

1. はじめに

ヒトの基本的な運動は、歩・走・跳・泳等の移動系の運動 (Locomotive movement) と投・捕・打・蹴等の操作系の運動 (Manipulative movement) に大別される¹⁾。

著者は、これまで歩²⁾、走³⁾の移動系の運動について、また操作系の一例としてサッカーのキック⁴⁾、投球動作⁵⁾についてバイオメカニクスの研究を総論としてまとめて宝塚医療大学紀要に報告してきた。

本論では、からだを地面から上昇させることと定義される跳動作を対象にした著者らの研究成果を中心に概論する。

2. 跳動作の色々

跳躍には、脚が重力による下向きの力よりも大きな上向きの力を加える必要があり、両者の差がからだを上方に上昇させる。したがって、跳ぶ動作は種々あり、片足踏切か両足踏切かと目的に応じて次のように分類される。

- ①高さを狙いとする跳躍（両足：垂直跳び、片脚：走り高跳び、棒高跳び、等）
- ②跳ぶ幅を狙いとする跳躍（両足：立ち幅跳び、片脚：走り幅跳び、三段跳び、等）
- ③何かの目的のための跳躍（バスケットボールのジャンプシュート、バレーボールのジャンプスパイク、水泳の飛び込み、等）
- ④空中での複雑な動作を伴う跳躍（トランポリン、フィギュアスケート、等）
- ⑤用具・腕を用いる跳躍（棒高跳び・フィエルヤッペン（オランダの川跳び）、等）
- ⑥遊びとしての跳躍（ケンケン飛び、スキップ、ギャロップ、ゴム跳び、縄跳び、等）

跳ぶを意味する英語が種々（jump、hop、leap、spring、bound、step、skip、vault）あるのもそのためである。

3. 跳動作の始まり

跳ぶ動作の始まりは、両足が地面から離れる瞬間のある走動作にある。したがって、1歳

半頃から跳ぶことができると言えるが、両脚踏切の跳動作は2歳の誕生前後に可能になる。しかし、この時の跳躍は、垂直跳びとも立幅跳びとも判定し難いものである⁶⁾。

4. 幼児の跳動作の発達過程

(1) 立ち幅跳びについて⁶⁾

図1は立ち幅跳びの動作パターン、図2は立ち幅跳びの筋電図パターン、の加齢的变化を示したものである。

また、図3は、立ち幅跳びの記録ならびに跳躍時のキック力・キック角度・キック時間の加齢的变化を示している。なお、キック力ならびにキック角度は、ストレンゲージ（抵抗線歪み計）を添付したキック板を試作し、地面にかかる力を水平分力と垂直分力に分離して記録・測定したものである（図2下部参照）。

1歳後半で、低い台から片足で降りるという“跳ぶ”に類似した動作ができるようになる。しかし、完全な両脚踏切の跳躍が可能となるのは2歳後半からである。

立ち幅跳びの距離は、男子で2歳児の38cmから6歳の125cm、さらに12歳児の202cmへと加齢とともに増大し、男女ともに5・6歳で自分の身長を飛べるようになる。年少の幼児ではN.A（2-8：2歳8ヶ月）の例のように深くしゃがみ込んで踏切時にも身体が伸び切らないまま跳ぶところに特徴がある。しかし、加齢とともに構えのしゃがみ込みが浅くなり、身体を伸ばし切って跳べるようになる（同一幼児、N.A:8-8）。

すなわち、幼少児にみられる立ち幅跳びの発達過程は、次のようにまとめられる。

①踏切動作時間は、約0.4秒で加齢による変化はみられない。このことは、跳躍距離の増加はパワー（仕事／時間）の発達によることを意味している。

②踏切時の膝、股関節の伸展範囲が増大する。

③踏切時の身体の前傾が増大する。このことは、Muscular forceに加え gravity force が使えるようになっていることを示している。

④踏切でのキック力は垂直方向、水平方向ともに増大し、特に後方（水平）へのキック力の増大が著しい。したがって、キック角度は2～6歳にかけて減少する。

⑤2～9歳では、垂直分力の最大値出現約100msec後に水平方向の最大力が出現し、両分力の最大値発現時期の一致する例は少ない。しかし、男女ともに10歳以降で60%以上の者で一致するようになる。

