

アルペンスキー競技技術系種目における女子選手の滑走特性

－急斜面を対象としたレース分析－

近 藤 雄一郎^{*1}

(2022年9月27日 受付)

本研究は女子選手を対象とした大回転競技及び回転競技のレース分析の結果から、技術系種目としての競技成績に応じた滑走特性と課題について明らかにすることを目的とした。研究の結果、上位群と中位群の間にはタイム分析による有意差は認められなかったが、中位群の旗門間の移動軌跡が上位群よりも次旗門に近く、旗門下部でオーバーランする滑走ラインとなっていることや旗門通過時の両スキー先端の方向は斜面下方向を向いており、シェーレンの発生数も多い傾向から、ターン及び切り換えを始動する位置を現状よりも次旗門に対して上部に改善することを中位群の課題として位置づけた。また、中位群と下位群の間には両競技において「急斜面区間タイム」で有意な差が生じており、大回転競技では「ターン後半平均所要タイム」と「雪煙の上がっている平均タイム」でも有意な差が認められた。下位群の滑走ラインは旗門通過後の山回りが深く旗門から離れた滑走ラインとなっており、旗門通過時の両スキー先端の方向は斜面下方向を向いており、シェーレンの発生数も多い傾向があったことから、旗門通過後の過度なエッジングを抑制することを下位群の課題として位置づけた。

キーワード：アルペンスキー・女子選手・レース分析

1. 緒言

アルペンスキー競技とは、旗門で規制されたコースをより速く滑走し、滑走タイムを競い合うスキー競技である。競技種目は、回転及び大回転による技術系種目と、スーパー大回転及び滑降による高速系種目に大別される。競技で計測される滑走タイムは、競技パフォーマンスの指標となることから、レースに関するタイム分析により、選手の諸特徴を明らかにするための有益な情

^{*1}福井大学学術研究院教育・人文社会系部門教員養成領域

報を得ることができる。そのため、タイム分析を含めたレース分析に関する研究成果は国内外で蓄積されつつある。

世界トップレベルの選手が競い合うワールドカップを対象とした先行研究として、Bilić and Mijanović (2008) は1本目及び2本目の競技における3か所のラップタイム（スタートから中間計時1・中間計時1から中間計時2・中間計2からゴール）とトータルタイムの相関について検討し、特に中間計時2からゴールまでのラップタイムとトータルタイムとの間に強い相関が認められたことを報告している。中里ら (2017) は、2015-2016シーズンに開催されたワールドカップ苗場大会における上位30名のタイム分析を行い、ウェーブなどの大きな斜面変化部分及びスルーゲート部分がタイム差の生じやすい区間として挙げられ、滑走タイム全体の向上のためにはウェーブを処理する技術と合わせて、スキーを雪面から離さないなどのターン技術の向上を指摘している。

コンチネンタルカテゴリー（アジア大陸圏）のレース分析を行った堀田と井口 (2013) は、急斜面における2ターンを対象として、滑走する選手のスキーの軌跡に基づくターン後半のカービング区間（両スキーの軌跡にブレが少なく直線的にスキーが滑走している部分）の割合とターン1・2における区間タイムの相関関係を検討した結果、2つのターンで両者の間に有意な負の相関関係が認められたことを報告している（ターン1： $r=-.73$ 、ターン2： $r=-.66$ ）。このことから、競技レベルの高い選手ほどターン後半におけるカービングの割合が高く、ターン後半の所要時間が短いことで、区間タイムが速くなっていると考察している。同じく、コンチネンタルカテゴリーのレース分析を行った三浦ら (2015) は、緩斜面、中斜面、急斜面の順で構成されるレースコースの区間タイムについて分析を行った。その結果、レース全体タイムとの相関ではコース中間部の中斜面区間タイムの間に強い相関 ($r=.89$) が認められ、斜面間タイムとの相関ではコース上部の緩斜面区間タイムとそれに続く中斜面区間タイムの間に中程度の相関 ($r=.69$) が認められたことから、より速いタイムで滑走するための要因としてスタートからの緩斜面区間での速度と中斜面そのもののターンによるタイム差を示した。

国内最高峰のレースである全日本選手権を対象としたレース分析を行った竹田と近藤 (2013) は、成績上位・中位・下位ごとにタイム分析を試み、スタートからゴールまでのトータルタイム、コース上部の緩斜面、コース中盤の急斜面、コース下部の中斜面の全ての区間タイムで分析対象群間に有意差が認められたことから、上位選手ほどスタート直後の緩斜面の滑走スピードを、続く急・中斜面につなげることができたことが影響していたと考察し、緩斜面区間の重要性を示している。

