

平成 21 年 6 月 22 日現在

研究種目：若手研究 (B)  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19700517  
 研究課題名 (和文) スキージャンプ競技における技術獲得の効率化：踏切動作に着目して  
 研究課題名 (英文) A study of improving efficiency of acquiring a skill in ski-jumping take-off  
 研究代表者  
 水崎 一良 (MIZUSAKI KAZUYOSHI)  
 弓削商船高等専門学校・総合教育科・准教授  
 研究者番号：00403600

## 研究成果の概要：

最適なスキージャンプ踏切動作とその指導法を追究するため、足底の加圧感覚と動作のタイミングに着目したトレーニングを試みた。このトレーニングでは、実ジャンプ映像に合わせて動作を行い、その際の足底の加圧感覚を足圧分布計測システムにより定量的し、さらに視覚的・即時的なフィードバックができる。また、同時に3次元的な技術分析を行った。

その結果、選手の身体感覚が技術およびそのパフォーマンスに反映することが示唆された。また、このようなトレーニングについて肯定的な評価を得た。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,500,000	0	2,500,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	210,000	3,410,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・スポーツ科学

キーワード：スポーツ工学，バイオメカニクス，スキージャンプ，感覚，技術指導

## 1. 研究開始当初の背景

一流スポーツ選手の活躍の裏にある「指導・トレーニング」への興味・関心は尽きることがなく、それらの科学的な裏づけによって得られる情報は、幅広い年齢層・競技レベルの選手・指導者にとって重要な意味を持つ。それにもかかわらず、指導・トレーニングの現場では選手・指導者の経験や観察に基づいた主観的な技術評価に依存している部分が大きい。確かに、それ自体有効な手段であり

成果をあげている。しかし、バイオメカニクスのアプローチによって、選手・指導者の「感覚・イメージ」を定量化し、さらに「視覚化」することができれば、選手・指導者・研究者の三者は情報を共有し、客観的に技術評価することができ、効率良く技術を獲得することができると思われる(図1参照)。特に、ジュニア期は心身ともに成長が著しく、科学的な知見に基づいた効果的な指導・トレーニングの重要度は高い。

また、バイオメカニクス的研究に用いられる実験機材は高価なものが多く、さらにデータ分析に時間を要し、選手・指導者へのフィードバックが遅れる傾向にあるため、一流選手に特化した研究が多い。それ自体は競技力向上において重要な意味を持つが、心身ともに発展途上であるジュニア期の指導・トレーニングの重要性を考えると、対象を広げ、ジュニア選手を含めた研究が求められる。

著者は、スキージャンプ競技のジュニアおよびシニア選手を対象として、足圧分布計測システムを用いて踏切動作中の「足底の加圧感覚」を定量化し、選手・指導者に視覚的・即時的に情報提供するシミュレーショントレーニングに取り組んでいる。しかし、これまでのトレーニングでは、動作の開始を選手のタイミングで行っており、選手・指導者が動作の「タイミング」を視覚的に捉え共有するには至っていない。

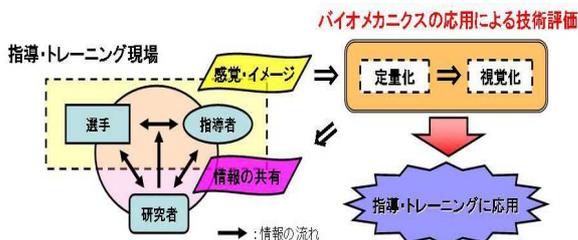


図1 スキージャンプ競技の技術指導・トレーニングにおけるバイオメカニクスの応用モデル

## 2. 研究の目的

スキージャンプ競技の指導・トレーニングの現場において、選手・指導者の「感覚・イメージ」を定量化し、選手・指導者・研究者が「視覚的かつ即時的に情報を共有し」、技術評価するトレーニングが実現すれば、選手の技術獲得の効率が上がり、競技力向上につながると思われる(図2参照)。また、競技力向上のための指導・トレーニングの効率化のためには、一流選手にとどまらず、ジュニア選手を含めた研究が求められる。

