

コーチング実践を通じた女子走幅跳のパフォーマンス構造モデルの検証

木越清信¹⁾ 山元康平²⁾

1) 筑波大学 体育系 2) 福井工業大学

柴田篤志³⁾ 犬井亮介⁴⁾

3) 新潟医療福祉大学 4) 青山学院大学

1. 緒言

女子跳躍種目は、日本陸上競技連盟の強化方針において、国際競技会への出場を目指す「ワールドチャレンジ種目」にカテゴリーされており、強化の優先度は相対的に低く、近年は国際的な成果を達成しているとは言い難い。一方、跳躍種目の中でも女子走幅跳は、日本歴代1-3位の記録(6.86m, 6.84m, 6.82m)が、近年の世界選手権およびオリンピックにおける入賞記録に近く、実際に2001年世界選手権において、池田久美子氏が決勝進出を果たしており、適切なタレントの発掘とコーチングによって、日本人競技者の国際的な活躍が十分に期待できる種目であるといえる。

走幅跳において跳躍距離を構成する要因は、踏切足離地時の身体重心の初速、身体重心高、踏切つま先と身体重心位置との水平距離に加えて、着地時の利得距離である。このうち、踏切足離地時の身体重心の初速は水平速度と鉛直速度に分解され、跳び出し角度が決まる。これらの要因のうち、離地時の身体重心の初速は助走最高スピードに反映されることから、助走最高スピードと跳躍距離との間に有意な正の相関関係が認められる。このことから、助走最高スピードを高めることは、いずれの競技レベルにおいても、トレーニングの最優先課題に据えられるべきであろう。踏切における跳び出し角度を同じ角度にするとすれば、水平速度が向上することに伴って、鉛直速度を高めることも必要であろう。走幅跳の踏切における鉛直地面反力の第1ピークにみられる大きな棘波形は、踏切足接地時に身体重心の有する負の鉛直速度を受け止めたことにより出現したものと理解できる。そして、その後、つまり踏切後半において観察される第2ピークを大きくすることが離地時の鉛直速度を獲得することにつながっているものと考えられる。そのため、助走最高スピードの向上に伴って、踏切、特に踏切後半において大きな

鉛直力積を獲得し、適切な鉛直速度を獲得することがトレーニングの課題となる。しかし、離地時水平速度の向上と、鉛直速度の向上を同時に可能にすることは困難であろう。そのために、跳び出し角度、助走最高スピードおよび踏切動作などを考慮しながら、強化の優先順位を決定する必要がある。ただ、小山(2016)の指摘にもあるように、日本の女子跳躍競技者のシニア期におけるパフォーマンスの頭打ちは、基礎的なスプリント能力の停滞が関係している可能性があることから、鉛直速度の獲得に先立って、水平速度の獲得が目指されよう。

これらのことから本研究では、実践現場のコーチがこれまでの取り組みおよび先行研究から受けたインスピレーション、つまり女子走幅跳に関するパフォーマンス構造モデルを示し、それを基にした実際の実践事例を紹介したうえで、パフォーマンス構造モデルの検証と今後の課題を示すことを目的とする。

2. 方法

(1) 対象者およびコーチング実践期間

日本トップレベル女子走幅跳競技者1名(K氏, 身長1.57m, 体重48.2kg, 走幅跳自己記録6.44m)を対象にコーチング実践を行った。コーチング実践期間は2019年4月から、2022年1月までの2年10か月であり、年齢は18歳0か月から20歳10か月までの期間であった。

(2) データの収集

1) 技術的特性

全助走から着地までを行う競技会と同様の跳躍を実験試技とした。地面反力データ(Kistler製, 9287 B; 1000Hz)、動作分析のためのハイスピード映像(Sony製, α 6300; 120fps)を収集し、助走スピードの測定はレーザー式速度測定装置

(JENOPTIK 製, LDM301) で行った. また, 競技会においても同様に助走スピードの測定を行った.

2) 体力的特性

短い接地時間で最大跳躍高を獲得する能力を評価する方法として, マットスイッチの外側から両脚でマットスイッチに跳び乗って, マットスイッチ上で鉛直に跳び上がる垂直跳(跳び乗り CMJ. 中野ほか, 2020) を用いた. 腕の振込みは制限せず, できるだけ高く跳ぶように指示して行った.

また, 基礎的な疾走能力の評価指標として, 公式競技会における 100m 走記録を用いた(犬井ほか, 2019).

