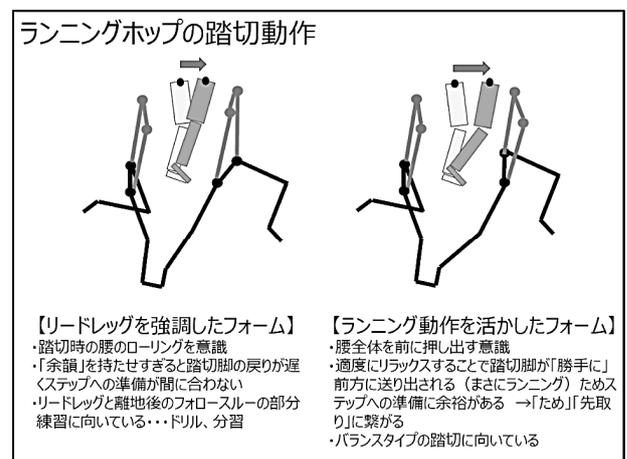


図12 ランニングホップにおける踏切動作

OG、WCに向けては
「春に標準記録を突破し日本選手権で出場権を獲得する」

3 スピード型のステップとジャンプについて

次にステップとジャンプについて、陸連合宿での測定も踏まえて報告する。積極着地、またはアクティブランディングは、接地時の減速を小さくしスピードを維持することに有効とされている。しかし、地面を叩くことにもなりかねない。私がアメリカでウィリー・バンクスさんに指導していただいた際、「君の接地は Comfortable だが、積極性が足りない」と言われたことがある。また、先日クリスチャン・テイラー選手が来日した際、地面を強く叩くことを強調していた。さらに、私がスウェーデンに1年間、在外研修を行った時にも、ヤニック・トレガロコーチは強さ速さを重視し、屈伸系のバネもアクティブランディングのベースであるとして重要視していた。現場では、中国選手の超積極着地が最近非常に目立つ。そのため、我々の接地は、優しすぎるのではないかという問題意識を持ち、取り組んでいる。もっと強く接地しなくてはいけないのではないだろうか。しかし、もちろんただ単に地面を叩くのではなく、良い接地を行わなくてはならない。その答えは簡単ではないという意識を持ち行っている。図13は、鹿屋体育大学の松尾先生に協力していただき、測定を行ったデータである。このデータがすなわちアクティブランディングであるとは判断しにくい、コーチが動作を観察し選手とディスカッションしていきながら、良い動きに持っていく。このような画像やデータを見ながら、選手の感覚を聞くことを重要視している。

4 三段跳の戦略と目標値について

今年の山本選手は、オーストラリア遠征を経て、織田記念で標準記録を突破した。しかしその後、記録が低下し、ロンドン世界陸上では年間のワースト記録となった。その後、ユニバーシアードで記録が戻り銅メダルを獲得した。春の早い段階でオーストラリア遠征を行い標準記録は突破できたが、その後は日本選手権や世界陸上などには好調が続かなかった。前年は、長谷川大吾選手が同

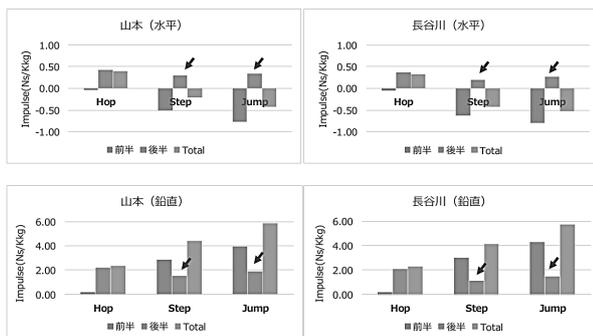
【山本凌雅選手】



図14 これまでの男子三段跳における戦略

じようにオーストラリア遠征を行い、その後、織田記念でリオ五輪の標準を突破した。しかし、夏に記録が低下してしまっ。したがって、春の早い段階で仕上げることは、標準記録を突破して世界大会へ出場するには良いが、本番の世界大会で戦えなかった事実は、重く見るべきだと考えている。これまで、標準記録を突破し日本選手権で出場権を獲得することに関して、一定の成果があった。一方で、最重要試合でのパフォーマンスが低調なのが現状である。したがって今後の戦略は、最重要視する世界大会での入賞を目指した強化策と、ポイントランキング制への対応になる。

最後になるが、目標値を示す。図15の青いドットは、2011年から2017年までのオリンピックと世界陸上で入賞した選手とその大会での結果と、当該年における上位5試合平均記録の関係である。世界陸上やオリンピックで入賞する選手は、本番の決勝で16m80以上を跳んでいる。大会前のパーソナルベストとして17m00を跳んでいる。同様に大会前のシーズンベストとして16m90を跳んでいる。また、その年の5試合平均では16m80を跳んでいる。これ以下の選手は2011年以降では入賞



日本陸連合宿にて測定
松尾彰文氏(鹿屋体育大学)提供データより

図13 短助走跳躍の各踏切の水平および鉛直力積

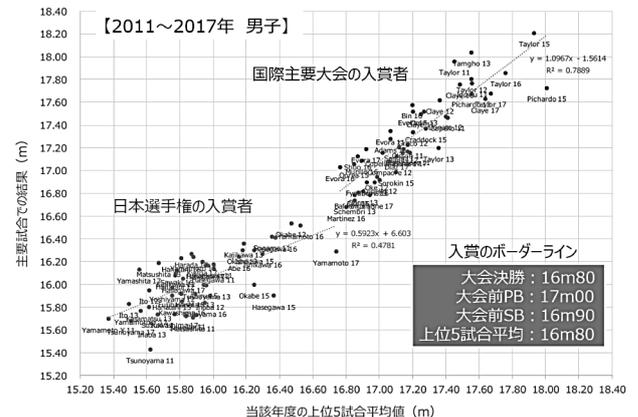


図15 主要試合の結果及び上位5試合平均記録

していない。したがって、一発遠くへ跳ぶだけではなく、年間に16m80以上を複数回跳ぶ力をつけることで、世界大会での入賞が可能になると考えている。日本の三段選手はトップキャリアに至っておらず、技術を磨くあるいは移行させることが必要だと最初に述べた。そのためには、ランニングホップとアクティブランディングを再度考えなければいけない。そして、シーズンを通して高いパフォーマンスを維持することを目指していかなくてはならない。

司会

■藤林献明（びわこ成蹊スポーツ大学）

みなさん、ありがとうございます。現役選手の元日本チャンピオンにコメントを求めようと思う。福岡大学大学院の岡部選手から一言。

岡部氏：22歳、大学4年生の時にパーソナルベスト出し、それ以降、記録が出てない。元々ホップに角度つけて高く跳ぶホップ型の跳躍をしていた。しかし、ランニングホップや二段跳びのようなイメージがいいのではないかと考え、現在チャレンジしている。私自身の感覚では、ホップを高く跳ぶより、ステップ接地での脚への負荷が大きいと感じる。ステップでの減速が大きいと感じた。ステップで膝を抜く、あえて潰すような動作という考え方に興味を持った。ホップを低く抑えランニングホップを目指し、ステップ接地で突っ張る跳躍を行っていた。まず私自身の跳躍で試みようと考えている。

藤林氏：杉林先生に、スピード型のホップに取り組むための注意点、あるいはポイントを説明してもらおう。

杉林氏：三段跳の跳躍は「ため」という言葉をよく使う。ためる場所は、脚の前になる。ホップを跳んだ後、脚を前まで運んできてためる。ためる動作は、毎回跳び上がる時間が少し異なるため、完全にコントロールできない。いつも同じように跳びたいが、浮いたり、低すぎたりする。脚が戻ってきたら、地面に合わせてタイミング取るのが前だめである。それができると変わると思う。

藤林氏：その他質問もしくは助言、アドバイスでも結構ですので、もしありましたら是非どうぞ。では松尾先生どうぞ。

松尾氏：鹿屋体育大学の松尾です。杉林先生の腰の使い方についてお聞きしたい。土江選手が現役の頃、腰の使い方を接地脚の後ろに残して走るイメージを持っていた。JISSで分析を行ったところ、腰が接地中前にあり、イメージと異なっていた。杉林先生が示したように、離地の時に腰はすでに前にある。ストライドを伸ばすために腰を接地している。離地の際、腰を後ろに残して股関節を大きく開くことが、逆にストライドを縮めるとの議論も展開できると思う。おそらく腰の使い方が大きなポイントだと思う。それともう一つ、地面反力の作用を考えると、接地期の間が一番大きな力が出現し、接地の後半には徐々に小さくなる。減る局面が重要なのか、一番大きく力が出現する局面を成すがままにして行うのが良いのか。その部分が、先ほどの前だめと後ろだめの違いで大きく変わるのではないだろうか。腰の使い方や肩の使い方を日本選手のために考えるべきである。

杉林氏：土江先生の話は私も聞いたことがある。そこで走りのイメージを変えたことも知っていた。測定が盛んに行われ、データや情報が選手側へフィードバックされた時期であった。私も技術的な試行錯誤があり、模索していた時期である。土江先生と同様に、私もこの時期に気付いた。

藤林氏：それでは、シンポジウムをまとめる。今回、3人で発表する体制で、役割を振り分けた。小山先生はデータと科学的視点から。私はデータと技術の視点から。杉林先生はこれまでの選手の経験、コーチとして、オリンピック強化から指導してきた経験等で、導き出された課題と対策との視点であった。科学と実践をうまく融合できたのではないと思う。あとはこれをどの様に実践するかだと思う。陸連強化スタッフ、専任コーチの先生方、選手と協力し達成できればと思う。それでは、最後に杉林先生から一言。

杉林氏：東京オリンピックでの活躍という目標がある。それと同時に今や日本最古となる三段跳の日本記録、17m15の更新が目標である。現在の強化選手に突破できる選手がいると思う。我々の経験、知恵も蓄積されている。今日の話が実践で活かされることを、選手が証明してくれたらと考える。

《司会プロフィール》

藤林 献明（ぶじばやし のぶあき）

1979 年生まれ

現職 びわこ成蹊スポーツ大学 講師
びわこ成蹊スポーツ大学陸上競技部
監督兼跳躍コーチ

最終学歴 筑波大学大学院第幾学研究科博士課程 修了
博士（コーチング学）

主な論文 Fujibayashi, N., Otsuka, M., Yoshioka, S. and Isaka T. (2017) Technical strategy of triple jump: differences of inverted pendulum model between hop-dominated and balance techniques. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 57: in press.