以上のように、アルペンスキー競技のタイム分析に関する研究は蓄積されつつあるが、これらの先行研究は男子選手を対象とした研究であり、女子選手を対象としたタイム分析に関する研究は非常に少ない状況にある。スポーツ基本計画では「国内外の女性スポーツに関する情報の収集、データベース化を行うとともに、女性特有の課題解決に向けた調査研究を行うなどの取組を推進し、支援の充実に努める」ことが謳われている（文部科学省，2017）。そこで、日本スポーツ振興

センターや中央競技団体、各大学等が女性アスリート強化のための支援体制を構築している。全日本スキー連盟では日本スポーツ振興センター委託事業として「女性アスリートの強化支援」に取り組んでいるが、アルペンスキー競技の女子選手に関しては十分な支援が得られていない現状があり、国際的競技力の向上のためにも多角的な強化支援が必要な状況である。このような状況を受けて、筆者はこれまで、女子選手を対象とした回転種目及び大回転種目に関するレース分析を実施してきた（近藤〔2021, 2022〕）。

そこで、本研究は女子選手を対象とした大回転競技及び回転競技のレース分析の結果から、技術系種目としての競技成績に応じた滑走特性と課題について明らかにすることを目的とする。

2. 方法

2-1. 分析対象レース及び分析対象者

本研究の分析対象レースは、2021年3月にサッポロテイネ（北海道）で開催された第92回宮様スキー大会国際競技大会における女子大回転競技1本目及び女子回転競技1本目とした。両種目とも、コースコンディションは降雪によるミディアムの雪質であったが、排雪されたコース上は水が撒かれたハードバックされた雪面状況であり、全競技者の滑走を通じて大きなコースの掘れはなかった。

分析対象者は大回転競技で29名（全出場者36名）であり、女子回転競技で20名（全出場者24名）であった。なお、分析対象者は、1本目競技を完走し、大きな減速を伴う失敗のなかった者としている。この分析対象者を1本目競技の成績に準じて、1-7位までの者を上位群、8-15位までを中位群、16位以下を下位群としてカテゴリー区分し、分析を進めた。

2-2. 分析内容

両競技共通して、「タイム」「滑走ライン」「スキー操作」の3つの観点から、競技成績に準ずるカテゴリー毎に分析を実施した。各観点の分析内容について、以下に論述する。なお、本研究では分析対象区間を急斜面^{注1)}に限定していることを断っておく。

2-2-1. タイム分析

タイム分析の方法は、分析対象レースをデジタルビデオカメラ（W870M；Panasonic社製：60fps）を用いて、コース正面からズーム・パンニングにより選手の滑走を撮影した。そして、撮影した動画をAVCHD形式ファイルとしてPCに取り込み、動作分析ソフト「ダートフィッシュ」（ダートフィッシュ社）の「タギング機能」を使用し、タイムの算出を行った。本研究で用いたダートフィッシュのタギング機能とは、分析映像を任意の場面で一時停止し、「1旗門目」「2旗門目」…のように予め項目作成した情報タグを映像停止位置につけることで映像再生時間を記録し、前後の情報タグをつけた間の時間を自動計算する機能である。

タイム分析では、「トータルタイム」「急斜面区間タイム」「ターン前半及び後半の平均所要タ

イム」「雪煙の上がっている平均タイム」について分析を行った。「トータルタイム」については、公式結果に基づきスタートからゴールまでのタイム（大回転競技：29 旗門，回転競技：53 旗門）の比較を行った。

「急斜面区間タイム」については，大回転競技では4旗門目に接触してから12旗門目に接触するまで，回転競技では12旗門目に接触してから29旗門目に接触するまでのタイムについて比較を行った。

「ターン前半及び後半の平均所要タイム」については，大回転競技では急斜面区間内の7ターン，回転競技では急斜面区間内の15ターンにおけるターン前後半の平均所要タイムの比較を行った。なお，雪面に対し滑走面がフラットの状態から（回転競技では切り換えでストックを突いてから）旗門に接触するまでをターン前半とした。また，旗門接触から雪面に対して滑走面がフラットになる（回転競技では切り換えでストックを突く）までをターン後半とした。