3. 結果および考察

本研究の対象者 K 氏の自己記録は研究対象となる前年のシーズンに樹立した 6.44m であり, この記録は女子走幅跳の世界歴代競技者の 18 歳時点での平均値(山元ほか, 2019)と同じ値である. このように, K 氏は, 将来的に 7m を超えるような走幅跳競技者への成長が期待される競技者であり, 21 歳での日本記録(6.86m)更新,さらには 20 歳代後半でのピークパフォーマンスの発揮を念頭にコーチング実践をスタートさせた.

まず,先に上げた横断的な研究の成果を基に,コーチング実践を開始した時点における K 氏の技術・体力, および日本記録更新に向けた目指される技術・体力についてまとめる.

K 氏の跳躍に関するキネティクスの分析は,コーチング実践が始まる前の 3 シーズンにわたり柴田ほか(2018)によって行われている. これをみると,踏切における跳び出し角度は 20deg を超えることが多く,中には 25deg を超えた跳躍もみられた.これ

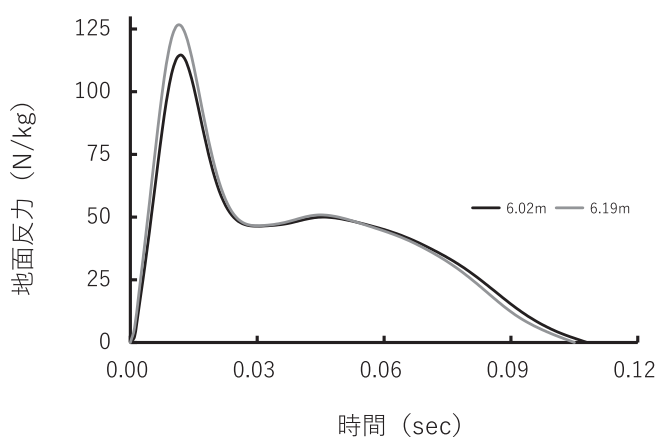


図1 K氏における踏切中の鉛直地面反力の変化

は,世界選手権における決勝進出者の平均跳び出し角度である $21.3 \pm 2.2\text{deg}$ を上回っている. 一方で,柴田ほか(2018)の報告によれば, K 氏が最も高い跳躍距離を示した試技での跳び出し角度は 19.4deg であり,これ以前の跳躍と比較して跳び出し角度も低く,助走最高スピードも 9.19m/s と高い値であった.そして,この跳躍がコーチング実践以前の最後の跳躍分析であった.このことから,助走スピードを生かした低い跳び出し角度での跳躍を継続する必要があると判断した.また,本事例では,跳び出し角度に影響を及ぼす技術的な要因として,踏切中の体幹角度および離地時の視線に着目した.柴田ほか(2018)によれば, K 氏の踏切中の体幹角度は,接地時で $7.65 \pm 2.77\text{deg}$ の後傾であり,離地時で $7.61 \pm 3.03\text{deg}$ の後傾であった.一方,小山ほか(2010)によれば,世界選手権決勝に進出した男子競技者の体幹角度は,接地時で $-3.1 \pm 3.3\text{deg}$ の前傾であり,離地時で $7.3 \pm 3.4\text{deg}$ の後傾であった.このことから, K 氏の特徴として,接地時に体幹が後傾していることによって,助走水平速度の減速が大きく,跳び出し角度の大きい跳躍であると言える.さらに,



コーチング実践開始4か月後



コーチング実践開始2年4か月後

図2 コーチング実践を通じた踏切動作の変化

データでは出すことができないが、踏切離地時の目線が高い(図2の左側)ことも感じていた。これらのことから、K氏の踏切における体幹の後傾および上向きの目線から、跳び出し角度を高くしたいという意思を感じた。一方で、コーチング実践開始から4か月が経過した時点において測定した踏切時の地面反力のデータから、鉛直地面反力の第2ピークの値が50N/kgと比較的低いことを確認することができた(図1)。このことは、適切な鉛直速度を獲得するために十分な鉛直速度を獲得することができていないことを連想させる。なお、分析対象となった試技の記録は6.19mであったことから、この試技はK氏の特徴を適切に反映した跳躍であったと言える。また、この試技の踏切時間は0.103秒であり、小山ほか(2010)によって報告された世界選手権決勝に進出した男子競技者の踏切時間(0.131±0.01秒)と比較して著しく短い。このような特徴から、踏切離地時における水平速度に対して十分な鉛直速度を獲得するために、K氏の場合は踏切時間を長くすることで鉛直力積を獲得することを目指すことは得策ではないと考えられた。そのために、十分な鉛直力積を獲得するために、鉛直力積の第2ピークを高めることを目指すこととした。これらのことから、踏切中に体幹が後傾していることおよび目線が高いことから、跳び出し角度を高くしたい意思を感じるものの、実際には接地時間が過度に短く鉛直速度の第2ピークも低いことから、本人が想定(無意識的に)しているほど鉛直力積を獲得することはできておらず、抜けるような跳躍になる場合もあると推察された。これらのことをまとめて、21歳のときに日本記録を更新するための目指すモデルを以下のように設定し、コーチング実践を開始させた。まず、助走最高スピードおよび100m走記録の向上である。具体的には、助走最高スピードは9.4m/s、100m走記録は11.7秒を目指すこととした。また、助走最高スピードが高まれば、それに伴って踏切時間も短くなることも推察される。これにともなって、一旦は跳び出し角度が低くなっても、高い助走スピードを生かした跳躍を目指すこととした。そのことと付随して、踏切時の体幹角度および目線の方向についても、接地時および踏切時の体幹を直立させて、目線を前方に定めて踏み切ることも目指すこととした。これらのことによって、跳び出し角度が低くなり、踏切時間はさらに短くなることが推察される。もしくは0.103秒という極めて短い踏切時間において十分に鉛直力積を獲得する能力は、コーチング実践スタート時には備わっていなかったと判断すべき