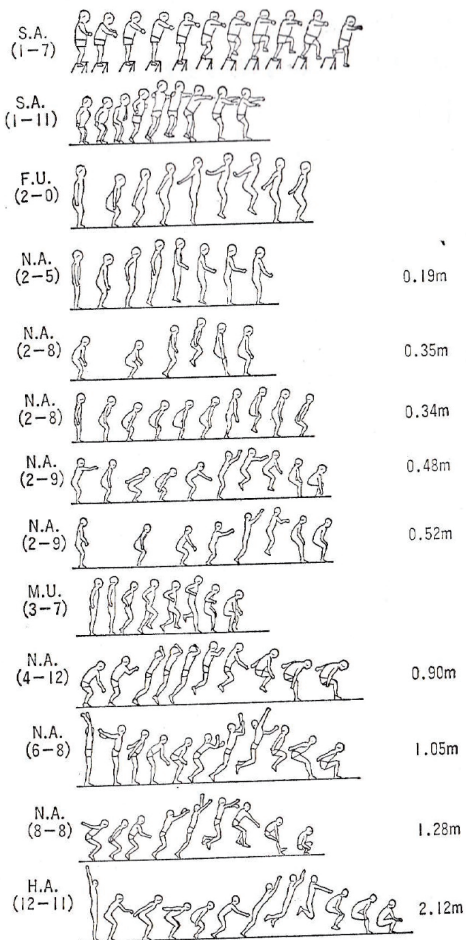


図 1. 立ち幅跳びの動作パターンの加齢的变化：注) イニシャルが同じ者は、同一被験者の縦断的结果を示す。

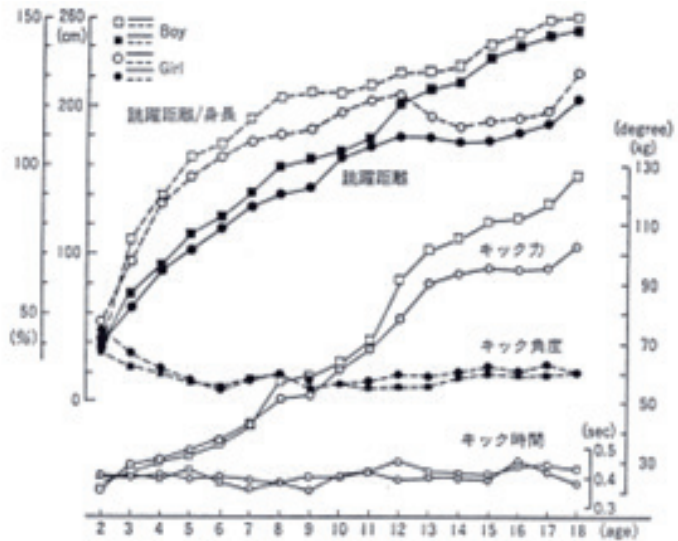


図 3. 立ち幅跳びの記録ならびに踏切時のキック力・キック角度・キック時間の加齢的变化

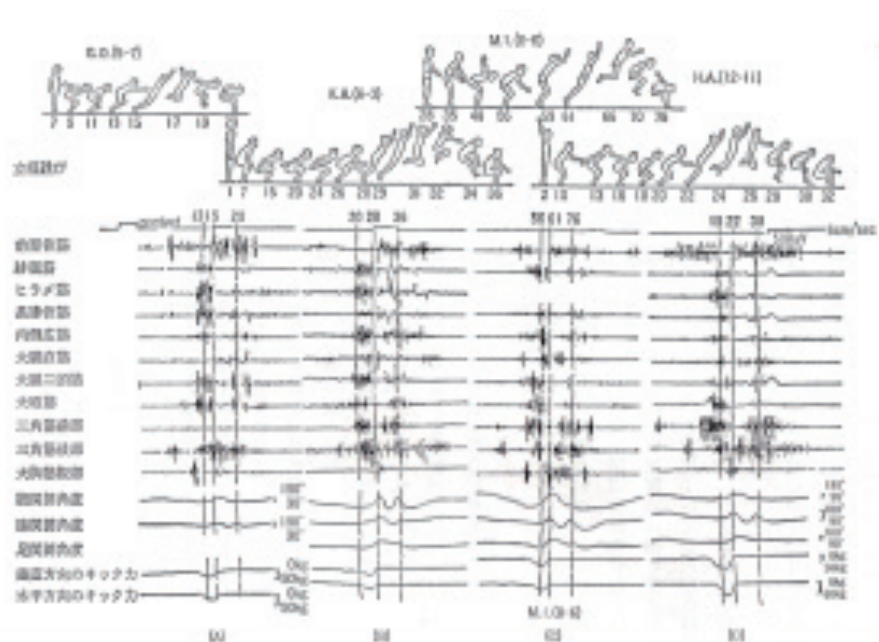


図 2. 立ち幅跳びの筋電図パターンの加齢的变化

⑥腕の振りは、F.U (2-0) のように外側や後ろへ引き上げるウイング型⁷⁾から、4歳頃で両腕を前方へスウィングする型が多くみられるようになる。さらに、6～8歳頃に後方へのバックスウィングとフォワードスウィングが、脚の反動動作に呼応する成熟した型になる。

⑦5歳以降で、踏切時の膝関節伸展に大腿直筋が参画するようになり、7歳以降では、内側広筋、大腿直筋と大腿二頭筋の同時放電が消失し合理的な脚伸展が行えるようになる。したがって、キック力の体重比も急増する。

⑧8歳以降で、下肢筋ならびに上肢帯筋の筋放電パターンは、成人のものと類似するようになる。フォームも、脚伸展期に両腕の振り込み動作が積極的に行われ、空中期には股関節の過伸展、腕の下方方向への振り降ろし、ならびに身体を二つ折り（膝関節伸展・股関節屈曲）にする跳躍距離を増すのに有効な着地動作がみられるようになる。

(2) 垂直跳びについて⁶⁾

図4は、垂直跳びの記録ならびにパワーの加齢的变化を示している。

垂直跳びについても、その発達過程は以下のようにまとめられる。

①幼児前期の2～3歳では、離床前における膝・股関節の屈伸が浅く膝伸転期において腕の振り込み動作がみられず、跳躍高は身長約8～10%にすぎない。また、離床期に腕の後方への伸展、離床後に膝・股関節の屈曲がみられる。

②幼児後期の4～5歳では、身長約15%跳べるようになり、膝伸展期に内側広筋、大腿直筋、大殿筋などの膝・股関節伸展筋の放電が顕著になり、腕の振り込み動作がみられるようになるが矢状面でのものは認められない。

③6～7歳の児童では、身長約18～20%の跳躍が可能になり、積極的な腕の振り込み動作がみられ、成人の動作パターンに近似する。しかし、離床後は幼児特有の抱え込み姿勢や腕を後方に回す動作の残存が一部の児童にみられる。

④8歳以降になると、膝伸展期において、矢状面でのより積極的な腕の振り込み動作がみられる。さらに、離床後も膝・股関節伸展姿勢が維持され、下肢筋群、上肢帯筋の放電パターンは成人に近似する。また、身長比でみた跳躍高は、成人の70%以上を示すようになる。

⑤跳躍高や平均パワーは、男子では16歳、女子では13歳まで加齢とともに増大する。

上記のことから、立幅跳び、ならびに垂直跳びの動作パターンは、2～4歳にかけて急激に変化し、4～8歳が成人動作様式への移行期、8歳以降完成期とみることができる。したがって、8歳以降で、瞬発力の測定に、両跳躍を用いることができる。

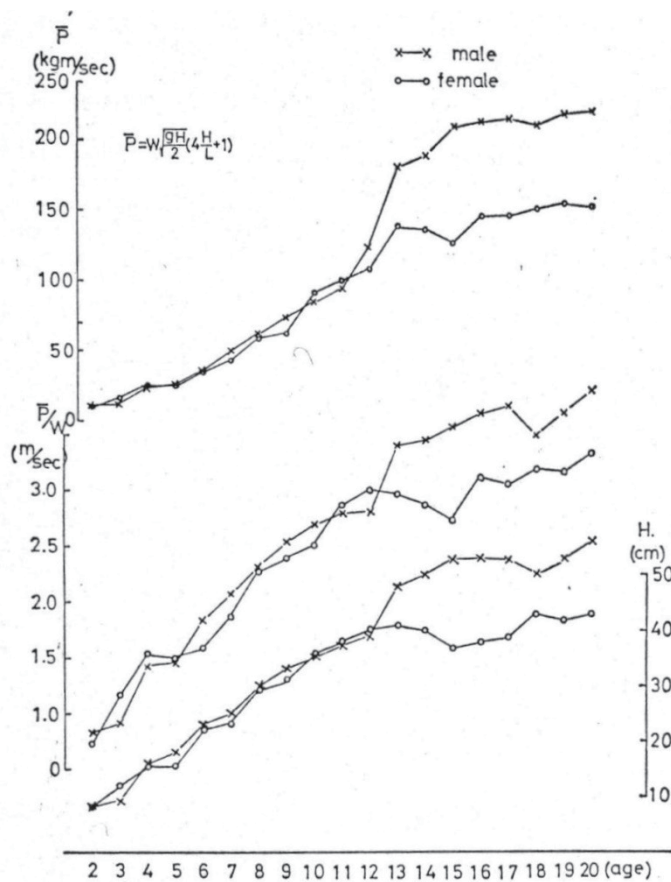


図4. 垂直跳びの記録ならびにパワーの加齢的变化

(3) 走り幅跳びについて

ここでは、走と跳の2つの運動を組み合わせた走り幅跳びの発達について概観する。

運動を組み合わせる場合、組み合わせようとしているそれぞれの運動を習得していなければならない。2歳以上の幼児では、走ることも、その場から跳ぶことも一応できるが、助走を伴って跳ぶということを試みた場合2つの動作に途切れがみられる。すなわち、Meinel, K⁸⁾のいう、前の運動の終末局面を次の運動の準備局面に利用する、いわゆる「局面融合」ができないという特徴がある。

4歳頃になると、走と跳をある程度組み合わせることができるようになる。しかし、かなりの速度で走って片足で踏切両脚で着地する「走り幅跳び」は、幼児には困難である。

図5に示すように、8歳頃から助走スピードと跳躍距離の間に有意な相関関係がみられるようになり、助走によって得たスピードを跳ぶために合理的に利用できるようになる⁹⁾。

しかし、同一学年の同じ平均助走速度の者でも、跳躍距離に著しい差がみられる。これらの例では、踏切跳躍角 (Ta)、跳躍高 (H)、踏切手前での速度逡減、着地動作 (La) などに差異がみられる (図 6) ¹⁰⁾。

