

## 共同研究プロジェクト

# パフォーマンス向上のための一考察 ～クロスカントリースキー競技 事例報告1～

## <中間報告>

石濱慎司 後藤篤志 韓一栄 嶋谷誠司

### 要 旨

本研究は、クロスカントリースキー競技選手の持久的パフォーマンス向上を目的とし、クラシカル走法における、血中乳酸測定と画像分析を用いた簡易的フィードバックの有効性について検討した。

対象者は、K大学スキー部に所属するクロスカントリースキー競技者3名とした。フィールドテスト1のLT滑走テストは、走行タイムを短縮する漸増負荷法を用いて、三線法より血中乳酸濃度が急激に上昇するLT1とLT2を求めた。その結果、大学競技者A選手のLT1は、16.1km/h滑走時に2.0mmol/L、心拍数135拍/分を示し、LT2は19.8km/h滑走時に3.5mmol/L、163拍/分を示した。フィールドテスト2の画像分析は、ローラースキー滑走中の映像を用い、開始をポールの接地から、終了を次のポールの接地までを1サイクルとした。その画像を11分割してスティックピクチャーを作成し、ナショナルチームのM選手と大学競技者を比較した。その結果、キネマティックの特徴を明確に確認することができた。

これらのことからLT滑走テストの実施は、クラシカル走法においても可能であることが確認できた。また、簡易的な画像分析においても十分滑走技術を確認することができた。以上のことより、これらのデータをもとに現状分析とトレーニングの指標を作成し、競技パフォーマンスを向上させることができると考えられる。

**Key Words** クロスカントリースキー選手 LT滑走テスト 乳酸  
キネマティック

## I. 緒言

スポーツ庁の鈴木プラン<sup>2)</sup>では、国際競技力向上のための今後の支援方針が示された。そのなかには、1.中長期の強化戦略プランの実効化を支援するシステムの確立、2.ハイパフォーマンスセンターの機能強化、3.アスリート発掘への支援強化、4.女性トップアスリートへの支援強化、5.ハイパフォーマンス統括人材育成への支援強化、6.東京大会に向けた戦略的支援などがある。これらは国際大会に出場するような選手のためだけに必要なのではなく、この国際競技レベルに到達するためには、高校・大学生選手においても、パフォーマンス向上のためのトレーニング強化の取組みとスポーツ医・科学サポートおよび、情報戦略の高度化などが必要とされる。

これまでクロスカントリースキー競技選手のパフォーマンス向上のために、ローラースキーのLT滑走テストによる血中乳酸濃度の測定をおこなってきた。このLT滑走テストは、スケーティング走法でのみ実施しており、クラシカル走法ではおこなっていない。そこで本研究では、大学生を対象としたクロスカントリースキー競技選手のパフォーマンス向上を目的とし、以下の二つの測定を実施した。フィールドテスト1は、持久的能力を評価するためのLT滑走テストから血中乳酸濃度を測定することである。これは選手の主観的感覚と生理学的指標である客観を一致させることでおこなった<sup>5)</sup>。フィールドテスト2は、あらゆる指導の現場においてスポーツ選手の技能向上のために画像分析が用いられることが多く、得られた画像から身体動作を解析し、選手へフィードバックすることである<sup>4)</sup>。そこで画像分析による簡易的な滑走技術のフィードバックを試みた。

これらの方法を実施することにより、パフォーマンス向上のためのトレーニング強化の取組みや情報戦略として、選手へのフィードバックの有効性を検討することを目的とした。

## II. 方法

### 1. 対象者

対象者は、K大学スキー部に所属するクロスカントリースキー競技者3名とした(表1)。なおフィールドテスト2においては、ナショナルチームに所属するM選手1名を比較対象とした。

### 2. 測定項目

#### 1) フィールドテスト1

フィールドにおけるLT滑走テストは、400mの陸上競技トラックを使用し、走行タイムを短縮する漸増負荷法を用いた<sup>1,3)</sup>。テストは1セット目のスピードを14km/hから開始し、その後のセットは1km/hづつスピードを増加させた。ペースは、自転車によるペースメーカーに続き滑走した。テスト中止の基準は、対象者が設定スピードで滑走できなくなった時点とした<sup>1)</sup>。なお滑走方法は、ローラースキーを装着しクラシカル走法でおこなった。