かもしれない。そのため、踏切における鉛直地面反力の第2ピークを60N/kgとすることを目指すこととした。また、このことは両脚での鉛直ジャンプ運動におきかえると、短い接地時間で最大跳躍高を獲得することができていないと言い換えることが可能である。そのため、このような能力を評価する方法として、本実践では、マットスイッチの外側から両脚でマットスイッチに跳び乗って、マットスイッチ上で鉛直に跳び上がる垂直跳(跳び乗りCMJ)を実施した。そして、コーチング開始から1年目での跳び乗りCMJの跳躍高は0.57mであり、そのときの接地時間は0.296秒であった。跳び乗りCMJの跳躍高や接地時間に関して、走幅跳の記録との関係を論じた横断的な研究は見当たらず、目標値を定めることが困難であったが、ひとまず21歳で日本記録更新を達成するために、その時点までに跳躍高を70cmにすること、そしてその時の接地時間を0.2秒にすることを目指した。

次に、コーチング実践を通じた技術的・体力的な変化について報告する。なお、本報告執筆時点は、コーチング実践開始後2年10か月経過時点であり、21歳で向かえるシーズンを控えている。そのため、21歳で日本記録を達成することを目指して実施してきたコーチング実践の最終的な報告は後日改めることとし、ここまでの経過を報告する。

まず、走幅跳の記録である。コーチング実践開始前のシーズンに自己記録である6.44mを跳び、そのシーズンにおける公認記録の平均値と標準偏差は6.06m±0.23mであった。そして、コーチング実践1年目では6.17m±0.08m、2年目では6.16m±0.09m、3年目では6.26m±0.07mであった。自己記録は更新できていないものの、3年目のシーズンでは他のシーズンと比較して、平均値が高く標準偏差も小さくなっていた。なお、6.44mを跳んだ試技における助走最高スピードが9.19m/sであり、これがK氏の自己最高の助走最高スピードであるが、この助走最高スピードを更新することはできていない。一方で、コーチング実践3年目のシーズンでは、1試合のすべての試技で9.0m/sを超える助走最高スピードを達成できている競技会も見受けられ、助走最高スピードのアベレージは高くなっている。その裏付けとして、100m走タイムは、コーチング実践2年目に12.26秒、コーチング実践3年目には11.99秒と順調に向上している。一方で、このことは、100m走タイムが高まったにも関わらず、その能力が助走最高スピードに反映されていないことを示している。その理由として、助走においては踏切動作を適

切に遂行するために、特に助走の後半において一定のリズム（テンポ）を維持していることが考えられる。そのため、今後、ストライドとピッチのバランスとスピードとの関係を検討することで、助走最高スピードの向上に取り組む。

また、跳び乗り CMJ の跳躍高と接地時間は、コーチング実践 2 年目にそれぞれ 0.59m と 0.262 秒、コーチング実践 2 年 10 か月目には、0.65m と 0.226 秒まで向上した。さらに、踏切離地時の体幹および目線については、コーチング実践開始 4 か月後と 2 年 4 か月後を比較すると、4 か月後では接地時の体幹角度が 8.86deg、離地時の体幹角度が 6.85deg であったのに対して、2 年 4 か月後では接地時の体幹角度が 2.17deg、離地時の体幹角度は 5.54deg と、踏切接地時および踏切時の体幹を直立させて踏み切るといふ目指す動作に近づいているといえる（図 2）。このような一見するとポジティブと見受けられる変化が認められるにもかかわらず、コーチング実践 4 か月後の跳躍では跳び出し角度が 20.3deg であり、2 年 4 か月後の跳躍では 22.9deg であった。この時点では、踏切接地時および踏切時の体幹を直立させて踏み切ることによって、跳び出し角度が低くなっても、高い助走スピードを生かした跳躍を目指していたが、体幹が直立に近い姿勢で踏切を行うことができるようになったにもかかわらず、跳び出し角度は高いままであった。体幹が直立に近い角度で踏切を行うことができるようになることが、必ずしも高い助走スピードを生かした跳び出し角度が低い跳躍に繋がらない可能性を感じつつも、現在に至るまで体幹が直立に近い姿勢で踏切を行うことを引き続き指導している。

