

スキージャンプの科学サポートプロジェクト実施報告

Report on the Project of Scientific Support on Ski-jumping in Shimokawa

山 本 敬 三

Keizo YAMAMOTO

北翔大学北方圏生涯スポーツ研究センター年報 第4号 2013

Bulletin of the Northern Regions Lifelong Sports Research Center Hokusho University Vol.4

スキージャンプの科学サポートプロジェクト実施報告

Report on the Project of Scientific Support on Ski-jumping in Shimokawa

山本 敬三

Keizo YAMAMOTO

キーワード：スキージャンプ，セミナー，バイオメカニクス，下川町

I. はじめに

北翔大学北方圏生涯スポーツ研究センター（スポル）では、スポーツ現場におけるコーチングやマネジメントスキルの向上を目的として学術講座「スポルアカデミー」を2009年度より開催している。スポルアカデミーは、エビデンスに基づいた科学的知識をスポーツ現場に広く伝え、競技力向上に必要な「知識」を競技者および指導者に提供することをコンセプトとしている。本研究プロジェクトでは、対象競技を冬季スポーツの1つであるスキージャンプに限定して行った。ここでは、その科学サポート活動の詳細について述べる。平成24年度は、バイオメカニクスの観点を中心に計測や学術講座、ビデオ映像のフィードバックを実施した。

スキージャンプ競技は、助走滑走で時速80~90kmまで加速した後に、フライト姿勢を形成して滑空する飛翔競技である。飛距離と飛型がポイント化され、総合獲得ポイントで順位を競う。バイオメカニクスの観点からは、一連の動作を6つの局面に分けて分析されることが多く、それらは助走局面、テイクオフ局面、初期フライト局面、安定フライト局面、着地準備局面および着地局面と呼ばれる。それぞれの局面は力学的要素に違いがある¹⁾。本年度のプロジェクトの目標は、選手・コーチが、これらの局面をバイオメカニクスの観点から解釈し、より効率的なトレーニング方針を検討できるようにすることとした。

サポート対象は、北海道下川郡下川町の下川ジャンプ少年団とした。当該団体では、団長の伊藤克彦コーチを中心に小学生から高校生までの少年アスリートの育成を行っている。町営のスキー場には、大小4台のスキージャ

ンプ台が設置され、選手の競技レベルに合わせて練習を行うことができる。ジュニア選手育成のための豊かな練習環境が整っていることが特徴的である。また、スキー場を取り囲むようにクロスカントリースキー場が整備されており、コンバインド複合やクロスカントリースキー選手の育成にも適した環境条件が整っている。

II. 実施プログラムの詳細

平成24年度は、下川ジャンプ少年団（選手23名、コーチ3名）を対象に、計3回のサポート活動を行った。活動毎に詳細な実施内容を報告する。

1. 第1回

日時：2012年6月9日（土）～10日（日）

場所：朝日三望台シャンツェ（士別市朝日町）

参加人数：7名

内容：足圧分布計測とデータフィードバック

スキージャンプの実ジャンプ・トレーニングにおいて、選手の足圧分布計測を行い、計測データを選手・コーチにフィードバックした。計測は、士別市朝日町の朝日三望台シャンツェ（HS-68mのミディアム級ヒルとHS-45mのスマール級ヒル）で行った。計測実験への参加は7名の選手（男子6名、女子1名）であった。足圧分布計測はNovel社のPedar-Xを用い、助走から着地までの一連のスキージャンプ動作中における圧分布を計測した（サンプリング周波数100Hz）。データロガーを腰部に固定する必要があるため、ジャンプ用スーツを着用せずに試技を行わせた（写真1）。圧力センサとロガー部は有線接続であり、コードをタイツ内を通して身体運動

