

氏 名（本籍） ひら かわ たけ ひと 平 川 武 仁（山 梨 県）
 学 位 の 種 類 博 士（体育科学）
 学 位 記 番 号 博 甲 第 3615 号
 学位授与年月日 平成 17 年 3 月 25 日
 学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当
 審 査 研 究 科 体育科学研究科
 学 位 論 文 題 目 競歩における感覚情報と体幹動作の学習

主 査	筑波大学教授	博士（心理学）	吉 田 茂
副 査	筑波大学教授	教育学博士	阿 江 通 良
副 査	筑波大学助教授	博士（体育科学）	尾 縣 貢
副 査	筑波大学助教授	博士（教育学）	茂 呂 雄 二

論 文 の 内 容 の 要 旨

競歩に関するこれまでの研究には、運動学的あるいは動力学的な変数により動作を分析した力学的検討、呼吸循環器系などの生理指標を分析した生理学的検討が多く、運動学習の観点から分析した研究はなかった。また、指導現場では、指導者自身が学習者の視点に立ち、「どのように身体を動かしたらよいか」という運動感覚的で認知的に再現する表象化を試み、その経験に基づいて言語教示をしているのが現状であった。この手法は各指導者の競歩技能の経験知に依存するため、指導者間に差異のある個人差の大きい教示となる可能性が懸念される。それゆえ、本来、効率的な習熟を目的とした指導である学習過程が、非効率的な遠回りした習熟過程になる危険性を伴う。さらに、競歩経験のない指導者は効果的な指導が困難になる。

研究や指導に関するこれらの問題点を勘案した上で、本論文では、可能な限り実践的な研究となる手法を採択した。そこでは、競歩技能の習得にとって重要な認知や動作の要素を明確化することによって効果的な学習方法を提案することを主目的とした。具体的には、まず競歩技能の習熟の手がかりを知らない指導者および学習者が活用でき、認知の手がかりとなる自然言語によって制御感覚を抽出した、そして、統計的手法によって技能水準と認知構造の差異を明確にすることで、技能習熟に重要な内部基準を提案することを第 1 目的とした。そして、熟練動作の特徴として技能習熟に重要な動作の要素を動画像分析によって確認することを第 2 目的とした。さらに、熟練技能の習得方法とその効果を事例的に検討した。これらの結果に検討を加え、第 2 章から第 5 章までにまとめた。

第 2 章では、競歩競技時の認知技能と技能水準との関係を明確にすることを目的とした。そこでは、まず競歩動作に関する意識を質問「身体をどのように動かしているのか」で自然言語によって抽出し、身体領域別に整理した結果、281 項目（頭部 28、上肢 78、体幹 53、下肢 144）と、この分類に属さない 36 項目（全身 22、姿勢 14）を得た。関東の大学に所属する男子学生競歩選手 29 名に、これらの項目について、「試合時にどのぐらいの頻度で利用していますか」という質問に対して、「全く用いない」から「常に用いる」（0 - 4 点）の 4 件法で評定させた。項目を理解できない場合を想定し、そのチェック欄も設け、分析から除外した。分析では、まずその表現内容を物理的観点（時間、空間、力量）で分類し、上級・中級・初級の 3 技

能水準ごとに各項目の利用頻度平均を算出して高頻度（平均 2.0 以上）の項目（上級 101, 中級 48, 初級 85）を抽出し、各技能水準の特徴的な認知技能とした。各観点の項目数を表出頻度として、技能水準と物理的観点による分割表を作成し、Fisher の直接確率法（exact test）によって検討した結果、初級者は空間、中級者は過渡期、上級者は力量を主に意識していることが確認された。さらに項目内容を詳細に分析した結果、主に空間は歩型、力量はリラックス感で構成されていた。これらの結果から、初級者は運動様式に不慣れであること、上級者は歩型を習得したために運動の経済性を狙いとした力量感で競歩を遂行していると結論した。また、適正な歩型にあたる初級・中級の選手は、姿勢が揺動した場合のみに修正する帯域幅的な姿勢修正と力量感を伴う遂行を試みることが競歩技能の習熟にとって有効であるとした。

第 3 章では、内部基準に基づいて身体領域内での塊化処理や身体領域間の協応関係などの運動意図を抽出し、この意図と技能水準との関係を再検討することを目的とした。分析には第 2 章で得たデータを用い、選手が「理解できない」と評価した項目を除外した結果、144 項目（全身 17, 姿勢 8, 頭部 12, 上肢 33, 体幹 15, 下肢 59）を選出し、カテゴリーごとに分析を進めた。運動意図の抽出には主成分分析・斜交回転（プロマックス回転、累乗の指数 4）を用い、各技能水準の主成分得点の平均値を運動意図の得点とした。主成分数の決定には、固有値 1.0 以上を基本とし、スクリー基準、累積寄与率を基にして、主成分数を増減させ、項目内容の一貫性によって最適解を求めた。運動意図の解釈には、国内で最も経験豊富な熟練者と十分な実績のある指導者の助言を参考にして実践的な解釈を行い、熟達モデルを構築した。これらの手続きを経た結果、競歩技能の習熟には、体幹を安定させ低く重心を移動させること、上肢を力強く動かし、下肢をリラックスさせて動かすこと、上肢と腰を協応させることを意図していることが確認された。これらの結果から、後方への腕の引き動作とリラックスさせた下肢を腰から振り出す動作とを協応させ、重心を低く円滑に移動させるといった運動意図を習得することが、競歩技能の習熟に重要な認知技能であると結論づけた。