藤林献明・坂口将太・苅山靖・凶子浩二 (2014) リバウンドロングジャンプ指数の優劣を決定する踏切局面の技術的要因. 体育学研究, 59: 175-188.

社会的活動

JOC オリンピック強化スタッフ（三段跳）

《演者プロフィール》

杉林 孝法（すぎばやし たかのり）

1976 年生まれ

現職 金沢星稜大学人間科学部 准教授
金沢星稜大学 陸上競技部監督

最終学歴 筑波大学大学院修士課程体育研究科 修了
修士（体育学）

主な論文 スウェーデンのトップレベル陸上クラブチームにおけるトレーニング - ヤニック・トレガロのコーチング哲学と理論 -, 金沢星稜大学人間科学研究, 第 7 巻第 2 号, pp51-55, 2014 年 3 月

ジュニア選手の水平跳躍種目における助走距離設定に関する基礎調査, 金沢星稜大学総合研究所, 第 35 号, 2015 年 3 月

社会的活動

日本陸上競技連盟強化委員会 オリンピック強化コーチ（男子三段跳）

日本アンチドーピング機構 アスリート委員

《演者プロフィール》

小山 宏之（こやま ひろゆき）

1979 年生まれ

現職 京都教育大学体育学科 准教授

最終学歴 筑波大学大学院人間総合科学研究科
単位取得退学

主な論文 競技レベルが異なる男子ジュニア走幅跳競技者の踏切動作の特徴 (2017)
高校トップレベルの男子棒高跳選手における跳躍動作の特徴 (2017)

2016 U20 世界選手権における男女三段跳の分析 (2017)

助走スピードから見た世界ジュニア男子棒高跳選手と日本ジュニア選手の比較 (2015)

記録水準の異なる女子三段跳の跳躍動作に関するバイオメカニクス的研究 (2012)

社会的活動

日本陸上競技連盟科学委員会委員

日本陸上競技連盟強化委員会

コーディネーター男子走幅跳

[日本陸上競技学会第 16 回大会]

共催：公益社団法人日本学生陸上競技連合・関東学生陸上競技連盟

実技クリニック

九州共立大学におけるハンマー投げ指導の実例

コーディネーター 大山下 圭吾 (筑波大学)
クリニック講師 疋田 晃久 (九州共立大学)

コーディネーター

■大山下圭吾 (筑波大学)

趣旨説明

本学会最後のセッションは、「九州共立大学におけるハンマー投げ指導の実例」とのテーマで九州共立大学の疋田晃久先生に実技クリニックを実施してもらう。皆さんは、疋田先生のご活躍について、よくご存知と思うが、少しだけご紹介する。今年には日本陸上競技選手権(以下、日本選手権)と日本学生陸上競技対校選手権(以下、日本インカレ)の2つ大会で、女子砲丸投げで優勝者が出ている。また、日本インカレでは男子フィールド7位、女子フィールドで優勝している。しかも、このフィールドの得点は、投てき種目の得点が大きな割合を占めており、これは皆さんもよくご存じだと思う。さらに、日本選手権のハンマー投げでは、男女ともに在学中の学生と、現在も疋田先生がコーチングしている卒業生を含めると、男子2名、女子3名が入賞している。日本インカレでは女子のハンマー投げで、優勝、3位、4位。男子のハンマー投げは、2位、4位、9位、ととにかくレベルが高く、選手層が厚いのが分かる。ハンマー投げのみ紹介したが、やり投げ、円盤投げでも活躍する選手を数多く輩出し、選手を育成されている。この実績の裏には、何か秘密があると思われる。そこで、今日は疋田先生の普段の活動やお考えを、実技クリニックを通じてお伝えいただければと思う。実技クリニックへ入る前に、今日は実技のお手伝いをしていただく生徒および学生を紹介する。皆さんから向かって左から九州共立大学所属の木村選手。続けて名桜大学の大嶺選手と岡野選手。最後に那覇西高校の松田選手の4名に実技モデルを担ってもらう。では、これから実技クリニックを実施する。

実技クリニック講師

■疋田晃久 (九州共立大学)

皆さんこんにちは。九州共立大学の疋田です。今日はハンマー投げのトレーニングおよび指導実践論ということで進めていこうと考えている。普段、ステージ上で実技クリニックを行うことはなく、多少緊張がある。また、

高校生を対象として実技クリニック資料を作成したため、自己紹介を図1に示した。ご覧の通りだが、2007年から九州共立大学へ着任し、徐々に実績を残せるようになった。

本日の内容は、はじめに、スローイングシューズについて説明をする。次に簡単なハンマー投げのメカニズムについて説明をし、最後に今回の本論となる本学での指導について紹介する。

1 スローイングシューズについて

はじめに、スローイングシューズについてである。どのような観点でスローイングシューズを選んでいるか述べたい。このスローイングシューズを選ぶ観点は、学生へ質問したりアドバイスしている。学生も含め、他の投てき選手や指導者も明確な答えを示す方が少なく、メーカーから提供されたと答える人が多いのが現状である。そこで、スローイングシューズについて調査をした。メーカー名は伏せてイニシャルで表現する。各カテゴリーごとのスローイングシューズ使用状況を図2に示した。男子の日本選手権のトップ8を見ると8人中7名が日本メーカーA社で、残り1名が海外メーカーC社であった。九州共立大学の男子は、日本メーカーA社が2名、海外メーカーB社が7名、海外メーカーC社が3名であっ

指導歴：2007 - 九州共立大学陸上競技部 投擲コーチ
2011 - 同校陸上競技部 監督 兼 投擲コーチ
2014 - 同校陸上競技部 監督 兼 投擲・混成コーチ (-現在)

指導実績一覧 (※全国大会での優勝、入賞数・投擲・混成種目に限る)

	全国大会優勝		全国大会入賞	全国大会団体
	回数	人数		
2007	0	-	0	
2008	0	-	3	
2009	0	-	15	
2010	3	(1)	17	日本IC女子フィールド2位
2011	2	(2)	17	日本IC女子フィールド2位
2012	2	(1)	22	日本IC女子フィールド3位
2013	3	(2)	17	日本IC女子フィールド3位
2014	3	(3)	28	日本IC女子フィールド3位
2015	7	(7)	42	日本IC女子フィールド2位
2016	11	(5)	43	
2017	9	(6)	51	日本IC女子フィールド優勝
	40回	14名	255回	

図1 九州共立大学での実績

国内におけるハンマー投げTOP選手及び九州共立大学での各メーカーシューズ使用人数比較表
(※国内で一般的に購入出来るメーカーに限る)

	日本メーカー A社	海外メーカー B社	海外メーカー C社	日本メーカー D社
日本選手権 男子TOP8 (8)	7 (87.5%)	0	1 (12.5%)	0
九州共立大学 男子 (12)	2 (16.6%)	7 (58.3%)	3 (25.1%)	0
ロンドン世界選手権 男子FINAL12 (12)	1 (8.3%)	10 (83.3%)	1 (8.3%)	0
日本選手権 女子TOP8 (8)	5 (62.5%)	3 (37.5%)	0	0
九州共立大学 女子 (8)OG含む	2 (25.0%)	6 (75.0%)	0	0
ロンドン世界選手権 女子FINAL12 (12)	0	12 (100.0%)	0	0

図2 各メーカーシューズ使用人数比較

た。女子の日本選手権のトップ8は、日本メーカーA社が5名、海外メーカーB社が3名であった。ロンドン世界選手権では、決勝へ進んだ12名全員が海外メーカーB社を使用していた。スローイングシューズにこだわりを持つ理由は、各メーカーにより靴底のソール形状や固さ、材質が全く異なっているからである。図3に各メーカーのソールを示した。一番左が国内メーカーA社のソール。左から二番目が海外メーカーB社である。次に、右から二番目が海外メーカーC社、一番右が国内メーカーD社である。今日は偶然にも実技クリニックのモデルの選手は、それぞれ国内メーカーA社、海外メーカーB社、海外メーカーC社を履いている。どのメーカーが優れているではなく、シューズが異なると回転感覚が大きく変わることを知ってほしい。ハンマー投げは、つま先と踵を使い回転をする。さらに、同じ回転でも砲丸投げや円盤投げは、つま先のみを使い回転をする。したがって、スローイングシューズに求められる機能は、ハンマー投げと大きな異なりが生じる。先ほどの図3で使用者が0名だった日本メーカーD社は、高校生などの初心者レベルの場合、一番使用しやすく感じ

各メーカーによって、ソールの形状や材質(硬さ)が全く違う!!