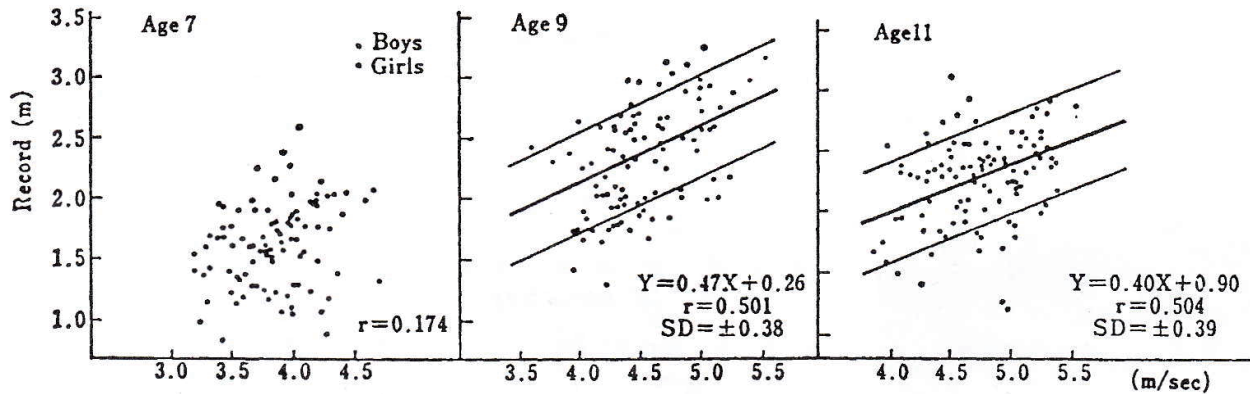


図 5. 助走スピードと跳躍距離の関係の加齢的变化

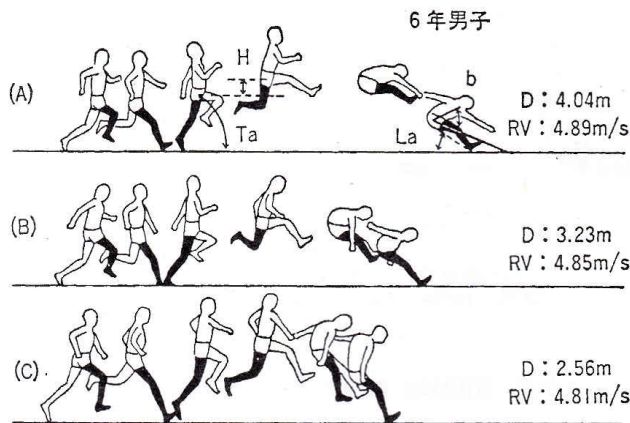


図 6. 助走速度はほぼ等しいが跳躍距離に差のみられる児童の跳躍フォーム

注) D: 跳躍距離、RV: 助走速度、H: 跳躍高、Ta: 跳躍角、La: 着地角、b: 着地の上体角

ちなみに、立ち幅跳びに対する走り幅跳びの記録の割合は、8歳で 1.78 (255/143cm)、10歳で 1.90 (313/165)、12歳で 1.93 (362/188) を示す。換言すれば、立ち幅跳びの 2 倍の距離を跳べれば、走り幅跳びができていると言える。

また、高学年になるほど、学習が進むほど、同じ助走スピードであっても遠くまで跳べるようになる ¹⁰⁾。

5. 跳技術の評価法

運動課題を解決するための合理的な身体操作の系列として「技術」がある ¹¹⁾。

運動成果としての記録は、(1) 式で表すことができる。

記録（運動成果）＝〔体力（身体資源）〕×〔技術〕×〔意欲・・・等々の要因〕・・・（１）
 子どもは基本的に意欲的であると考えられるので、ここでは技術評価を簡便にするため、意欲以下の運動成果に及ぼすと考えられる諸要因は無視すると、「技術」は（２）式で表される。

$$\text{技術} = \text{運動成果} \div \text{身体資源} \dots \dots (2)$$

この関係式を応用することによって、技術の客観的評価法が開発できる。その際、それぞれの種目において、身体資源をどのように考えるかが重要となる。

（１）走り幅跳びについて

図 7 は、高学年児童を対象に、50m 走タイムと走り幅跳びの記録を測定し、両者の関係を回帰分析した結果を基に作成した「走り幅跳びの診断表」である¹¹⁾。

すなわち、走り幅跳びの運動課題を「助走のスピードを如何に跳躍距離に変換するか」と捉え、身体資源を短距離走能力として作成した走り幅跳びの技術評価基準である。

すなわち、図中 (a) (b) の児童は、助走速度はほぼ等しいが跳躍距離に著しい差がみられ、回帰直線の上方に位置づく (a) は、走り幅跳び技術が高いと評価してよいことを意味している。しかし、さらに記録を伸ばすためには助走速度を高めることが課題になる。一方、(b) は助走速度を高める方向で学習するよりも踏切技術の学習が課題となることが分かる評価法でもあるので、「走り幅跳びの診断表」と呼んでいる。

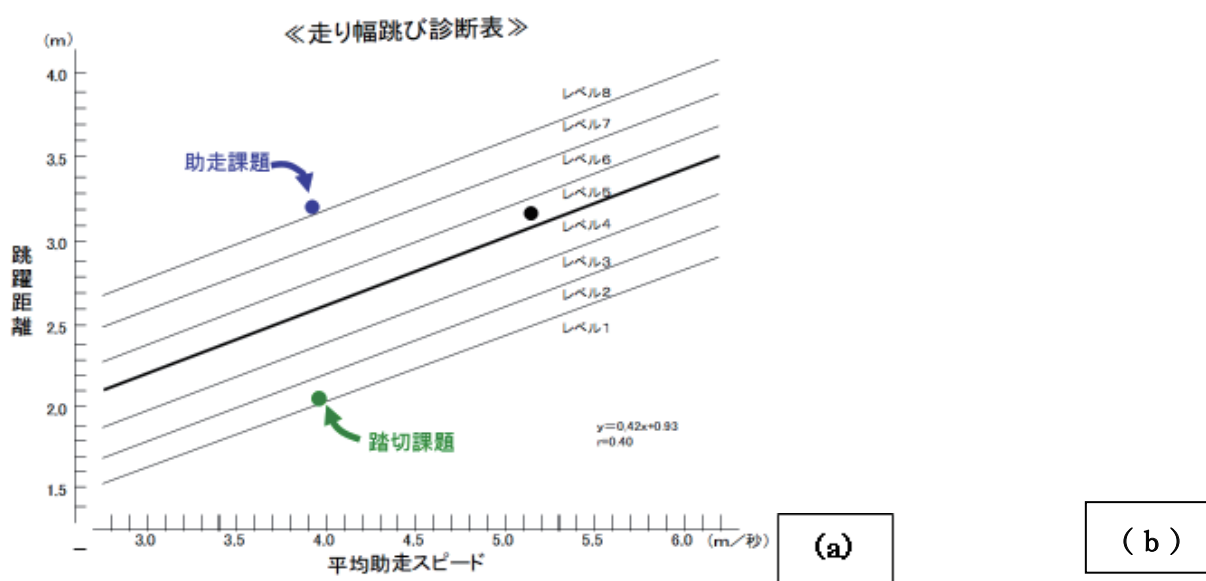


図 7. 走能力・跳躍距離関係での走り幅跳びの技術評価

(2) 走り高跳びについて

走り高跳びであれば、身体資源を助走を用いないで重心をどれだけ持ち上げられるかの垂直跳びの記録に置き、次式で求められるH J S指数（点）を提案している^{11) 12)}。

$$\text{H J S 指数 (点)} = \{(\text{記録} - 1/2 \text{ 身長}) \div \text{垂直跳びの記録}\} \times 100$$

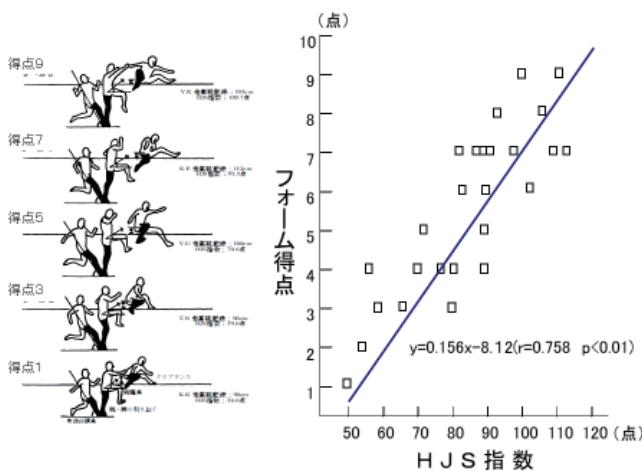
これは、体格や体力の個人差を取り除いた走り高跳びの「踏切技術」と「クリアランス技術」の総体を評価している。すなわち、助走無しで跳べる高さに対する助走を用いて跳べる高さの割合で、「助走の勢いをいかに高さに変えるか」という走り高跳びの運動課題の達成度を評価していることになる。

