

第33回冬季スポーツ科学 フォーラム 2025 北翔大学



期日：2025 年 10 月 26 日（日）

会場：北翔大学

スポーツ科学センター 6F 大会議室

主催：冬季スポーツ科学研究会

第33回冬季スポーツ科学フォーラム（2025北翔大学）

33th Japanese Forum for Winter Sports Science

<https://www.jfws.org/>

期日：2025年10月26日（日）

会場：北翔大学 スポーツ科学センター（スポル） 6F 大会議室

〒006-0814 江別市文京台 23 番地 TEL 011-386-8011（代表）

主催：冬季スポーツ科学研究会

共催：北翔大学

協賛：（株）東大能力研修舎、株式会社メソン、北翔大学

参加費：当日、現金で徴収いたします。

会員・一般：2,000 円 大学院生・学生：1,000 円 高校生以下：無料

問合せ：竹田 唯史（北翔大学）：take@hokusho-u.ac.jp 09076468475

北翔大学へのアクセス <https://www.hokusho-u.ac.jp/accessguide/>

会場案内 正門を入れて、150m ほど進み右手の建物。

駐車場はその建物を過ぎたところを右に曲がってください。



○冬季スポーツ科学研究会

会 長	渡部 和彦	広島大学名誉教授
代 表	竹田 唯史	北翔大学
事務局	飯塚 邦明	（株）東大能力研修舎
	鈴木 典	日本大学
	結城 匡啓	信州大学
	竹田 正樹	同志社大学
	三浦 哲	新潟県健康づくり・スポーツ科学センター
	森 敏	東海大学
	山本 敬三	北翔大学
	中里 浩介	北見工業大学
	近藤 雄一郎	福井大学
	宮下 裕加	北海道武蔵女子短期大学

10月26日(日)

会場：北翔大学 スポーツ科学センター（スポル） 6F 大会議室

12:00 運営委員会

12:30 受付開始

13:00 開会式

13:10-14:10 基調講演

演者 山本 敬三 氏（北翔大学教授）

「スキージャンプの最適動作の探索：空力解析と姿勢の多変量解析」

司会 森 敏（東海大学）

14:20-17:15 研究発表（口頭）（発表10分、質疑4分）

NO	時間	発表者	研究発表をする場合のタイトル	座長
1	14:20-14:34	小林秀紹(札幌国際大学)、佐々木愛実(トヨタテグナス)	女子アイスホッケー選手におけるショットスピードとフィジカルパフォーマンスの関係	竹田
2	14:35-14:49	三浦 哲(新潟県健康づくり・スポーツ医科学センター) 阿部 杏奈(新潟県健康づくり・スポーツ医科学センター) 近藤 一麻(新潟県健康づくり・スポーツ医科学センター) 渡部 日向(新潟県健康づくり・スポーツ医科学センター) 成田 一衛(新潟県健康づくり・スポーツ医科学センター)	高校男子クロスカントリースキー選手における柔軟性計測の試み	
3	14:50-15:04	千葉 至(北海道大学大学院保健科学院) 寒川美奈(北海道大学大学院保健科学研究院)	ダイナミックストレッチングによる垂直跳躍パフォーマンスと筋温度変化の関係性 —環境温度の違いによる検討—	
4	15:05-15:20	石川 凌(北翔大学大学院 博士後期課程) 吉田昌弘(北翔大学) 吉田真(北翔大学) 上野智也(北翔大学大学院) 淵端広翼(北翔大学大学院) 山本敬三(北翔大学)	Tuck Jump AssessmentによるACL損傷リスク評価の最適化と新たな評価モデルの構築	
	15:20-15:35	— 休憩 —		
5	15:35-15:49	松本 実(sports it works) (森敏(東海大学))	Deep learningの物体検出によるスキージャンパー追跡によるビデオ自動編集 —AIによるジャンプ自動分析に向けて—	山本
6	15:50-16:04	上野智也(北翔大学大学院 博士後期課程) 石原暢(神戸大学大学院人間発達環境学研究所) 山本敬三(北翔大学)	スキージャンプの飛距離に寄与する初期飛行姿勢の運動学的分析	
7	16:05-16:20	徳富みずき(北翔大学大学院 修士課程) 川岡士真(北翔大学大学院 修士課程) 竹田唯史(北翔大学) 山本敬三(北翔大学) 石毛勇介(国立スポーツ科学センター) 中里浩介(北見工業大学) 吉岡伸輔(東京大学) 田中仁(日本スポーツ振興センター)	モーグルスキーにおける世界トップレベル技術の分析—慣性センサ式3DモーションキャプチャXSENSと三次元動作解析を用いて—	
8	16:20-16:35	川岡士真(北翔大学大学院 修士課程) 徳富みずき(北翔大学大学院) 竹田唯史(北翔大学) 山本敬三(北翔大学) 石毛勇介(国立スポーツ科学センター) 中里浩介(北見工業大学) 吉岡伸輔(東京大学) 田中仁(日本スポーツ振興センター)	慣性センサ式3DモーションキャプチャXSENSを利用したモーグルスキーの動作分析—サマーゲレンデと雪上との比較—	
	16:35-16:45	— 休憩 —		
9	16:45-16:59	村田優太郎(北翔大学大学院 博士後期課程) 竹田唯史(北翔大学) 近藤雄一郎(福井大学)	ワールドカップ男子モーグル競技におけるターン・エアー・タイムの得点分析 —2022～2025シーズンの会場別比較—	三浦
10	17:00-17:14	竹田唯史(北翔大学) 石栗紗貴(北翔大学大学院 修士) 近藤雄一郎(福井大学)	アルペンスキー選手を対象とした体力測定結果からSAJポイントの推定方法について—重回帰分析を用いて—	

