

GPS によるスノーボード滑走中の移動距離と移動速度について

宮城 修 (大東文化大学スポーツ・健康科学部)

Movement distance and speed during snowboarding using GPS

Osamu MIYAGI

要 旨

本研究ではスノーボードの指導者ライセンスをもつ成年男子を対象にグローバルポジショニングシステム（以下、GPS）によるパフォーマンス分析装置を用いて、スノーボード滑走中における移動距離、移動速度、及び移動軌跡の変化を明らかにし、移動特性について検討することを目的とした。

本研究で使用した GPS の重量は 38g であり、滑走中は専用のベストを着用して固定し、18.8Hz の周波数でデータを取得して移動距離、移動速度および移動軌跡を測定した。移動距離の速度区分については時速 5km 未満、時速 5-14km 未満、時速 14-21km 未満、時速 21-24km 未満、及び時速 24km 以上の 5 つに分類した。

その結果、スノーボードで 2 時間滑走した際の移動距離は $16121 \pm 1715\text{m}$ 、そして 1 分間あたりの移動距離が $134.3 \pm 14.3\text{m}$ であった。速度区分別の移動距離については、5-14 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ の移動距離とその割合が $7814 \pm 1036\text{m}$ と $48.4 \pm 3.3\%$ で最も多く、次いで $24\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上が $3323 \pm 1216\text{m}$ と $20.2 \pm 6.0\%$ であった。なお、滑走中の最高速度は $37.8 \pm 0.4\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ であった。

以上の結果より、スノーボードの指導者ライセンスをもつ成年男子がスノーボードを約 2 時間滑走した際の移動距離は $16121 \pm 1715\text{m}$ であり、 $24\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上の高速度による移動が $3323 \pm 1216\text{m}$ あり、滑走時間の $20.2 \pm 6.0\%$ を占めていることが明らかとなった。

I. 緒言

スノーボードは、スキーと比較すると比較的歴史の浅いスノースポーツである。スノーボードは 1 枚の板に両足を横向きになってバインディングと呼ばれる留め具で足を固定し、体は横向きのまま

で斜面を滑るのに対して、スキーは2本のスキー板と2本のストックを用いて斜面に正対して滑走する⁹⁾。そのため、スノーボードはスキーに比較して、急斜面や不整地の斜面といったさまざまな斜面を高速度で安定して滑走することは難しい⁹⁾。

これまでにスノーボードに関する研究は、外傷予防に関する研究^{6), 8)}や指導法に関する研究⁷⁾が行われてきた。

しかし、スノーボードの滑走中における生理学的応答や移動特性に関する研究は数少ないのが現状である。

このような状況に対処するために我々は前報⁵⁾において、スノーボードの指導者ライセンスをもつ成年男子を対象にして、スノーボード滑走中における心拍数(以下、HR)を指標とした生理学的応答の変化を明らかにし、心拍数-酸素摂取量の関係式からスノーボード滑走中のエネルギー消費量を推定した。

次いで本研究ではGPSによるパフォーマンス分析装置を用いて、滑走中における移動距離、移動速度および移動軌跡の変化を明らかにして、スノーボードの移動特性を明らかにすることを目的とした。

Ⅱ. 方法

1. 対象者

対象者は全日本スキー連盟公認のスノーボード準指導員資格をもつ成年男子1名であった。

2. 測定項目

1) 実験室での測定

身長と体重は身長体重計(TANITA社製;BF220)を用いて測定した。身体組成は空気置換法による体脂肪測定装置(LMI社製;BOD POD)を用いて身体密度を測定して、Brožekらの式¹⁾から体脂肪率を算出し、体脂肪量と除脂肪体重を求めた。

最大酸素摂取量と最大心拍数(以下、HRmax)はトレッドミル走による漸増負荷法により測定した⁶⁾。その際における酸素摂取量の測定は自動代謝測定装置(ミナト医科学社製;AE-310S)、そしてHRの測定は携帯型心拍計(Polar社製;S610i)を用いて行った。