図3 各メーカーシューズのソール

るシューズである。自分の回転のタイプとシューズのソールの適合を考えることで、パフォーマンスに良い影響を与えると知ってほしいと思う。なぜこのような紹介をしたか理由がある。先ごろNHKで女子円盤(1.0kg)を番組で作らせてもらった。番組に関わった番組スタッフは、陸上競技の知識がなかった。番組スタッフはスローイングシューズを、道具の1つと考えていた。我々は、スローイングシューズを「道具の一つ」とは考えていないという解釈は薄い。そのため、道具を変える視点ではなかった。しかしながら、スローイングシューズも当然ながら道具であり、シューズ選びの重要性を再認識した。これまで、いつの間にかスローイングシューズに合わせて回転を行っていたのではとの疑問も、自分の中に生まれた。例えば、日本メーカーA社は両脚で着いた時のホールド力が非常に大きい。そのため、脚さばきの上手い選手に適合すると考えられる。海外メーカーB社は、脚さばきのレベルが低い選手、上手に回せない選手でも上手く回せると言われている。このようにシューズのソールの異なりに特徴がある。そのため、九州共立大学の学生も回転するタイプや脚さばきの優劣により、スローイングシューズを変える指導もしている。対象の選手のパフォーマンスを変えてしまうほどスローイングシューズの影響は大きいということが選手・コーチの思考の一部にあることで、競技力向上の可能性が高まるのではないかと考えている。

2 ハンマー投げのメカニズム

ここからは、ハンマー投げの簡単なメカニズムを説明する。ハンマーを遠くに投げるためには、リリース時のハンマーヘッドの加速を大きくすることを考えなくてはならない。その事は、多くの先行研究でも述べられており、ハンマー投げにおいて最重要事項となる。では、ターン時のどの局面で加速をするのか、図4にハンマーヘッドの加速について示した。ハンマーヘッドが加速するのは両脚接地局面であり、減速するのは片脚接地局面である。両脚が接地している局面で加速をするため、イメー

①ハンマーヘッドの加速



- 両足支持局面→加速している
 - 片足支持局面→減速している
- という事実!!**

②実践現場での最大のテーマ



- 両足接地の状態を長くすること
 - 片足接地の状態を短くすること
- を身につける!!**

③指導者の言葉

- 「キャッチを早く!!」「キャッチが遅い!!」など・・・

図4 ハンマーヘッドの加速について

ジ的には両脚接地局面を長くする。しかし、片脚接地局面もある。そのため、ターン時における片脚接地局面を短くすることを、一番重点的に九州共立大学ではトレーニングをしている。片脚接地局面に関して、「短く」や「少なく」という表現をすることもある。その場面を指導者は「キャッチが遅れてる」あるいは「キャッチを早く」という表現でアドバイスを行うことがある。選手には、ヘッドが加速するのは両脚接地局面、減速するのは片脚接地局面との事実を認識させる。そのため両脚接地局面を長くすることや、片脚接地局面を短くすることは、実践現場での最大のテーマである。そのために指導者は「キャッチを早く」という言葉で選手に伝えようとしていると考えている。

ハンマーヘッドの加速の原理は、パラメーター励振といわれるブランコでの立こぎと同様の運動である。またハンマーヘッドの適切な加速方法は、パラメーター励振以外にないと言われている。向心力が最大になる局面で引っ張り、向心力が最小の局面で引っ張られる。これを繰り返すのである。この向心力が最大になる時に引っ張る局面は、両脚が接地している局面である。この時の技術がいわゆる「倒れこみ」である。向心力が最小になる時に引っ張られる片脚の主軸が「ぶら下がり」である。「倒れこみ」、「ぶら下がり」について図5に示した。つまり「倒れこみ」、「ぶら下がり」を繰り返しながらハンマーヘッドを加速させるのである。さらに、倒れ込むポイントについて述べる。ローポイントでハイポイント方向に引っ張ると論文等で述べられている。しかし、実践のイメージは、投てき方向へ向かって引っ張るイメージである。そのため、ただターンを速く回るのではなく、投てき方向へしっかり進んでいく作業が実は重要である。つまり、「倒れこみ」、「ぶら下がり」を繰り返しながら、投てき方向に進んでいくことが、ハンマーヘッドを加速させる具体的な方法であり、最も習得させるべき技術と考えている。

この技術は、九州共立大学の学生にも重視して教える

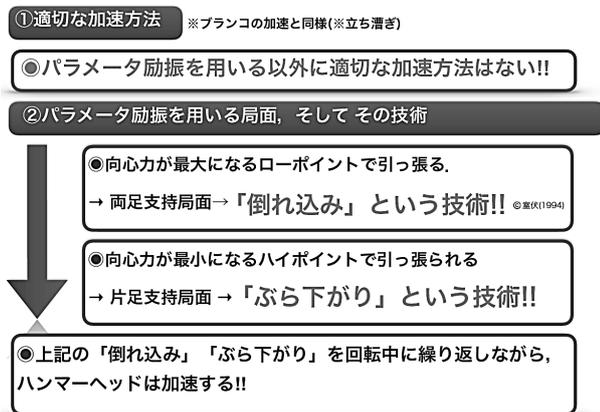


図5 ハンマーヘッドの適切な加速方法

ポイントである。もう一つ、加速の原理の部分で回転エネルギーの増大および一番加速していくことをイメージで伝えている。図6に示す通り、ハイポイントとローポイントの中間が図6の真ん中である。ここからが回転エネルギーが増大して、加速してくる場面になる。このポジションから図6右のローポイントまでハンマーヘッドを振り下ろす。ここで実際、倒れこみの技術が使われるイメージが重要である。ハイポイントでは、ぶら下がりの技術。また後で紹介するが、これも写真だけでは少し難しいので図7を示した。右斜め上がハイポイントとなり、右脚がついている局面で回転エネルギーが増大する。このようなメカニズムを成立させるために、本学でどのようなトレーニングをしているのかを本日は紹介する。よくハンマー投げの技術について、質問されることがあるが、その質問に対してQ&A方式で紹介する。ここからが事例ということで実施しながら紹介していく。

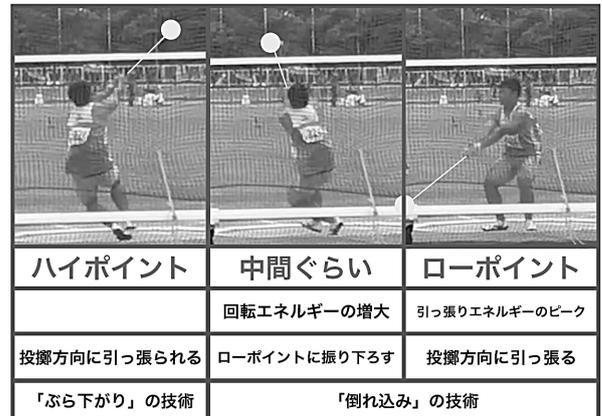


図6 ハイポイントとローポイント

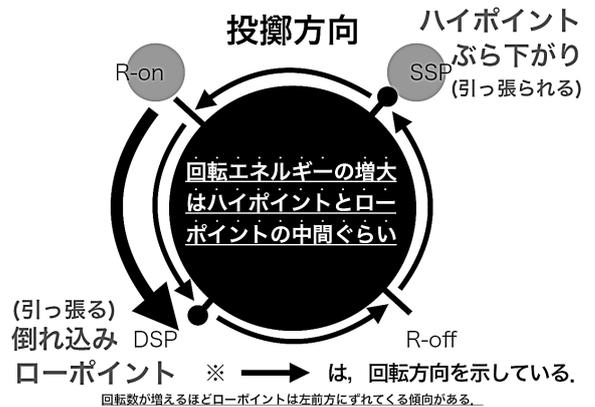


図7 回転エネルギーが最大となるポイント

3 トレーニング実践

(1) 「メディシンボールを利用した腰を落とすトレーニング」

メディシンボールを利用した腰を落とすトレーニングを図8に示した。よく質問で、ターンの入りで腰を落とすタイミング、もしくは腰の落とし方を聞かれる。スイングからターンに入る時に腰を落とすが、具体的にどのタイミングで腰を落とすのか紹介する。図9は、腰の落とし方の悪い例と良い例を示したものである。図左の悪い例は、腰を落とすときに身体だけが前傾し、目線が落ちて腰が落ちたと勘違いをしている例である。そのようなにならないためにメディシンボールを利用したトレーニング方法を考案した。これは説明を聞くよりも動画を見るほうがわかりやすい。このモデルは、本学の木村である。メディシンボールを脚の股の間におき、そしてスイングをする。そして二つ目、ここでハンマーを後ろに切り返した局面で左膝を下げてメディシンボールに膝を当てる。そうするとターンに入るタイミング、腰を落とすタイミングを正確に習得することができる。この時に重要

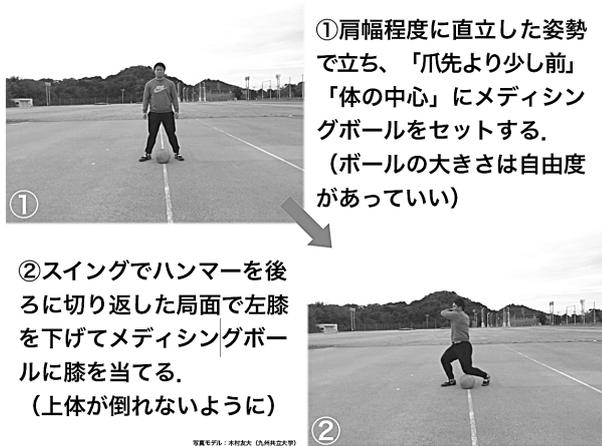


図8 メディシンボールを使用したトレーニング

腰を落とすことを意識した際に起きることの多い例

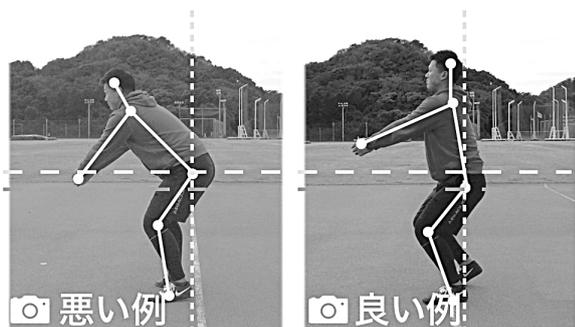


図9 腰の落とし方の良い例と悪い例

なポイントは、右軸と左軸をしっかり意識することである。右軸、左軸の体重移動が非常に重要である。右軸から左軸に移行する際にハンマーのヘッドを加速する意識を持つ。ハンマーヘッドが正面まで出てきて腰を落とす人が多くいるが、それでは加速が間に合わない。私の考えでは、2回目スイングして腰が下がった時点とと思っている。ここがターンの入り目で、ここから始まる。左に出てくるところでターンの入り目であるとか、様々な考え方がある。私としては2回目スイングして腰が下がった時点と考えている。膝がしっかり固定された状態、かつ膝を落ちるタイミングが重要と考えている。注意点として、以下に5つ挙げる。

