

## アルペンスキー競技大回転種目におけるレース分析

－大学生選手男女の比較－

近藤 雄一郎<sup>1)</sup>

### Research on race analysis in giant slalom of alpine ski competition : Comparison of male and female college student racers

Yuichiro KONDO<sup>1)</sup>

#### Abstract

The purpose of this study was to clarify the technical characteristics of female racers by comparing the male and female college student racers in the Alpine skiing competition. The target races were first run of the first division for women's and third division for men's giant slalom race in the 92nd All Japan Intercollegiate Ski Championship. The target racers were 5 female racers and 4 male racers who were first seed racers and ranked within 10th place in the first run. In the time analysis, the total time of "all slopes" and interval time of "steep slope" and "middle slope" were analyzed. And it compared the average time in the early phase and the lately phase of the turn for 10 turns on a steep slope. In the technical analysis, the directions of the tips of both skis when passing through the gate and the number of turns that scheren occurred after passing through the gate were analyzed for 10 turns on steep slopes.

From the results of the time analysis, it became clear that female racers took a longer time in the lately phase of the turn in the steep slope section than male racers. As a result of the technical analysis, it was found that many female racers tended to have the tip of the ski turned on the fall line when passing the gate. And, after passing the gate, scheren has arisen on many turns. From these results, in order for female racer to reduce the time required in the lately phase of the turn of the steep slope section, the tip of the ski turned on the direction of the next gate when passing the gate and operation of down weight by mainly outside leg were positioned as a technical issue.

本研究はアルペンスキー競技大回転競技における大学生選手男女の比較検討から、女子選手の技術的課題を明らかにすることを目的とした。対象レースは、第92回全日本学生スキー選手権における女子1部及び男子3部の大回転種目1本目とした。対象選手は、第1シードの選手かつ1本目競技10位以内にランクした女子選手群5名、男子選手群4名であった。タイム分析では、「全斜面」のトータルタイムと、「急斜面」及び「中斜面」における区間タイムの比較を行った。また、急斜面区間10ターンを対象として、ターン前半及び後半の平均所要タイムの比較を行った。技術分析では、急斜面区間10ターンを対象として、旗門通過時における両スキーの先端の方向及び旗門通過後のシェーレンが生じたターン数について比較を行った。タイム分析の結果から、女子選手は男子選手と比較して、急斜面区間におけるターン後半の所要時間で長い時間を要していることが明らかになった。技術分析の結果、多くの女子選手は、旗門通過時にスキーの先端が斜面下方向を向いている傾向が認められた。また、旗門通過後は多くのターンでシェーレンが生じていた。これらの結果から、女子選手が急斜面区間の特にターン後半の所要時間を短縮するためには、旗門通過時の次の旗門方向へのスキーの方向付けと外脚を主体とした荷重操作が技術的課題として位置づけられた。

**Key words : Alpine ski competition, Giant slalom, Time analysis, Technical analysis**

1) 福井大学学術研究院教育・人文社会系部門

1) Faculty of Education, Humanities and Social Sciences, University of Fukui

連絡先 近藤雄一郎

福井大学学術研究院教育・人文社会系部門  
〒910-8507 福井県福井市文京3丁目9番1号  
3-9-1, Bunkyo, Fukui, Fukui, 910-8507  
yuichiro@u-fukui.ac.jp

## 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、滑走タイムを競うスキー競技であり、運動結果に基づく客観的な滑走タイムは、競技者のパフォーマンスを評価するための重要な指標として位置づけられる。このことから、幅広い競技レベルを対象としたアルペンスキー競技のタイム分析に関する研究が蓄積されつつある。本研究の対象とする大回転種目<sup>注1)</sup>を対象としたタイム分析の先行研究として、大学生競技者と競技愛好家の同一滑走コースにおけるタイム分析を行った近藤ら(2008)は、両者の差が主として切り換え期のタイム差による影響であることを報告し、ターン終了期の外向姿勢の形成と切り換え期におけるフォールライン方向(斜面の最大傾斜線)への重心移動を重要な技術として位置づけている。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ら(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。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ら(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(両スキーの軌跡にズ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、斜面区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。