2) スノーボード滑走中の測定

スノーボード滑走中の移動距離、移動速度および移動軌跡は、GPS(EXELIO社製;GPEXE)を用いて測定した。このGPSの重量は38gであり、滑走中は専用のベストを着用して肩甲骨の間に固定した。GPSは18.8Hzの周波数でデータを取得し、滑走中の移動距離、移動速度および移動軌跡を算出した。速度区分については時速5km未満、時速5-14km未満、時速14-21km未満、時速21-24km未満、及び時速24km以上の5つに分類した。

滑走中のHRは、携帯型心拍計(Polar社製;S610i)を用いて5秒毎に記録した。スノーボード

滑走中の測定は2022年2月17日～2月19日の期間中に北海道朝里川温泉スキー場で行い、1日目の午後、2日目の午前と午後、そして3日目の午前と午後を対象にして1回あたり120分間の滑走であった。測定した滑走斜面は朝里川温泉スキー場のパープルコースであり、全長が1100m、そして最大斜度が24度であった。このコースは全日本スキー連盟主催のスノーボード指導員検定会で用いられている斜面であり、リフトの乗車時間は約6分50秒であった。

なお、今回のスノーボードの滑走内容はショートターン、ミドルターン、及びロングターンであった。

Ⅲ. 結果

対象者の身体的特徴は表1に示したとおり、体脂肪率が12.1%、除脂肪体重が59.73kg、最大酸素摂取量が $49.3\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 、及びHRmaxが $172\text{beats} \cdot \text{min}^{-1}$ であった。

表1 対象者の身体的特徴

スノーボード歴	身長	体重	体脂肪率	体脂肪量	除脂肪体重	最大酸素摂取量	HRmax
(年)	(cm)	(kg)	(%)	(kg)	(kg)	($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	($\text{beats} \cdot \text{min}^{-1}$)
16	167.1	67.95	12.1	8.22	59.73	49.3	172

スノーボード滑走中における移動距離と1分間あたりの移動距離は表2に示した。今回のコース斜面を2時間滑走した際の移動距離は $16121 \pm 1715\text{m}$ 、そして1分間あたりの移動距離が $134.3 \pm 14.3\text{m}$ であった。

スノーボード滑走中における移動速度別の移動距離を表3に示した。最も移動距離が多かった速度区分での距離と割合は $5-14\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ の $7814 \pm 1036\text{m}$ と $48.4 \pm 3.3\%$ 、次いで $24\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ 以上の $3323 \pm 1216\text{m}$ と $20.2 \pm 6.0\%$ であり、最も少なかったのは $5\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ 以下の $980 \pm 278\text{m}$ と $6.3 \pm 2.4\%$ であった。

表2 スノーボード滑走中の移動距離

滑走日	移動距離	1分間あたりの移動距離
(日)	(m)	($\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$)
2月17日午後	18546	154.6
2月18日午前	16855	140.5
2月18日午後	14236	118.6
2月19日午前	16185	134.9
2月19日午後	14784	123.2
平均値	16121	134.3
標準偏差	1715	14.3

表 3 スノーボード滑走中における移動速度別の移動距離

滑走日 (日)	5km・h ⁻¹		5-14km・h ⁻¹		14-21km・h ⁻¹		21-24km・h ⁻¹		24km・h ⁻¹		最高速度 km・h ⁻¹
	距離(m)	割合(%)	距離(m)	割合(%)	距離(m)	割合(%)	距離(m)	割合(%)	距離(m)	割合(%)	
2月17日午後	613	3.3	8944	48.2	2334	12.6	2017	10.9	4638	25.0	37.2
2月18日午前	824	4.9	8911	52.9	2056	12.2	1628	9.7	3436	20.4	37.5
2月18日午後	1326	9.3	6793	47.7	2778	19.5	1761	12.4	1578	11.1	38.2
2月19日午前	982	6.1	7069	43.7	2013	12.4	1906	11.8	4215	26.0	37.9
2月19日午後	1156	7.8	7351	49.7	1726	11.7	1805	12.2	2747	18.6	38.1
平均値	980	6.3	7814	48.4	2181	13.7	1823	11.4	3323	20.2	37.8
標準偏差	278	2.4	1036	3.3	397	3.3	147	1.1	1216	6.0	0.4