- ① メディシンボールの大きさは選手の身長により変えることが望ましい。ただ、実技モデル4名とも身長が異なるので、用意したメディシンボールで合うか不明だが、本日はこれで実践する。
- ② メディシンボールを設置する場所は体の中心あたりになる。前はつま先にかかるかどうかの位置である。
- ③ スイングでハンマーを後方に切り返した瞬間のタイミングで膝を落とす。このタイミングが非常に重要である。腰を落とすタイミングがずれると、逆にマイナスになるため重視する。
- ④ この時に上体が前傾になり、倒さないことを意識するべきである。ただ、膝を落とすと、体が倒れることは起きない。
- ⑤ 右軸、左軸の体重移動を意識する。
膝が曲がることにより身体が前傾しにくい状態が起こり、さらに膝が下がることにより腰の位置も低くなる。

(2) 「膝を前方に倒しこんだ逆足の接地トレーニング」

膝を前方に倒しこんだ逆足の接地トレーニングを図10に示した。これは下り坂を利用し、歩いているものである。一方の膝が前に倒れこむことにより、もう一方の脚が前に出てくるイメージでトレーニングをさせている。若干、昨日の三段跳で同じようなことが述べられて

膝を前方に倒し込んだ逆足のスイッチドリル

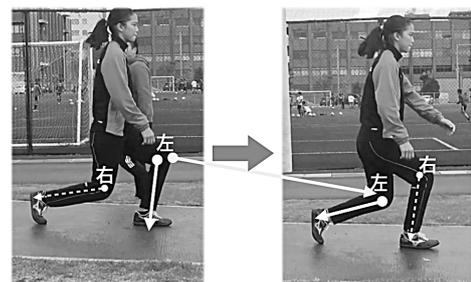


図10 下り坂を利用した膝のスイッチドリル

いた。藤林先生と話をし、共通する部分があると感じた。ハンマー投げは、左脚が軸脚でそれが倒れてくる。倒れてきたところで、右脚を前に出すというためのトレーニングである。このトレーニングは、下り坂が行いやすい。膝が倒れこむタイミングで脚がスイッチしていく。こういうドリルをアップの中のサーキットトレーニングに取り入れている。次に、応用編だが、この動きからターンを行わせる。この流れからターンを入れるトレーニングも行っている。実際は下り坂で行うと効果的だが、下り坂がないのでここで実施する。実践の際の注意点として、以下に3つ挙げる

- ① 下り坂で行うとより効果的である。
- ② 膝が前方に倒れたことで逆足が前に出ることを意識する。
- ③ 足は踵から接地することを意識し、踵から母子球に体重が抜けることを意識する。

この感覚が非常に重要であり、ここが意識できなければ、このトレーニングの意味はなくなる。極端に表現すると、キャッチ動作のトレーニングだが軸脚の大腿四頭筋が切れて、膝が「カクン」と曲がる感覚で前に出るイメージを持たせる。結果、先ほど述べた片脚局面やぶら下がり局面の際、無意識にキャッチ動作ができるイメージにつながる。このトレーニングのまとめを図11に示した。

(3) 「椅子に座るトレーニング」

椅子に座る感覚で「腰を落とす」「倒れ込む」ことを養うために行うトレーニングである。この動作は、これまで様々な指導者が言われているが、普通に座るだけではハンマーの動作とは異質なものになってしまう。そこで、上体が倒れないように保ち椅子に座ることを実践させると、上体が倒れず椅子に腰を落とすことができる。結果的にはハンマーの動きに近いものとなる。どのように座ると最もハンマーの感覚に近くなるのかを考えなくてはならない。普通に椅子に座る状態を再現すると「前

かがみになり座る」、つまり「前傾して腰を落とす」状態になる。残念ながら前傾姿勢は、ハンマーの動作に存在しない。では、どうすれば良いのか。先ほどの左膝の感覚に近く、上体を倒さないように椅子の前で膝を倒す。左膝が下がることにより重心位置を下げる。この動作は完全にハンマーの動作とリンクする。まず木村君にやってもらう。先ほどの中腰で歩いて行く感覚の延長線上で行ってほしい。膝が倒れた感覚で座ると、うまく腰を低くしながら椅子に座ることができる。これは一番良いトレーニングと考えている。回るというより膝を下げるだけである。すると、勝手に回って座れる。これに近い感覚でターンを行うと良いと考えている。したがって、ハンマーは自分で回る感覚とは、やや違うと私は考えている。次に応用編として、目線に意識を働かせることである。何も意識しなければ、椅子を見て歩いて椅子を見て座る。椅子に座る際、投てき方向の右前方側にハイポイントがある。そのハイポイントを見ながら椅子に座る感覚で行う。そうすることで、ぶら下がりの技術につながると思う。実践の際の注意点を下記に4つ挙げる。

- ① 腰を落とすためには膝を曲げる。当たり前のことだが、特に膝を意識する。膝を使う動作は、女子選手が苦手な傾向がある。
- ② 椅子の右前方で左膝を落とす。
- ③ 上体が前傾しないように意識する。
- ④ 応用編として、目線を右前方（ハイポイント）を意識する。

(4) 「軸脚に右脚を惹きつけるトレーニング」

軸脚が上手く入らない、回らない。どうしたらいいかよく質問される。もしくはターンが上手くいかない。これもよくある質問である。その時、考えられる症状は、軸脚が回っていない、あるいは右脚が離れているなどが考えられる。さらに、回っている時に脚が離れていることや、右脚が回っていないこともある。これら様々だが、考えられる状況として、言い切れないほど理由はある。その中からいくつか紹介する。私たちが行いたいのは、スムーズな回転である。指導者の大半が、「左脚が回っていない」とアドバイスすることが多い。これでは選手の理解が難しいことが想像できる。それを解決させるために、具体的に左脚が回ってないことに焦点を当てたトレーニングを紹介する。左脚が回ってないのは、様々な原因があるが、問題は左脚だけではなく、右脚も非常に重要なポイントになる。ここでは、右脚もしくは右の骨盤を意識させる。良い例、悪い例を図12に示した。悪い例は、膝がハイポイント方向に向かっている。一方、良い例は、膝がハイポイントを抜いてしまい右の骨盤も前に出てきている。その状態を解決するトレーニングが「軸脚に右脚を惹きつけるトレーニング」である。これは昔から行われているトレーニングである。良い例と悪

指導の実践②

[ポイント]

- (1) 下り坂で行うとより効果的である
- (2) 膝が前方に倒れたことで逆足が前に出ることを意識すること
- (3) 足は踵から接地することを意識して踵から母子球に体重が抜けることを意識すること

[重要] ターン時の左膝の脱力について

- ・キャッチ動作の時に左脚の大腿四頭筋が切れてしまったようなイメージ（膝カクン）
- 「ぶら下がり」の動作に繋がる要因の一つ

図11 指導実践のポイント

右足が非常に重要!!右の骨盤がハンマーヘッドを追い抜くくらいに回してしまわなければいけない。(一局面の比較)



図 12 スムーズな回転スキルを習得するポイント

い例とフォームが全く異なることが見て理解できると思うが、軸脚の左脚に右脚が重なる感覚で回させるのである。右膝が軸脚から離れてしまった状態で、この動作を行う選手は非常に多く見られる。とにかく下半身の動作に関しては、コンパクトに回していくことを意識すべきであると考えている。軸脚に右脚を惹きつけるように右脚を持ってくれば、キャッチ動作は安易にできる。180度軸脚を回したポジション、いわゆるハイポイントになる局面から動作を始める。悪い例では、右膝が外に向かってしまい投擲方向を向いていない。そこで、骨盤が投擲方向を正面に捉えることが出来るように右腰を回し込んでいく。この時に、膝までは出てくるが、足が遅れてしまう場面がある。その際は、足を踝くらいまで引き付けるように意識する。そうすることでキャッチ動作が容易になる。例えば上体や大腿部が出てきても、下腿部がついてこないキャッチする時に踏ん張りの効かない体勢になってしまう。この動作も非常に重要である。まず180度回す。この時に正面から選手を見ると左右の脚の間に隙間が生まれている。実際、回る時に完璧に隙間がないように回る動作はできないが、基本的な動きづくりの際は、隙間ができないように意識を持ちトレーニングすることが重要である。

女子選手は足首が緩んだ状態がよく見られる。これは、スプリント等にも共通すると思うが、つま先が絶対に下を向かないように意識するように指導する。実践の際の注意点として、以下の5つを挙げる。

- ① 180° 軸脚を回したポジションから行うことが重要である。
- ② 片腕をパートナーの方に添えて、ハイポイントの位置を意識する。
- ③ 軸脚の踝に右足の踵もしくは土踏まずをあてるような感覚が重要である。
- ④ 左膝の前に右膝がややかぶさるような動作を意識する。

- ⑤ 右の骨盤を投擲方向に向け、ハイポイントを追い越す感覚を持つ。

指導する際に投てき方向に骨盤自体が向いているかをチェックポイントとして良いと考えている。

(5) 「右脚の押し込み動作に関するトレーニング」

これもサーキットトレーニングの中に入れている。これは右足で地面を蹴る、押すということで進行方向を転換するという動きである。これを行う際も、踵から母指球に体重移動を意識する。ハンマーでターンして右足が地面をキャッチした直後の運動に類似している。様々な表現があるが、「蹴れ」とアドバイスする指導者もいる。しかし、私は「蹴れ」という表現はあまり好んでいない。「押し込む」という表現を好んで使用し指導している。蹴ると上体が浮いてしまう状態になることが多々ある。そのため、蹴るより押し込むイメージに近いのではないかと考え「押し込む」と表現している。この時も中腰で、二つ目のトレーニングと同様に倒れ込んでいく感覚で行う。右脚で地面を押すことにより、進行方向を変える感覚である。押し込むというより歩くに近い感覚で、回れ右を行うことから始めると分かり易いと思われる。地面を押し込むタイミングが遅いと難しい、足を前に出す回れ右である。踵が進行方向に流れないように押し込む。実践の際の注意点として、以下の3つを挙げる。