17:15-17:30 閉会式

18 : 45-20 : 45 情報交換会

会場 十勝晴れ 新さっぽろ店

札幌市厚別区厚別中央2条5丁目2-1 クラスタユーエム 1F

TEL: 011-398-5129

(新札幌駅バスターミナルから徒歩8分)

会費 4500 円



https://maps.app.goo.gl/9NtZiwY4J7xpCpP69?g_st=ipc

基調講演 Keynote Lecture

講演者：山本敬三（北翔大学）

テーマ：「スキージャンプの最適動作の探索：空力解析と姿勢の多変量解析」

司 会：森 敏（東海大学）

—山本 敬三氏 略歴—

職 歴

2004年12月 北海道大学大学院工学研究科修了博士（工学）

2005年4月 北翔大学

2008年4月 NTC 大倉山科学サポートチーフ

2024年4月 北翔大学大学院生涯スポーツ学研究科 研究科長



学 会

日本バイオメカニクス学会、日本体育・スポーツ・健康学会

International Congress on Science and Skiing (ICSS)

臨床歩行分析研究会

日本機械学会 スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス部門 他

受 賞

- ・北海道科学技術奨励賞・吉本千禎先生記念賞、
- ・日本バイオメカニクス学会 学会賞、
- ・日本スキー学会 2022 年度秋季大会優秀発表賞
- ・International Symposium on Winter Sports Sciences Commemorating the 2007 Nordic Ski WC in Sapporo (Excellence Award for Poster Presentation)
- ・4th International Congress on Science and Skiing (ICSS2007) Young Investigator Award 2nd prize in the poster presentation competition
- ・1st Asia-Pacific Conference on Coaching Scienceにて Young Coaching Scientist's Award を受賞 他多数

スキージャンプの最適動作の探索：空力解析と姿勢の多変量解析

北翔大学 山本敬三

スキージャンプは、わずか数秒間の動作に、身体運動と空気力の複雑な相互作用が凝縮された競技である。ジャンプの成否は、単なる出力の大きさではなく、離地から飛行にかけての姿勢変化がどのように空気力と調和するかによって決定づけられる。本研究では、3次元動作解析と空力評価を統合し、選手の動作に潜む“最適解”を探る試みを紹介する。

マーカースレスモーションキャプチャを用いて、実際のジャンプ試技を多視点から撮影し、装着負担なく3次元姿勢データを取得した。これにより、フィールドでのリアルな動作を大規模かつ非侵襲的に収集することが可能となった。得られた高次元データに対しては、多変量解析を用いて構造を抽出している。主成分分析（PCA）により成功試技の姿勢パターンを整理し、クラスタ分析や因子分析により、選手ごとの運動制御特性やジャンプスタイルの差異を明らかにしている。こうした統計的アプローチは、経験や感覚に依存してきた指導を、客観的な言語として支える基盤となりつつある。

さらに、抽出された姿勢モデルをもとに、3DCGによる空力解析に取り組んでいる。現段階では、数値流体解析（CFD）の適用方法や評価指標について、さまざまな手法を試行しており、まだ確立された手順が存在するわけではない。ジャンプ中の身体姿勢がどのように揚力や抗力に影響するかを可視化することを目指し、現在も解析条件やモデリング手法を検証しながら、空力解析の枠組みを模索している段階である。

このように、本研究は「最適動作」をあらかじめ定義するのではなく、データと試行錯誤の中からその姿を見いだそうとする探索的研究である。科学的知見と現場感覚を橋渡しするアプローチとして、動作解析と空力評価を結びつけることにより、スキージャンプの動作理解に新しい地平を開くことを目指している。

口頭発表 抄録

女子アイスホッケー選手における ショットスピードとフィジカルパフォーマンスの関係

○小林秀紹¹、佐々木愛実²

1) 札幌国際大学

2) トヨタシグナス

1. 背景と目的

本邦の女子アイスホッケー代表チームは長年得点力不足が課題とされてきたが、平昌五輪から北京五輪にかけて得点効率の向上とともに、フィジカル面でもベンチプレス、スクワットの推定 1RM が向上した。アイスホッケーのシュートは主にリストショット、スラップショットが多用される。得点するためにはショット速度と精度が必要とされる。しかしながら、日本において、特に女子アイスホッケー選手を対象に筋力およびパワーとショットスピードの関する研究は十分になされていない。本研究は女子アイスホッケー選手におけるショットスピードとフィジカルパフォーマンスの関係を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

女子アイスホッケーチームに所属している 12 名（FW8 名、DF4 名、ライトハンド 6 名、レフトハンド 6 名）を対象とした。被験者の体格特性は、年齢 19.8 ± 1.8 (age)、身長 160.1 ± 1.8 (cm)、体重 57.2 ± 5.2 (kg)であった。氷上では、スピードガンを用いてリストショットの正面スタンス、横向きスタンスとスラップショットのショットスピードを各 3 回ずつ計測した。陸上では握力計を用いて握力の計測を 2 回行い、高い値を採用した。また、パワー測定器（GymAware）を用いてベンチプレス、スクワットの挙上速度、パワー、最大重量を計測した。ショットスピードと各測定項目間の関係について Pearson の積率相関係数を算出した。また、ショットスピードを従属変数、各測定項目を独立変数とし、重回帰分析を行った。

3. 結果

リストショット正面スタンスのショットスピードと各項目間の相関分析において、体重、ベンチプレスのピークパワー、1RM に高い相関係数が確認された。リストショ

ット横向きスタンスにおいて、身長、スクワットのピーク速度、ベンチプレスのピークパワー、ピーク速度、1RM に高い有意な相関係数が確認された。スラップショットにおいて、年齢、身長、ベンチプレスのピークパワー、1RM、ボトムハンドに高い相関係数が確認された。強制投入法による重回帰分析の結果、リストショットにおいてはベンチプレスのピーク速度に強い関連が確認された。スラップショットにおいてはボトムハンドに中程度の関連が確認された。ステップワイズ法による重回帰分析の結果、リストショットにおいてベンチプレスのピークパワーの 1 項目が選択され、正面で約 58%、横向きで約 70%、スラップショットで約 55%説明できることが確認された。