スノーボード滑走中に測定した HR と最大心拍水準（以下、% HRmax）は表 4 に示したように、 $128.7 \pm 18.9 \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$ と $75.6 \pm 11.1\%$ であった。

表 4 スノーボード滑走中の HR と %HRmax

滑走日 (日)	HR (beats・min ⁻¹)	%HRmax (%)
2月17日午後	129.9±18.2	75.9±11.0
2月18日午前	129.3±18.1	75.3±10.7
2月18日午後	125.9±17.4	73.6±10.8
2月19日午前	127.1±18.3	74.2±11.5
2月19日午後	126.7±18.8	74.3±11.2
平均値±標準偏差	128.7±18.9	75.6±11.1

また、コース斜面を滑った際の移動軌跡と移動速度の 1 例を図 1 に示した。移動距離が 1180m であり、移動速度別の移動距離は 0-5km・h⁻¹ が 29m、5-14km・h⁻¹ が 41m、14-21km・h⁻¹ が 96m、21-24km・h⁻¹ が 196m、及び 24km・h⁻¹ 以上が 819m であった。

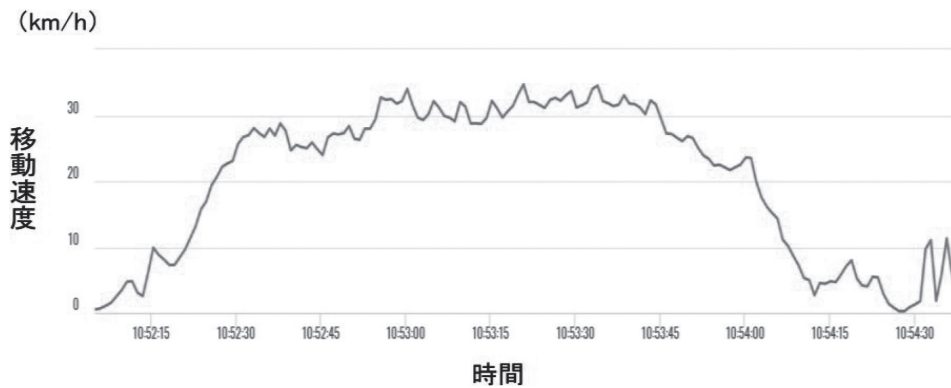
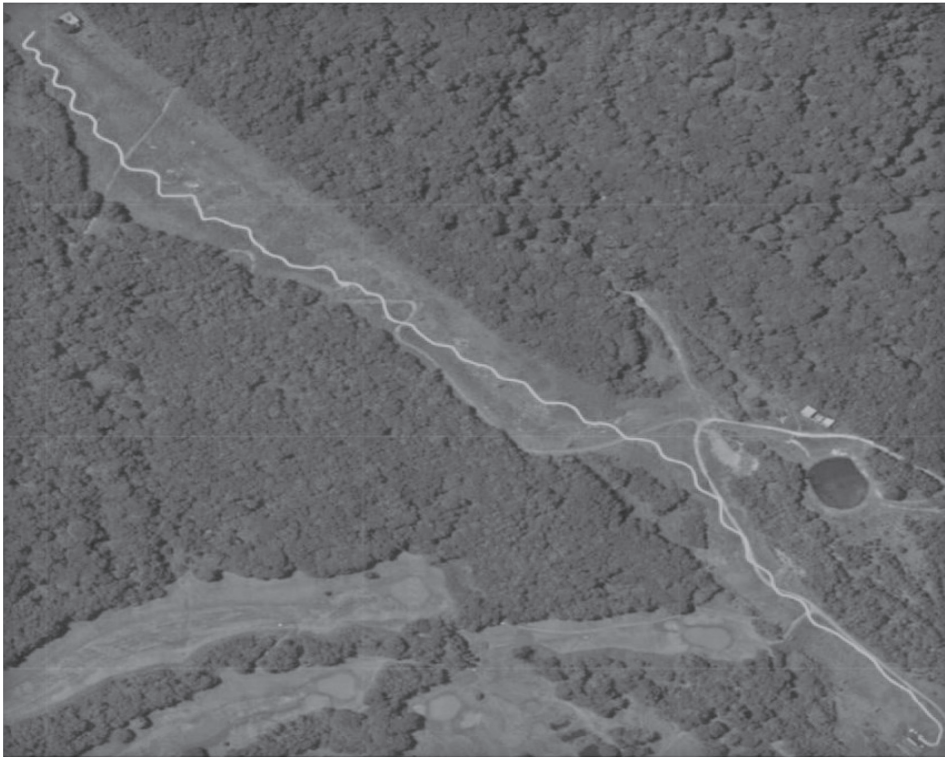