「雪煙の上がっている平均タイム」については，エッジングによる雪煙の昇り始めから昇り終わりまでの平均タイムについて比較を行った。

各タイム分析項目における3群間の差については，一元配置分散分析を行い，F値に有意な差が認められた項目について多重比較検定（Schffe's F test）を行った（ $p < 0.05$ ）。統計処理については，statcel3（柳井〔2004〕）を使用して分析を行った。ただし，本研究は実践的に検討を進める研究であることから，各分析対象群のサンプル数が少数であることを前提とした統計処理となることを断っておく。

2-2-2. 滑走ライン分析

滑走ライン分析では，デジタルビデオカメラ（W870M，W570M；Panasonic社製：60fps）を用いて，コース正面から「急斜面上部」「急斜面下部」の2カ所を対象として，三脚を使用してズーム・パンニングせずに選手の滑走を撮影した映像を用いて分析を行った。撮影範囲は，大回転競技では急斜面上部が4旗門，急斜面下部が3旗門であり，回転競技では急斜面上部が8旗門，急斜面下部を7旗門（スルーゲート1旗門含む）であった。撮影した動画をPCに取り込み，動作分析ソフト「ダートフィッシュ」の「ストロモーション機能」を使用して，各区間の撮影範囲における滑走者の連続静止画を作成した。滑走ラインは，ストロモーション機能による連続静止画を用いて滑走者のターン外側のブーツの軌跡を線で繋ぐことで作図した。

2-2-3. スキー操作分析

スキー操作分析では，タイム分析で用いた映像における，大回転競技では急斜面上部及び下部共に2ターン，回転競技では急斜面上部が8ターン，急斜面下部が6ターンについて，旗門通過時及び旗門通過後に一時停止し，映像を拡大表示しながらスキーの先端の方向とシェーレン^{注2)}発生の有無を評価した。旗門通過時の両スキーの先端の方向については，大回転競技では通過する旗門の2本のポールを結んだ線に対して直角に交わる線を基準とし，回転競技ではシングルポールでのレースであったため通過する旗門と次旗門の位置関係を基準として，両スキーの先端の方

向を評価した。

3. 結果

3-1. タイム分析結果

タイム分析の結果として、表1に大回転競技、表2に回転競技におけるタイム分析結果を示す。

「トータルタイム」及び「急斜面区間タイム」については、両競技共に上位群と中位群の間には有意差は認められず、上位群と下位群、中位群と下位群の間に有意差が認められた ($p < 0.01$)。

「ターン前半及び後半の平均所要タイム」における「ターン前半平均所要タイム」について、大回転競技では上位群と下位群の間に有意差 ($p < 0.05$) が認められたが、回転競技では各群間に有意差は認められなかった。「ターン後半平均所要タイム」について、大回転競技では上位群と下位群 ($p < 0.01$)、中位群と下位群 ($p < 0.05$) の間に有意差が認められた。一方、回転競技では上位群と下位群の間にのみ有意差 ($p < 0.05$) が認められた。

「雪煙の上がっている平均タイム」について、大回転競技では上位群と下位群、中位群と下位群

表1 大回転競技タイム分析結果

トータルタイム		トータルタイム (sec.)			
分析対象群		トータルタイム (sec.)			
上位群 (n=7)		43.24 ± 0.70	n.s.	**	p<0.01**
中位群 (n=8)		44.88 ± 0.34			
下位群 (n=14)		47.19 ± 1.80			
急斜面区間タイム		急斜面区間タイム (sec.)			
分析対象群		急斜面区間タイム (sec.)			
上位群 (n=7)		13.70 ± 0.30	n.s.	**	p<0.01**
中位群 (n=8)		14.25 ± 0.20			
下位群 (n=14)		15.37 ± 0.82			
ターン前半平均所要タイム		ターン前半平均所要タイム (sec.)			
分析対象群		ターン前半平均所要タイム (sec.)			
上位群 (n=7)		0.81 ± 0.06	n.s.	*	p<0.05*
中位群 (n=8)		0.83 ± 0.04			
下位群 (n=14)		0.90 ± 0.08			
ターン後半平均所要タイム		ターン後半平均所要タイム (sec.)			
分析対象群		ターン後半平均所要タイム (sec.)			
上位群 (n=7)		0.90 ± 0.05	n.s.	**	p<0.01**, p<0.05*
中位群 (n=8)		0.95 ± 0.05			
下位群 (n=14)		1.02 ± 0.05			
雪煙の上がっている平均タイム		雪煙の上がっている平均タイム (sec.)			
分析対象群		雪煙の上がっている平均タイム (sec.)			
上位群 (n=7)		1.20 ± 0.03	n.s.	**	p<0.01**
中位群 (n=8)		1.28 ± 0.04			
下位群 (n=14)		1.41 ± 0.11			