本研究の趣旨は、本実践において用いた手段の効果を立て証しようとする立場ではないことを断ったうえで、100m 走タイムを高めること、および踏切接地時および踏切時の体幹を直立させて、目線を前方に定めて踏み切ること、さらに踏切時の鉛直地面反力の第 2 ピークを高めることを達成するために取り組んだ手段について紹介したい。まず、100m 走タイムを高めるために、スプリントトレーニングを週に二日（2 セッション）、それぞれ 1 時間ずつに増やした。そして、一方のセッションを 30m や 60m のスターダッシュ、30m + 30m から 20m+100m の加速走、スプリントアシステッドトレーニングを取り入れた。また、別のセッションでは、フラット走路で 30m 程度を用いて加速し、十分に加速したと目される時点、つまり 30m を超えたあたりで坂路走路に入り、坂路でも極力スピードが低下しないように加

速しようとする坂ダッシュを取り入れた。また、この坂ダッシュでは、前後に二人並び、互いの距離を 10m 程度開けてスタートし、追いかけてこをすることで、主観的な努力度を高めることを目論んだ。

また、踏切接地時および踏切時の体幹を直立させて、目線を前方に定めて踏み切ることを達成するために、数回ではあるものの、分習法として棒高跳のピットで着地用のマットに向かって前方回転跳びを行わせた。これにより、直立もしくは前傾して踏み切る運動感覚の獲得を目指した。

さらに、踏切時の鉛直地面反力の第 2 ピークを高めるために、跳び乗り CMJ において接地時間 0.2 秒、跳躍高 70cm を目指すこととし、これの達成によって間接的に踏切時の鉛直地面反力が向上することを目論んだ。そして、跳び乗り CMJ において接地時間 0.2 秒、跳躍高 70cm を目指すために、20kg のシャフトを担いでスクワットジャンプを行わせるなど、比較的軽量の負荷でのジャンプ運動を行わせた。これらの手段は、一般的に用いられる手段であり、目新しいものではないが、本コーチング実践では、これらのジャンプトレーニングを行う際に、パワーポジションまでしっかりと沈み込むこと、沈み込んでから離地までの時間は可能な限り短くすることを注意し、これらに関して積極的な声掛けを行った。今後、踏切時の地面反力を測定する機会を設けて、鉛直地面反力の第 2 ピークのモニターを続けたい。

まとめ

以上のように、コーチング実践開始から 2 年 10 か月時点では、少なくとも体力的な面については、設定したモデルに基づいて順調に向上していると言え、現時点で現有のモデルを修正する必要性は感じない。一方で、踏切時の地面反力第 2 ピークの大きさ、それを高めるための技術的な要因については、今後さらに検討の余地があろう。

文献

- 犬井亮介・柴田篤志・山元康平・木越清信（2019）女子走幅跳および三段跳競技者における関連種目記録の目標値作成の試み。陸上競技研究，2019(4)：30-39。
- 小山宏之・村木有也・吉原礼・永原隆・柴山一仁・大島雄治・高本恵美・阿江通良（2010）走幅跳のバイオメカニクスの分析。日本陸上競技連盟バイオメカニクス研究班編 第 11 回世界陸上競技選

- 手権大会 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. 財団法人日本陸上競技連盟: 東京, pp. 154-164.
- 小山宏之 (2016) キーノートレクチャー ジャンプス・カンファレンス: 走幅跳. 陸上競技学会誌, 14: 99-103.
- 中野美沙・村山凌一・木越清信 (2020) 下肢の筋力・筋パワーの評価法のための接地時間および跳躍高に着目したジャンプの運動特性. 筑波大学体育系紀要, 43: 23-29.
- 柴田篤志・清水悠・小山宏之 (2018) 女子走幅跳高校記録保持者の高校～年間にわたる踏切および踏切準備におけるキネマティクス的特徴の縦断的变化. 陸上競技研究紀要, 14: 67-75.
- 山元康平・柴田篤志・犬井亮介・広瀬健一・前田奎・木越清信・尾縣貢 (2019) 世界および日本トップレベル女子水平跳躍競技者の記録発達の特徴. 陸上競技研究, 2019(3): 22-31.