4. 考察

ショットスピードとベンチプレスのピークパワーとの関係が高かったことからベンチプレスで鍛えられる上肢の筋力が向上することで、より強力なショットを放つことができると推測される。パワーは単に筋力だけでなく、その力をどれだけ速く発揮できるかが重要である。筋力を向上させるだけではなく、その筋力を素速く発揮する能力がショットスピードを向上させるために必要と推測される。リストショットの横向きスタンスとスクワットピーク速度の関係から、下肢の力を迅速に発揮する能力が必要と推測される。また、正面スタンスやスラップショットにおいては、他の要素の影響が強いためスクワットピーク速度との相関が低かった可能性が考えられる。

本研究の対象は一つのチームに所属する選手であった。今後、経験、トレーニング歴、スキルの多様な属性あるいは特性を有する被験者を測定することで、一般的な知見を得られると考えられる。【本研究は佐々木愛実の大学卒業論文の内容である】

高校男子クロスカントリースキー選手における柔軟性計測の試み

○三浦 哲¹、阿部 杏奈¹、近藤 一麻¹、渡部 日向¹、成田一衛¹

1) 新潟県健康づくり・スポーツ医科学センター

1. 背景と目的

スポーツ選手の柔軟性は、障害予防・コンディション評価として、その重要性が示されてきている¹⁾。しかし、高校男子クロスカントリースキー選手の柔軟性に関する検討は少ない。

本研究では、高校男子クロスカントリースキー選手を対象に柔軟性を明らかにすることにより、競技力向上対策に資することを目的とした。

2. 方法

対象者は全国大会出場以上レベルの高校男子クロスカントリースキー選手 13 人(平均年齢 16.6 歳,SD1.1)、対象期間は 2024 年 6 月から 2025 年 5 月まで。複数回計測した選手は初回のデータを用いた。個人情報保護と研究利用を文書で説明し、同意を得た。

各部位の柔軟性計測を行い、先行研究より目標値を設定し、目標達成人数および問診により障害既往・現病歴と関わる部位の未達成人数を調査した。計測部位と目標値は、肩関節屈曲 180 度、長座位体前屈 50 cm、胸腰部回旋 40 度、股関節屈曲 125 度、股関節外旋 45 度、膝関節屈曲 135 度、足関節屈曲 40 度とした。

3. 結果

柔軟性計測の目標達成人数は全 13 人中(障害歴人数)、左右肩関節屈曲で 0 人(1 人)、長座位体前屈で 10 人(1 人)、胸腰部回旋の左 8 人(0 人)・右 12 人(0 人)、股関節屈曲の左 2 人(1 人)・右 3 人(1 人)、股関節外旋の左 1 人(2 人)・右 0 人(5 人)、膝関節屈曲の左 2 人(1 人)・右 1 人(2 人)、足関節屈曲の左 13 人(0 人)・右 13 人(0 人)であった。

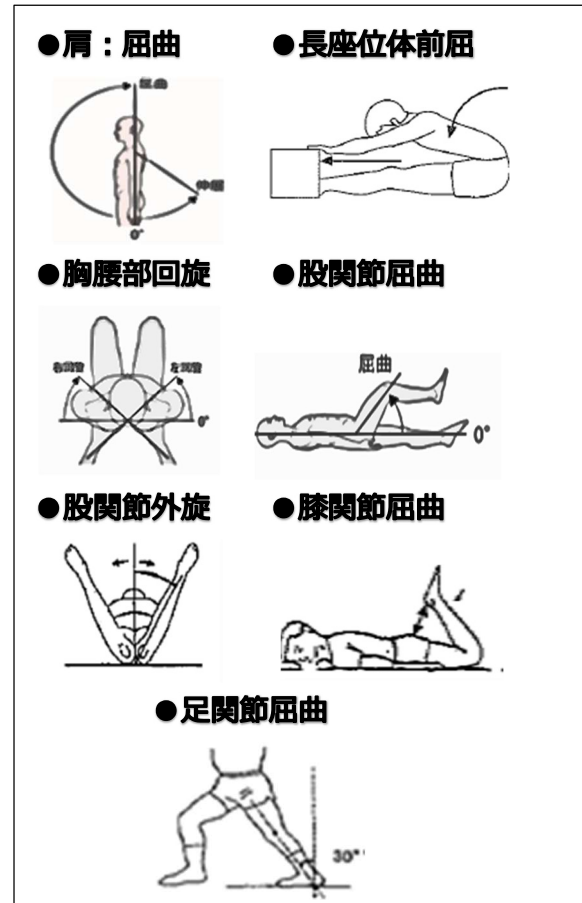


図 柔軟性計測

出典：日本整形外科学会・日本リハビリテーション医学会、関節可動域表示ならびに測定法(改訂)、2022

山本利春著、測定と評価、BookHouseHD、2004

山本利春著、柔軟性の科学、2010

4. 考察

目標達成人数が少ない肩・下肢は、種目特性によるものか、肩はスマホなどの使用姿勢が関係しているものか検討が必要である。

目標値はスポーツ選手全般が対象であるが、種目特性に適しているかなど、今後、他種目・競技との比較等で明らかにする必要がある。

これら柔軟性が、クロスカントリースキーの動作特性とも関わる可能性があり、今後、成年との比較なども含め詳細な検討が必要となる。

ダイナミックストレッチングによる 垂直跳躍パフォーマンスと筋温変化の関係性 —環境温の違いによる検討—

○千葉 至 1、寒川美奈 2

1) 北海道大学大学院保健科学院

2) 北海道大学大学院保健科学研究所

1. 背景と目的

ダイナミックストレッチング (DS) は、伸長させたい筋の拮抗筋を能動的かつ律動的に収縮させて関節を自ら動かす方法である 1)。近年の研究では、DS による筋温上昇効果が示されている 1)。特に寒冷環境でのスポーツでは、筋温の維持や向上が重要であり、DS の必要性は考えられるが、環境曝露時間の影響も示唆される。そこで本研究は、異なる環境温への曝露時間による組み合わせと DS 実施が筋温変化へ与える影響を調べ、筋温増加と垂直跳躍パフォーマンスの変化に関連がみられるか検討した。