表2 回転競技タイム分析結果

トータルタイム		トータルタイム (sec.)			
分析対象群		トータルタイム (sec.)			
上位群 (n=7)		46.03 ± 0.33	n.s.	**	p<0.01**
中位群 (n=8)		47.81 ± 0.76			
下位群 (n=5)		52.43 ± 3.55			
急斜面区間タイム		急斜面区間タイム (sec.)			
分析対象群		急斜面区間タイム (sec.)			
上位群 (n=7)		14.94 ± 0.23	n.s.	**	p<0.01**
中位群 (n=8)		15.45 ± 0.32			
下位群 (n=5)		17.12 ± 1.13			
ターン前半平均所要タイム		ターン前半平均所要タイム (sec.)			
分析対象群		ターン前半平均所要タイム (sec.)			
上位群 (n=7)		0.75 ± 0.03	n.s.	n.s.	
中位群 (n=8)		0.74 ± 0.06			
下位群 (n=5)		0.80 ± 0.06			
ターン後半平均所要タイム		ターン後半平均所要タイム (sec.)			
分析対象群		ターン後半平均所要タイム (sec.)			
上位群 (n=7)		0.37 ± 0.02	n.s.	*	p<0.05*
中位群 (n=8)		0.43 ± 0.07			
下位群 (n=5)		0.47 ± 0.04			
雪煙の上がっている平均タイム		雪煙の上がっている平均タイム (sec.)			
分析対象群		雪煙の上がっている平均タイム (sec.)			
上位群 (n=7)		0.51 ± 0.04	n.s.	**	p<0.01**
中位群 (n=8)		0.58 ± 0.03			
下位群 (n=5)		0.65 ± 0.11			

の間に有意差 ($p < 0.01$) が認められたが、回転競技では上位群と下位群の間にのみ有意差 ($p < 0.01$) が認められた。

3-2. 滑走ライン分析結果

滑走ライン分析の結果として、図1に大回転競技における急斜面上部及び下部、図2に回転競技における急斜面上部及び下部の各群の急斜面区間タイムの平均値に最も近い選手の滑走ラインを例示する。

両競技共通して上位群の滑走ラインと比較すると、中位群の滑走ラインは旗門間の移動軌跡が上位群よりも次旗門に近く、旗門下部でオーバーランする滑走ラインとなっていた。また、下位群の滑走ラインは旗門通過後の山回りが深く旗門から離れた滑走ラインとなっていた。

3-3. スキー操作分析結果

スキー操作分析の結果として、表3に大回転競技、表4に回転競技のスキー操作分析結果を示す。上位群の選手は多くのターンで旗門通過時に両スキーの先端が次の旗門方向に向けられており、旗門通過後のシェーレンの発生が少ないのに対して、中位群及び下位群の選手の旗門通過時の両スキー先端の方向は斜面下方向を向いており、シェーレンの発生数も多い傾向があった。

