

[原著論文]

ボブスレー競技におけるコンバインテストと競技成績の関係

小口貴久¹⁾

(平成28年11月30日 受理)

Relationship of combine test and performance in bobsleigh

Takahisa OGUCHI (Japan bobsleigh luge and skeleton federation)

Abstract

The purpose of this study was to clarify the validity of the combine test in bobsleigh. Four men and five women who participated in the combine test and Japan push bobsleigh competition were analyzed.

There is no significant correlation between push time and combine test score (men : $r=0.303$, women : $r=0.025$). The highest correlation in relation to the push time and combine test events, men was squat ($r=-0.867$, n.s.) and women was high clean ($r=-0.442$, n.s.). Therefore, it might be necessary to consider the event revision and scoring of combine test. With push time, men's weight showed a significant correlation ($r=-0.951$, $p<0.05$) and lean body mass of men and women showed large negative correlation. Measurement of physical properties may be beneficial for athlete selection.

キーワード : ボブスレー, プッシュタイム, コンバインテスト, 身体特性

1. 緒言

ボブスレーは、ハンドルとブレーキを備えた流線型のそりに乗って滑走する競技である。1924年の第1回オリンピック冬季競技大会(シャモニー・フランス)から正式種目として採用されており、現在は男子二人乗り、女子二人乗り、四人乗り(男女混合可)の3種目がある。

選手は、その側方もしくは後方からそりを前方に押し出して、そりに飛び乗る(Fig.1)。このため、スタートタイムはプッシュタイムとも呼ばれる。そりに乗り込んだ後は、先頭の選手(パイロット)がハンドルでそりを操縦し、最後方の選手(ブレーカー)がゴール後にブレーキをかけてそりを停止させる。滑走タイムは1/100秒まで計測され、2本滑走の合計タイム(世界選手権およびオリンピックは4本)で順位を競う。

ボブスレーに於いて、選手自身の力で加速でき

る局面は、同じそり競技のリージュやスケルトンと同様に、スタートのみである。ボブスレーのプッシュタイムとゴールタイムとの関係に関する研究では、佐藤・鈴木(1998)が、第18回オリンピック冬季競技大会(長野・日本)におけるプッシュタイムとゴールタイムの関係を分析し、男子二人乗り($r=0.92$, $p<0.001$)および男子四人乗り($r=0.93$, $p<0.001$)の両種目とも極めて高い相関関係にあると報告している。また、



Fig.1 Push start of bobsleigh

¹⁾ 日本ボブスレー・リージュ・スケルトン連盟

Brüggemann et al. (1997) は、第 17 回オリンピック冬季競技大会(リレハンメル・ノルウェー)において、ボブスレー男子二人乗りのゴールタイムとプッシュタイムの間の決定係数 ($r^2=0.77$) が、リュージュ男子一人乗りのもの ($r^2=0.55$) よりも高かったと述べている。これらのことから、ボブスレーではプッシュタイムを短縮することが、競技力向上のための 1 つの大きな要因であることがうかがえる。そのため、APAS (Ariel Performance Analysis System) を用いてスタート局面を動作分析した佐藤ほか (1990,1991) のものや、効果的なスタートテクニックの解明をした堀切川・山口 (2005) のものなど、スタート局面に関する様々な研究が行われている。

プッシュタイムを短縮させるためには、選手の体力も重要な要因の 1 つとなる。そのため、選手の体力チェックと選手発掘を目的として、体力テストが各国で行われている。Table1 は、各国の体力テストの一例である。Osbeck et al. (1996) は、アメリカで行われていた 6-item test とローラーボブスレーのプッシュタイムとの関係进行分析し、プッシュタイムとテストの合計点および 5 段跳びを除くすべての種目との間に有意な相関がみられ、特に、30m 走と垂直跳は優れたボブスレー選手の選考に有益であると述べている。

このような体力テストは、諸外国の種目を参考

にしながら日本でも実施されており、ベンチプレスやスクワット、立 5 段跳などが行われてきた。近年では、2014 年度よりコンバインテストとして種目を刷新し、選手の発掘とともにナショナルチームの選考に活用されている。しかし、新しく採用された種目とプッシュタイムとの関係はまだ明らかになっていない。また、選手の身体的特性とプッシュタイムとの関係を検討したものはほとんど見当たらない。

そこで本研究では、ボブスレーのプッシュタイムとコンバインテストについて分析するとともに身体組成に着目し、コンバインテストの妥当性と選手の身体的特性を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1 分析対象競技会および対象選手

