

ゲート滑走時のアルペントーンと テレマークターンの比較

高 村 直 成 村 井 剛
永 嶋 秀 敏 渡 邊 仁
福 島 邦 男

はじめに

テレマークスキーは、19世紀にノルウェー南部のテレマーク地方でソンドレ・ノルハイムによって生み出されたもので、大きく左右の足の前後差をとったテレマークターンと、サイドカーブのあるスキーに踵の上がるケーブルビンディングを使用するという特徴があった²⁾。このテレマーク技術は、アルペンスキーの隆盛とともに、幻の技術となってしまうが、1970年代にアメリカにおいて自然回帰のムーブメントとともにモダンテレマークとして復活し、現在では多くの愛好者がいる。かつてテレマーク技術が衰退していった一つの要因として、斜面滑降時の安定性が挙げられる。踵の固定されていないテレマークスキーに比べ、ビンディングのヒールピースによってブーツの踵がスキーに固定されたアルペンスキーは斜面滑降時の安定性に優れており、開発が進みリフトなどのスキーヤーを輸送する手段が発達することで、スキーは斜面を下る道具としての意味合いが強くなっていったという時代的な背景が影響を及ぼしたといえる。テレマークスキーに関しての技術的な研究は少なく、清水ら^{3) 4)}によるテレマークスキーロボットの開発や、影山ら¹⁾によるテレマークスキー滑走中の歪み分布などが報告されている程度である。本研究班⁵⁾は、テレマークスキー滑走中の筋電図測定によって滑走中の運動解析を行い、テレマークスキーによる小回り技術の分析を試みた。それにより、テレマークスキーのターンのコントロールには、回転内側のスキー操作が重要であるという影山¹⁾の報告を筋活動の面からも支持する結果を得た。この結果は、アルペンスキー滑走時の回転外側のスキー操作を主とするターン技術とテレマークスキーのターン技術とは異なっていることを示すものである。

本稿では、斜面滑降時のアルペンターンの優位性をゲート滑走時のアルペンターン技術とテレマークターン技術を比較することで明らかにすることを目的とする。

方 法

(1) 被 験 者

被験者は、テレマークスキー競技歴15年の競技者で、日本テレマークスキー協会公認シリーズレース4位入賞、ワールドカップ、世界選手権等の国際大会出場経験のある熟練した男性（被験者1、年齢48歳、身長173cm、体重73kg）、およびアルペンスキー経験25年、全日本スキー連盟公認スキー指導員でテレマークスキー経験は8年の男性（被験者2、年齢36歳、身長173cm、体重66kg）の計2名である。

(2) スキー用具

実験に使用したスキー用具は以下のとおりである。

被験者1 ブーツ：クリスピ NTN EVO スキー：エラン Race GSX Worldcup 176cm

被験者2 ブーツ：ガルモント エナジー スキー：オガサカ KC-RV 165cm

(3) 測定実施日時と雪面状況

測定日時は2013年3月13日であった。天候は晴れ。雪面状況は、圧雪車によって整備された雪面であった。

(4) 実験計測条件

測定には、菅平高原スキー場表ダボスゲレンデ、ダボスイーストコースを用いた。大回りの規制は、平均斜度16度の整備された緩斜面に、スタートとゴールの間に20m間隔で斜面下から見て右側の旗門を結んだ線を基準に左に5mの振り幅で5本の可倒式ポールを設置しコースを設定した。同様に、小回りの規制はスタートとゴールの間に10m間隔で斜面下から見て右側の旗門を結んだ線を基準に左に2.5mの振り幅で11本のブラシマーカーを設置した。図1にコースセッティングの概念図を示す。左側が大回りのセッティング、右側が小回りのセッティングである。それぞれは、同時にセットされたものではなく、大回りの測定終了後に、同一斜面に改めて小回り用のセッティングをしたものである。