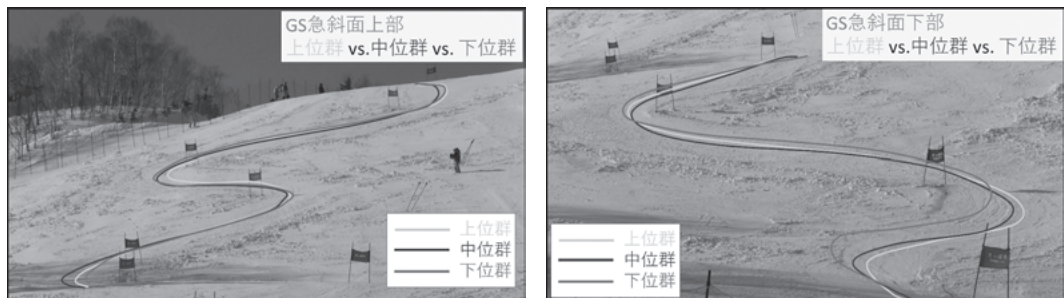


図1 大回転競技滑走ライン分析結果

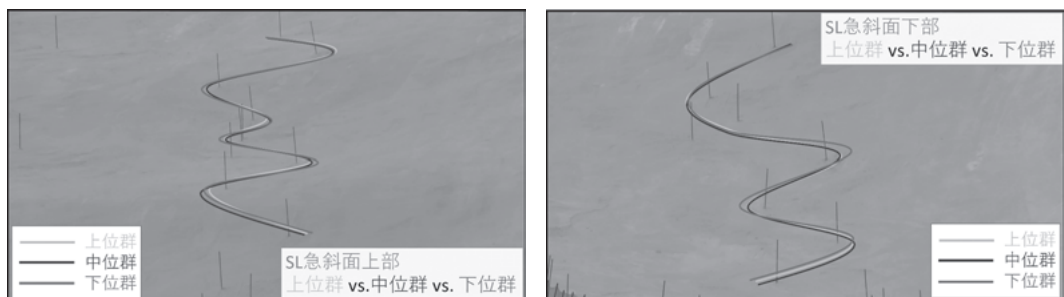


図2 回転競技滑走ライン分析結果

表3 大回転競技スキー操作分析結果

カテゴリー 及びBIB No.	急斜面上部					急斜面下部				
	Gate1	Gate2	次旗門	下	シェーレン	Gate1	Gate2	次旗門	下	シェーレン
BIB1	次旗門：シ	下	1	1	1	下	下	0	2	0
BIB2	次旗門	次旗門	2	0	0	次旗門	次旗門	2	0	0
BIB3	次旗門	次旗門	2	0	0	下	次旗門	1	1	0
BIB4	次旗門：シ	次旗門	2	0	1	次旗門	次旗門	2	0	0
BIB5	次旗門	次旗門	2	0	0	下	次旗門	1	1	0
BIB6	次旗門	下	1	1	0	次旗門	次旗門	2	0	0
BIB10	次旗門：シ	次旗門	2	0	1	下	次旗門	1	1	0
		平均値	1.7	0.3	0.4		平均値	1.3	0.7	0.0
中位群	急斜面上部					急斜面下部				
BIB8	次旗門：シ	下	1	1	1	次旗門：シ	次旗門	2	0	1
BIB9	下	下	0	2	0	次旗門：シ	次旗門：シ	2	0	2
BIB11	次旗門	次旗門	2	0	0	次旗門：シ	次旗門	2	0	1
BIB13	下	下	0	2	0	下	下：シ	0	2	1
BIB15	次旗門	下	1	1	0	次旗門	次旗門	2	0	0
BIB16	次旗門：シ	下	1	1	1	下：シ	次旗門：シ	1	1	2
BIB19	次旗門：シ	下	1	1	1	下：シ	下：シ	0	2	2
BIB23	次旗門	次旗門	2	0	0	次旗門	次旗門：シ	2	0	1
		平均値	1.0	1.0	0.4		平均値	1.4	0.6	1.3
下位群	急斜面上部					急斜面下部				
BIB7	次旗門：シ	下	1	1	1	下	下	0	2	0
BIB14	次旗門：シ	下	1	1	1	下	下	0	2	0
BIB18	次旗門	下	1	1	0	次旗門：シ	次旗門：シ	2	0	2
BIB21	次旗門：シ	下	1	1	1	次旗門：シ	次旗門	2	0	1
BIB22	次旗門	下	1	1	0	下	下	0	2	0
BIB25	次旗門	下：シ	1	1	1	下	次旗門	1	1	0
BIB26	次旗門：シ	次旗門：シ	2	0	2	下	次旗門：シ	1	1	1
BIB28	下	次旗門	1	1	0	下	次旗門	1	1	0
BIB29	下	次旗門	1	1	0	下	下	0	2	0
BIB30	下	下	0	2	0	下	次旗門	1	1	0
BIB31	次旗門：シ	下	1	1	1	下	下	0	2	0
BIB32	次旗門	次旗門	2	0	0	次旗門：シ	次旗門：シ	2	0	2
BIB33	下	次旗門	1	1	0	次旗門	次旗門	2	0	0
BIB34	次旗門	次旗門	2	0	0	次旗門	次旗門	2	0	0
BIB35	次旗門：シ	次旗門	2	0	1	下	次旗門	1	1	0
BIB36	次旗門	次旗門	2	0	0	次旗門	次旗門	2	0	0
		平均値	1.3	0.8	0.5		平均値	1.1	0.9	0.4