2015 年 9 月に長野運動公園で行われたボブスレーコンバインテストおよび同じく 9 月に長野市ボブスレー・リュージュパークで行われた 2015 全日本プッシュボブスレー選手権大会を分析対象とした。

これらのボブスレーコンバインテストおよび全日本プッシュボブスレー選手権に参加した選

Table 1 Fitness test events in each country

Test name	Country	Individual event	The presence or absence of total points
Combine Test	USA	15m run 30m run 45m run 30m fly Broad Jump Shot toss	Yes
Physical test	CAN	15m run 30m run Standing long jump Underhand forward throw medicine ball (Men : 5kg, Women : 4kg)	No
-	LAT	Free acc + 30m run 20m acc + 30m run 20m run 50m run Push bob (5m acc + 30m) Bench press (1RM) Full squat (1RM)	No

手のうち、双方に参加した男子 4 名、女子 5 名を分析対象選手とした。

2. 2 測定方法

2. 2. 1 コンバインテスト

日本ボブスレー・リュージュ・スケルトン連盟の定める開催要項に沿って実施された。

1) 45m 走

スタンディングスタートで 45m を 1 回疾走し、15m, 30m, 45m のタイム測定を行うとともに、15m 地点から 45m 地点までの区間タイム (30m 加速走) を計測。計測には光電管 (Brower Timing system 社製) を使用。

2) 立幅跳

2 回試技のうち成績の良いものをメジャーを用いて計測して記録。

3) フロントスロー

男子 7.26kg, 女子 4.0kg の砲丸を使用し、2 回試技のうち成績の良いものをメジャーを用いて計測して記録。

4) ハイクリーン (1RM)

3 回試技のうち成績の良いものを記録。

5) スクワット (3RM)

3 回試技のうち成績の良いものを記録。

2. 2. 2 プッシュタイム

レールの上でローラーの付いたそりを押し、スタート位置から 10m と 35m 先に光電管 (Brower Timing system 社製) を置いて、その間の 25m のタイムを 100 分の 1 秒まで計測した。なお、基準体重 (男子 100kg, 女子 80kg) よりも軽い選手は、そりに重りを乗せて、そりと身体の総重量がほぼ同じになるように調整を行った。

2. 2. 3 身体組成

マルチ周波数 8 電極体組成計 MC-780A (TANITA 社製) を用いて選手の身体組成計測を行った。測定項目は、体重, BMI (Body mass index), 体脂肪率 (Body fat), 除脂肪体重 (Lean body mass) であった。

2. 3 統計処理

プッシュタイムと各変数の関連性を検討するために、ピアソンの相関係数を用いた。有意水準は 5% 未満とした。

3. 結果および考察

3. 1 プッシュタイムと総合点

Fig.2 は、プッシュタイムとコンバインテストの総合点との関係を示したものである。男女別および男女合同ともに、プッシュタイムとの間に有

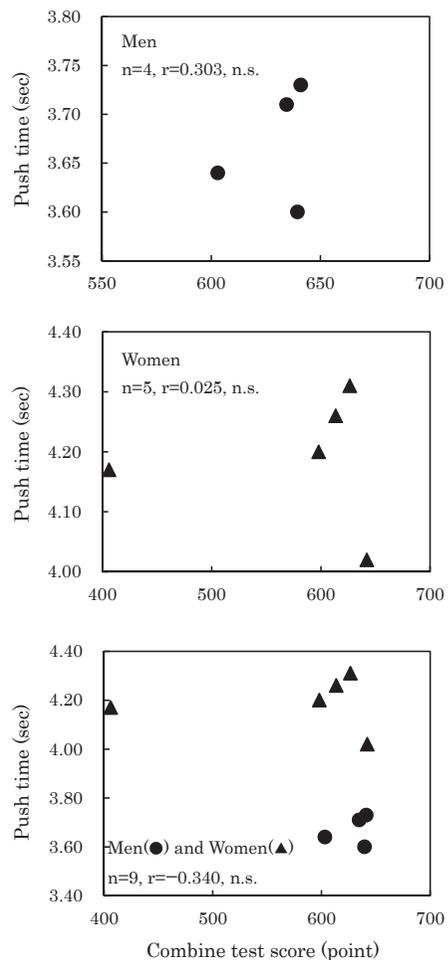


Fig.2 Correlation coefficient between push time and combine test score

意な相関はみられなかった。

日本ボブスレー・リュージュ・スケルトン連盟では、コンバインテストにおける総合点について、男子 600 点、女子 550 点をナショナルチームの条件としている。女子について、0 点となる種目があり 400 点台となった選手がいたため、相関がかなり低くなっているが、その選手を除いた 8 名の選手であっても $r=-0.345$ であったことから、種目の配点の検討も必要かもしれない。この先、男女ともにより多くの選手のデータを収集しながら、検討する必要がある。