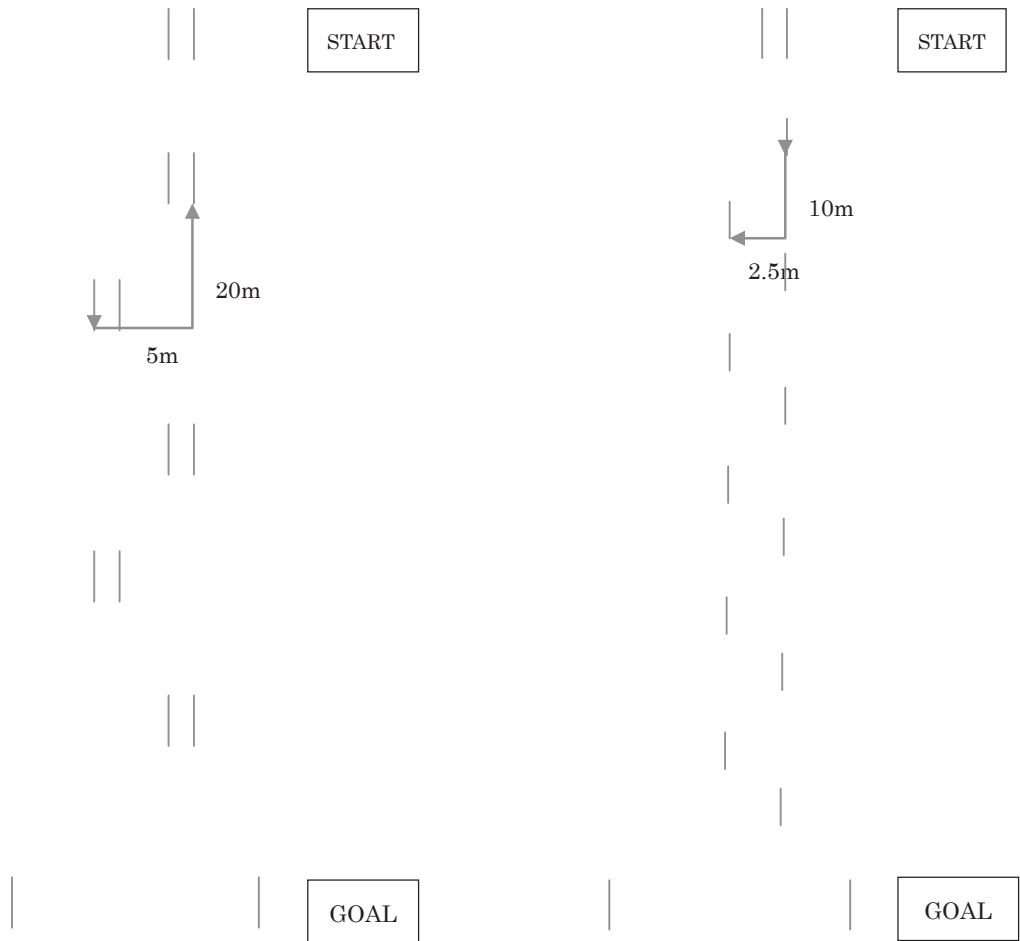


図1 コース概念図

(5) 試 技

ウォーミングアップ滑走ののち、被験者ごとにテレマークターン、アルペンターンを交互に3回、計6回の試技を測定した。各試技の間には、スノーモービルでの移動を含む約6分の間隔があった。

(6) 測 定

スタートからゴールまで光電管（プロワータイミングシステム）を用い時間測定を行った。計測は被験者自身がスタートバーを切った時点から計時が開始され、ゴールでは被験者の脛の部分が光軸を通過した時点で計時が終了する方式とした。



写真1 テレメータピッカ装着位置

筋電位の測定に、多チャンネルテレメータシステム WEB-7000（日本光電工業株式会社製）を使用した。テレメータピッカ（電極）は、測定する筋肉部位の皮膚をアルコール綿で拭き、乾いたのちに専用のEMG粘着テープによって装着した。筋電位はテレメータピッカより無線信号として被験者にベルトで固定されたバイオリピーターZB-700H（日本光電工業株式会社製）により受信され、さらに受信機ZR-700H（日本光電工業株式会社製）へ無線にて伝播された。受信された信号を受信機（ZR-700H）にてAD変換後、USB経由にてパーソナルコンピュータCC-700H（DELL社製）に保存した。サンプリング周波数は1kHz、フィルタ特性は15～500Hzとした。