次旗門：旗門通過時に両スキーの先端が次の旗門方向を向いた状態、下：旗門通過時に両スキーの先端が斜面下方向を向いた状態、シ：シェーレン

4. 考察

4-1. 上位群と中位群の差異について

本研究におけるタイム分析の結果としては、両競技において「急斜面区間タイム」については上位群と中位群の間に有意な差は認められなかった。多くのレース会場（競技コース）では、急斜面後にゴールに向かって中斜面・緩斜面が続くため、急斜面後の斜面における滑走タイムがトータルタイムに影響する可能性が示唆される。また、両競技において上位群と中位群との間には「ターン前半及び後半の平均所要タイム」「雪煙の上がっている平均タイム」でも有意差が認められなかったが、滑走ライン及びスキー操作の面で差異が生じていた。したがって、中位群の選手が技術系種目において上位群にランクアップするためには、ターン始動及び切り換えのタイミングとエッジング時間については大きく改善することを要さないが、ターン及び切り換えを始動する位置が課題となろう。

Ellen (1996), Lisa (1999), ウィズレルら (1999) は、より速く滑走するためのターン始動の位置に関して、「Rise Line」を提起している（図3）。Rise Lineとは、「次にアプローチする旗門

表4 回転競技スキー操作分析結果

カテゴリ 及びBIB No.	急斜面上部											急斜面下部										
	Gate1	Gate2	Gate3	Gate4	Gate5	Gate6	Gate7	Gate8	次旗門	下	シェーレン	Gate1	Gate2	Gate3	Gate4	Gate5	Gate6	次旗門	下	シェーレン		
BIB1	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	8	0	0	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	8	0	0	
BIB4	次旗門・シ	次旗門	下	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	7	1	1	下	次旗門	下	次旗門	下	次旗門	下	次旗門	3	3	0
BIB5	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	8	0	0	下	次旗門	下	次旗門	下	次旗門	下	次旗門	3	3	0
BIB7	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	8	0	0	次旗門	次旗門	下	次旗門	下	次旗門	下	次旗門	4	2	0
BIB8	次旗門	次旗門・シ	下	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	7	1	1	次旗門	次旗門	下	次旗門	下	次旗門	下	次旗門	4	2	0
BIB9	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	8	0	0	次旗門	下	次旗門	下	次旗門	下	次旗門	下	2	4	0
BIB14	次旗門	次旗門・シ	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	8	0	1	次旗門	次旗門	下・シ	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	5	1	1
	平均値											平均値										
	7.7											4.1										
	0.3											2.1										
	0.4											0.1										
順位群	急斜面上部											急斜面下部										
BIB3	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	8	0	0	下	次旗門	下	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	2	2	0
BIB10	次旗門	次旗門	下・シ	次旗門	次旗門・シ	次旗門	次旗門・シ	次旗門	7	1	3	次旗門	下・シ	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	5	1	1
BIB11	次旗門	次旗門	下・シ	下・シ	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	6	2	2	次旗門	下	下	下	下	次旗門	次旗門	次旗門	2	4	0
BIB12	次旗門	次旗門	下・シ	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	7	1	1	次旗門	次旗門	下	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	5	1	0
BIB13	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	8	0	0	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	6	0	0
BIB17	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	下	7	1	0	下	次旗門	下	次旗門	下	下	下	2	4	1
BIB18	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	7	0	0	次旗門	下	下・シ	下	下	下	下	下	1	5	1
BIB19	次旗門	次旗門	下	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	下	6	2	0	下	次旗門	下	下	下	下	下	1	5	0
	平均値											平均値										
	7.1											3.1										
	0.9											2.9										
	0.8											0.4										
選手群	急斜面上部											急斜面下部										
BIB15	次旗門	次旗門・シ	次旗門・シ	下	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	7	1	2	次旗門	下・シ	次旗門	次旗門	次旗門	下	次旗門	次旗門	4	2	1
BIB16	下	次旗門	下	下	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	5	3	0	下	下	下	下	下	下	次旗門	次旗門	1	5	0
BIB21	下・シ	次旗門	下・シ	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	6	2	2	次旗門	次旗門	次旗門・シ	次旗門	下・シ	次旗門・シ	次旗門	次旗門	5	1	1
BIB22	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門・シ	次旗門	次旗門	次旗門・シ	次旗門	8	0	2	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	6	0	0
BIB23	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	8	0	0	次旗門	下	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	次旗門	5	1	0
	平均値											平均値										
	6.8											4.2										
	1.2											1.8										
	1.2											0.4										