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みられない。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。

そこで、本研究はアルペンスキー競技大回転競技における大学生選手男女の比較検討から、女子選手の技術的課題を明らかにすることを目的とした。

## 2. 方法

対象レースは、第92回全日本学生スキー選手権において同一のコースで競技が実施された女子1部及び男子3部の大回転種目1本目とした<sup>注2)</sup>。対象選手は、選手の競技力を客観的に示す全日本スキー連盟が付与するポイント(SAJポイント<sup>注3)</sup>)が出場選手の中で15位以内(第1シード)の選手かつ1本目競技10位以内にランクした女子選手群5名、男子選手群4名であった。

本研究における分析では、タイム分析及び技術分析を実施した。タイム分析の方法について、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、ゴール正面からズーム・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、区間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、スタートからゴールまでの「全斜面」（42 旗門 40 ターン）、コース中盤の「急斜面」（10 旗門 10 ターン）、コース下部の「中斜面」（7 旗門 6 ターン）における区間タイムの比較を行った<sup>注4・5</sup>。区間タイムの算出方法では、選手が各斜面区間における旗門に接触した時点を計測開始及び計測終了として 1 旗門毎のタイムを算出し、算出された旗門間のタイムを合算することで区間タイムを算出した。また、急斜面区間 10 ターンを対象として、ターン前半及び後半の平均所要タイムの比較を行った。ここでは、ターンの切り換えでスキーが雪面に対してフラットになってから、旗門に接触（通過）するまでを「ターン前半」、旗門に接触（通過）してから切り換えでスキーが雪面に対してフラットになるまでを「ターン後半」と規定した（図 1）。この規定に則り、スキーが雪面に対してフラットになった時点を計測開始とし、旗門に接触した時点を計測終了としてターン前半の所要タイムを算出した。同様に、旗門に接触した時点を計測開始とし、スキーが雪面に対してフラットになった時点を計測終了としてターン後半の所要タイムを算出した。タイム分析における各分析項目の女子選手群と男子選手群の間における有意差を検定するために、対応のない t 検定を行った。有意水準は 5% 未満とした。技術分析では、急斜面区間 10 ターンを対象として、旗門通過時における両スキーの

先端の方向及び旗門通過後のシェーレン<sup>注6</sup>が生じたターン数について比較を行った（図 2）。技術分析では、タイム分析で用いた映像を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、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て、両スキーの先端の方向を評価した。