被験筋（テレメータピッカ装着部位）は、テレマークスキー技術の特徴やアルペンスキー技術を考慮して、外側広筋（左右）と、前脛骨筋（左右）とした。

電極の貼付は、それぞれ筋出力と振幅が対応関係にあることを確認しながら筋腹付近とした（写真1）。

(7) 筋電図解析区間の決定

筋電図解析はターンの安定性を考慮し大回り滑走試技のみ行った。また、解析区間はゲート通過時を基準として前後0.5秒について、最大筋収縮時の筋活動量を基準として%RMSを算出した。図2にアルペンターン滑走時の筋電図波形、図3にテレマークターン時の筋電図波形を示す。各ターンのグラフ内の網掛け部分が左右ターンの解析区間を示している。写真2に測定場面を示す。被験者は右ターンを行い第三旗門を通過している。

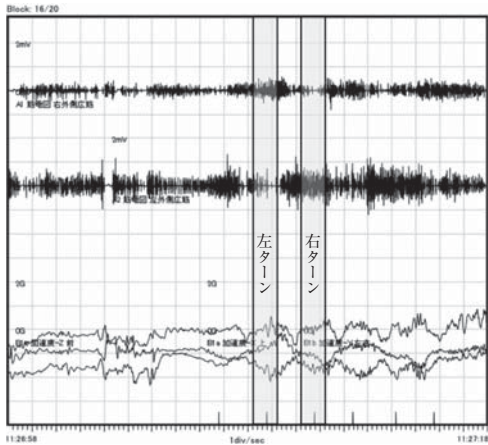


図2 アルペンターン時の筋電図波形

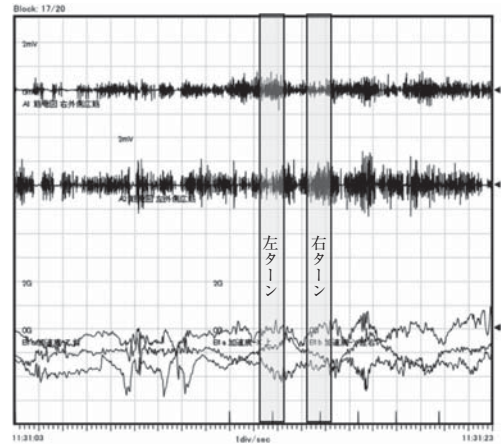


図3 テレマークターン時の筋電図波形



写真2 測定場面

(8) データ解析・統計

筋電図データは、専用ソフト (QP-700H ver.03-02) を使用して分析を行った。また、統計には IBM SPSS Statistics 22.0 を使用し、滑走時間の平均についてウィルコクソンの符号順位検定を行った。

結果と考察

(1) 滑走時間の比較

各技術の滑走時間の平均を大回り和小回りそれぞれで算出した (表1)。ウィルコクソンの符

表1 各技術の滑走時間の平均と標準偏差

	大回り		小回り [†]	
	テレマーク	アルペン	テレマーク	アルペン
mean	13.28	12.52	18.00	16.36
SD	1.63	0.74	1.17	1.03

†P < 1.00

号順位検定を行った結果、小回りにおいてのみ、テレマーク、アルペン各技術の滑走時間の差に有意傾向が認められた。

滑走時間については、大回りにおいてアルペントーンとテレマークターンには統計的に有意な差は認められなかったものの、アルペントーンの滑走時間が短くなる傾向が見て取れた。これは、予備実験でも同様の結果が得られており、今回、二つの滑走技術の違いに統計的には有意な結果が得られなかったことは、各3試技、2名の合計でも各技術6試技とサンプル数が少ないことも要因として考えられる。今後は試技数を増やすことで統計的にも有意差となって表れる可能性を含むといえる。このことは、同一ゲートセッティングにおける滑走でのアルペントーン技術の優位性を示すものであり、今後二つの技術の違いがより明確になり、アルペントーン技術をテレマークでのゲート滑走の技術に応用することができれば、テレマークターンにおけるゲート滑走時の技術向上につながると考えられる。小回りにおいて有意傾向が見られた点については、被験者2の小回り技術の熟練度によるところが大きいと考えられる。影山¹⁾や本研究班⁵⁾が行った研究においては、小回り時においては内脚の操作が重要であることが明らかとなっている。しかし、踵が自由になるテレマークビンディングを用いてテレマーク姿勢をとりながら内脚の小指側のエッジを有効に使うことは、テレマークターンの習得段階においては一つの技術的な壁であり、この技術を正しく習得していない場合、特に小回りにおいて安定して速いターンのリズムを維持することは難しい。テレマークスキー経験の比較的浅い被験者2にとって、特にアルペントーンの優位性が顕著であり、滑走時間に差が出たことがこの結果に影響を与えているものと考えられる。