図1 スノーボード滑走中の移動軌跡と移動速度

※滑走中の移動距離は1180mであり、その内訳が0-5km・h⁻¹が29m、5-14km・h⁻¹が41m、14-21km・h⁻¹が96m、21-24km・h⁻¹が196m、24km・h⁻¹以上が819mであった。

IV. 考察

スノーボード滑走中における移動距離と移動速度を明らかにした研究は著者の知る限り、これまでに報告されていないことから、本研究ではGPSを用いて滑走中における移動距離と移動速度を定量化した。その結果、対象としたコース斜面を2時間滑走した際の移動距離は16121±1715m、

そして1分間あたりの移動距離が $134.3 \pm 14.3\text{m}$ であった。このスノーボード滑走中の移動距離が他の競技種目と比較してどの程度の値であるかを検討するため、サッカー選手の1試合における移動距離と比較した⁴⁾。その結果、90分間におけるサッカーの試合では $10777 \pm 503\text{m}$ であったと報告されており、本研究のスノーボード滑走中による移動距離の方が平均値で 5344m 多かった。

スノーボード滑走中における移動速度別の移動距離については、最も移動距離が多かった速度での距離と割合は $5-14\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ の $7814 \pm 1036\text{m}$ と $48.4 \pm 3.3\%$ 、次いで $24\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上の $3323 \pm 1216\text{m}$ と $20.2 \pm 6.0\%$ であり、最も少なかったのは $5\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ 以下の $980 \pm 278\text{m}$ と $6.3 \pm 2.4\%$ であった。この点については、図1に示した本研究で対象としたコース斜面を1回滑り降りた際の移動軌跡と移動速度の1例をみてわかるように、斜面の傾斜や形状に応じてショートターンからロングターンまでを使い分けながら滑走しており、移動速度もターンの大きさにより変動していると考えられる。サッカーやラグビーといった競技では $24\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上の速度はスプリントとして区分され、1試合で約 700m (6%)の移動があったと報告されているが、スノーボードの滑走では $3323 \pm 1216\text{m}$ と $20.2 \pm 6.0\%$ であり、かなり速い速度での移動が多く占めていることがわかった。

また、今回の滑走での最高速度は $37.8 \pm 0.4\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ であり、サッカーやラグビーのような球技では発揮されることのない移動速度である。