2. 方法

本研究の対象者は、スポーツ健康科学系大学に所属する健康な男子大学生 7 名 (年齢 20.4 ± 0.9 歳) とした。本研究はランダム化クロスオーバーデザインでの 4 条件で実施し、①室温 24°C ・入室後 5 分安静条件 (Temp-5 min)、②室温 24°C ・30 分安静条件 (Temp-30 min)、③室温 10°C ・5 分安静条件 (Cold-5 min)、④室温 10°C ・30 分安静条件 (Cold-30 min) であった。DS は、Yamaguchi らの方法 2) を用い、両下肢に 5 種類実施した。DS の前後には、反動を用いる垂直跳躍 (CMJ) の跳躍高、反動を用いない垂直跳躍 (SJ) の跳躍高と外側広筋筋温を測定した。統計学的解析には、跳躍高変化率と筋温変化量に対する一元配置反復測定分散分析と Bonferroni 法による事後検定を行った。また、各条件の筋温増加量と跳躍高変化率の相関について、Pearson の積率相関係数を用いて検定した。有意水準は 5%未満とした。

3. 結果

筋温変化量には有意な主効果が認められ ($p < 0.001$ 、偏 $\eta^2 = 0.614$)、事後検定により Temp-5 min が Cold-30 min よりも有意に高値を示した ($p = 0.024$)。CMJ の跳躍高変化率について、有意な主効果を示されたが ($p = 0.013$ 、偏 $\eta^2 = 0.440$)、事後検定では条件間の差を認められなかった。SJ の跳躍高変化率について、有意な主効果は認められなかった ($p > 0.05$)。

相関関係では、いずれの条件間においても筋温変化量と跳躍高変化率に有意な相関は認められなかった ($p > 0.05$)。

4. 考察

本研究では、異なる環境温と曝露時間の組み合わせにより、DS 後の筋温変化量に違いがあることが示された。この結果は、寒冷環境曝露下での体表からの熱放散などによって、DS の加温効果が損なわれた可能性が考えられた。しかしながら、Temp 条件と Cold-5 min 間においては筋温増加量に違いがなかったことから、DS による筋温増加の効果については追加の検証が必要である。

筋温変化量と CMJ・SJ の跳躍高変化率には相関関係がみられなかったことから、DS による運動機能の変化は異なる機序による可能性も示唆された。今後は、さまざまな DS プロトコルによる、生理学的機序の解明が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) Opplert, J., and Babault, N. Sport Med 48, 299-325 (2018)
- 2) Yamaguchi, T. et al., J Strength Cond Res 29(11), 3045-3052 (2015)

Tuck Jump Assessment による ACL 損傷リスク評価の最適化と 新たな評価モデルの構築

○石川凌¹、吉田昌弘¹、吉田真¹、上野智也¹、湊端広翼¹、山本敬三¹

1) 北翔大学大学院生涯スポーツ学研究科

1. 背景と目的

Tuck Jump Assessment (TJA) は、スポーツ現場において膝関節外傷リスクを簡便に評価できるスクリーニングツールとして活用されている¹⁾。しかし、TJA は評価者による主観的な判定に依存しており、動作の良否を判断するための定量的かつ客観的な評価指標は十分に確立されていない²⁾。そこで本研究では、現行の TJA の評価項目と ACL 損傷リスクやパフォーマンスとの関連性を明らかにし、より精緻な新たなリスク評価モデルの構築を目指すことを目的とした。そのため、複数の研究課題を段階的に設定し、本抄録ではその一部である跳躍効率の違いに基づく Tuck Jump のキネマティクス分析について報告する。

2. 方法

対象は、大学体育会系部活動に所属する健常競技者 60 名 (男性 35 名、女性 25 名) とした。各被験者に 10 秒間の Tuck jump を実施させた。マーカレスモーションキャプチャによる姿勢推定を行うため、被験者の周りにビデオカメラ 10 台を配置し、同期撮影した。撮影された映像からマーカレスモーションキャプチャ・アプリケーション (THEIA3D, Theia markerless 社製) を用いて姿勢推定し、動作解析を行なった。Tuck jump のパフォーマンス指標として、跳躍高・接地時間算出した。また、これらの 2 変数から、跳躍効率を示す指標である RSI (Reactive Strength Index) を算出した (跳躍高/接地時間)。統計学的分析には、跳躍高および接地時間を基に k-means によるクラスター分析を実施し、パフォーマンス特性の異なる群を抽出した。各クラスターの接地局面における関節運動特性を明らかにするため、下肢三関節 (股・膝・足関節) の屈曲角度の時系列データに対して、時系列統計的検定 (Statistical Parametric Mapping : SPM) を実施した。

3. 結果

クラスター分析の結果、跳躍高および接地時間に基づき、3 つのクラスター (Cluster 0~2) に分類された。Cluster 0 は、全体的に中程度のパフォーマンスを示した。Cluster 1 は、RSI が最も高く、跳躍効率に優れた動作特性を示した。Cluster 2 は、RSI が最も低く、跳躍効率の低い特徴を示した。また、SPM の結果、接地局面全体において股関節・膝関節・足関節の屈曲角度に有意な群間差が認められた。Cluster 0 は過度な屈曲角度を示し、Cluster 2 は浅い屈曲角度を示した。最も跳躍効率の高い Cluster 1 は、他の Cluster と比較して中間的な屈曲角度を示した。