- ① 足は踵から接地して、母趾球に抜けるように歩く。
- ② 右足は地面を素早く押すイメージを強く持つ。
- ③ この時も膝を前方に倒し込みながら行うとより良い。

このトレーニングによって、スムーズな回転はもちろん、キャッチ動作を素早く行えることが期待できる。しかしながら、スムーズな回転が行えない要因は他にも数多く存在する。

(6) 「パワーポジションの獲得トレーニング」

ターンを行う際、腰の位置が決まらない、重心位置がフワフワしてしまうと相談されることがある。この症状は、スイングや回転のスキルにも問題がある可能性は高いが、自身の最も力が入るポジションを正確に把握できていないことに原因がある可能性も多分にある。

その場で垂直にジャンプをして着地した際に、一番踏ん張れる姿勢を取らせる。次にその姿勢からターンを行う。この時はあまり膝を意識させず、自分が最も力める腰の高さを探して回るトレーニングである。ジャンプして着地した時にグラグラと身体が不安定な選手は多くいる。実践の際の注意点として、以下の4つを挙げる

- ① 足は肩幅程度に開く。
- ② 真上に全力でジャンプする。
- ③ 着地した際に、最もフラつかないポジションを探る。

④ そのポジションのまま空ターンを行う。

実技例の彼女の動きを見て気になる事がある。少し紹介する。180度脚を回し、キャッチして、この時に軸脚が完全に止まっているのに右脚だけを着きに依っている。実はこれが女子に多い動作である。身体の柔軟性が高いためか、キャッチする時に左脚の軸も動いてキャッチするということが大事である。そのため、一緒に右脚をつけに行く時には、軸脚自体を少し回せばよりスムーズにできる。軸脚が止まっているため地面に体が引っかかるように感じているはずである。

(7) 「鉄球を動かすタイミングを掴むトレーニング」～バックスイングした場合～

次は、スイングである。「スイング時に自分と鉄球の間にハリを感じない。」あるいは、「今すぐくハリを感じられます。」など調子の良い悪いの指標のように表現する選手がいる。たまたま感じるのではなく、意図して感じることができなければ安定した投てきを目指すことが出来ない。「とにかくスイング動作が安定してない、どうしたら良いか？」この質問もよく受けることがある。これは、鉄球を動かすタイミングを理解していないと考えている。鉄球を動かすタイミングを理解するためのトレーニングを紹介する。九州共立大学の選手は、全員が日常的に行っている。試合の時もよく行う。バックスイングした状態から鉄球が後ろから前に出てくるタイミングで鉄球を振り、逆側の踵をしっかりと地面に落とし、体重移動を利用して鉄球を動かす一連の動作である。正面からは分かりづらいが、丁度、身体の真横を通過するくらいのタイミングで踵を落とすようにする。人により若干タイミングが異なる。九州共立大学の学生たちもトレーニングさせている。日頃から鉄球を動かすのが苦手な学生は、この動作自体が出来ない。踵がグッと落ちる瞬間に前方に持っていく。動きをチェックする時は横から見た方が分かりやすい。丁度、身体の横を通過するときに踵が落ちて、鉄球を動かすという感覚が重要である。結局バックスインで後方に振って上がった鉄球が下に落ちてくるタイミングに合わせて、踵をしっかりと落とす。それにより鉄球が動く感覚のトレーニングである。

悪い例では、タイミングが完全に合っていないのが分かると思う。踵を落とすタイミングで、明らかに鉄球の位置がおかしく見当違いな位置にあるため、動かすことができない。この動きが出来ない選手は、ターン中も鉄球を加速させる動作が得意な傾向にある。踵が落ちたタイミングで大きく振っていくという意識が、右と左へ体重移動して球を動かすことにつながる。踵を落として鉄球を動かすことが出来れば、体重移動を利用した加速の感覚が習得できる。実践の際の注意点として、以下に3つ挙げる。

① 鉄球が後ろから落ちてくるタイミングで踵を接地

して動かす。

- ② 鉄球が真横を通過するタイミングで踵を接地して動かす。
- ③ 前方に大きく鉄球を振る。

(8) 「重心移動のタイミングを理解するトレーニング」

まずは直立した状態で両腕を上下に振る。物を持たず、上半身を振る感覚を意識する。踵が落ちたタイミングで、上体の捻りが戻り、上肢が振られている感覚である。左右に振るよりも上下で振った方が感覚を習得しやすい。先にハンマー持つ方を紹介したが、ハンマー投げを始める時はこのトレーニングが有効である。これは私が学生時、師匠の室伏重信先生から、これをひたすらやれと最初に言われたことを記憶している。踵が落ちて上体が振られてくる。下が決まることで、上が振られていく。結局これがムチ運動の動作となる。

この時、踵に合わせて下ろした臀部に体重が乗るイメージを持つ。このイメージがハンマーの腰が決まるという部分である。臀部を踵にのせていく感覚である。つまり踵に重心を置くことが、重心移動と体重移動で球を動かす感覚のトレーニングとして重要な部分である。実践の際の注意点として、以下に4つ挙げた。

- ① 足は肩幅程度に開く。
- ② 踵が地面に接地したら、腕を振る。
- ③ 踵に合わせて、踵の上に腰を乗せる感覚で行う。
- ④ 上体が振られていることを意識する。

(9) 「左右踵のスイッチトレーニング」

注目すべき点は、踵とつま先が交互にスイッチしているかという点である。この動作が習得できないとターン中の体重移動がスムーズに出来ない。単純に踵、つま先、踵、つま先というトレーニングは一般的にも初心者が行っている。

右軸に乗る時は右の踵が中心に、左軸に乗る時は左の踵が中心になる。その時に女子選手の場合、気をつけてもらいたいの、足首が緩んでしまうことである。九州共立大学の学生にも多く見られる。女子選手を指導する時に気をつけるべき点だと思う。男子選手にはあまり見られない動きである。図13にスイング時における体重移動のポイントを示した。実践の際の注意点として、以下に3つ挙げた。

- ① 足は肩幅程度に開く。
- ② 両足ともに踵が地面に接地している局面はないことを意識する。
- ③ 重心移動するタイミングを踵の接地で理解する。

(10) 「階段下りを利用したトレーニング」

段差を利用して、キャッチ動作を行うイメージである。階段を下りる時に膝が上に上がることはない。膝が下が

ハンマー投げの軸足のかかとの接地が…

●スイングでは…

- ・早すぎると、**ハンマーを無理に引っ張ってしまう!!**
- ・遅すぎると、**上体が反ったり、前傾になってしまう!!**

●ターン以降では…

- ・早すぎると、**ターンが左に流れてしまう!!**
- ・遅すぎると、**ターンが回り込み右に流れてしまう!!**

図 13 スイング時における体重移動のポイント

るイメージで段差を利用しキャッチ動作を行う。階段を下る際、膝を物凄く突っ張り歩く人はいないと思う。膝を脱力させ、その流れで脚を前に運んでいく。この動作が、ハンマーのキャッチ動作に類似したものになる。この時、足元を見ながら行わない方が良い。事例(1)の話に近いが、階段を下りようとするれば膝が脱力状態になる。その流れでキャッチ動作を習得しようとするトレーニングである。感覚的には実際の動きに非常に近い。トレーニングを直接行うというより、大学内の階段を歩く際、いつも膝に意識を持って歩くように指示している。私の実践指導の中では、左膝への注目が高く、左膝の感覚や位置を非常に重視している。実践の際の注意点として、以下の3つを挙げる。

- ① 階段を降りる感覚が重要である。
- ② 左膝が脱力して下に落ちたタイミングで右足を接地する。
- ③ 左足の踵を右足が出る際に地面から離す。

(11) 「ハンマーの横投げトレーニング」

スイングからターンへの移行がスムーズに行えない選手が取り組むトレーニングである。例えば、ターンの入りで右軸に体重が乗ってしまい、ターンへの移行がスムーズに行えない場合には、鉄球を左に出すことが出来ていないことや、鉄球が左前方に出てこないにも関わらず、ターンに移行してしまうことで右に倒れてしまう症状を持つ選手に最適なトレーニングである。ローポイントだが、基本的には右前方から中心あたりにあるのが理想である。しかし、左前方にローポイントがきてしまっている。ハンマーを「左に出しなさい」若しくは「左に送りなさい」という表現によってハンマーが本来加速する場面(右側)がおざなりにされてしまい、ローポイントが左前方に来てしまう。結果的に振り切り動作が出来ない状況で回転を進めてしまう。このような症状にも最適なトレーニングであると考えている。

右側でハンマーを持ち動かす感覚のまま、真横に離す感覚である。これは投げているわけではない。投げるというより、右側に振ったものを左に離すイメージである。

このトレーニングを現役時代の野口裕史選手に紹介した。このトレーニングが野口選手には合っていたようで、70mをコンスタントに投げるようになった実績あるトレーニングである。とにかく右側にハンマーヘッドを持ち、右側で振るイメージ。これができていないと、横投げが成立しない。そのため、右で振り左に離していく。この動作ができると、先ほど述べた問題点は解決する。実践の際の注意点として、以下の3つを挙げる。

- ① 体の右側でハンマーヘッドを振る意識を強く持つ。
- ② 「投げる」というよりも「離す」感覚で行う。
- ③ 離れた鉄球が真横に行くように行う。

ハンマーの指導において左脚、膝、踵という3点を重視して指導している。実技はここまでとして、質疑応答とさせてもらう。

コーディネーター

■大山下圭吾(筑波大学)

疋田先生ありがとうございます。学生諸君もありがとうございます。実技クリニックの資料の内容、実践例について疋田先生に質問などどうぞ。

質疑

■知念信勝(陽明高校)

疋田先生のトレーニングは何度か見えています。木村選手が九州共立大学へ入って、一番トレーニングしたことを教えてください。

応答

■木村友大(九州共立大学・実技クリニックモデル)