オリンピック等の競技は、どれだけ高く跳んだかの「絶対値を競争する世界」であるが、体育の授業では、「達成を競争する世界」としなければならない¹³⁾。H J S指数によって、指導・学習した「技術」が評価されることにより、競技の世界と異なる「達成の競争」を楽しむことができる。

授業では100点を目指す、理論的には跳ばないでもバーをクリアできる高さは股下であるので80点以上であれば助走の勢いを最低生かしていることになり、走り高跳びの技能的特性に触れたことになる。したがって、文部科学省が求める客観的な絶対評価基準が表1のように設定できる¹¹⁾。

図8は、このH J S指数とフォーム得点との関係を示したものである¹¹⁾。

両者の間には、 $r = 0.758$ の有意な相関関係が認められ、評価法に妥当性のあることを示している。



	ランク	小5	小6	中学生
十分に満足できる	A	105以上	110以上	115以上
	B	90-105	90-110	95-115
おおむね満足できる	C	80-90	80-90	80-95
	D	70-80	70-80	70-80
努力を要する	E	60-70	60-70	60-70
	F	60未満	60未満	60未満

図8. H J S 指数とフォーム得点の関係

表1. 走り高跳びの絶対評価基準表

6. 学習指導

(1) 走り幅跳びについて

【例1】逆行型指導過程

走り幅跳びの運動課題である「助走のスピードをいかに跳躍距離に変換するか」の課題を解決させるために、「うまく着地をしよう（2時間）－踏切手前の走り方を工夫しよう（3時間）－自分に合った助走スピードを見つけよう（3時間）－オリンピック大会を開こう（2時間）」の走り幅跳びの運動経過と逆行する順路、着地から学習する方法である¹⁴⁾。

すなわち、以下の点について学習させる。①「走り幅跳び診断表」を用いて、各自の助走スピードと跳躍距離を記入し、自分の走り幅跳びの技能レベルを理解する。②中助走から跳躍する中でうまい踏切の仕方を工夫する。③中助走から横木の幅に足を合わせながら、踏切手前の歩幅調整を体感する。④踏切手前でスピードを落とさず踏み切るために、踏切手前3歩のリズムを崩さないようにねらい幅跳びをする。

それは、小学生では、自分に合った助走距離が見つけれない児童、強い踏切を意識しすぎて、逆に体が浮いてこない児童、両足で着地できない児童が多くみられることによる¹⁴⁾。なお、学習課題を明確にする道具にも技能特性に触れているかを判断する道具にも用いることができる前述した「走り幅跳び診断表」を用いる。これにより、子どもに走り幅跳びの技能レベルを客観的に把握させるとともに学習課題を形成させる。

児童に「踏切」練習を強調すると、「高く跳ぼう」という意識が強くなり、最後の一步が大きくなり、踏切脚の膝関節の屈曲伸展の大きい踏切を行ってしまう傾向がある。したがって、踏切手前3歩の歩幅調整によって最後の1歩の歩幅を狭くし、踏切手前の助走スピードを落とさないようにさせる。

学習の結果、単元経過に伴う「助走スピード－跳躍距離」関係は、単元開始時の $Y=0.342X+1.496$ ($r=0.506$) から終了時の $Y=0.609X+0.368$ ($r=0.707$) へと変化した。すなわち、相関係数も回帰係数も単元経過に伴って大きくなり、児童は自己の助走スピードに見合った跳躍距離が出せるようになった。

【例2】階段を用いた踏切学習

上記の例のように、走り幅跳び学習において、踏切手前の歩幅の調節の学習の困難性が種々

報告されている。

織田幹雄^{注 1)}は、走り幅跳びの指導で「空に向かって駈上れ」の言葉がけが有効であるとしている。これには、平地から階段を駆け上がるイメージが歩幅の調節に機能し、記録を向上させているのではないかを予想させた。そこで、踏切学習に5 cm(幅:90×長さ:135cm)と10 cm 高(90×90cm)の2段の階段を用いた際の効果をバイオメカニクスの的に検討した¹⁵⁾。

その結果、階段を用いた場合、殆どの児童で記録が向上(平均で 14.6 ± 12.6 cm)した(図9)。また、図10に階段を用いた場合に記録を33cm向上させた児童TMの結果を示した。通常の走り幅跳びでは、踏切1歩前接地期、振り上げ足の腓腹筋、内側広筋、大腿直筋、大腿二頭筋、大臀筋に放電がみられる。しかし、内側広筋、大腿直筋の放電は、接地期後半に減少し、全力疾走時の筋放電様相¹⁶⁾と一致がみられた。また、この1歩前接地期の前半、踏切脚の大腿直筋に顕著な放電がみられ、脚の前方への振り出しに働いていることが認められた。

踏切準備期から踏切期(b-c)では、内側広筋、大腿直筋、大腿二頭筋に顕著な放電がみられ、大臀筋は踏切前半で放電を示した。

腹直筋の放電は、仙棘筋の放電の消失に呼応して出現し、空中期中盤まで持続した。しかし、成人と異なり、仙棘筋の放電は、踏切期後半から空中期前半にはみられず、「そり跳びの」のできないことが児童の特徴として認められた。

一方、階段を用いた場合にも踏切脚の筋放電様相には通常の場合と差異は認められなかった。しかし、振り上げ足の大腿直筋は、通常の場合よりも早期の踏切準備期からみられた。また、離地直後から空中期の放電が顕著に認められた。これらの放電は、振り上げ脚の素早い引き出しと空中期にも大腿を高く保とうとすることに働いている。これらの振り上げ脚の放電様相は、ピッチ走のパターンに類似していた¹⁷⁾。

すなわち、踏切1歩前の歩幅の短縮が踏切脚の内側広筋、大腿直筋の放電を踏切期前半に集中させ、振り上げ脚の前方への素早い引き出しを導いていると考えられた。これは、跳び出し角を大きくすることにも繋がっていた(通常:11度 → 階段:17度)。