そこで本研究では、以下の2つの研究目的を設定した。

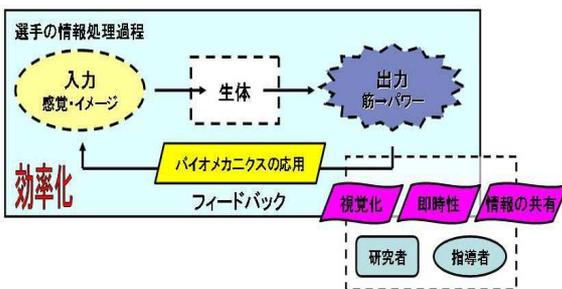


図2 スキージャンプ競技における選手の情報処理過程モデル

## (1) バイオメカニクスを応用した踏切動作のシミュレーショントレーニングの試み

本研究では、踏切動作中の「足底の加圧感覚を定量化できる足圧分布計測システム」と踏切動作の「タイミング」を視覚的に共有するために「実ジャンプの映像」を利用したシミュレーショントレーニングを試みる。このトレーニングの利点は、選手・指導者・研究者が視覚的・即時的に情報を共有できることにある。ジュニアおよびシニア選手を対象として、その効果を検証し、トレーニングの効率化を図ることを第1の目的とした。

## (2) ジュニアおよびシニア選手の踏切動作の技術および「感覚・イメージ」の相違とそれらが競技力に及ぼす影響の検証

2. (1)に述べたトレーニングと並行して、3次元動作解析を行った。得られたバイオメカニクス的データを検討することにより、選手の「足底の加圧感覚・イメージ」が動作に影響を明らかにできると考えた。しかし、選手間および個人内において「感覚・イメージ」に違いがみられ、それに伴う動作の違いも確認できたものの、データの蓄積が不十分であったために、その関係を明らかにするには至っていない。

本研究では、対象数を増やし、データの蓄積を図ることにより、選手の「感覚・イメージ」と競技力の関係を明らかにする。すなわち、ジュニアおよびシニア選手における踏切動作の技術分析を行い、技術獲得過程について検討し、指導・トレーニング時の基礎資料を得ることを第2の目的とした。

これらの研究により、スキージャンプ競技において成績の良し悪しを決定するといっても過言ではない「踏切動作」における選手・指導者の「感覚やイメージ」と競技力の関係が明らかになると考えた。

## 3. 研究の方法

### (1) 2007年度

分析対象は、シニア選手3名とした。選手は、トレーニングウェアおよびシューズ(トレーニング用、ブーツ)を着用した。

シューズ内には足のサイズに合わせたセンサーシート(足圧分布測定システム F スキャン, ニッタ社製)を装着させた。得られたデータ(足圧分布および COP の位置および移動軌跡)については、PC画面をスクリーンに映写し、選手に即時的なフィードバックを行った。

各試技の直後には、動作中の足底の加圧感覚と自己評価についての聞き取り調査を行った。また、2次元動作解析システムを用いて、首関節角、腰関節角、膝関節角、足関節角を算出した。

(2)2008 年度

男子シニア選手2名と女子シニア選手3名を対象として、同様のトレーニングを実施した。また、選手・指導者が動作の「タイミング」を視覚的に捉え共有するために、「実ジャンプの映像」の利用を試みた。さらには、選手への情報提示にヘッドマウントディスプレイ（HMD）を用いることを試みた。

各試技の直後には、動作中の足底の加圧感覚と自己評価についての聞き取り調査を行った。

2008年度の動作分析では、被検者の身体各部に反射マーカを添付し、標点とした（計18点、図3参照）。標点座標は、3次元運動解析システム（VICON-MX, VICON社製）を用いて、サンプリング周波数100Hzで収集した。計測カメラは6台使用し、被検者を取り囲むように設置した。カメラからの画像信号は、システム本体のデータステーションに取り込み、各標点を3次元座標に変換した（図4参照）。

測定項目は、首関節角、腰関節角、膝関節角、足関節角とした。

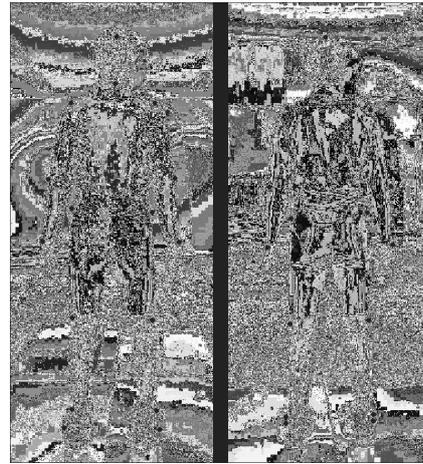
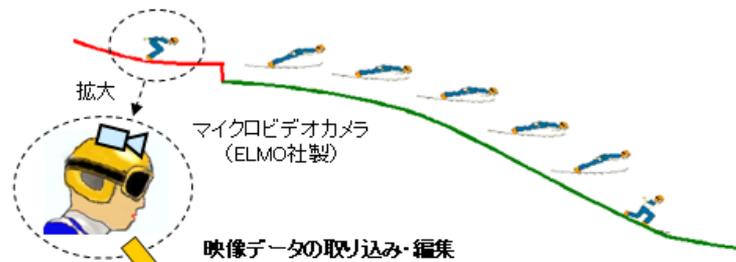