4. 考察

Tuck jump の接地局面での過度な屈曲動作は、接地時間の延長を引き起こし、跳躍効率を低下させる可能性が示唆された。一方、浅い屈曲角度は接地時間を短縮し、跳躍効率を向上させる可能性があるが、衝撃吸収が不十分となり外傷リスクを高める懸念もある。

参考文献

- 1) Hoog et al. (2016) Functional Hop Tests and Tuck Jump Assessment Scores between Female Division I Collegiate Athletes Participating in High Versus Low ACL Injury Prone Sports: A Cross-Sectional Analysis. Int J Sports Phys Ther. 11(5). 945-953.
- 2) Lindblom et al. (2021) Intra- and interrater reliability of subjective assessment of the drop vertical jump and tuck jump in youth athletes. Physical Therapy in Sports 47. 156-164.

Deep learning の物体検出によるスキージャンパー追跡による ビデオ自動編集 —AI によるジャンプ自動分析に向けて—

○松本実¹、森敏²

1) sports it works 2) 東海大学

1. 背景と目的

スキージャンプのコーチングにおいて、ビデオ映像は不可欠な分析ツールである。本研究では、ディープラーニングに基づく物体検出技術を応用し、スキージャンパーを自動的に検出後、ジャンパーを常に画面中央に拡大表示した映像の自動で作成する方法を提案する。

2. 方法

(モデル構築) 本研究では、ジャンパー検出する Deep Learning 物体検出モデルを構築した。特徴抽出のバックボーンには、事前学習済み ConvNeXtV2 (重みは凍結) を用い、Feature Pyramid Network (FPN) によって複数スケールの特徴を統合した。モデルの出力は、画像内のジャンパーの有無を示す二値分類ヘッドと、位置を示すバウンディングボックス (BBBox) 回帰ヘッドの二つとした。モデルの最適化には AdamW を用いた。

(学習プロセス) 損失関数には CIoU 損失を採用した。学習データセットは、25 本のスキージャンプ動画から抽出した計 250 フレームで構成した。これらのフレームに対し、ジャンパーの BBBox を手動でアノテーションした。データは学習用 80%と検証用 20%に分割した。モデルの汎化性能を向上させるため、学習時には水平反転、移動・スケール変換、色変換、モーションブラー、ガウシアンノイズなどのデータ拡張を適用した。

(自動編集アルゴリズム) 自動編集では、ジャンパーが存在するフレームの BBBox の時系列データから、確信度の低い検出結果と外れ値を除外した上で、平滑化処理を施した。この処理された BBBox 情報に基づき、ジャンパーを常に画面中央に配置する 16:9 アスペクト比の動画を自動生成した。

3. 結果と展望

学習済みモデルにテスト映像を入力し、追跡結果の定性的観察を行った。訓練に使用したデータと同一のジャンプ台、同一のカメラアングルで撮影された映像に対しては、概ね安定して追跡ができていた。一方、モデルの汎化性能の課題が残り、異なるジャンプ台や異なるアングルで撮影された映像では、正しく追跡できないフレームが複数確認された。

本システムでは、ジャンパーが常に画面中央に配置された統一フォーマットの動画が自動生成されるため、複数選手の比較分析や、同一選手の異なる試技間の比較が容易になる。さらに、本システムをサーバーへ配置し、固定アングルの高解像度広角カメラ映像と連携させることで、追従映像の自動配信への応用の可能性がある。これにより、一貫した視点での長期的な技術変遷の追跡や、チーム内での映像共有の効率化が期待される。



図1. ビデオ画像と 拡大画像

スキージャンプの飛距離に寄与する初期飛行姿勢の運動学的分析

○上野智也¹、石原暢²、山本敬三¹

1) 北翔大学大学院 生涯スポーツ学研究科

2) 神戸大学大学院 人間発達環境学研究科

1. 背景と目的

スキージャンプのバイオメカニクス的研究では、動作を助走、踏切、初期飛行、安定飛行、着地準備および着地の 6 つの局面に分けることが多い。このうち、踏切後に飛行姿勢を形作る初期飛行は、踏切と並んで飛距離に大きく影響する局面と考えられている。指導現場では、最適な初期飛行姿勢について議論が行われているものの、共通見解は未だ得られていない。また、選手の体格や運動能力によって、個別の最適姿勢が存在する可能性も否定できない。

本研究では、飛距離に寄与する初期飛行姿勢の運動学的特徴を抽出し、分類することを目的とした。

2. 方法

対象はスキージャンプ選手 30 名（男性：23 名、女性：7 名）とした。計測は、札幌市宮の森ジャンプ競技場（K=90m）で行い、初期飛行姿勢をビデオカメラ 10 台で同期撮影した（30 試技）。飛距離は着地地点を撮影した映像を基に検者が目視で記録した。このうち、飛距離が 90m 以上のデータを採用し、Theia3D による身体部分セグメントのモデリングと三次元座標による姿勢推定を行った。動作解析では Visual3D を使用し、離床～0.2 秒後の時系列パラメータ（体幹の前傾角度、股・膝関節の屈曲角度）を算出した。その後、主成分分析（PCA）による次元削減と PCA によって得られた主成分得点に基づき、階層的クラスター分析（Hierarchical Cluster Analysis）を行った。