本研究で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分析となることを断っておく。

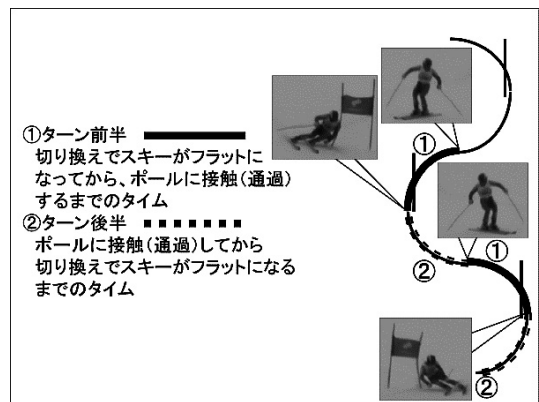


図 1 ターンの局面分類

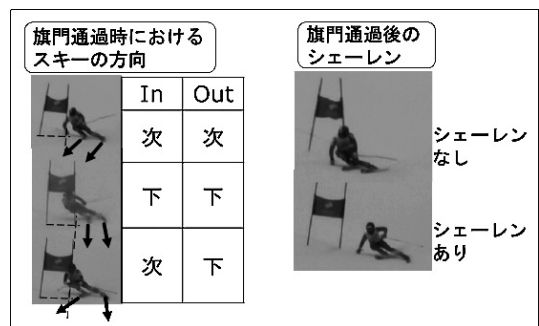


図 2 旗門通過時のスキーの方向と旗門通過後のシェーレンの概要

### 3. 結果

#### 3.1. タイム分析結果

表 1 に、各斜面の区間タイム分析の結果を示す。各区間タイム分析における分析対象群の平均タ

イムについて、「全斜面」では女子選手群が63.64 ± 0.52 秒、男子選手群が61.93 ± 0.19 秒、「急斜面」では女子選手群が15.50 ± 0.27 秒、男子選手群が14.42 ± 0.25 秒、「中斜面」では女子選手群が7.34 ± 0.22 秒、男子選手群が7.40 ± 0.07 秒であった。統計処理の結果、「全斜面」及び「急斜面」において、分析対象群間に有意な差が認められた (p<0.01)。

次に、急斜面区間におけるターン前後半の所要タイム分析の結果を表2に示す。ターン前後半の所要タイムについて、「ターン前半」は女子選手群が0.82 ± 0.10 秒、男子選手群が0.83 ± 0.12 秒、「ターン後半」は女子選手群が0.73 ± 0.11 秒、男

子選手群が0.61 ± 0.11 秒であり、「ターン後半」に関して分析対象群間に有意な差が認められた (p<0.01)。

3.2. 技術分析結果

技術分析における旗門通過時の両スキーの先端の方向について検討した結果を表3に示す。男子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へ方向付けされていたのに対し、女子選手は両スキーまたはターン外側のスキーの先端が斜面下方向を向いている傾向が認められた。また、旗門通過後のシェーレンが生じたターン数(表4)については、女子選手が4.2 ± 0.8 ターン、男子選手が1.5 ± 1.0 ターンと女子選手の方が有意に多くのターンでシェーレンが生じていた (p<0.01)。

表1 各区間所要平均タイム

	女子選手 (n=5)	男子選手 (n=4)	t
全斜面 (sec.)	63.64 ± 0.52	61.93 ± 0.19	6.18**
急斜面 (sec.)	15.50 ± 0.27	14.42 ± 0.25	6.21**
中斜面 (sec.)	7.34 ± 0.22	7.40 ± 0.07	-0.50

\*\* : p < .01 All data are average ± SD

表2 急斜面区間におけるターン前後半所要平均タイム

	女子選手 (n=5)	男子選手 (n=4)	t
ターン前半 (sec.)	0.82 ± 0.10	0.83 ± 0.12	-0.67
ターン後半 (sec.)	0.73 ± 0.11	0.61 ± 0.11	5.19**

\*\* : p < .01 All data are average ± SD

4. 考察

タイム分析の結果から、女子選手は男子選手と比較して、急斜面区間におけるターン後半の所要時間で長い時間を要していることが明らかになった。その原因として、技術分析の結果から、女子選手は旗門通過時の両スキーまたはターン外側のスキーの先端が斜面下方向を向いている傾向が

表3 急斜面区間における旗門通過時のスキー先端の方向

旗門No. (急斜面)	女子選手										男子選手								
	A		B		C		D		E		A		B		C		D		
	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	in	out	
Gate1	次	下	下	下	次	下	下	下	次	下	次	次	次	次	次	次	次	次	下
Gate2	次	次	次	下	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次
Gate3	次	次	次	下	下	下	下	下	次	下	次	次	下	次	次	次	下	下	下
Gate4	次	次	次	次	次	下	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次
Gate5	次	次	次	次	次	下	次	下	次	下	次	次	次	次	次	次	次	次	次
Gate6	次	次	次	次	次	次	次	次	次	下	次	次	次	次	次	次	次	次	次
Gate7	次	次	次	次	下	下	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次
Gate8	次	次	次	次	下	下	次	次	次	下	次	次	次	次	次	次	次	次	次
Gate9	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	下	次	次	次	次	次	次
Gate10	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次	次