図3 反射マーカ位置

フィールド

1. 実ジャンプ映像の撮影



実験室

2. シミュレーショントレーニング

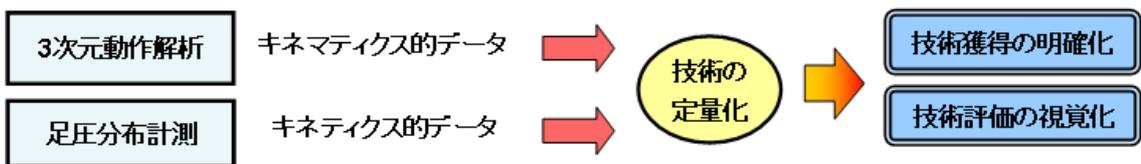
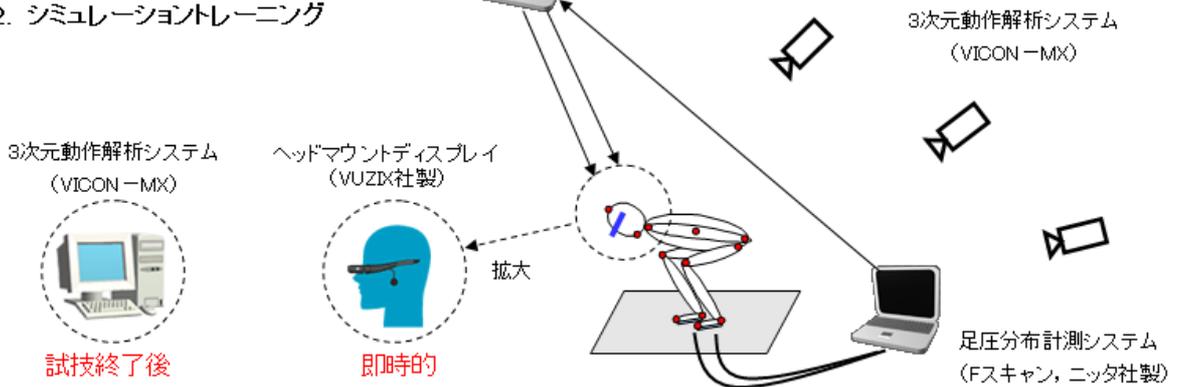


図4 本研究における実験の流れと実験構成

4. 研究成果  
(1)2007 年度

男子シニア選手3名を対象としたトレーニングを実施した。図5に TN.S.選手（国際大会の経験あり）、図6に TK.S.選手の右足圧最大時における足圧分布および意識した部位、それに至るまでの COP の移動軌跡を示した。全選手の COP が、助走姿勢時は土踏まず付近（○印、図中の 3）にあり、踏切動作開始とともに後方へ移動がみられ、その後前方へ移動し、拇指球付近（◎印、図中の 1）に至るパターンを示した。

個人内において、足圧の波形パターンは類似していたが、左右差がみられた。また、身体イメージの違いにより、動作（動作時間を含む）および足圧分布（COP の位置および軌跡）に変化がみられた。