3.2 プッシュタイムと種目成績

Table 2 は、プッシュタイムとコンバインテス

トの種目成績との関係をそれぞれ示したものである。男子で最も高い相関を示したものは、スクワット ($r=-0.867$) であり、次いでハイクリーン ($r=-0.856$)、45m 走 ($r=-0.697$) であったが、すべての種目で有意な相関関係はみられなかった。女子で最も高い相関を示したものは、ハイクリーン ($r=-0.442$) であったが、男子と同様にすべての種目で有意な相関関係はみられなかった。

Fig.3 は、プッシュタイムとコンバインテストの種目成績との関係を男女合わせてグラフに表したものである。最も高い相関を示したものはハイクリーン ($r=-0.960$) であり、次いでスクワット ($r=-0.900$) であった。フロントスローを除いて、すべての種目でプッシュタイムと有意

Table 2 Relationship between push time and individual event of combine test

Variable		Mean \pm SD	Range	Correlation
Men (n=4)				
15m run	sec	2.18 \pm 0.05	2.13 – 2.25	-0.637
30m run	sec	3.82 \pm 0.03	3.79 – 3.85	-0.728
45m run	sec	5.40 \pm 0.03	5.37 – 5.44	-0.697
15m acc + 30m run	sec	3.22 \pm 0.02	3.19 – 3.24	0.450
Standing long jump	m	2.88 \pm 0.12	2.70 – 2.99	0.511
Front throw	m	13.51 \pm 0.44	12.88 – 13.91	0.420
High clean	kg	117.5 \pm 3.5	112.5 – 120.0	-0.856
Squat	kg	175.0 \pm 16.8	155.0 – 195.0	-0.867
Women (n=5)				
15m run	sec	2.42 \pm 0.10	2.32 – 2.57	0.194
30m run	sec	4.29 \pm 0.15	4.16 – 4.55	0.040
45m run	sec	6.16 \pm 0.23	6.01 – 6.56	-0.055
15m acc + 30m run	sec	3.74 \pm 0.14	3.65 – 3.99	-0.222
Standing long jump	m	2.36 \pm 0.06	2.29 – 2.44	-0.042
Front throw	m	12.89 \pm 1.30	11.61 – 14.96	-0.169
High clean	kg	77.0 \pm 7.8	70.0 – 90.0	-0.442
Squat	kg	120.0 \pm 9.4	105.0 – 130.0	0.279