次旗門：旗門通過時に向スキーの先端が次の旗門方向を向いた状態。 下：旗門通過時に向スキーの先端が斜面下方向を向いた状態。 シ：シェーレン

の上に伸びているフォールライン」のことを指しており、この Rise Line 上でターンを始動することが理想とされている。図3に示すように、Rise Line 上でターンを始動した場合でも、旗門との位置関係によってターンの質は異なる。Ellen (1996) はターン始動の位置が旗門よりも遠過ぎる場合 (図3 [c]) や近過ぎる場合 (図3 [b]) には、スキーが横ズレを起こしたり、必要以上に丸く大きなターン弧になるなどの弊害を指摘している。中位群の選手にみられる、旗門通過時の両スキー先端の方向が斜面下方向を向いている場合には、図3 [b] のような滑走ラインとなりやすくなる。その結果、旗門通過点を基準としたターン弧の落差が大きくなることで、次の旗門にターン弧を合わせるために、急激な方向転換によりシェーレンが生じたり、過剰なエッジング (加重) により減速要素を生じることとなる。したがって、現状よりも次旗門に対して上部からターン及び切り換えを始動することで、旗門通過時に両スキーの先端を次旗門方向に向ける余裕が生まれ、旗門通過後のシェーレンを抑制しながらオーバーランすることなく、タイムロスの少ない滑走ラインによって滑走することが可能となると考えられる。

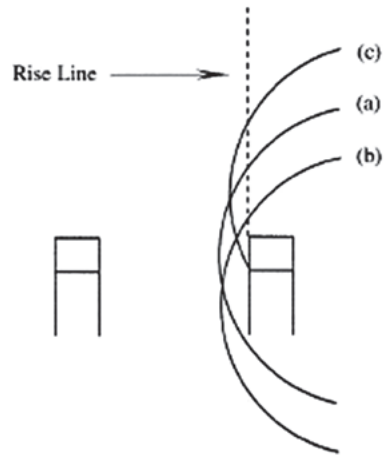


図3 Rise Line (Ellen, 1996)

このことにより、より高い急斜面での滑走スピードを得ることにつながり、急斜面後の斜面での滑走にスピードを活かすことにつながろう。

4-2. 中位群と下位群の差異について

本研究におけるタイム分析の結果としては、両競技において「急斜面区間タイム」について中位群と下位群の間に有意な差が認められた。つまり、このことは下位群の選手は中位群の選手と比べて急斜面という1つの斜面パートでもタイムを大きくロスしていることを意味する。旗門通過時の両スキー先端の方向が斜面下方向に向いている傾向にありながら、旗門通過後の滑走ラインが深く山回りしていることは、旗門通過後のエッジング時間が長いこととスキーを斜面横方向にずらしながらターンコントロールしていることによるものと推測される。特に大回転競技においては、「ターン後半平均所要タイム」と「雪煙の上がっている平均タイム」で有意な差が認められたことから、旗門通過後の過度なエッジングを抑制することが下位群の課題として位置づけられる。堀田ら（2013）が、区間タイムとターン後半のカービングの割合に負の相関が認められたことを報告していることから、旗門通過後のターン後半ではスキーのズレに伴う減速は最小限に留める必要があるだろう。回転競技については上記タイム分析項目について有意な差は認められなかったが、旗門通過後の過度なエッジングを改善することで中位群とのタイム差を縮めることに貢献するものと考えられる。

旗門通過後に過度なエッジングが生じたり、ターン後半にスキーをずらしてターンしなければならない要因として、内脚の荷重過多によるシェーレンが多く生じていることが挙げられる。つまり、旗門通過時に斜面下方向を向いていたスキーの先端が次のターン方向を向くまでには時間を要することになり、その間もスキーは滑走を続けることから、ターン後半のターン弧が大きく膨らみオーバーランすることとなる。このオーバーランをしたままでは次の旗門を通過できなくなってしまうため、旗門通過可能な滑走ラインに戻すために行う内脚荷重過多の過度なエッジング操作による減速がタイムロスに繋がっていたと推察される。中川ら（2015）やThomas et al.（2017）は、大回転種目における圧力インソールを活用してターン時の足圧荷重について分析を行った結果、方向転換を伴うターン中は内脚と比較して外脚の荷重配分が大きいことを報告している。したがって、外脚を主体とした荷重動作により旗門通過後のエッジング時間を短縮することで、下位群にみられた旗門から離れた滑走ラインも改善されよう。

5. 結 言

本研究は女子選手を対象とした大回転競技及び回転競技のレース分析の結果から、技術系種目における競技成績に応じた滑走特性を明らかにすることを目的とした。

研究の結果、上位群と中位群の間にはタイム分析による有意差は認められなかったが、中位群の旗門間の移動軌跡が上位群よりも次旗門に近く、旗門下部でオーバーランする滑走ラインや旗門通過時の両スキー先端の方向は斜面下方向を向いており、シェーレンの発生数も多い傾向から、ターン及び切り換えを始動する位置を現状よりも次旗門に対して上部に改善することを中位群の課題として位置づけた。