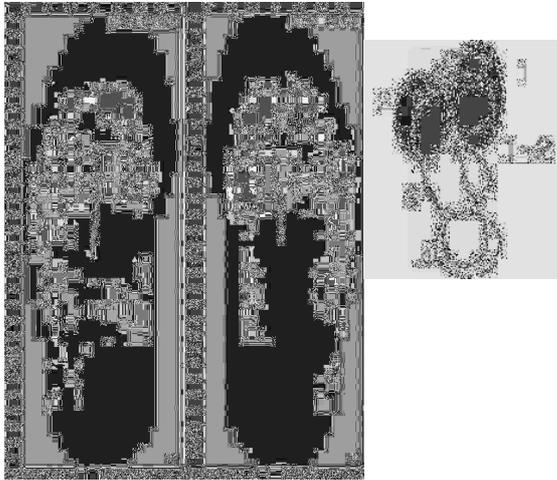


図5 TN.S. 選手の足圧分布および意識した部位と、それに至るまでの圧力中心点の移動軌跡

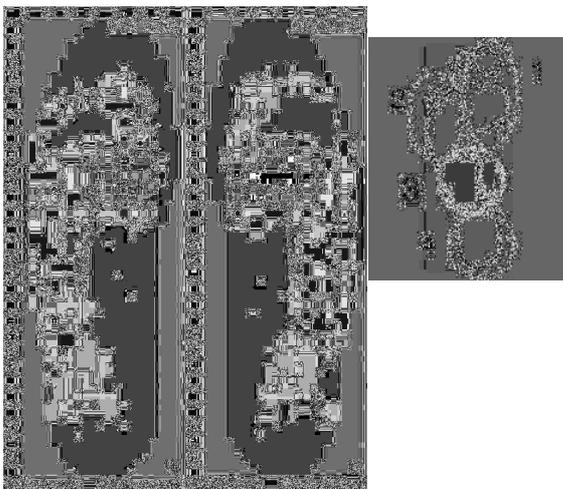


図6 TK.S. 選手の足圧分布および意識した部位と、それに至るまでの圧力中心点の移動軌跡

図7に、助走姿勢および踏切姿勢時における選手間の踏力（体重に対する荷重内の相対値）の比較を示した。対象とした選手間において、個人内における左右差と、選手間での相違がみられ、国際大会経験選手（TN.S）が他選手より大きな値を示した。

足圧分布についても、同様の傾向がみられ、足底の加圧感覚とともに、選手間で差異が認められた。

図8に、助走姿勢および踏切姿勢の選手間の比較を示した。国際大会経験者の方が前傾した姿勢であり、前方の投射面積を抑え、空気力学的に有利であった。すなわち、優れた競技成績を持つ選手に明らかな合理性が認められた。

また、アンケート調査により、選手への情報提示にスクリーン映写を用いることに否定的な意見を得た。

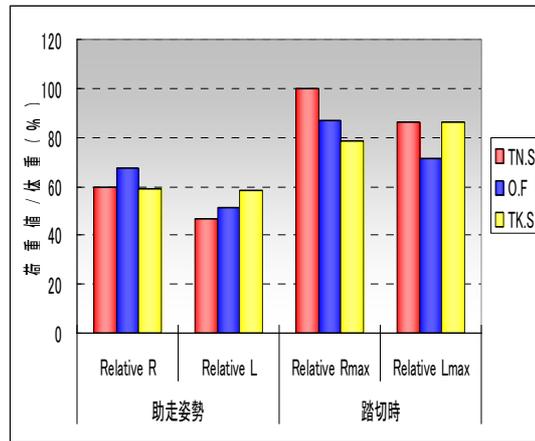


図7 助走姿勢および踏切時における選手間の踏力（体重に対する荷重値の相対値）の比較

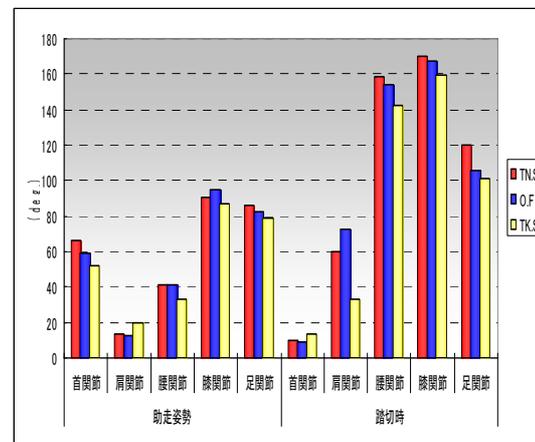


図8 助走姿勢および踏切姿勢の選手間の比較

## (2)2008 年度

男子シニア選手2名と女子シニア選手3名を対象として、同様のトレーニングを実施した。さらに、昨年度の課題を考慮し、選手への情報提示にヘッドマウントディスプレイ(HMD)を用いることを試みた。

その結果、昨年度と同様に、動作中の足圧分布と足底の加圧感覚ともに、選手間で差異が認められ、優れた競技成績を持つ選手に合理性が認められた。また、HMDを用いることにより、スクリーン映写を用いた際の動作および足圧分布との相違がみられた(図9および図10参照)。