血中乳酸濃度測定および分析<sup>3)</sup>は、800m滑走後指尖より採血し、その後直ちに乳酸分析器Lactate Pro(京都第一科学社製)により分析をおこなった。分析は、三線法による評価によっておこない、京都第一科学社の乳酸値分析ソフトMEQNET LT Manager(京都第一科学社製)を使用した。この三線法から、運動開始から乳酸の増加が一定でなくなるポイント

表1. 対象者の身体的特徴

対象者	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)
A	22	170.0	54.4
B	19	171.5	62.9
C	19	173.0	68.8
M(NT)	27	172.0	74.0

SAJHP参照：<http://www.ski-japan.or.jp/teamsnowjapan/CC/2019>

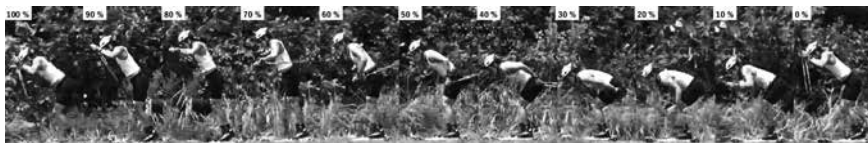
をLT1とし、運動後半から運動終了に向けて急激に乳酸が上昇し始めるポイントをLT2として求めた。

心拍数の測定は、ハートレートモニター（ポラル社製）を用いて記録した。

## 2) フィールドテスト2

カメラによる映像は、クラシカル走法のダブルポーリング技術とした。分析は、開始をポールの接地から、終了を次のポールの接地までを1サイクルとした画像を11分割し（図1）、キネマティクス的手法を用いておこなった<sup>6)</sup>。

### M選手（ナショナルチーム）



### C選手（大学競技者）



図1. M選手とC選手のダブルポーリング技術の画像比較

## Ⅲ. 結果および考察

### 1. LT滑走テストにおける血中乳酸濃度と心拍数の変化

ローラースキーを用いて、スケーティング走法によるLT滑走テスト<sup>1)</sup>をおこなってきたが、これまでと同様の実施方法でクラシカル走法による測定をおこない、以下のような結果を得ることができた。図2には、滑走

テスト中の血中乳酸濃度の変化を三線法によって分析したグラフを示した。大学競技者A選手におけるLT1は16.1km/h滑走時に2.0mmol/L、心拍数135拍/分を示し、LT2は19.8km/h滑走時に3.5mmol/L、163拍/分を示した。図3には、A選手の滑走テスト中の心拍数変化を示し、表2には各選手のLT1、LT2時の血中乳酸濃度と心拍数を示した。

以上のことよりクラシカル走法のテストの結果は、これまで報告してきたスケーティング走法でのテストの値と近似しており、結果に妥当性があると考えられる。よってこのLT滑走テストは、ローラースキーにおけるクラシカル走法においてもパフォーマンスを評価する上で有効であることが示唆された。

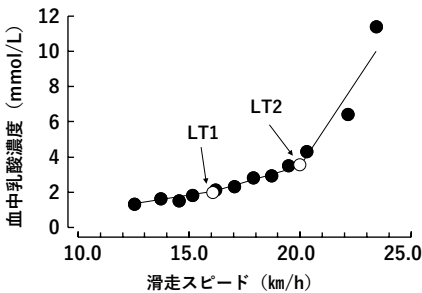


図2. 三線法によるA選手の血中乳酸値の変化

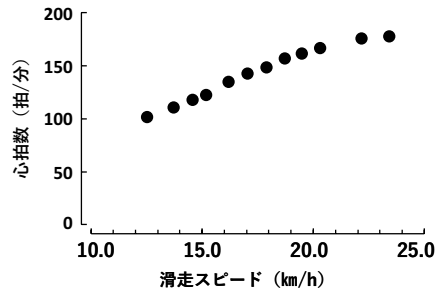


図3. A選手の滑走中の心拍変化

表2. LT1, LT2のスピードと心拍数

対象者	LT1	スピード (km/h)	心拍数 (拍/分)
	LT2 (mmol/L)		
A	2.0	16.1	135
	3.5	19.8	163
B	1.7	14.9	140
	5.3	23.6	185
C	1.7	14.5	124
	3.6	19.3	152