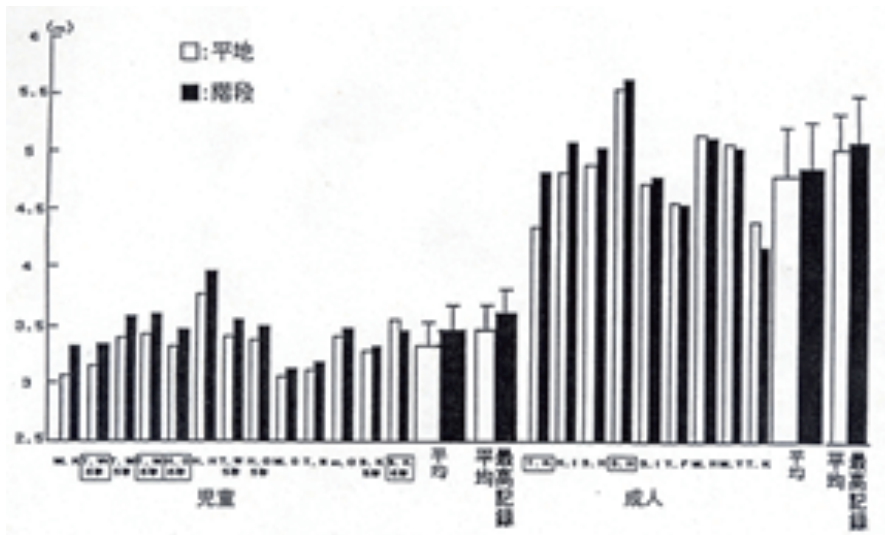


図 9. 踏切に階段を用いない場合と用いた場合の跳躍距離の比較

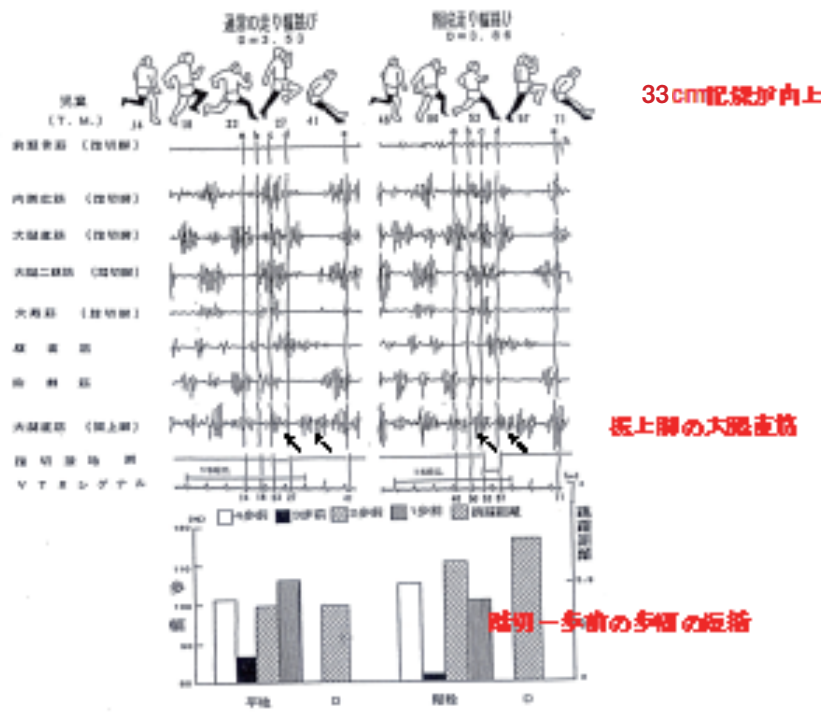


図 10. 階段走り幅跳びと通常の走り幅跳びの比較

階段を用いた場合、助走速度に抑制がかかるのではないかと考えられた。しかし、階段を用いた場合の方が踏切手前 5 m 区間の助走速度と跳躍距離の関係は $Y=0.44X+0.65$ ($r = 0.69$) を示し、通常の場合 ($Y=0.22X+1.9$, $r = 0.35$) よりも回帰直線の傾き、相関係数も大きくなった。このことは、階段を用いた場合の方が良い踏切動作が行え、階段は走り幅跳びの踏切学習に有効な教具になることを示している。

7. 跳運動学習の適時期

1) 走り高跳び学習の効果の学年差¹²⁾

図 11 は、記録 (a)、クリアランス値 (b)、ならびに学習による記録の伸びに対するクリアランス値と踏切鉛直初速度の関与率 (c) の学年平均値を示している。

13 時間の条件による記録向上に有意な学年差は認められないが、高学年ほど伸びの小さい傾向がみられた。しかし、踏切技術とクリアランス技術に分けてみると、クリアランス値の伸びは低学年ほど大きく、踏切技術は逆の傾向を示した。すなわち、記録の伸びでは学年差は認められないが、4・5 年生ではクリアランス技術に顕著な向上がみられ、6 年生ではクリアランス技術と踏切技術がともに向上する傾向が認められた。

そこで、踏切技術の改善による記録の伸びを $\Delta H = (V_{y2}^2 / 2G - V_{y1}^2 / 2G$: 但し、 V_{y1} 、 V_{y2} は学習前・後の踏切鉛直初速度) より求め、クリアランス技術による伸びを学習前・後のクリアランス値の差から求め、記録向上に対する両技術要因の関与率を算出した (C)。

4 年生では踏切技術が 8.2%、クリアランス技術が 91.8%、5 年生ではそれぞれ 33.3%、66.7%、6 年生では前者が 61.9%、後者が 38.1% 関与していると計算された。すなわち、高学年ほど踏切技術の改善が記録の向上に関与していた。

これらのことは、適時期を判定する場合、学習効果の指標や教育内容に配慮する必要があることを示唆している¹⁸⁾。

調整力が主として係わるクリアランス技術は 4 年生においても有意に向上し、走り高跳びの学習は 4 年生でも可能であることを示した。また、歩²⁾・走³⁾¹⁹⁾²⁰⁾・跳⁶⁾等のヒトの基本的な移動運動の動作パターンは、7・8 歳頃で成人と同等のレベルに達することから、クリアランス技術の学習は、4 年生以下の学年においても可能であると推定される。しかし、走り高跳びの技能特性を「助走の勢いを生かして高く跳躍すること」と捉えるならば、運動課題の達成率¹²⁾、踏切技術の学習効果¹²⁾、踏切時間の短縮²¹⁾、認識の変容¹²⁾、さらには技能特性に触れている児童の割合等から、走り高跳び学習の適時期は 6 年生にあると言える。

また、走り高跳びの記録に及ぼす筋力要因は、加齢に伴って静的筋力よりもバリスティックな筋力になることが認められている²¹⁾。また、4 年生は膝関節の屈曲・伸展を伴う踏切時間 (200ms 以上) の長い動作を行う傾向があるのに対し、6 年生では 200ms 以内のバリスティックな筋収縮による踏切が行えるようになる²¹⁾。さらに、児童は身体を後傾して踏

切に入ることができない傾向があり²²⁾、踏切期後半、成人と異なり、股関節の伸展を使って跳躍しようとしていることが筋電図的に²³⁾²⁴⁾明らかにされている。また、このような踏切動作を行う背景には、重心を基底面から外してバランスを保つという動的バランス能力²⁵⁾と、助走の勢いを衝撃的に受けとめる「エクセントリック」な筋力発揮の未発達²¹⁾が推察された。

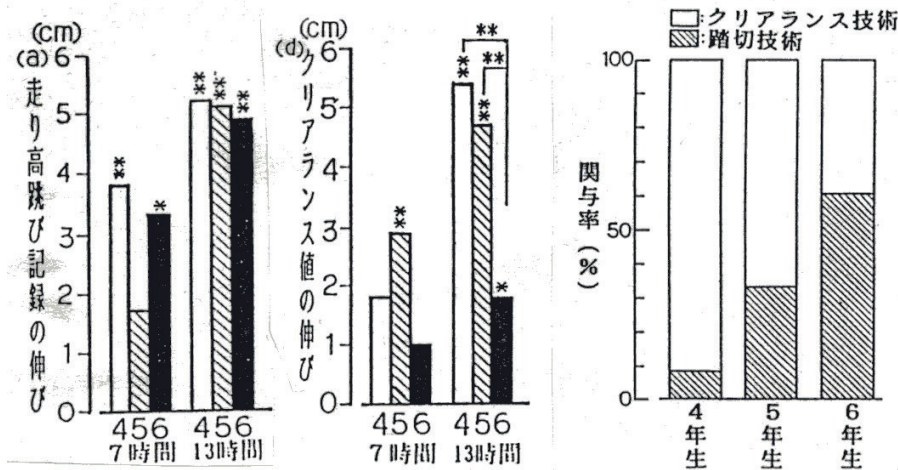


図 11. 記録 (a)、クリアランス値 (b) の授業経過に伴う変化、ならびに記録の伸びに対するクリアランス技術と踏切技術の貢献度の割合 (c) の学年差

7. カリキュラム編成に向けて

(1) 走り幅跳びについて

走り幅跳びにおける認知的内容項目を目的変数とし、図 12 に示す 11 個の技術的要因項目を従属変数として重回帰分析を試みた⁹⁾¹⁰⁾。

「スピードがのった」の認知に対する寄与率はいずれの学年においても高値を示したが、「うまく着地できた」の認知に対するそれは低く、着地の認知の難しいことを推察させた (図 13)。

実践現場で跳躍距離を獲得する技術として着地の仕方を指導する場面がよくみられるが「できる-わかる」の観点からは一考を要し、児童期では、着地技術は安全に着地するためのものとして捉える必要がある。