* : $p<0.05$

ボブスレー競技におけるコンバインテストと競技成績の関係

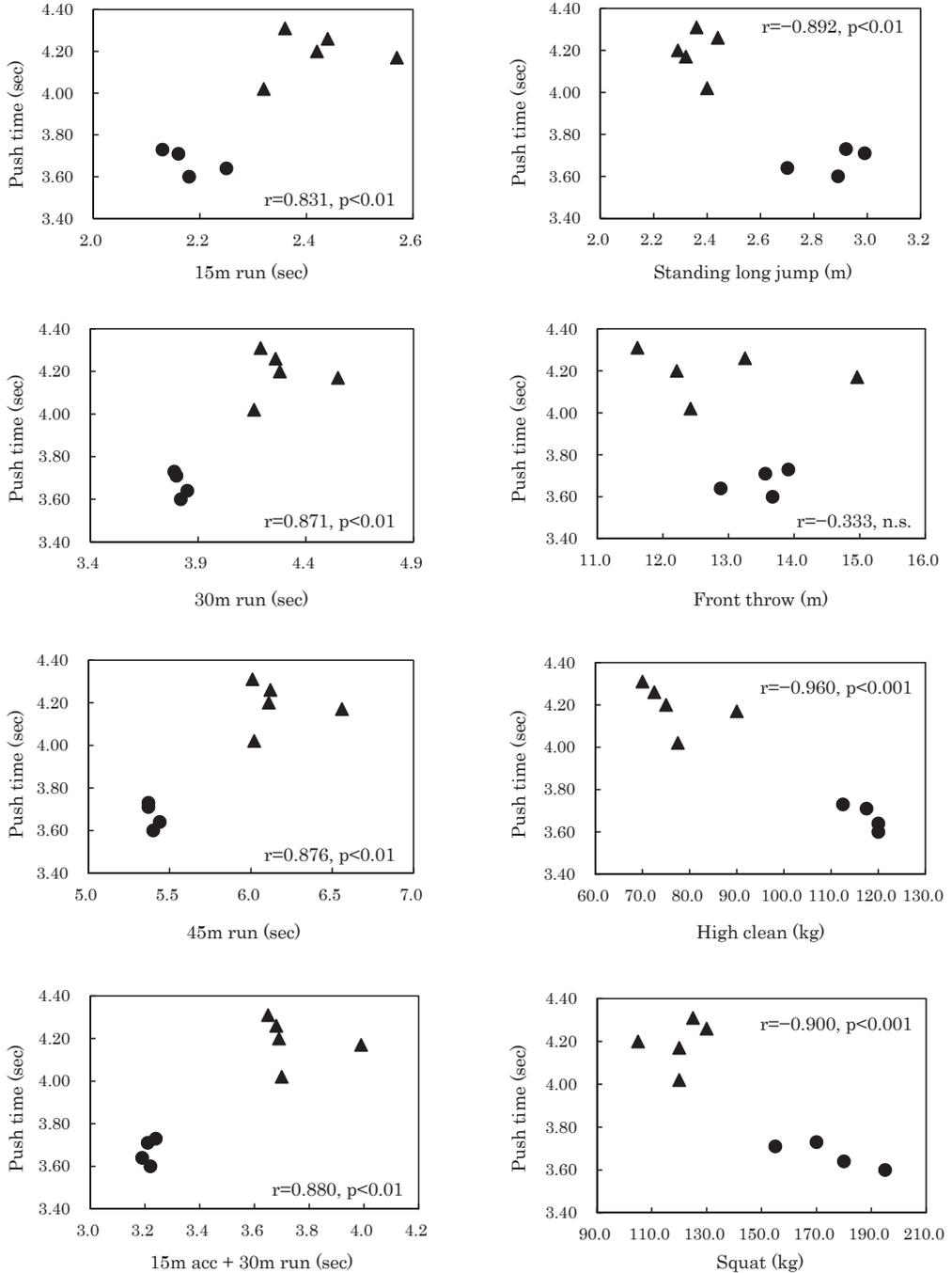


Fig.3 Relationship between push time and individual event of combine test (Men(●) and Women(▲))

な相関関係がみられた。

佐藤ほか（2015）は、ラトビアで用いられている体力テストとプッシュタイムとの関係进行分析し、20m スプリントとベンチプレスについて、プッシュタイムと 1%水準で有意な相関関係がみられ、選手自身の身体を急激に加速させる能力とその加速力をそりに伝えるための上半身の筋力が重要であると述べている。ボブスレーのスタートは、150kg を超えるそりを押し出しながら疾走するため、15m 走や 30m 走といった疾走種目よりも、スクワットやハイクリーンといったパワー発揮種目との相関が大ききな値を示したと考えられる。

本研究では、フロントスローとプッシュタイムとの間に有意な相関関係がみられなかった。金高ほか（2009）は、槍の初速度を高めるためのトレーニング目標と手段の関係を表す中で、「起こし回転能力の向上」のために助走付き 5 段跳びや踏切練習、「下肢から胴体への力の伝達能力の向

上」のためにメディシンボール投げを挙げている。立幅跳 ($r=-0.892$, $P<0.01$) は前述の能力、フロントスロー ($r=-0.333$, n.s.) は後述の能力に相当すると考えられることから、ボブスレーのスタートには下肢のパワーを胴体から上肢に伝達する能力を高めるよりも、股関節や膝関節の伸展による体幹軸の立ち上がり（起こし回転）の能力を高めることが重要であると考えられる。しかし、今回の対象選手の中でオリンピックを経験した選手は男子に 1 名のみであり、競技を始めて 1 年未満の選手もいるとともに、分析対象選手が少ないことの影響が大きく出た可能性がある。今後、より多くの選手のデータを蓄積して、種目の妥当性を検討していくことが必要である。

Osbeck et al. (1996) は、アメリカで行われている 6-item test を分析した際に、6 種目から 4 種目程度に減らして、時間を効果的に利用すべきだと提言するとともに、ナショナルチーム選考時の種目に比べて、選手発掘については種目をな