アンケート調査では、本研究のトレーニングに肯定的な評価を得ることができた。

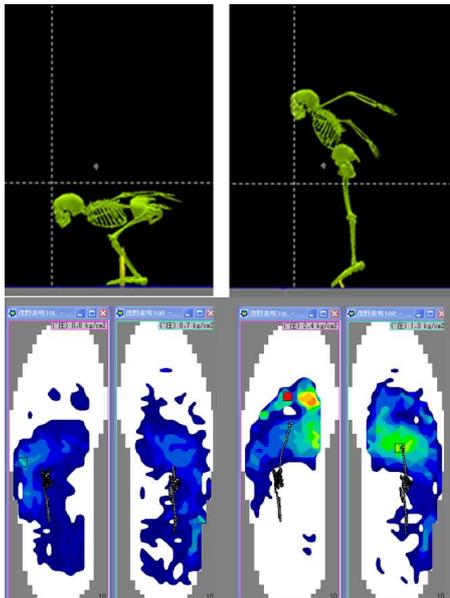


図9 助走姿勢および踏切姿勢時の足圧分布  
(ヘッドマウントディスプレイなし)

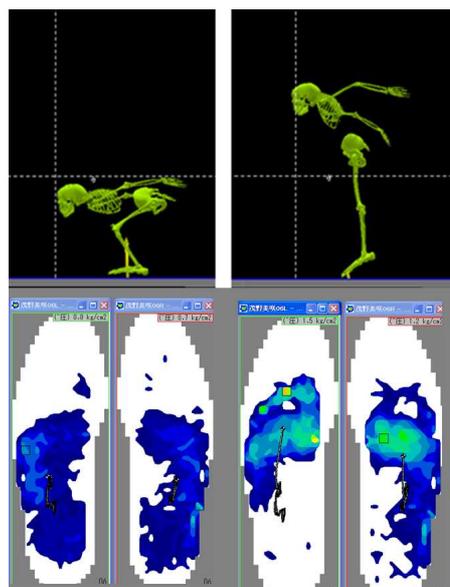


図10 助走姿勢および踏切姿勢時の足圧分布  
(ヘッドマウントディスプレイあり)

## (3)まとめ

バイオメカニクス的研究の得意とするのは、動作やそれに伴う力の変化を定量的に示すことにより技術を客観的に評価できることである。しかし、選手・指導者の「感覚・イメージ」などの主観的情報とバイオメカニクスの変数の関係を明らかにする研究は、国内外を問わず発展途上の段階であった。

本研究では、ジュニアおよびシニアの一流選手を対象とし、スキージャンプ踏切動作について、足圧分布計測システムを用いたシミュレーショントレーニングを行い、その有用性を国内学会において発表できた。

さらに、「実ジャンプにおける映像」を活用することにより、選手・指導者・研究者の3者間でバイオメカニクスのデータの共有とともに、動作の「タイミング」も共有できるシミュレーションを提案でき、選手・指導者より肯定的な評価を得ている。

本研究により、選手の身体感覚がスキージャンプ技術およびそのパフォーマンスに反映することが示唆された。より現実に近いシミュレーショントレーニングに発展させ、さらなるトレーニング効率の向上を図るため、今後もトレーニングおよび資料収集の継続が求められる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

- ① 水崎一良、スキージャンプの飛距離の延長をもたらす動作の特徴—キネマティクス的方法論によるアプローチ—、バイオメカニクス研究、12(4)、289 - 297、2009、査読無

〔学会発表〕(計3件)

- ① 水崎一良、スキージャンプ踏切動作における地面加圧感覚が足圧分布に及ぼす影響、第19回冬季スポーツ科学フォーラム、2008年7月27日、信州大学
- ② 水崎一良、スキージャンプ踏切動作における技術獲得の効率化：足底の加圧感覚に着目して、第19回冬季スポーツ科学フォーラム、2008年8月27日、仙台大学
- ③ Mizusaki Kazuyoshi and Kazuhiko Watanabe、A Study on “Feeling” the Plantar Pressure during Simulated Ski-jump Take-off、Asia-Pacific Conference on Exercise and Sports Science 2007、2007年12月6日、広島大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

水崎 一良 (MIZUSAKI KAZUYOSHI)  
弓削商船高等専門学校・総合教育科  
・准教授

研究者番号：00403600