先ほどあったトレーニングを全て行っていたが、一番大切にしたのはハンマーに対して踵を動かすということが一番重要視してトレーニングした。

■疋田晃久(九州共立大学)

彼は体格的には抜群に恵まれているわけではない。苦悩していたし、鉄球との釣り合いが得意な方ではなかった。そのため、鉄球との関係性をよくする部分を徹底してトレーニングを行った。

質疑

■大山下圭吾(筑波大学)

今回紹介したトレーニングは、どのタイミングで行っているのか。例えば、入学してきた学生に段階的に入れているのか、トレーニングの段階で見ながら指導しているのか、どのタイミングで入れているのか。

応答

■疋田晃久(九州共立大学)

サーキットトレーニングとして必ず行っている。その中の数種類、ドリルとして入れている。本学にはハンマー以外の投てきの選手も大勢いる。

練習環境として九州共立大学は、サークルが非常に多い。ハンマーが投げられるサークルだけでも5ヶ所ある。グラウンド全体でサークルが全部で14ヶ所ある。いろいろ学園に理解をいただいている。しかし、全員が一斉に投げることはできないため、投げる間の時間にドリルや、今日紹介したトレーニングを実施している。あとは学生それぞれに必要なドリルやトレーニングを指定し、重点的にやる練習を個別に指導をしている。

質疑

■増田（大阪学院大学）

すごく素人な質問をするが、他の投てき3種類とハンマーを比べたときに特有の動き、あるいはそれを出すためのドリル、または他の3種類と共通するようなドリルを行っているかと述べていたが、共通している部分を少し教えていただきたい。

応答

■疋田晃久（九州共立大学）

結構難しい質問である。先ほど、膝のことを述べていたが、見る場所によって異なる部分はあると思う。私はどの種目も膝下の動きを重視している傾向はある。私はイメージとしてはこうだと型にこだわらないタイプである。型にはめない。指導対象者や学生によって、全部指導の方法は異なる。したがって、同じハンマー投げでも10名いたら10名とも投げ方が異なるため、どの種目に対しても私はこうあるべきだという決めつけはしない。

質疑

■大山下圭吾（筑波大学）

いま技術のことを詳しく行っただが、これは技術と切り離せないものとして、体力の問題があると思われる。特にハンマー投げに関して、これだけは皆に課している、あるいは、これだけは身につけようという体力の水準があるのか。これだけはできるようにしようというものがあれば教えていただきたい。

応答

■疋田晃久（九州共立大学）

あまり特にこれをやりなさいということはない。極端にスクワットを強くしろとかあまりそういう感覚はない。そういう指導もしていない。本当に全般的に実施している。よく同じような質問をされることが多い。九州共立大学の独特のメソッドは、何ですかとよく聞かれるが、トレーニングとしては一般的な事しかやっていないと思う。

コーディネーター

■大山下圭吾（筑波大学）

ありがとうございます。もし、ないようなら疋田先生の資料がもう少しあるので、何か最後にまとめをお願いしたい。これだけ投てきで実績を残され、厳しい指導をされていると思ったが、学生との関係が非常にフランクであると感じた。

■疋田晃久（九州共立大学）

今回、現在の世界や日本のハンマー投げがどのような傾向にあるのか資料を作成した。しかし、時間の関係上、発表を控えた。しかし、今日の発表は、陸上競技マガジンの特集で掲載される。そちらをご覧くださいとありがたい。

では、九州共立大学の練習環境を紹介させていただく。120 mの長さの傾斜走路がある。ここで当然短距離、跳躍のトレーニングを行うが、投てきもトレーニングで傾斜を使ったターントレーニングを行っている。ハンマー場の写真(図14)だが、二ヶ所から投げることも可能である。全員が投げても絶対に事故にはならないよう設計し建設されている。その他、グラウンドの奥に3つサークルがある。したがって、ハンマー投げだけで合計5ヶ所のサークルがある。その横に縦3 m横10 mのビッグウォールと呼んでいる大きな壁が設置されている(図15)。マーカーをつけ、やり投げなどが壁当てに使用している。この壁は、10人くらいが並んでトレーニングが可能である。最後に、私が設計して作成したネット投げ用サークルである(図16)。鳥かごのような形状をしている。雨天時でも投てき物や学生が汚れず投げられるようコンクリートで固めて、周りをアスファルトで固め、投てき物が落ちるところだけ土にしてある。あまり汚れなくて投げられるようにしている。投てきする場所にはネット4枚を施し、ネット一枚一枚を離している。このような形状でネットを張ることで、投てき物の勢いを吸収し、まず突き抜けることはない。とにかく安全な状態を整備している。学生の数は多いが、それだけの人数がトレーニングできる環境を整備している。

コーディネーター

■大山下圭吾（筑波大学）

疋田先生、ありがとうございます。それでは時間となりましたので、疋田先生それから学生の皆さんありがとうございました。



図 14 九州共立大学・投てきフィールド

《コーディネーター》

大山下圭悟（おおやま けいご）

1970 年生まれ

現職 筑波大学体育系 准教授
筑波大学陸上競技部 副部長兼投てき
コーチ

学位 修士（体育科学）

研究テーマ 陸上競技のコーチング
筋電図を用いた運動器の機能解剖



図 15 九州共立大学・幅 10 m 高さ 3 m のビッグウォール

《演者プロフィール》

疋田 晃久（ひきた あきひさ）

1979 年生まれ

現職 九州共立大学スポーツ学部スポーツ学科講
師
九州共立大学陸上競技部 監督 兼 投擲・混
成コーチ

最終学歴 中京大学体育学部体育学科 体育学士

主な著書 月刊陸上競技「連続写真で見る陸上競技の技
術」解説

男子ハンマー投・クリスチャン・パルシュ（ハ
ンガリー）（2011）

男子ハンマー投・ルカシュ・メリッチ（チェ
コ）（2013）

女子ハンマー投・ベティー・ハイドラー（ド
イツ）（2014）

女子ハンマー投・渡邊茜（丸和運輸機関）
（2017）

月刊陸上競技「トレーニング講座高校編ハン
マー投」隔月連載（2008-2009）

社会的活動

九州学生陸上競技連盟 評議員

一般財団法人北九州市陸上競技協会 強化
理事

一般財団法人福岡県陸上競技協会 設立理
事

一般財団法人愛媛県陸上競技協会 強化委
員会アドバイザー

公益財団法人日本オリンピック委員会強化
スタッフ（コーチングスタッフ）

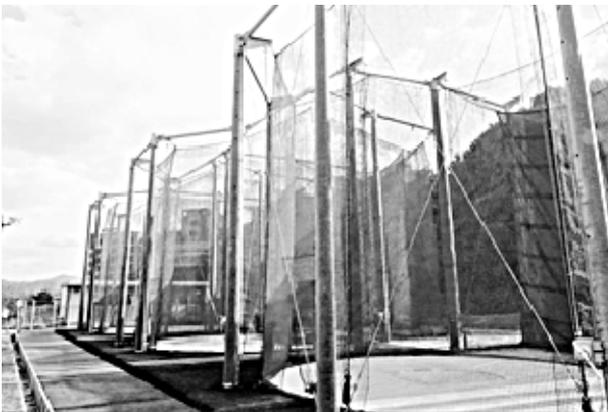


図 16 疋田先生考案・ネット投げ用サークル

日本陸上競技学会会則

平成14年10月26日制定

平成16年8月8日改正

平成20年8月31日改正

第1章 総則

- 第1条** 本会を日本陸上競技学会と称する。
(英文名: Japan Society of Athletics).
- 第2条** 本会は、陸上競技に関する理論的・実践的研究の発展をはかり、会員相互の交流を促し、これによって実践に資することを目的とする。

第2章 事業

- 第3条** 本会は、第2条の目的を達成するために、次の事業を行う。
- (1) 学会大会の開催
 - (2) 学会誌「陸上競技学会誌」(英文名: Japan Journal of Studies in Athletics) 及び会員名簿の刊行
 - (3) 研究会、講演会、講習会の開催
 - (4) 研究の国際的交流
 - (5) その他本会の目的に資する事業
- 第4条** 学会大会は、毎年1回以上開催する。

第3章 会員

- 第5条** 会員の種別は次の通りとする。
- (1) 正会員: 陸上競技、あるいはこれに関連する諸科学の研究者、指導者で正会員が推薦し、理事会で承認された者
 - (2) 名誉会員: 本会に多大な貢献のあった個人で、理事会が推薦し、総会で承認された者
 - (3) 賛助会員: 本会の目的に賛同する個人あるいは団体で、理事会で承認を受けた者
- 第6条** 会員は会費を納入しなければならない。
- (1) 正会員: 年額5,000円
 - (2) 名誉会員: 徴収しない
 - (3) 賛助会員: 年額1口2万円以上
- 第7条** 会に入会を希望するものは、所定の手続きを経て、入会申込書、会費を添えて本会事務局に申し込むものとする。
- 第8条** 会員は、本会の学会誌「陸上競技学会誌」その他研究情報に関する刊行物の配布を受けることができる。
- 第9条** 原則として2年間会費を滞納したものは退会したものとみなす。なお退会に際しては、滞納分の会費を支払うものとする。

第4章 役員

- 第10条** 本会に次の役員をおく。
- | | |
|-----|-----|
| 会長 | 1名 |
| 副会長 | 若干名 |
| 理事長 | 1名 |
| 理事 | 15名 |
| 監事 | 2名 |

- 第11条** 役員は次の各項により選任される。
- (1) 会長、副会長、理事長は理事の互選により選出し、総会において決定する。
 - (2) 理事は正会員の投票により決定する。
 - (3) 理事につきさらに若干名は会長が推薦することができる。
 - (4) 監事は会長が委嘱する。

- 第12条** 役員の仕事は次の通りとする。
- (1) 会長は本会を代表し、会務を総括する。
 - (2) 副会長は、会長を補佐し、会長事故ある時はこれを代行する。
 - (3) 理事長は理事会を招集し、会務を統括する。
 - (4) 理事は理事会を構成し、会務を処理して本会運営の任にあたる。
 - (5) 監事は本会の会務を監査する。