表4 急斜面区間における旗門通過後のシェーレンの生じた回数

	女子選手 (n=5)	男子選手 (n=4)	t
シェーレン数(ターン)	4.2 ± 0.8	1.5 ± 1.0	4.42**

\*\* : p < .01 All data are average ± SD

あったことから、旗門通過後のターン弧が旗門下部で膨らむことでタイムロスをしていると考えられる。男子選手のように旗門通過時にスキーの先端が次の旗門方向を向いていることは、その時点でスキーが方向転換されたターン後半の局面に移行していることを意味し、旗門通過後はそのまま次の旗門方向へ滑走するラインを取る事が可能となる。しかし、女子選手のように、旗門通過時にまだスキーの先端が斜面下方向を向いた状態では、まだスキーの方向転換が十分に開始されていないターン中盤の局面と位置づけられ、そこからスキーが方向転換されるターン後半に移行するため、滑走ラインとしては男子選手よりもオーバーランすることとなる。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。本研究の女子選手のように、旗門通過時にスキーの先端が斜面下方向を向いた状態でのター

ンでは、図3(b)のような滑走ラインとなり、理想とされる図3(a)の滑走ラインと比較すると、旗門通過点を基準としたターン弧の落差が大きくなる。したがって、旗門通過後にはオーバーランによるロスを防ぎ、次ターンを始動する局面に早く移行するためにも、旗門通過時にはスキーの先端が次の旗門方向へ方向づけられていることが重要となる。

また、内脚の荷重過多によるシェーレンが男子選手よりも多く生じていることも、旗門通過後のターン弧が大きく膨らむことによるオーバーランに繋がる。シェーレンとは、ターン内側のスキー先端は次のターン方向を向き、ターン外側のスキー先端は斜面下方向を向いた逆ハの字の状態である。したがって、斜面下方向を向いていた外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となる。そして、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過度なエッジング操作を行うこと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。また、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。したがって、外脚を主体とした荷重操作により、旗門通過後にターン弧が大きく膨らむことのない滑走ラインを維持することがタイムロスを防ぐための技術として重要といえる。

以上のことから、女子選手が急斜面区間の特にターン後半の所要時間を短縮するためには、旗門通過時には両スキーの先端が次の旗門方向へ方向づけられた状態をつくることと、主としてターン外側の脚による荷重操作によってシェーレンが生

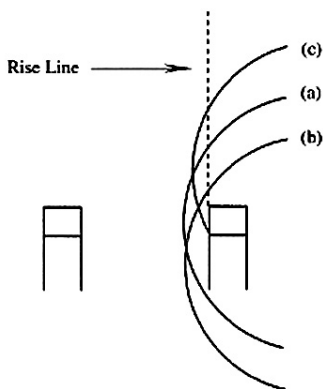


図3 Rise Line (Ellen, 1996)

じることを防ぎ、旗門通過後のターン後半においてターン弧が大きく膨らむオーバーランとならない滑走ラインで滑走することが技術的課題として位置づけられる。

## 5. 結言

本研究は、アルペンスキー競技大回転競技における大学生選手男女の比較検討から、女子選手の技術的課題として以下のことが明らかとなった。

- 1) 急斜面区間におけるターン後半の所要時間で長い時間を要している。
- 2) 旗門通過時にスキーの先端が斜面下方向を向いている傾向がある。
- 3) 旗門通過後の内脚の荷重過多によるシェーレンが多く生じている傾向がある。
- 4) 女子選手の技術的課題として、旗門通過時の次の旗門方向へのスキーの方向付けと外脚を主体とした荷重操作が位置づけられる。

今後の課題として、シニアやジュニアの女子選手を対象とした分析結果を蓄積し、女子選手に共通する技術的諸特徴を明らかにすることや、DLT法などを用いた客観的分析により、より詳細な技術分析を行うことが挙げられる。