(2) 筋電図解析の結果

筋電図解析は第2試技（アルペントーン）、第3試技（テレマークターン）について安定した波形が得られた被験者1の左右外側広筋についてのみ比較を行った。各技術、左右ターンの% RMSを表2に示した。

筋電図解析から示唆される点としては、先行研究においては小回り時にテレマークターンで

表2 各技術のゲート通過時における外側広筋% RMS

	左ターン		右ターン	
	テレマーク	アルペン	テレマーク	アルペン
右外側広筋 % RMS	66.86	58.07	42.74	26.55
左外側広筋 % RMS	48.58	31.86	74.41	61.74

はターン内脚となる大腿の外側広筋の活動が先行するターン外脚の外側広筋よりも活発であったが、大回りにおいては外脚の活動が優位であることが示唆された。このことは、ズレをコントロールすることがポイントとなる小回りに比べ、大回りにおいてはよりエッジに乗ったカービング要素が強まる傾向がある点が要因として考えられる。このことは、滑走者のコメントからも明らかとなっており、特に大回りにおいては、回転外側のスキーで雪面をとらえる意識が強いと述べている。アルペンターンにおいても同様に、左ターンにおいては回転外側の脚である右外側広筋の活動が優位であり、右ターンにおいては、回転外側の脚である左外側広筋の活動が優位であった。しかし、テレマークターンと比較した場合、回転外側の脚の活動量はアルペンターン時のほうが低いといえ、このことは、テレマークターンに比較して、アルペンターンにおいては荷重配分が必ずしも回転外脚中心ではなく、より回転内脚への荷重配分がなされているということがうかがえる。また、アルペンターンにおいては、テレマークターンに比べ膝関節の屈曲が少ないため、両脚で体重を保持している点と合わせて考えると、姿勢保持における外側広筋の活動量が比較的低いことが特徴として説明できる。しかし、この結果が、ゲート滑走時におけるアルペンターンの優位性を十分に特徴づけているとはいえ、この点については、切り換えのタイミング、角付け量、荷重配分などからさらに検討を加える必要があるといえる。

付記：本実験にあたり、菅平高原ハーレスキーリゾート並びに、ホテルダボスタカシマヤ、レストハウスアイランドの協力を得た。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 影山義光・八島健司・布目靖則・高村直成・青木清隆・水口 潔 (2007) テレマーク・スキー滑走中の歪み分布—テレマーク・ターンとアルペン・ターンの違い—, スキー研究 4-1 : 1-13.
- 2) 日本テレマークスキー協会技術委員会 (2002) 日本テレマークスキー教程. 山と溪谷社. 東京.
- 3) 清水史郎・長谷川健二 (2009) テレマークスキーロボットの開発—股関節の屈曲と伸展および股関

- 節の内旋によるブルークターンモデル，スキー研究 6-1：9-14.
- 4) 清水史郎・長谷川健二・野尻奈央子 (2010) テレマークスキーロボットの開発—膝関節の屈曲と伸展によるパラレルターンモデル，スキー研究 7-1：21-26.
- 5) 高村直成・影山義光・布目靖則・村井 剛・永嶋秀敏・渡邊 仁・福島邦男 (2012) テレマークスキー滑走中の筋電図の測定—多チャンネルテレメータシステムによる小回りの測定—，中央大学保健体育研究所紀要 30号：79-86.