また、中位群と下位群の間には両競技において「急斜面区間タイム」で有意な差が生じており、大回転競技では「ターン後半平均所要タイム」と「雪煙の上がっている平均タイム」でも有意な差が認められた。下位群の滑走ラインは旗門通過後の山回りが深く旗門から離れた滑走ラインとなっており、旗門通過時の両スキー先端の方向は斜面下方向を向いており、シェーレンの発生数も多い傾向があったことから、旗門通過後の過度なエッジングを抑制することを下位群の課題として位置づけた。

本研究では各群の分析対象者の技術動作については検討していないことによる限界はあるが、中位群及び下位群に対して提起した課題を改善することで、各群選手の競技力向上に寄与するものとする。本研究で明らかとなった結果が生じている技術的背景や、提起した課題改善のために必要な技術動作について検討を進めることを今後の課題とする。

謝 辞

本研究は日本学術振興会の科研費若手研究B：課題番号19K19972の助成を受けて実施された。

脚 注

- 1) 本研究では、平均斜度20%未満の区間を「緩斜面」、20%以上40%未満の区間を「中斜面」、40%以上の区間を「急斜面」と定義し分析を行った。
- 2) シェーレンとは、内脚主導のスキー操作により、ターン中盤から後半にかけて、ターン内側のスキーはターン内側へ切れ込むが、外側のスキーは直進性を帯びたままのスキーのトップが開き出した逆ハの字のシザース状態のことを指す。

文 献

- Bilić, Ž. and Mijanović, M. (2008) CAUSALITY OF LAP TIMES WITH TOTAL TIME IN SLALOM. *Acta Kinesiologica*, 2(1), p.52-56.
- Ellen Post Foster. (1996) RACE SKILLS for Alpine Skiing, Turning Point Ski Foundation, p.19,46.
- 堀田朋基, 井口文雄 (2013) FIS・GSレースにおけるターン軌道に関する研究. 日本スキー学会2013年度研究会講演論文集, p.10-12.
- 近藤雄一郎 (2021) アルペンスキー大回転種目におけるレース分析：大学生選手男女の比較. 北陸スポーツ・体育学研究, 2, p.1-7.
- 近藤雄一郎 (2022) アルペンスキー競技回転種目のレース分析に関する研究：女子選手を対象とした急斜面区間における特徴について. 日本体育・スポーツ・健康学会第72回大会予稿集, p.389-390.
- Lisa Feinberg Densmore. (1999) *Ski Faster*, Ragged Mountain Press, p.74-81.
- 三浦哲, 山根真紀, 吉田陽平, 堀田朋基, 結城匡啓 (2015) アルペンスキーFar East Cup大回転競技におけるタイム分析. 日本スキー学会第25回大会講演論文集, p.22-23.
- 文部科学省 (2017) スポーツ基本計画, p.21.
- 中川喜直, 山本敬三, 竹田唯史, 相原博之 (2015) スキーターン中の加重イメージと足圧荷重：GSゲートとフリー滑走のケース. 日本スキー学会2015年度研究会講演論文集, pp.46-49.

- 中里浩介, 石毛勇介, 袴田智子, 田中仁ほか (2017) アルペンスキーワールドカップ苗場大会におけるスラローム競技のタイム分析：1本目Top30を対象として. 日本スキー学会第27回大会講演論文集, p.66-69.
- 竹田唯史, 近藤雄一郎 (2013) アルペンスキーにおけるタイム分析について：第90回全日本スキー選手権大会大回転競技を対象として. 日本スキー学会2013年度研究会講演論文集, p.8-9.
- Thomas Falda-Buscaiot, Frédérique Hintzy, Patrice Rougier, Patrick Lacouture, Nicolas Coulmy. (2017) Influence of slope steepness, foot position and turn phase on plantar pressure distribution during giant slalom alpine ski racing. PLOS ONE 12(5), pp.1-17.
- ウォレン・ウィズレル, デヴィッド・エヴラード [著], グリフ・フォーク, フォーク阿部まり子 [訳] (1999) アスレチックスキーヤー, 株式会社星雲社, p.221-231.
- 柳井久江 (2004) 4stepsエクセル統計, 第2版, 星雲社.