3. 結果と考察

PCA の結果、各時系列パラメータの第 1 主成分は、離床直後における波形の大きさ（角度の大きさ）を、第 2 主成分は、離床～0.2 秒後

における波形の振幅（角度の変化量）を示した。Hierarchical Cluster Analysis の結果、飛距離に寄与する初期飛行姿勢は 3 つに分類された。Cluster 1 は、Cluster 2 と Cluster 3 の運動学的特徴を包含していた。Cluster 2 は、体幹の前傾が小さく、股・膝関節は屈曲位から急速な伸展が特徴的であった。Yamamoto et al. (2022) の報告と同様に、踏切直後の全身の伸展によって早期に揚力を獲得し、安定飛行局面への移行を早める飛行スタイルである可能性が示唆された。Cluster 3 は、体幹を大きく前傾させ、股・膝関節は、屈曲位から緩やかな伸展が特徴的であった。Schwameder et al. (2005) の報告と同様に、体幹の前傾姿勢を保ち、抗力（空気抵抗）を低減し、安定飛行局面への移行を早める飛行スタイルである可能性が示唆された。

参考文献

- 1) Yamamoto, K., Nishino, T., Bale, R., Shimada, T., Miyamoto, N., & Tsubokura, M. (2022). Numerical study of transient aerodynamic forces acting on a ski jumper considering dynamic posture change from takeoff to landing. *Sports Biomechanics*, 24(3), 763-777.
- 2) Schwameder, H., Müller, E., Lindenhof, E., DeMonte, G., Potthast, W., Brüggemann, P., Virmavirta, M., Isolehto, J., & Komi, P. (2005). Kinematic characteristics of the early flight phase in ski-jumping. *Science and skiing III*, 381-391.

モーグルスキーにおける世界トップレベル技術分析 —慣性センサ式 3D モーションキャプチャ XSENS を用いて—

○徳富みずき¹、川岡士真¹、竹田唯史²、山本敬三²、石毛勇介³、
中里浩介⁴、吉岡伸輔⁵、田中仁⁶

1) 北翔大学大学院、2) 北翔大学、3) 国立スポーツ科学センター、
4) 北見工業大学、5) 東京大学、6) 日本スポーツ振興センター

1. 背景と目的

近年フリースタイルスキーモーグルは技術が向上し、ハイレベルの戦いになっている。オリンピックでも2大会連続で原大智(平昌五輪)と堀島行真(北京五輪)が、それぞれ銅メダルを獲得している。しかし両選手の身体特性は全く異なるが、同じ成績であった。Arndt (1992) や井野ら (2023) は動作解析を雪上で行っている、しかし現役のナショナルチームの選手を対象とする雪上での滑走技術に関する科学的データが少なく、客観的かつ定量的な評価やはできていない。

本研究は、ナショナルチームに所属する選手を対象として、慣性センサ 3D モーションキャプチャシステムである XSENS (MOVELLA 社) を利用してコブ斜面滑走中の三次元動作分析を行い、動作特性を明らかにすることを目的とする。

2. 方法

対象は2025/2026全日本スキー連盟フリースタイルスキーモーグル強化指定選手の男子選手2名(A選手・B選手)とした。実験場所は、白馬八方尾根スキー場、兎平ゲレンデ、急斜面(長野県)のコース下部にあるモーグルコースであった。実施にあたっては、3D モーションキャプチャシステムのXSENSを着用し、滑走全ターンのうち、助走区間に相当する開始直後の4ターンと、終了前のターンを除く、全ターンを分析対象とした。1ターンのサイクルは、膝関節が最大屈曲した時点を1ターンの開始/終了とした。分析項目は、股関節の屈伸・内外転・内外旋角度、骨盤に対する体幹の前後屈・側屈・回旋角度とした。

3. 結果

2名の選手間に、異なる特徴的な身体動作が見られた。A選手は股関節内外旋が大きく、股

関節の外転、体幹の側屈・回旋動作が少なかった。もう一方のB選手は体幹の側屈と回旋、股関節の内外転が大きく、股関節の回旋は少なかった。

4. 考察

ターン動作では、股関節主導で回旋するA選手と、体幹の回旋や側屈を多用するB選手の違いがみられた。モーグルは採点競技であり、体幹の過度な側屈は減点対象となるが、股関節の外転が大きい選手でも筋力や体幹の安定性など他の要素で補うことで高いパフォーマンスを発揮できる可能性がある。このことは、平昌・北京両五輪で銅メダルを獲得した2選手が、異なる身体特性を生かして同等の成績を残した要因の一つと考えられる。

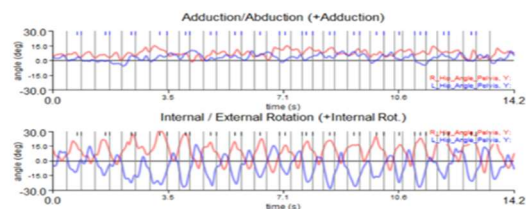


図1 A選手股関節内外転内外旋角度データ

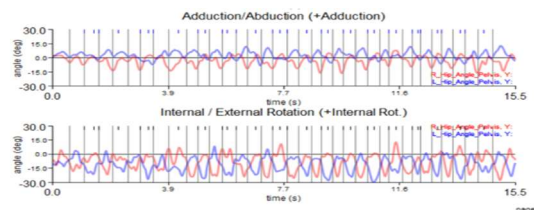


図2 B選手股関節内外転内外旋角度データ

【謝辞】本研究は、全日本スキー連盟フリースタイルスキーモーグルナショナルチームのコーチ選手の皆様のご協力、ならびに国立スポーツ科学センターのご協力により実施いたしました。ここに記して感謝申し上げます。

慣性センサ式3D モーションキャプチャ XSENS を利用したモーグルスキーの動作分析 —サマーゲレンデと雪上との比較—

○川岡士真¹、徳富みずき¹、竹田唯史²、山本敬三²、石毛勇介³、
中里浩介⁴、吉岡伸輔⁵、田中仁⁶

1) 北翔大学大学院、2) 北翔大学、3) 国立スポーツ科学センター、
4) 北見工業大学、5) 東京大学、6) 日本スポーツ振興センター

1. 背景と目的

モーグルスキーの動作分析に関する研究は、池上 (1985)、佐々木 (2003)、服部 (2018) らによってなされている。しかし、現役のナショナルチーム選手を対象とした研究や、慣性センサ式モーションキャプチャを利用した研究はほとんど行われていない。