前述したように助走スピードと跳躍距離は 2 年生から相関関係がみられるようになる (図 5) が、認知と技術的要因の対応が正確と判断される項目は、2 年生では全く認められず、走り幅跳びの技術特性に触れる学習は認知の面からは困難であると考えられた。

4年生では、助走に関わる認知的内容項目では、「3歩平均スピード」と「助走距離」が取り出された。また、踏切局面の認知でも「うまく踏み切れた」の項目で3年生と同様に「3歩平均スピード」と「接地時間」が取り出された。これらのことから、4年生では踏切手前でスピードを落とさないような助走距離を見つけることが可能になったと考えられた。さらに、滞空局面における「高く跳べた」と「浮く感じがした」の認知的内容項目において「跳躍高」が共通して取り出され、高さの認知も可能であると考えられた。

6年生では、「スピードがのった」と「踏切手前でスピードがあがった」の項目で「平均助走スピード」が取り出され、長い距離の助走についても認知できるようになったと考えられた。また、踏切局面では「歩幅の比」が、滞空局面では「滞空時間」が取り出され、時間的・空間的認知が可能になっていると推察された。

以上の結果から、表2に示す教育内容が走り幅跳びのカリキュラム作成に対して提示される。

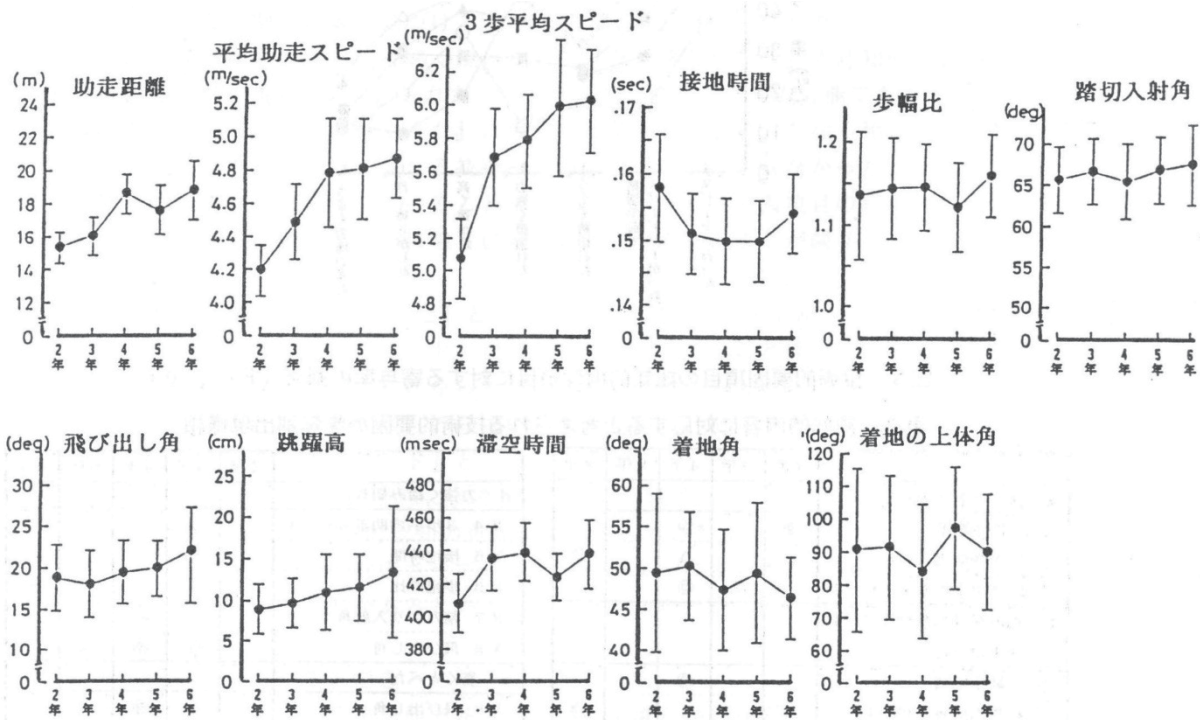
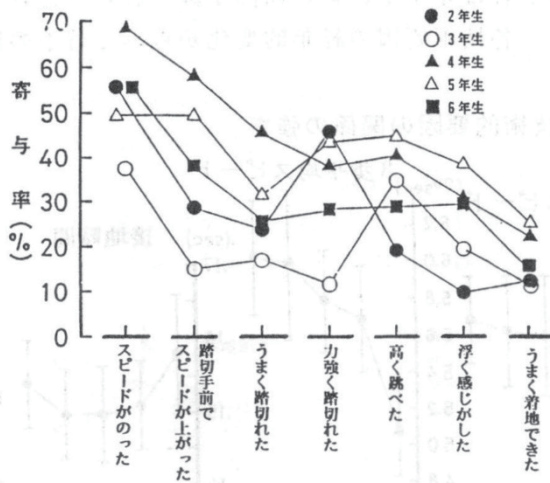


図 12. 走り幅跳びにおける認知的内容項目に対する技術的要因項目の対応の学年差



	助走	踏み切り	滞空	着地
6年	助走全体のスピードがわかる	踏み切り手前一步の歩幅がわかる	滞空の時間の長さがわかる	わかる
5年	踏み切り手前でスピードが落ちない助走距離を見つけることができる	踏み切り手前で助走のスピードがわかる	跳躍の高さがわかる	着地したときの身体の角度がわからない
4年	踏み切り手前で助走のスピードがわかる			
3年	踏み切り手前で助走のスピードがわかる			
2年	「助走スピード-跳躍距離」の関係がわからない		跳躍の高さ、滞空の時間ともにわからない	

図 13. 学年別認知的内容に対する寄与率
た小学校段階の教育内容の学年配列

図 14. 走り幅跳びの認知内容等を基に作成し

表 2. 学年段階に応じた走り幅跳びの教育内容

学 年	主な教育内容 (課題)
1・2年	<ul style="list-style-type: none"> 立ち幅跳びで身体を二つ折りにした合理的な着地動作の習得 短助走から片足踏切り両足着地の走り幅跳び動作の習得
3・4年	<ul style="list-style-type: none"> 踏切手前でスピードを落とさないで踏み切れる ねらい幅跳びができる
5・6年	<ul style="list-style-type: none"> 踏切手前の歩幅調節ができ、助走速度に見合った跳躍ができる^{注9)} 身体を二つ折りにした着地ができる

(2) 走り高とび

適時期の項で述べたように、走り高跳び学習の適時期は6年生にあると考えられた。

しかし、学習指導要領²⁶⁾で示されている「はさみ跳び」では、6年生においてもHJS指数の学級平均値を技能特性に触れたと考えられる80点以上に高めることは困難である¹²⁾²⁹⁾。