- 第13条** 役員の仕事は次の通りである。
- (1) 会長・副会長・理事長・理事・監事は1期3年とし、再任を妨げない。

第5章 会議

- 第14条** 本会の会議は、総会及び理事会とする。
- 第15条** 総会は本会の最高議決機関であり、会長が招集し、次の事項を審議決定する。
- (1) 役員を選定
 - (2) 事業報告及び収支決算
 - (3) 事業計画及び収支予算
 - (4) 会則及び諸規定の改正
 - (5) その他の重要事項
- 第16条** 理事会は、理事長が招集し、会務を処理し、本会運営の任にあたる。
- (1) 会長及び副会長の推薦
 - (2) 総会に対する提案事項の審議
 - (3) 総会から委任された事項の審議・処理
 - (4) 運営の効率化を図るために専門委員会を置くことができる。
 - (5) その他本会の目的に資する事業の運営

第6章 会計

- 第17条** 本会の経費は次の収入による。
- (1) 会員の会費
 - (2) 事業収入
 - (3) 助成金及び寄付金
- 第18条** 本会の会計年度は毎年4月より翌年3月までとする。

第7章 顧問

- 第19条** 本会に顧問及び参与をおくことができる。

第8章 付則

- 第20条** 事務局は当分の間、順天堂大学に置く。
- 第21条** 本会則は平成20年8月31日より施行する。

陸上競技学会誌 投稿規程

〈投稿資格〉

- ・本誌に投稿できるのは、原則として日本陸上競技学会会員とする。
- ・大学院生の投稿に際しては、投稿の前後いずれかにおいて本学会での発表を原則とする。
- ・編集委員会が認めた場合には、会員以外へ投稿を依頼する場合がある。

〈著作権〉

- ・会員の権利保護のため、掲載された原稿の著作権は本会に属するものとする。
- ・投稿論文において他者の著作権に帰属する資料等を引用するときは、著者がその許可申請手続きを行う。

〈原稿の送付〉

- ・提出する原稿は、原稿の種類が「原著論文」、「事例報告（ケース・レポート）」、「研究資料」の場合はオリジナル原稿1部とコピー2部を、それ以外の原稿についてはオリジナル原稿1部とコピー1部とし、簡易書留として付則に記された送付先へ送付する。
- ・原稿受付日は、送付先に到着した日とする。著しく執筆要項を逸脱した原稿は事務的に返却し、形式が整った原稿の到着日を受付日とする。
- ・掲載が採択された原稿については、原則として返却しない。

〈原稿の種類と内容〉

- ・原稿の内容は、陸上競技の理論と実践に関するものとする。
- ・本会誌の読者は陸上競技に関する広い分野にわたるので、高度な専門的知識のない読者にも理解できるよう配慮する。
- ・原稿の種類は、「原著論文」、「事例報告（ケース・レポート）」、「研究資料」、「解説」、「陸上競技 Round-up」、「キーノートレクチャー」、「その他」とし、それぞれ以下のようなものである。

①「原著論文」

陸上競技およびこれに関連する分野の学術上および指導・実践上価値のある新しい研究成果を記述した原著論文。

②「事例報告（ケース・レポート）」

陸上競技の実践において、現場で実際に行った事実（コーチングやトレーニングの活動）を事例として正確に記述し報告したレポートであり、指導者や選手の活動実践に直接役立つもの。

③「研究資料」

陸上競技に関連する理論的、実践的、事例的な問題に

ついて、原著論文としての体裁になるほどまとまっていないが、新規性があり早く発表する価値のある論文。または、コーチング実践への示唆の無い基礎的な研究論文。

④「解説」

陸上競技に関連する新知見、他の競技種目やトレーニング法など、多数の学会員にとって未知であり、これを知らせることの意義のある記事。論文紹介や指導法の提示などもこれに含まれる。

⑤「陸上競技 Round-up」

陸上競技に関連する国内外の情報、学会員相互の問題提起や話題の提供、対談など。

⑥「キーノートレクチャー」

陸上競技の指導者、選手として身につけておきたいスポーツ科学における各専門領域に知見を分かりやすくまとめた依頼原稿。

⑦「その他」

学会大会における研究発表抄録、学会および学会誌の運営や内容などに関する自由な意見、希望など。

〈倫理規定〉

- ・ヒトを対象とする医学的・生物学的研究はヘルシンキ宣言の趣旨に則り、また、動物実験は各所属機関の規定に従い、適切に対応する。

〈掲載の採否〉

- ・原稿の掲載の採否は、本会誌編集委員会が決定する。
- ・原稿の選択、校正、追加・短縮、掲載順序などは、編集委員会が決定する。
- ・著者に承認を求めた上で、原稿の種類を変更する場合がある。

〈その他〉

- ・原稿執筆にあたっては、「執筆要項」にしたがって作成する。
- ・投稿についての問い合わせは、付則に記した問い合わせ先まで連絡する。

〈付則〉

原稿の送付先、問い合わせ先は、下記のとおりである。

〒156-8550 東京都世田谷区桜上水3丁目25番40号

日本大学文理学部体育学研究室内

日本陸上競技学会編集委員会事務局

TEL：03-5317-9717

FAX：03-5317-9426

E-mail：kaoyama@chs.nihon-u.ac.jp

1. 原稿用紙および原稿の長さ

原稿は、ワードプロセッサで作成するものとし、A4版縦置き白紙に横書きで、1ページにつき全角40字30行で（英文綴りおよび数値は半角）、上下左右に約3cmの余白をとり、フォントは10.5ポイントとする。本文は現代かなづかいとし、外国語をかな書きする場合は、カタカナで表記すること。本文および文献表には、ページ下部中央に通し番号をつけること。また、審査員が要修正事項や照会事項を指摘しやすくし、また著者が修正対応表（回答コメント）で修正・対応箇所を明示するために、本文および文献表の左側に行番号（ページごとに振り直し）を付加すること。

原稿の長さは、刷り上り8ページを超過しないように配慮すること。原稿4枚が刷り上り約1ページに相当する。なお、このページ数には、表紙や要旨、図表など一切を含むものとする。

2. 原稿の構成

2.1 表紙

原稿の1枚目に、下記のを記入する。

- ①原稿の種類（原著論文、事例報告（ケース・レポート）、研究資料、解説、陸上競技 Round-up、キーノートレクチャー、その他）
- ②題目
- ③著者名
- ④所属機関
- ⑤所在地
- ⑥連絡先電話番号（および E-mail）
- ⑥キーワード（5個程度）

上記のうち、題目、著者名、所属機関については、日本語と英語の両方を書くこと。

2.2 要旨

「原著論文」、「事例報告（ケース・レポート）」、「研究資料」には、和文もしくは英文の要旨を付す。英文原稿の場合には、和文および英文の要旨を付す。

2.3 本文

本文は理解しやすいように章立てする。本文には、表題、著者氏名、所属、および所在地は記入しない。

2.4 図表

- (1) 図表は1つずつA4用紙または原稿用紙に配置し、それぞれに通し番号を付して図1、表1などと記す。また、これにタイトルや説明文をつける

- (2) 図表は提出された原図をそのままオフセット印刷するので、図表の大きさは刷り上り寸法の2倍程度で印刷するのが望ましい。

- (3) 写真は図に含めるものとし、濃淡のはっきりしたものとする。

- (4) 図表を原稿に挿入する個所は、本文の右側余白に図表番号によって明示する。

- (5) 図表の数は、刷り上り2ページ以内を目安とする。

2.5 文献

見出し語は「文献」とする。本文中での文献引用時の記載は、原則として著者・出版年方式（author-date method）とする。文献一覧はファースト・オーサーのアルファベット順とし、下記の形式で本文の末尾にまとめて記載する。

(1) 定期刊行物（雑誌）

原則として、次に示す形式で記載する。

著者名（発行年） 論文名、誌名、巻（号）：始ページ—終ページ。

共著の論文について、著者名が漢字の場合には中黒（・）でつなぎ、英字の場合には and で続ける。ただし、英字で3人以上の場合にはカンマ（,）でつなぎ、最後の著者の前のみ and を入れる。発行年は西暦で記入するものとし、同一著者で同じ発行年の複数の論文を記載する場合には年号の後に a, b, c, … を付ける。雑誌名の省略方法は、原則として和文は「日本医学雑誌略名表」、欧文は「Index Medicus」に従う。

—例—

陸上太郎・跳躍二郎（2001）100km ランニング中のβエンドルフィン濃度変化. 日本陸上競技学会誌, 12(2) : 56-61.

Lewis, C., Johnson, B., and Johnson, M. (1999) Problems of traditional sprint techniques. *New Studies in Track and Field*, 35(3) : 135-142.

(2) 書籍

原則として、次に示す3つのいずれか当てはまる形式で記載する。書籍では、引用個所が特定できない場合には引用ページの部分を省略する。

①単行本の場合

著者名（発行年） 書名（版数）。発行所：発行地、引用ページ。

—例—

小野勝次（1963）陸上競技の力学（第7版）。同文書院：東京, pp.76-78.

O'Brien, D. (1998) Dan O'Brien's Ultimate Workout. Hyperion : New York, pp.3-11.

日本陸上競技連盟編 (1992) 陸上競技指導教本 (基礎理論編). 大修館書店 : 東京, pp.22-26.

②編著の一部の場合

著者名(発行年)表題. 編集者名(編) 書名(版数).

発行所 : 発行地, 引用ページ

英文の場合には, "In:" をつけたあと編集(監修)者名と"(ed.);" もしくは "(eds.);" をつける.

－例－

尾縣貢 (1990) 混成競技の学習指導. 関岡康雄 編著 陸上競技の方法. 同和書院 : 東京, pp.167-176.

Lundberg, A. (1997) Functional Anatomy. In: Allard, P, Cappozzo, A., Lundberg, A., and Vaughan, C.L. (Eds.) Three-dimensional analysis of human locomotion. John Wiley & Sons : New York, pp.27-48.