本研究は、ナショナルチームに所属する選手を対象として、慣性センサ3D モーションキャプチャシステムである XSENS (MOVELLA 社) を利用してサマーゲレンデとウィンターゲレンデにおけるコブ斜面滑走中の三次元動作分析を行い、夏と冬の角度変化の特徴を明らかにすることを目的とする。

2. 方法

対象は2024/2025 全日本スキー連盟フリースタイルスキーモーグル強化指定選手の男子選手1名、2025/2026 全日本スキー連盟フリースタイルスキーモーグル強化指定選手の男子選手2名とした。実験場所は、かぐらサマーゲレンデ (新潟県) のコース下部にあるモーグルコースと、白馬八方尾根スキー場、兎平ゲレンデ急斜面 (長野県) のコース下部にあるモーグルコースであった。実施にあたっては、3D モーションキャプチャシステムの XSENS を着用し、サマーゲレンデ用専用スキーを利用した滑走した。滑走全ターンのうち、助走区間に相当する開始直後の4ターンと、終了前のターンを除く、全ターンを分析対象とした。1ターンのサイクルは、膝関節が最大屈曲した時点から1ターンの開始/終了とした。分析項目は、足関節、膝関節の屈伸角度、股関節の屈伸・内外転・内外旋角度、骨盤に対する体幹の前後屈・側屈・回旋角度とした。

3. 結果

サマースキーに比べウィンタースキーでは膝関節、股関節の屈曲伸張角度変化の幅が大きくなるのが観察された。また、上半身の回旋、股関節の内外旋角度の変化ではサマースキーの方が変化幅が大きくなるのが観察された。その他サマースキー・ウィンタースキーの間に角度変化の違いが見られた。

4. 考察

サマーとウィンターではウィンターの方が関節角度の変化幅が大きくなる傾向が見られウィンターではコブの大きさとスピードが上がっているため吸収幅が大きくなり変化幅が大きくなったとが、示唆された。

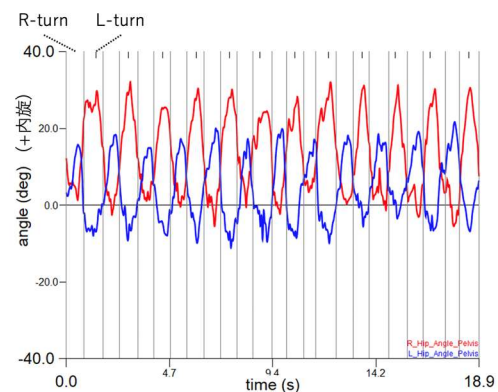


図1 股関節の内外旋角度の時系列データ

【謝辞】本研究は、全日本スキー連盟フリースタイルスキーモーグルナショナルチームのコーチ選手の皆様のご協力、ならびに国立スポーツ科学センターのご協力により実施いたしました。ここに記して感謝申し上げます。

ワールドカップ男子モーグル競技におけるターン・エア・タイムの 得点分析

ー2022～2025 シーズンの会場別比較ー

○村田優太郎¹，竹田唯史²，近藤雄一郎³

1) 北翔大学大学院，2) 北翔大学，3) 福井大学，

1. 背景と目的

モーグル競技は，深いコブの急斜面を滑走し，ターン点（60%），エア点（20%），タイム点（20%）の合計得点で順位を競う．

ターン点では積極性と安定性の両立，エア点では難度と完成度のバランス，タイム点では速さと安定性の調和が求められる．

すなわち，各要素においてリスクと安定性の最適なバランスを取る戦略的滑走が重要となる．

得点分析に関する先行研究は，竹田ら（2011），平山ら（2016），堀島ら（2019）などによって行われている．しかし，これらはいずれもオリンピックやワールドカップの一部大会を対象としたものであり，会場ごとの特性比較に焦点を当てた研究は見当たらない．

そこで本研究は，2022～2025 シーズンのワールドカップ全戦を対象に，各会場のターン点・エア点・タイム点の得点傾向を分析し，会場特性に応じた採点傾向の特徴を明らかにすることを目的とする．

2. 方法

対象は，フリースタイルスキー男子モーグル競技ワールドカップ 2022/2023，2023/2024，2024/2025 の3シーズンにおける各シーズン6試合とし，各大会の決勝進出者16名を分析対象とした．

1) 6試合におけるターン点・エア点・タイム点について，一元配置分散分析を用いて検討する．

2) 採点項目である各得点の関係をピアソンの積率相関係数を用いて明らかにする．

有意水準は5%未満とする．

3. 結果

ターン点では，大会5と大会3との間に有意な差があった（ $p<0.05$ ）．エア点では，大会1と大会3・5・6に有意な差があった（ $p<0.01$ ）．タイム点では，大会4・大会6と大会1に有意な差があった（ $p<0.01$ ）．

4. 考察

ターン点では大会5が高得点グループ，大会3が低得点グループであることが分かった．大会5はターン点で大会3より有意に高く，ベース点においても大会1や6との差が認められ，コースが難しいほどターンの安定性・完成度を重視するコース特性があることが示唆された．エア点では，大会1が高得点グループとして分類された．また，第一エアジャッジ7得点，第一エア得点，第二エア得点において複数大会との間に有意差が認められ大会1の方が高かった．これにより，大会1はタイムやターンよりもエア技術が高く評価されるコースである．タイム点では，大会4および大会6が「高得点グループ」として位置づけられ，大会1が「低得点グループ」であった．大会2・3・5は中間的で大きな有意差は認められなかった．タイム点は，コース全長やペースセットタイムを基に算出されるため，大会1はコース全長が短く，ペースセットタイムが速いことから得点換算で低くなった．大会5については，他の大会に比べてコース全長が長く，雪質が硬く，コースの難易度が高かったため，選手の滑走タイムが遅くなった．