を妨げないようにした。選手には実ジャンプ試技を1回課し、助走から着地までの一連の動作中の圧分布の経時変化、COP位置および左右足への荷重量を計測した。計測直後に選手個別にデータのフィードバックを行い、局面（助走、踏切、飛行）毎の力学的特徴を伝えた（図1）。スキージャンプ試技は、着地動作を除き、左右対称性が求められる動作であるため、特に左右差について重点的に特徴を伝えた。コーチに対するフィードバックでは、定量的なデータ分析を行った後に、各選手の力学的な特徴点を抽出して分析レポートを作成・提出した。足圧分布図は、選手の足裏の力感覚を定量的に視覚化することに優れており、これまで無意識であった感覚を意



写真1 計測装置の着用の様子

スキースーツ内にインソール型の圧力センサを挿入し、選手の腰部にロガーを固定している。圧力センサとロガーは有線接続されている。

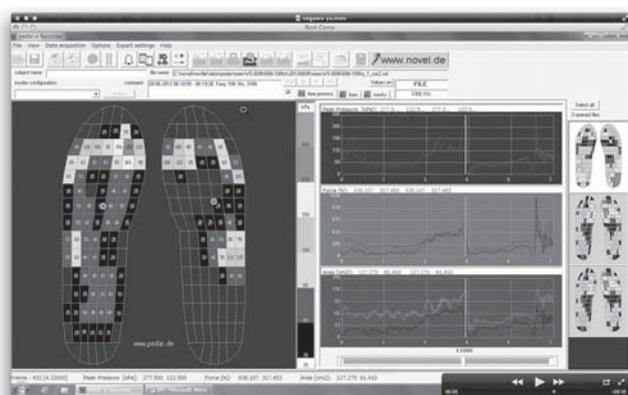


図1 計測データの一例

左は足圧分布図、右のグラフは最大圧力（上段）、荷重量（中段）、圧力が計測された面積（下段）の経時変化を示す。

識化することができる。

2. 第2回

日時：2012年11月3日（土）～4日（日）

場所：下川

参加人数：選手17名、指導者3名

内容：セミナー「フライトのバイオメカニクス」

飛距離を獲得する局面である安定フライト局面では、効率的な（揚抗比の大きい）空気力を獲得しながら、姿勢を制御する能力が必要となる。このフライト局面を力学的に解釈することで、飛行中における姿勢制御の戦略を論理的に理解できると考え、「フライトのバイオメカニクス」をテーマにレクチャーした²⁾。身体周辺の気流状態と選手が受ける空気力との関係について述べ、飛翔の原理を理解させた（図2）。また、空気力を揚力と抗力に分解する数学的な考え方について説明した。選手は、スキー板や身体を用いて周辺の気流を曲げることで、その反作用として空気力を受ける。効率的に揚力を得るためには、腹側だけでなく、背側でも気流を曲げやすい姿勢を形成することが空気力学的に重要であることを解説した。そのため、スキージャンプのフライト姿勢では、股関節を完全伸展させないことを説明した。

次に、空気力と重力の2力の関係で、ピッチング（頭上げ、頭下げ）モーメントが選手にはたらくことを解説した（図3）。図に示すように風圧中心が重心よりも前方にある場合は、頭上げの力のモーメントが発生し、それに伴って空力面積が増えるため抗力（空気抵抗）が増加し、空力条件が悪化していくことを解説した。また、体験的に理解できるように紙飛行機と紙止めクリップ（クリップを重心として利用）を用いて、ピッチングモーメントの発生を視覚的に示した。