## 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) アルペンスキー競技における競技種目は、技術系種目の回転 (Slalom) と大回転 (Giant Slalom)、高速系種目のスーパー大回転 (Super Giant Slalom) と滑降 (Downhill) に大別される。本研究の対象とする大回転種目は、国際スキー連盟の規定するルールの中でコースのスタートからゴールまでの標高差は男子競技が450 m - 250 m、女子競技が400 m - 250 m、コース上に設置される旗門数は標高差の11 - 15%と規定されている。また、「大回転競技は、様々なロングターン、ミディアムターン、スモールターンから成る。選手が旗門間に独自のライン

を自由に選択できるようにするべきである。可能な限り、斜面の幅をフルに活用するべきである。」と規定している (INTERNATIONAL SKI FEDERATION. JOINT REGULATIONS FOR ALPINE SKIING, THE INTERNATIONAL SKI COMPETITION RULES BOOK IV (日本語版), 2018. (<http://saj-wp.appmlj.com/wp-content/uploads/edb0022bb0d882c08a7107768221e869.pdf> (2020年6月11日閲覧))。

- 2) 女子1部大回転競技1本目は8時55分に開始され、スタート地点の気温が2℃、フィニッシュ地点の気温が3℃であった。一方、男子3部大回転競技1本目は10時50分に開始され、スタート地点の気温が4℃、フィニッシュ地点の気温が3℃であった。男女の競技ともに、天候はくもり、雪質はハードであった。競技で使用されたコースは、野沢温泉スキー場 (長野県) カンダハー東コースであり、スタート地点990 m、フィニッシュ地点700 m、標高差290 m、最大斜度53.9%、最小斜度11.1%、平均斜度30.8%であった。男女大回転競技1本目は、42旗門40ターンで実施された。
- 3) SAJポイントとは、全日本スキー連盟公認大会に出場することで付与されるポイントであり、ポイントの数値が低い選手ほど競技力の高い (ランキング上位) の選手となる。本ポイントは、出場したレースのレベルや競技成績、優勝者とのタイム差等によって算出され、当該レースでの優勝者のタイム差から算出される「レースポイント」とそのレースの競技レベルを表す「ペナルティポイント」との和で表される。
- 4) 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。
- 5) 本研究の対象とした競技コースにおけるコース上部の緩斜面は、斜面の起伏が多くあり、コースレイアウトが左右に大きくうねっているため、旗門通過を判断することが困難であったことから、本研究では研究対象区間から除外する

ことを断っておく。

- 6) 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。

## 参考文献

Ellen Post Foster. RACE SKILLS for Alpine Skiing, Turning Point Ski Foundation, 1996, p.19,46.

堀田朋基, 井口文雄. 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. 2013, pp.10-12.

Lisa Feinberg Densmore. Ski Faster, Ragged Mountain Press, 1999, p.74-81.

三浦哲, 山根真紀, 吉田陽平, 堀田朋基, 結城匡啓. 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. 2015, pp.22-23.

近藤雄一郎, 竹田唯史. アルペンスキー競技における運動モルフォロジー的分析. スキー研究. 5 (1). 2008, pp.13-20.

文部科学省. スポーツ基本計画. 2017, p.21.

中川喜直, 山本敬三, 竹田唯史, 相原博之. 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. 2015, pp.46-49.

竹田唯史, 近藤雄一郎. 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. 2013, pp.8-9.

Thomas Falda-Buscaiot, Frédérique Hintzy, Patrice Rougier, Patrick Lacouture, Nicolas Coulmy. Influence of slope steepness, foot position and turn phase on plantar pressure distribution during giant slalom alpine ski racing. PLOS ONE 12(5). 2017, 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]. アスレチックスキーヤー, 株式会社星雲社, 1999, p.221-231.

2020 年 6 月 11 日受付

2020 年 8 月 7 日受理