アルペンスキー選手を対象とした体力測定結果から SAJ ポイントの 推定方法について —重回帰分析を用いて—

○竹田唯史¹，石栗沙貴²，近藤雄一郎³

1) 北翔大学，2) 北翔大学大学院修了，3) 福井大学

1. 背景と目的

アルペンスキー選手を対象とした体力測定結果と競技成績との関係に関する研究は多くされている（中里 2013，三浦 2019，相原ら 2011，近藤ら 2015，塩野谷ら 1990）。しかし，体力測定結果と競技成績との関係を重回帰分析により検討した研究は少ない。

本研究では，H 県高校生男女アルペンスキー選手を対象として，体力測定結果と競技成績（SAJGS/SL ポイント）との関係を重回帰分析により検討し，競技成績を予測できる回帰式を求め，実践の活用事例を報告することを目的とする。

2. 方法

対象は，H 県高校生男女アルペンスキー選手とした。2022 年から 2024 年の 3 シーズンの春（5～6 月）の体力測定結果と各年度の前シーズンの競技成績（SAJGS/SL ポイント）との関係を重回帰分析により競技成績を予測する回帰式を求めた。求めた回帰式を用いて，2025 年 6 月に実施した体力測定結果と実際のポイントとの比較を行った。

対象人数は，2022 年が男子 16 名，女子 15 名，2023 年が男子 21 名，女子 17 名，2024 年が男子 24 名，女子 14 名，合計男子延べ 61 名（実人数 44 名），女子延べ 46 名（実人数 29 名）であった。2025 年が男子 23 名，女子 9 名であった。

体力測定項目は，身長，体重，体脂肪率，柔軟性，握力，背筋力，最大無酸素パワー，乳酸性パワー，最大酸素摂取量，等速性膝関節伸展・屈曲筋力，オーストリア式スキーテスト（加藤ら 1985）のうち，20cm 跳び，正六角形跳び，段違い六角形跳び，90 秒台跳びとした。

重回帰分析は，強制投入法により，分散分析の有意確率が 5%未満となることを確認し，独立変数間の多重共線性を検出するための指標 VIF（分散拡大要因）が 10 を超え

ている項目は除外し，各項目の係数を求め，回帰式を求めた。

3. 結果

表に男子の各項目の係数を示した。これに基づき，男女の SAJGS ポイント，SAJSL ポイントを算出する回帰式を求めた。

2025 年 6 月の体力測定に求めた回帰式を用いた結果，男子 GS では推定ポイントが 84.66 ± 23.05 点，実ポイントが 74.71 ± 26.74 点，男子 SL では推定ポイントが 85.70 ± 28.32 点，実ポイントが 76.37 ± 32.78 点であった。

4. 考察

回帰式の利用により，体力測定の変化を細かく数値化することができた。実際のポイントとの比較により，体力と技術の関係や GS と SL の種目比較も可能である。今後は 2025 年春の体力測定結果も含めた新たな回帰式を算出したい。

表 重回帰分析における各項目の係数

	男子測定項目 GS係数	男子測定項目 SL係数
(定数)	253.452	346.646
年齢	-9.328	-3.946
体重	-1.551	-2.114
体脂肪率	-0.196	1.441
立位体前屈	-0.313	-0.609
握力左	0.619	-183.446
背筋力	0.948	41.871
垂直跳び	-0.173	-0.594
対比右	-0.548	-1.692
対比左	0.068	1.793
ハイパワー	-3.410	-2.172
ミドルパワー	16.785	-3.052
40秒後回転数	-0.345	0.773
VO2max	0.802	1.797
走時間	-15.062	-15.863
20cm	-0.232	-19.381
正六角形	-17.972	-14.247
段違い六角形	16.055	22.569
90秒台跳び	-0.053	-0.588

参加者名簿 （取扱にはご注意ください）

NO.	氏名	所属
1	荒井 元輝	TFB
2	石川 凌	北翔大学大学院 生涯スポーツ学研究科 博士後期課程
3	上野 智也	北翔大学大学院 生涯スポーツ学研究科 博士後期課程
4	川岡 士真	北翔大学大学院 生涯スポーツ学研究科 修士課程
5	北村 龍聖	医療法人社団みつわ整形外科クリニック
6	小林 秀紹	札幌国際大学
7	千葉 至	北海道大学大学院保健科学院
8	徳富 みずき	北翔大学大学院 生涯スポーツ学研究科 修士課程
9	松本 実	sports it works
10	村田 優太郎	北翔大学大学院 生涯スポーツ学研究科 修士課程
	<運営委員>	
11	飯塚 邦明	(株)東大能力研修舎
12	鈴木 典	日本大学スポーツ科学部
13	竹田 唯史	北翔大学
14	三浦 哲	新潟県健康づくり・スポーツ医科学センター
15	森 敏	東海大学
16	山本 敬三	北翔大学
17	渡部 和彦	広島大学名誉教授
	<運営スタッフ>	
18	渡辺 祥平	北翔大学生涯スポーツ学部
19	出口 達稀	北翔大学生涯スポーツ学部
20	河田 愛翔	北翔大学生涯スポーツ学部
21	笹岡 凌匠	北翔大学生涯スポーツ学部
22	橋本 祈垂	北翔大学生涯スポーツ学部



Rodby

MADE IN SWEDEN

www.rodby.com



株式会社メソン

1080 MOTION™



生涯スポーツ学科

令和8年4月開設予定（設置届出中）



SPRING. 2026
START
///

OPEN CAMPUS
2025

7/27 日

9/27 土

12/7 日

2026 3/14 土