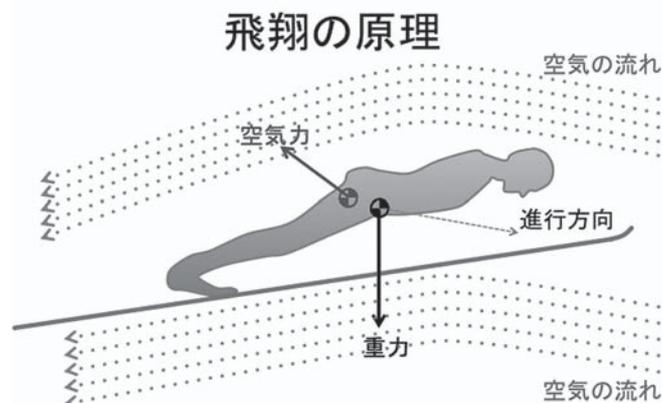


図2 飛翔の原理を説明するスライド

身体周辺の気流を曲げることで、空気力が発生する。腹側だけでなく、背側でも気流を曲げることで、飛翔に効率的な空気力を発生させることができる。

Ⅲ. ま と め

本年度は、飛翔原理の理解に重点を置いて、学術講座と計測実験を行った。小学生から高校生までの幅広い年齢層が対象であるため、学術講座では難解な力学公式等を極力用いずに行った。直感的に理解できるよう、イラストを多用したスライドや紙飛行機などの教材を作成した。今後は、スキージャンプ競技で、パフォーマンスに影響を及ぼすテイクオフ局面の動作戦略や、助走局面の姿勢制御に関するレクチャーを行う予定である。また、コーチやトレーナーを交えて具体的なトレーニング課題の提案についてもディスカッションする環境を整備する。さらに、栄養学や心理学等の他の分野の専門家の協力を得て、多角的な観点からサポートできる体制づくりを行う。

付 記

本研究は、平成23年度から平成25年度文部科学省「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」の助成を受けて実施したものである。

文 献

- 1) Schwameder, H: Biomechanics research in ski jumping, 1991-2006. *Sports Biomechanics*, 7(1): 114-136, 2008.
- 2) 山本敬三: なぜ飛べるのか? ~スキージャンプを科学する~. 平成22年度版大学放送テキスト. 道民カレッジほっかいどう学. (財)北海道生涯学習協会, 札幌, 2010.

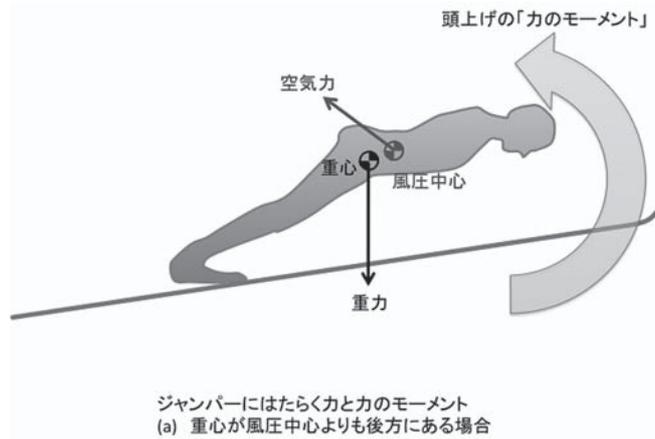


図3 ピッチングモーメントを説明するスライド

重力と空気力の作用点（重心と風圧中心）の位置が前後に離れることで、ピッチングモーメントが発生する。この図では、風圧中心が重心より前にあるために頭上げの力のモーメント（ピッチングモーメント）が作用することを示している。

3. 第3回

日時：2012年12月22日（土）～24日（月）

場所：名寄市ピヤシリシャンツェ（HS-100m）、なよろ健康の森クロスカントリースキーコース

内容：ビデオ撮影とフィードバック

全日本コンバインド大会（2012年12月23日開催）にて、スポルアカデミー用のビデオを撮影。午前のスキージャンプ競技と午後のクロスカントリースキー競技を撮影した。スキージャンプ競技では、主に初期フライト局面を中心にビデオ撮影し、選手・コーチに映像をフィードバックした。初期フライト局面は、フライト姿勢が形作られる重要な局面であり、テイクオフ動作の成否を質的に評価できる。撮影された映像は、次回のセミナーの資料として活用する。なお、クロスカントリースキー競技では、上り坂の滑走を撮影し、クロスカントリースキー担当の指導者にフィードバックした。