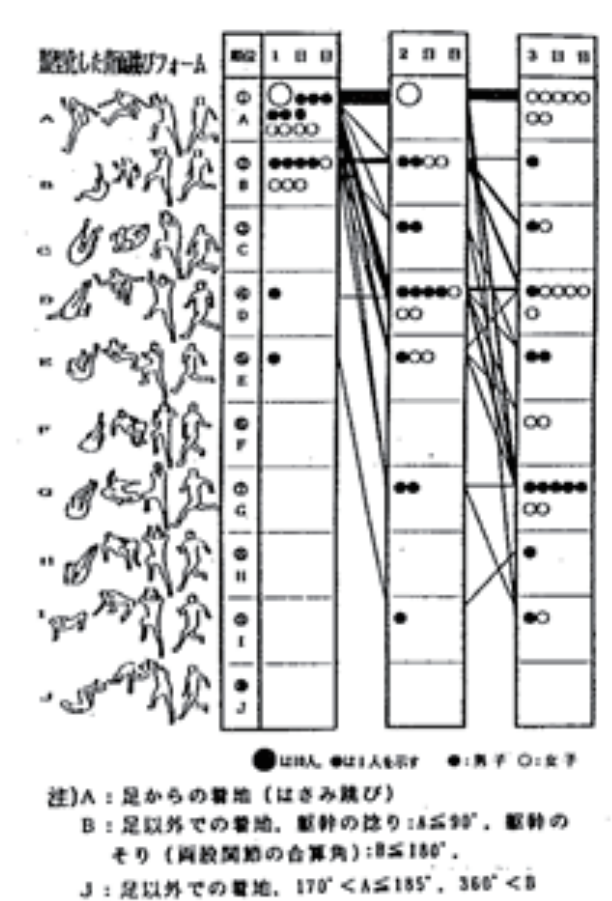


図 15. 走り高跳び遊びにおける跳躍フォームの変化と背面跳び学習後のフォームの分布

表 3. 走り高跳びのカリキュラム案

学 年	主要な教育内容	
1・2年	片脚連続飛び(ケンケン) スキップ等の各種の跳躍と台から飛び降り安全な着地	
3年	片脚踏切のゴム跳び	
4年	短助走での正面跳び(クリアランス動作を中心に)	
5年	正面跳び(踏切位置の発見とクリアランス動作を中心に)	【目標値】
6年	正面跳び(助走技術と踏切技術を中心に)	・HJS 指数 > 80 点
	背面跳び(仰向け跳び)(曲線助走と踏切技術を中心に)	・HJS 指数 > 90 点
中学生	背面跳び(踏切技術とクリアランス動作を中心に)	・HJS 指数 > 100 点

「はさみ跳び」と「背面跳び」には技術の系統性があり、児童は学習したいと思っている。また、「ベリーロール」は、速度変換率を高めることによって踏切鉛直円速度を高めているのに対し、「背面跳び」では助走速度に依存している²⁷⁾、さらに、筋電図的分析²³⁾から小

学6年生においても背面跳びの学習が可能であることが明らかにされている。これらのことから、身体を後傾して踏切に入ることが困難である小学生にとっては、「ベリーロール」よりも「背面跳び」の方が踏切技術の習得が容易であると考えられた。

図15は、「背面跳び」を知っているが経験したことのない6年生児童を対象に、「できるだけ高く跳べるように工夫して跳んでみよう」という言葉がけにより、3日間セイフティマット（高さ50cm）を使用しての走り高跳び遊びを行わせ際の跳躍フォームの変化を示している²⁹⁾。

1日目では、足から着地する者が66.7%、臀部から着地する者が26.7%みられ、DやEの「背面跳び」らしき跳躍フォームを示す児童もみられた。3日目では、足から着地するのは23.3%に減少し、Gのフォームのように身体を捻り、バー上でかなり股関節を伸展させたフォームを示す児童が7名出現した。さらに、バーに平行になるように身体を捻り、股関節をかなり伸展させたフォームH、Iを示すものも3名みられるようになった。すなわち、フォスベリーが体験したように、セイフティマット注2)を使った走り高跳び遊びを体験させれば、児童においても「はさみ跳び」から「背面跳び」が自然発生することが認められた。

このことは、両跳躍法が、技術の系統を同じくしていることを示すとともに、「背面跳び」は児童の発達特性にも合っている跳躍法であることを示唆している。

以上のことから、走り高跳びの教育内容を学年毎に配当するとすれば、表3の案が提示される²⁸⁾。

実際に、6年生児童に「背面跳び」まで指導した場合²⁷⁾、HJS指数の学級平均値を80点以上に高め技能特性に触れさせ、100点以上の者が23.5%でみられ、60点未満の児童は4.9%と僅少であった。また、「背面跳び」まで指導した方が走り高跳びを好きにさせ、体育授業に対する愛好的態度も高めた²⁹⁾。

8. 道具を用いる跳躍（棒高跳びについて）

ここでは、競技レベルの異なる選手（中学生から大学生）の比較結果を述べる³⁰⁾。

跳躍高とそれを構成するアップハンド高（ポールを握る上の手の高さ）ならびに抜き高（アップハンド高とバーの高さの差）の間には、 $y=1.83x-309$ ($r=0.84$ 、 $p<0.01$)、 $y=1.40x+376$ ($r=0.93$ 、 $p<0.01$)のいずれも有意な相関関係が認められ、高いパフォーマンス

を得るためには、アップハンド高を高くし抜き高を大きくする必要がある。しかし、3m20cm以下の選手群では、抜き高は全ての選手でマイナスを示し、跳躍高のすべてをアップハンド高で得ていた。

跳躍高と助走最終速度との間には、 $y=72.3x-235$ ($r=0.72$ 、 $p<0.01$)の回帰式が得られた。また、アップハンド高ならびに抜き高と助走最終速度の間にも $y=25.3x+162$ ($r=0.55$)、 $y=47.0x-377$ ($r=0.70$)の回帰式が得られた。

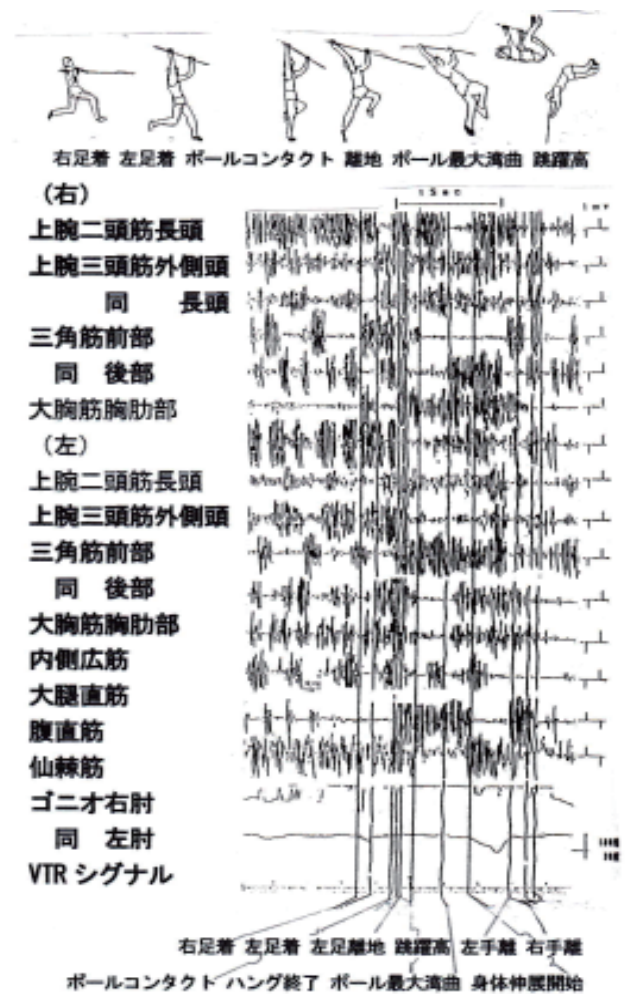


写真 1. 棒高跳びの実験風景

図 16. 5m10 cm の記録を持つ大学 S 選手が 5m をクリア

一した際の筋電図記録：注) 握り高：4.3m、ポールの硬さ：16.16 (ft. lb)、経験年数：7年、身長：173cm、体重：64kg

助走速度を高めるには、股関節の屈曲による股の前方への引き上げと、ランニングワンサイクルにポールを持つ両腕を 2 回主として上下に振り、脚の回転リズムを引き出すことの重要性が筋放電様相から認められた。

競技力の優れているジャンパーでは、躯幹を進行方向に向け、ポールを身体に沿わせるように押し上げポールコンタクト時まで突っ込み姿勢を身体の正中面で完成し、助走速度を低下させることなく踏切動作に移行していた。

棒高跳びにおける踏切では、走り高跳びのように助走の運動エネルギーを鉛直方向に変換するのではなく、むしろ水平方向に大きくする必要のあることが示唆され、内側広筋による膝関節の伸展を積極的に行うことが水平初速度を大きくするために重要であることが認められた。また、競技力の優れているジャンパーでは、踏切直後、アップハンドの上腕二頭筋に放電がみられず、肩関節を長懸垂状態にして、リラックスしてポールにぶら下がっていた。これは、ロングスウィング動作を大きくし、ポールを曲げるために重要と考えられた。また、最終助走速度が高い選手ほどポールを大きく曲げている傾向がみられた。さらに、ショートスウィング期、大腿二頭筋によって膝関節を屈曲し、腹直筋により躯幹をまるめ、膝を抱え込むように大腿直筋で股関節を屈曲し、身体を小さく二つ折りにする合理的なタック動作が行われていた。