スノーボード滑走中の生理学的応答であるHRと%HRmaxは $128.7 \pm 18.9\text{beats}\cdot\text{min}^{-1}$ と $75.6 \pm 11.1\%$ であった。これまでにスノーボード滑走中のHRと%HRmaxの研究は加藤らによって行われており、 $115.7 \pm 13.0\text{beats}\cdot\text{min}^{-1}$ と $57.0 \pm 6.4\%$ であったと報告されている²⁾。両者の結果を比較すると、本研究で得られた値は加藤らに比較してHRが平均で $13\text{beats}\cdot\text{min}^{-1}$ 高く、推定身体活動強度の指標である%HRmaxは18.6%高かった。この点については、本研究の対象者はスノーボードの指導者ライセンスをもつ成年男子であり、加藤らの報告²⁾や松村の報告³⁾に比較して技能レベルの優れていたことが影響していると考えられる。加藤ら²⁾はスキーにおける競技歴からみた心拍数の変動について研究しており、スキー滑走中のHRと%HRmaxの変動についてスキー技能や競技歴の違いによって心拍応答が異なってくることを報告している。このことはスノーボード滑走中においても同様な傾向が生じていると考えられ、すなわち対象者の技能レベルによって異なってくる滑走内容が心拍応答に影響したと推察される。

なお、今後の課題としては、本研究の対象者はスノーボード準指導員資格をもつ成年男子1名であったことから対象者数を増やすこと、そして様々な傾斜や形状の斜面での滑走中における移動特性について検討していきたいと考えている。

V. 要約

本研究ではスノーボードの指導者ライセンスをもつ成年男子を対象にし、GPSを用いて滑走中における移動距離、移動速度および移動軌跡の変化を明らかにして、移動特性を明らかにすることを目的とした。得られた結果は、以下のとおりである。

- 1) スノーボードで2時間滑走した際の移動距離は $16121 \pm 1715\text{m}$ 、そして1分間あたりの移動距離が $134.3 \pm 14.3\text{m}$ であった。
- 2) スノーボード滑走中に最も移動距離が多かった速度区分での距離と割合は $5-14\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ の $7814 \pm 1036\text{m}$ と $48.4 \pm 3.3\%$ 、次いで $24\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上の $3323 \pm 1216\text{m}$ と $20.2 \pm 6.0\%$ であり、最も少なかったのは $5\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ 以下の $980 \pm 278\text{m}$ と $6.3 \pm 2.4\%$ であった。

以上の結果より、スノーボードの指導者ライセンスをもつ成年男子がスノーボードを約2時間滑走した際の移動距離は $16121 \pm 1715\text{m}$ であり、 $24\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上の高速度による移動が $3323 \pm 1216\text{m}$ あり、滑走時間の $20.2 \pm 6.0\%$ を占めていることが明らかとなった。

文献

- 1) Brožek, J., F. Grande, J. T. Anderson and A. Keys: Densitometric analysis of body Composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 110: 113-140, 1963.
- 2) 加藤貴英, 高津浩彰, 伊藤道郎: スキー・スノーボード実習中の心拍応答からみたスキー教育の身体活動強度. *豊田工業高等専門学校研究紀要*, 43: 107-110, 2010.
- 3) 松村悦博: スキー競技における競技歴からみた心拍数の分析. *日本大学芸術学部紀要*, 35: 131-136, 2001.
- 4) 宮城 修, 須佐徹太郎, 北川 薫: サッカー選手の試合中の生理学的特徴および動きの特徴. *デサントスポーツ科学*, 18: 231-238, 1997.
- 5) 宮城 修: 心拍数と酸素摂取量の関係式から推定したスノーボード滑走中のエネルギー消費量. *大東文化大学紀要 人文科学*, 60: 13-19, 2021.
- 6) 森田 啓, 林 容市, 谷合哲行: スノーボードを用いた教養教育. *大学教育学会誌*, 29: 150-154, 2007.
- 7) 中口 博, 藤巻高光, 保谷克巳, 桐野高明, 吉田裕俊, 高橋 誠, 鎌田 實: スノーボードによる頭部外傷. *脳外誌*, 6: 256 ~ 260, 1997.
- 8) 外川重信: 大学体育におけるスノーボードの指導方法・指導体系について—安全で効果的な実施方法を考える—. *田園調布学園大学短期大学部人間文化学科紀要*, 1: 65-76, 2002.
- 9) 公益財団法人全日本スキー連盟: TOTAL SNOWBOARDING 日本スノーボード教程. 山と溪谷社, 初版, 6-25, 2018.