## 2. キネマティクスの特徴

図4は、ナショナルチームM選手と大学競技者C選手のクラシカル走法におけるダブルポリング技術の比較を11分割した画像である。この分割画像をPCに取り込み、パワーポイントで①ストックの先端、②グリップ先端、③肘、④肩、⑤大転子、⑥膝、⑦足首、⑧つま先の各部位をポイントとして、スティックピクチャーを作成した。

M選手と比較をおこなった結果、加速期においては肘、股関節の角度、ストックのプッシュのタイミング、足首の角度、前方への重心移動の違いが確認できた。また、図5は、足首を基準として滑走時のグリップ位置の軌跡をM選手と大学競技選手で比較した。その結果、ストックを突いた時のグリップ位置、腕の動かし方などがグリップの移動軌跡に違いがみられることがわかった。

これらのことより、簡易的な画像分析においても十分に技術进行分析ことができ、スティックピクチャーとして処理することでより明確な分析となった。

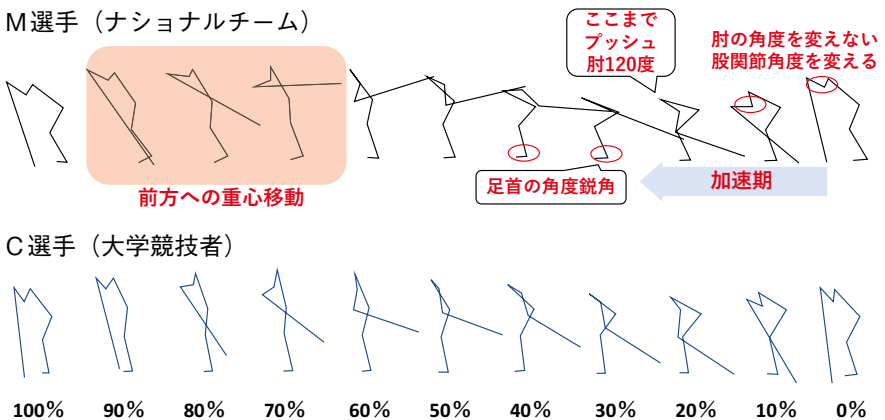


図4. M選手とC選手のキネマティクスの特徴



図5. グリップ位置の移動軌跡

#### IV. 今後の展望

今回の報告したLT滑走テストによる血中乳酸濃度のLT1, LT2をもとにクラシカル走法の競技レベルの確認やトレーニング強度・時間・頻度を設定することができると思われる。また、今回実施した画像分析は、簡易的であるが、比較をおこなう上でも十分明確であることがわかった。例えば、キネマティックな特徴からストックワークのトレーニングは、図6のような腕エルゴメーターを使用することにより、技術的な改善ができると思われる。これらのことは、効果的に競技パフォーマンスを向上させるための一助となることが考えられる。



図6. 腕エルゴメーターを使用したトレーニング方法

## V. 参考文献

- 1) 石濱慎司, 石井哲次, 田中幸雄 (2010) 「縦断的LTテストの結果とクロスカントリースキースキー選手のパフォーマンスの関連性について」, 日本体育学会第61回大会抄録集138.
- 2) スポーツ庁「競技力強化のための今後の支援方針（鈴木プラン）」  
[http://www.mext.go.jp/sports/b\\_menu/sports/mcatetop07/list/detail/1377938.htm](http://www.mext.go.jp/sports/b_menu/sports/mcatetop07/list/detail/1377938.htm) (2019年9月28日)
- 3) 大後栄治, 石井哲次, 石濱慎司, 植田三夫, 弘卓三 (2000) 「神奈川県箱根駅伝優勝チームの有酸素性作業能力とLSDトレーニング」, 神奈川体育学会紀要 体育研究34号: 19-23.
- 4) 玉木徹, 牛山幸彦, 八坂剛史 (2005) 「スポーツ選手の技能向上のための動画像処理とその実用化」, 電子情報通信学会誌, 電子情報通信学会技術研究報告. PRMU, パターン認識・メディア理解 105 (415), 13-18.
- 5) 八田秀雄 (2016) 『乳酸をどう活かすかⅡ』, 杏林書院.
- 6) 藤田善也, 石毛勇介, 吉岡伸輔, 衣笠竜太, 土屋純 (2011) 「クロスカントリースキースキーのスタート局面におけるクラシカル走法の技術の特徴」, スポーツ科学研究, 8, 3-11.