③翻訳書の場合

著者名(発行年) 書名(版数). 発行所 : 発行地, 引用ページ. <英文書誌データ>

原著者の姓をカタカナ表記し, その後にコロロン(:)をつけて訳者の姓名を記入する. 訳者が3人以上の場合, 筆頭訳者のみ記入して「・・・ほか訳」と略記する. 原著の書誌データは執筆者が必要性を判断して < > 内に付記する.

－例－

エッカー : 澤村博監訳 (1999) 基礎からの陸上競技バイオメカニクス. ベースボール・マガジン社 : 東京. < Ecker, T. (1985) Basic track & field biomechanics. Tafnews Press : Los Altos. >

3. 原稿の書き方

原稿は, 十分推敲し, 簡潔かつわかりやすいように重点を強調して記述する. 謝辞, 付記などは原稿の採択決定後に書き加えること. なお, 英文の場合には, ダブルスペースで原稿を作成する.

(1) 原稿の言語

原稿は日本語を用いることを原則とするが, 英語を用いてもよい. 以下, 日本語を用いる場合の規定であるが, 英語を用いる場合はこれに順ずるものとする.

(2) 用語・単位・記号

文章は「である調」の現代文表記とし, 原則として当用漢字・新かなづかいを用いる. 文章中の外国語は原語表記またはカタカナを用いる.

単位は国際単位系 (SI) に従うものとする. 量および単位をあらわす記号は, なるべく JIS 規格で制定されたものを用い, 必要があれば記号一覧表をつける.

(3) 章立てと見出し

本文は, 章, 節, 項に区切る. 章の見出し番号は, 1., 2., …, 節の見出しは, 1.1, 1.2, …, 項の見出しは (1), (2), …とし, 行の左端から書く. 本文はこれと行を変えて書く.

(4) こまどり

本文は, 書き出しおよび改行後の書き出し部分を1こまあける. また, 見出し番号の次も1こまあける. 句点は「.」, 読点は「,」とし, 1こまを占める.

(5) 脚注

脚注は, 文末に一覧表としてまとめる. 本文では, 右側に(注1)などをつける.

(6) 文字指定

本文, 数式, 図, 表などに記入される文字は, 字体が明確にわかるように書く. 紛らわしい文字は, 赤字で字体を指定する.

大文字, 小文字で紛らわしいもの(例えば, Cとc, Kとk, Oとo), 混同の恐れがあるもの(例えば, rとγ, kとκ, wとω), その他, O(オー)と0(ゼロ), l(エル)と1(イチ)などは, その区別を赤字で添書きする. 上付き文字, 下付き文字などの文字飾りについても赤字で添書きして指示する.

英字の変数は, 原則としてイタリックとし, 「イタ」を○で囲んだ赤字で添書きする. その他の英字, すなわち単位(kgなど), 演算子(sinなど), 一般用語, 固有名詞はローマンとする.

(7) 数式

数式は改行して2行取りとし, 上付き, 下付きなどを赤字で添書きする. 分数式は, 原則として, $\frac{a}{b}$ のように書くが, 簡単な数式などを本文中に入れる場合には, $(a - 1)/(b + 2)$ のようにして1行に書く.

4. 掲載料と別刷り

掲載料は当分の間無料とするが, 特殊な印刷を必要としたり, ページ数の超過などがある場合には, 別途著者負担額を申し受けることがある.

別刷りが必要な場合は, 著者校正の際に必要な部数を申し出る. これに要する費用は著者負担とする.

日本陸上競技学会 学会賞・優秀発表賞規程

本規程は、日本陸上競技学会（以下「本学会」という）が、本学会会員（以下「会員」という）のより一層の研究・実践活動を奨励し、本学会の質的向上をはかるため、会員の顕著な研究・実践活動等の業績に対し顕彰をおこなうための事項を取り決めたものである。

第1条（名称）本賞は、優れた論文・著書等に対して授与する「学会賞」および学会大会における優れた一般発表に授与する「優秀発表賞」とする。

第2条（学会賞の選考）本会に「学会賞」に関する選考委員会（以下「学会賞委員会」という）を設ける。

- 1.（学会賞委員会の設置）学会賞委員会は、会長が委嘱する編集委員長および副委員長を含む本会理事若干名をもって構成される（委員の任期は3年とし、再選は妨げない）。委員会は、互選により委員長を選出する。
- 2.（学会賞の選考基準）学会賞は、筆頭著者が会員で、原則としてその前年度に刊行された「陸上競技学会誌」に掲載された論文および学術・啓蒙的著書等を対象として、最も優れた論文・著書等に対して授与する。
- 3.（受賞対象者）受賞対象者は、筆頭著者及びその共著者すべてとする。なお、筆頭著者以外は、会員、非会員を問わない。
4. 本学会賞制定後、数年は創立年度まで遡った業績も対象とする。
- 5.（学会賞候補の推薦）会長、副会長および理事は、学会賞の候補となりうる論文・著書等一篇を推薦することができる。また、会員は、2名以上の連名により、学会賞の候補になりうる論文・著書等一篇を推薦することができる。候補論文・著書等の推薦は、毎年年度第1回の理事会より大会前1ヶ月までの期間とし、会長宛に文書で提出する。

第3条（優秀発表賞の選考）本会に「優秀発表賞」に関する選考委員会（以下「発表賞委員会」という）を設ける。

- 1.（発表賞委員会の設置）発表賞委員会は、当該大会に出席している、大会会長から委嘱された理事若干名をもって構成する。なお、委員長は大会会長とする。
- 2.（優秀発表賞候補の選考基準と推薦）発表賞委員会は、当該大会における一般発表（口頭およびポ

スター発表）において優れた発表一件を、所定の様式にしたがって記名式での推薦を行うよう会員に依頼する。

- 3.（受賞対象者）受賞対象者は、満35歳未満（当該年度4月1日現在）の会員（筆頭著者）で、受賞は1人に対して原則1回とする。

第4条（受賞候補者の決定）各委員会は、推薦された論文等・著書および一般発表を参考にしながら、「学会賞」候補論文・著書等を各一篇および「優秀発表賞」候補一件を決定し、理事会に報告する（ただし「該当なし」も可）。

第5条（受賞者の決定と表彰）受賞者の最終決定は、理事会において行う。なお、表彰は、筆頭著者へのみとし、「学会賞」については総会時、「優秀発表賞」については当該大会の閉会宣言時に授与する。

第6条（受賞者の貢献）受賞者は、次のいくつかの方法により、本学会会員の相互啓発に協力することとする。

- 1) 論文等の寄稿（本学会誌に未掲載の場合）
- 2) 本学会での講演等

第7条（規程改廃）本規程の改廃は、理事会において決定する。

附則

- 1 本規定は、平成21年11月14日から施行する。

陸上競技学会誌 投稿申込用紙（表紙）

① 投稿原稿の種類	原著論文 ・ 事例報告 ・ 研究資料 解説 ・ 陸上競技 Round-up ・ キーノートレクチャー その他
② 題 目 ・ (English)	
③ 著 者 名 ・ (English)	
④ 所 属 機 関 名 ・ (English)	
⑤ 所 在 地	〒
⑥ 連絡先電話番号	
⑦ E-mail アドレス	
⑧ K e y w o r d (5 個程度)	
※投稿の際は、上記情報を記載した著者作成表紙を添付してください。 原稿は原則電子データとして下記に E メールにて送付してください。 kaoyama@chs.nihon-u.ac.jp	

陸上競技学会誌編集委員会 委員名簿

委員長 眞鍋 芳明 国際武道大学
副委員長 伊藤 信之 横浜国立大学
委員 鯉川なつえ 順天堂大学

※ 50 音順, 敬称略

編集後記

9 秒 98 と表示されたフィニッシュタイマーは、日本陸上競技界における金字塔として新たな時代の到来を告げました。桐生祥秀選手の打ち立てた日本人初の 9 秒台という記録は、日本陸上競技界における悲願達成として永遠に語り継がれることでしょう。

また、この夏には世界選手権ロンドン大会が開催され、男子 4 × 100mR では昨年のリオデジャネイロオリンピックに続くメダルを獲得し、「お家芸」としての日本の強さを示してくれました。今後、次なる日本人 9 秒台が生まれ、その選手達で構成されたメンバーで 2020 年を迎えることができたらばと考えると、最も輝くメダルさえも射程圏内ではないかと心が躍ります。

さらに、2017 年の夏は学生競技者の祭典でもあるユニバーシアード台北大会も開催され、日本陸上競技選手団は史上初のメダルテーブル 1 位という快挙も成し遂げました。これからの日本を背負っていく学生競技者達の活躍は日本陸上競技界のさらなる発展、飛躍を

予感させるに十分なものがあります。

そして、次なる東京オリンピック・パラリンピックへ向けて第 16 回日本陸上競技学会が「2020 東京に向けた科学的分析と実践について」というテーマで、公益社団法人日本学生陸上競技連合ならびに関東学生陸上競技連盟との共同開催のもと、名桜大学にて開催されました。その詳細は本誌に掲載してありますが、いずれのシンポジウムおよび実技クリニックも非常に興味深く、学術的にもトレーニング現場からも大きな評価を受けています。こうした取り組みこそが「オリンピックレガシー」の構築に繋がっていくと信じています。

会員の皆様には、引き続き多くのご投稿ならびに情報提供を頂きますようお願いするとともに、翌々年に迫った東京オリンピック・パラリンピックにおける日本の活躍を祈念して、編集後記とさせていただきます。

(編集委員長 眞鍋芳明)

陸上競技学会誌 第 16 巻 (Vol.16, 2018)

2018 年 3 月 31 日発行

発行人 澤村 博
編集人 青山清英
発行所 日本陸上競技学会
〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1
筑波大学体育系
日本陸上競技学会事務局
TEL: 029-853-6321
E-Mail: info@jsa-web.com

製作 株式会社 文成印刷
印刷 株式会社 文成印刷