アームプル期からプッシュ期にかけては、アップハンドの肩関節を脇を締めて伸展し、ポールの反発による鉛直方向の速度が大きくなり始める頃に腹直筋、大腿二頭筋、仙棘筋の順に放電を切り替え、合理的に躯幹を伸展し身体を倒立させ抜き高を大きくしていると考えられた。そして、ポールの伸展に抗して倒立を完了し、アンダーハンド離手前後にアップハンドの三角筋前部の顕著な放電により肩関節の内転ぎみの屈曲による押し動作によって身体を押し上げていた。すなわち、ポール上での倒立と押し動作が大きな抜き高を生み出していた。

クリアランス期では、5 mジャンパーでは、プッシュ動作終了直後に腹直筋によって倒立されていた下肢を積極的に下げ、この反作用によって上体をバー一面に沿って回しクリアーしていた。一方、4 mジャンパーでは、腹直筋の放電に続いて仙棘筋に顕著な放電が認められ、身体を伸ばしたままバーをクリアランスしていた。

9. おわりに

①立幅跳びの動作パターン、ならびに垂直跳びの動作パターンは、2～4歳にかけて急激に変化し、4～8歳が成人動作様式への移行期、8歳以降が完成期と言える。このことは、8歳以降で、瞬発力の測定に両跳躍を用いることができることを示唆している。

②走り幅跳びの特性である助走スピードを生かした跳躍は3・4年生から可能であるが、4年生では助走距離の長短を中心とした学習が、5・6年生では助走の走り方や助走スピードを生かした踏切方を中心とした学習が適している。

③踏切時の筋力発揮様式の変化や踏切時に身体をいかに後傾できるかが走り高跳び学習のレディネス要因と考えられ、走高跳学習の適時期は6年生にあると考えられた。また、小学校においても「背面跳び」まで指導した方が良いと考えられた。

④記録と身体資源との関係から技術を評価する方法として「走り幅跳び診断表」と「HJS指数（走り高跳びの総体技術）」を紹介した。

⑤義務教育段階における走り幅跳び・走り高跳びのカリキュラム案を提示した。

(注)

注1) 織田幹雄：1928年のアムステルダム・オリンピック三段跳びで日本人初の金メダルを獲得（15m21cm）「日本陸上界の父」と言われている。

注2) 背面跳びは、セフティマットの開発により着地を用具に委ねた技術であるので安全の確保のために50cm以上の厚さのものを使用しなければならない。

文 献

- 1) 後藤幸弘（2008a）ヒトの基本動作の発達特性に基づく小学校体育科における教育内容（I）-バランス系・移動系の運動について-、兵庫教育大学研究紀要、32、135-150.
- 2) 後藤幸弘（2014）歩行のバイオメカニクス総論、宝塚医療大学紀要、創刊号、72-86.
- 3) 後藤幸弘・松下健二（2015）走行のバイオメカニクス総論、宝塚医療大学紀要、2、117-128.
- 4) 後藤幸弘（2016）サッカーにおけるキックの運動学的研究総論、宝塚医療大学紀要、3、107-120.
- 5) 後藤幸弘・灘本雅一（2017）投球の運動学的研究総論、宝塚医療大学紀要、4、39-55.
- 6) 辻野 昭・後藤幸弘・他（1974）発育にともなう動作とパワーの変遷について-跳躍動作（垂直跳び、立幅跳び）-、身体運動の科学（I）、キネシオロジー研究会編、杏林書院、203-243.
- 7) Wickstrom, R. L.（1977）Fundamental motor patterns、Lea & Febiger Philadelphia、

37-57.

8) Meinel, K. (金子明友訳) (1981) マイネルススポーツ運動学、大修館書店、156-166.

9) 後藤幸弘・他 (2004) 走り幅跳びの学習過程作成の試みー児童の走り幅跳びにおける「認知的内容」と「技術要因」の対応関係を基にー、兵庫教育大学実技教育研究、18、25-36.

10) 梅野圭史・後藤幸弘・他 (1985) 走り幅跳びにおける技能の主観的な伸びと客観的な Performance との関係ー小・中学生を対象としてー、デサントスポーツ科学、6、272-281.

11) 後藤幸弘 (2003) 技能の評価と指導の一体化を目指してー教育内容の明確な授業のためー、体育科教育学研究、20 (1)、15-26.

12) 川本幸則・後藤幸弘 (1995) 児童期における走り高跳び (はさみ跳び) 学習の適時期について、スポーツ教育学研究、15 (1)、1-13.

13) 後藤幸弘編著 (2012) 競争とルールについて、「内容学と架橋する保健体育科教育論」、晃洋書房、44-50.

14) 上掲書、150-151.

15) 後藤幸弘・他 (2002) 走り幅跳びの学習指導に関する研究ー階段を用いた踏切学習の有効性についてー、兵庫教育大学実技教育研究、16、13-30.

16) 松下健二・後藤幸弘・他 (1974) 走の筋電図的研究、体育学研究、19 (3) 147-156.

17) 後藤幸弘・松下健二・他 (1983) 筋電図による走の分析ー歩幅・歩数の変化を中心としてー、身体運動の科学 (IV)、杏林書院、15-33.

18) 後藤幸弘 (1987) 小・中学校段階での適時性の問題点について、体育と保健、26、11-17.

19) 後藤幸弘・他 (1979) 幼小児における走運動の習熟過程の筋電図的研究、身体運動の科学 (III)、杏林書院、237-248.

20) 後藤幸弘 (1989) バイオメカニクスから見た身体活動、「小学校教育のための体育概論」、杏林書院、93-113.

21) 後藤幸弘・他 (2004) 走り高跳び学習における適時性に関する研究ーレディネス要因としての筋力と踏切能力の関係の加齢的ならびに練習による変化ー、兵庫教育大学紀要、

25、131-140.

22) 後藤幸弘・本多弘子・辻 延浩 (1997) 走り高跳びの学習指導に関する研究－踏切板の使用が跳躍高に及ぼす影響について－、兵庫教育大学実技教育研究、11、61-74.

23) 奥野暢通・後藤幸弘・他 (1992) 走り高跳びの筋電図的分析－背面跳びとはさみ跳びの比較を中心として－、日本バイオメカニクス学会第 11 回大会論集、504-510.

24) 奥野暢通・後藤幸弘・他 (2001) 垂直と日との比較からみた児童の「はさみ跳び」の筋電図的特徴、日本スポーツ教育学会第 20 回記念国際大会論集、225-230.

25) 後藤幸弘・宮下禎之・奥野暢通 (1992) 動的バランス運動学習の適時期について－児童期における練習効果の年齢差から－、兵庫教育大学紀要、12、125-141.

26) 文部省 (1999) 小学校学習指導要領解説、体育編、東山書房：東京、p. 75.

27) 松井秀治・他 (1974) 走り高跳びの踏切における速度変換、昭和 49 年度日本体育協会スポーツ科学研究報告、No. Ⅲ、14-19.

28) 後藤幸弘 (2007) 教育内容と適時性に基づく「走り高跳び」カリキュラムの提言、日本教科教育学会誌、30(3)、20-30.

29) 後藤幸弘・原田耕造 (1996) 背面跳び (走り高跳び) 学習の小学校段階への導入の是非について－はさみ跳びによる学習成果との比較から－、スポーツ教育学研究、16 (1)、25-37.

30) 岩本茂・後藤幸弘・(他) 棒高跳びの筋電図的分析－競技能力 (3m から 5m ジャンパー) による相違について－、日本バイオメカニクス学会第 11 回大会論集、269-275