第 4 章では、競歩動作の習熟に重要な要素が肩と腰の協応関係であり、この関係が上体の安定性にも影響を及ぼすということ、第 3 章で得た上級者の認知構造の特徴が「上肢と腰の協応」、「下肢の脱力した振り出し」であるという結果を踏まえ、肩と腰動作と上体の左右方向への揺動の関係について技能水準と歩型の観点から検討した。熟練動作は歩行時の速度条件が変化しても安定しているということを勘案し、実験課題はトレッドミル上で 100m/min から 10000m 競歩の自己記録速度まで、30s 毎に 10m/min 増速する漸増速度条件とした。分析は、被験者の身体後方から撮影した動画像を基に、頭頂、左右肩峰、左右大転子の計 5 つを分析点とした。自己記録に対する 70%, 80%, 90%, 100% 速度において、これらの分析点を用いて、頭頂と左右大転子の中点を結んだ線の鉛直方向に対する左右の変動（上体）、肩と腰の水平方向に対する上下の変動を検討するため、角度と角速度の時系列データを作成した。このデータを用いて、部位間の角度関係、位相関係について検討した結果、歩行速度に関係なく、熟練者の上体は左右方向へ揺動せず安定していること、肩の軌道が安定していること、肩の位相遅延があること、腰の動きが円滑であること、肩腰変動比が中程度でありあまり変化しないことが確認された。これらの結果から、競歩技能の重要な動作の要素が、腰の動作を能動的に補償するように肩を動かすのではなく、腰を円滑に動かすことであり、このことによって肩の余計な補償動作を伴わなくてもすむ歩行技能の獲得が重要であると結論した。

第 5 章では、まず肩の制約と着地位置を指定して円滑な腰動作を習得し、次いで肩の制約を解いて体幹の協応パターンを習得する学習方法とその効果について事例的に検討することを目的とした。事前テストにより、被験者の体幹動作の特徴を抽出した結果、肩の軌道が安定していないこと、肩の位相遅延がないこと、腰の動きが円滑でないこと、肩腰変動比が 1.0 以上であることを確認した。そこで、これらの問題点を解消する学習方法として、被験者の学習進捗を勘案しながら、以下の基本運動を設定し、1 回 40 - 50 分程度の練習を週 3 回、6 週間（5 期）取り組んだ。学習初期には、上体を安定させるための肩の能動的補償動作を取り去り、円滑な腰動作を習得させるため、長さ 1.8m、直径 15mm の棒を肩に担がせた。そこでは、棒に沿っ

て両腕を左右に開いた状態で歩くことで肩を制約し、同時に着地位置を指定した。この課題と通常の競歩を800m から1200m ずつ交互に反復させた。後半には、腕を下げた競歩と通常の競歩を交互に行わせ、自己記録の歩行速度に近づくように練習の歩行速度を高めていった。学習の進捗の評価は、前章までに得られた競歩技能における認知面と動作面の重要な要素とした。本事例は、介入前は着地時の膝への衝撃を膝屈曲着地によって緩和する動作であった。それゆえ、介入時に膝伸展着地動作に変更したことで、学習期間中期に膝の痛みを生じ一時中断することもあった。これらの経緯を経た結果、低速度での肩腰変動比の低下（70%，80%，90%），肩と腰の協応パターン（70%，80%），高速度（100%）での着地のタイミングと円滑な腰動作の習得が観察され、競歩技能に重要な力学的要素の獲得の兆しが確認された。この動作の変容に認知面の変容過程の検討を加え、この技能習熟過程は習得課題の効果のみでなく、主に筋運動感覚に基づいた学習者の身体動作の制御に関する「工夫」によって成し遂げられたと結論した。

これらの知見と習得方法の結果から、競歩技能の習熟には、筋運動感覚FBである感覚情報に注意しながら内部基準を確立していくことと平行して、円滑な腰動作を習得することによって複雑な捻転を伴う体幹動作を学習していくことが有効であると、本論文を結論づけた。これは、出力結果である動作の修正や合目的な動作の習得を促すためには、客観的な結果となる動作だけでなく、主観的な変容も重要であることを示している。これらの結果は、屈曲膝の歩型違反を修正できずにいる選手に適用すること、あるいは上手な助言のできない指導者に活用させるなど、競歩技能の習得を促すための効率的な学習となる基礎的な知見であること、また競技団体単位での計画的な取り組みへの実用的な示唆となる。また、これまで検討されることのなかった身体制御の認知面の機序を明確化し、動作と合わせて総合的に検討していくことは、体育・スポーツ指導において重要な方法であり、今後さまざまなスポーツ種目に援用していくことが可能といえる。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、競歩動作の学習過程に関して、主に筋運動感覚に基づく身体制御の認知構造と肩と腰の体幹動作の分析を行い、検討したものである。まず技能水準と認知構造の関係から、技能習熟には「下肢の脱力と上肢と腰の協応関係」という認知的手がかりが重要であることを示した。次に力学的変数の分析により、熟練動作は「安定姿勢、肩の位相遅延、肩の軌道安定性、円滑な腰動作、中程度の肩腰変動比」の特徴をもつことを確認した。これらの知見をふまえ、肩動作の制約と着地位置の指定により円滑な腰動作を習得させる方法を事例的に検討し、適正な歩型へ導く可能性が示された。以上により、競歩技能の習熟過程において、身体動作に関する感覚情報を十分に利用し肩と腰の体幹動作を学習することが肝要であると結論づけた。

本論文は、競歩の熟達過程において、競技者の運動感覚情報を重視する学習法を強調した心理学的および実践的研究として評価できる。

よって、著者は博士（体育科学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。