Table 3 Relationship between physical characteristics and push time

Variable		Mean \pm SD	Range	Correlation
Men (n=4)				
Height	cm	178.3 \pm 7.4	172.0 – 188.0	-0.550
Body mass	kg	86.3 \pm 4.9	80.8 – 92.5	-0.951*
BMI	kg/m ²	27.2 \pm 1.5	26.2 – 29.4	-0.169
Body fat	%	14.6 \pm 1.8	13.0 – 17.0	0.018
Lean body mass	kg	73.7 \pm 4.9	68.8 – 80.5	-0.815
Additional weight on sled	kg	11.9 \pm 5.2	5.0 – 17.5	0.881
Women (n=5)				
Height	cm	169.1 \pm 7.2	157.0 – 176.0	-0.603
Body mass	kg	75.8 \pm 7.2	63.6 – 82.4	-0.477
BMI	kg/m ²	26.5 \pm 1.3	25.5 – 28.5	0.072
Body fat	%	29.6 \pm 3.8	25.8 – 35.1	-0.012
Lean body mass	kg	53.3 \pm 3.6	47.2 – 56.4	-0.686
Additional weight on sled	kg	3.5 \pm 6.5	0.0 – 15.0	0.466

* : $p<0.05$

るべく減らして、運営側も選手も負担を減らすべきだと述べている。日本においても、種目を精査しながら、より効果的に選手の発掘と育成が行えるように実施していくことが、競技力向上に有益であると考えられる。

3.3 ボブスレー選手の身体特性

Table 3 は、ボブスレー選手の身体組成とプッシュタイムとの関係を示したものである。男子の体重とプッシュタイムとの間に5%水準で有意な負の相関 ($r=-0.951$) がみられた。また、それに乗せる付加重量とプッシュタイムの間には大きな正の相関関係 ($r=0.881$, n.s.) がみられた。これらのことは、選手自身の体重が重く、それに乗せる付加重量が軽いほど、プッシュタイムが早いことを示している。ボブスレーでは、空気抵抗や氷との摩擦などの影響を受けながら滑走するため、そりと選手(2名もしくは4名)の総重量が重いほうが、より速く滑り降りることができるにとらえられている。また、それに付加重量を乗せるほど、スタート時に選手がそりを押し出すパワーが必要になる。これらのことから、選手自身の体重を増やして、それに乗せる付加重量を減らすことが、プッシュタイムを向上させるための1つの要因であると考えられる。

除脂肪体重とプッシュタイムの間には、男女ともに有意ではないが負の相関関係がみられ(男子： $r=-0.815$ 、女子： $r=-0.686$)、除脂肪体重が多いほどプッシュタイムが早い傾向がみられた。Fahey et al. (1975) は、運動量の必要なスポーツでは、動きのスピードを維持することができれば、体重が重いほど有利であるので、選手が高い体脂肪率と除脂肪体重を示すことが多くであると述べている。ボブスレーのスタートは、大きな筋パワーを発揮する動きであると考えられるので、除脂肪体重を増加させることが競技成績に対して有益であろう。

4. まとめ

本研究では、ボブスレーのプッシュタイムとコ

ンバインテストについて分析し、コンバインテストの妥当性を明らかにすることを目的とした。その結果、以下のことがわかった。

1) プッシュタイムとコンバインテストの総合点との間には有意な相関関係がみられなかった。

2) コンバインテストの種目の中で、男子はスクワット、女子はハイクリーンがプッシュタイムと最も高い相関を示した。また、男女全体の中では、フロントスロー以外のすべての種目で有意な相関関係がみられた。

3) 体重とプッシュタイムとの間に男子は有意な負の相関がみられ、その乗せる付加重量とプッシュタイムの間には大きな正の相関関係がみられた。

4) 男女とも除脂肪体重とプッシュタイムの間には、有意ではないが大きな負の相関関係がみられた。

以上のことから、ボブスレーのコンバインテストについて、引き続きより多くの選手のデータを収集しつつ、種目の改定や各種目の配点の検討が必要である可能性が示された。また、体力的特性のみでなく、身体的特性も選手の発掘や選考に有益である可能性も示唆された。

参考文献

- Brüggemann GP, Morlock M, Zatsiorsky VM(1997) : Analysis of the Bobsled and Men's Luge Events at the XVII Olympic Winter Games in Lillehammer, Journal of Applied Biomechanics 13 : pp.98-108
- Fahey TD, Akka L, Rolph R(1975) : Body composition and Vo2max of exceptional weight-trained athletes, Journal of Applied Physiology 39 (4) : pp.559-561
- 堀切川一男, 山口健 (2005) : ボブスレー競技における低摩擦ランナーの開発と新しいスタートテクニックの提案, 表面科学 26 (12) : pp.762-765
- 金高宏文, 渡壁史子, 松村勲, 瓜田吉久 (2009) : やり肘痛を持つ大学女子・やり投げ選手の投動作の改善過程-走高跳の踏切動作を手がかりにした肘痛を発生しない投げ動作創発への取り組み-, スポーツパフォーマンス研究 1 : pp.94-109

- 前川剛輝, 柳沢修, 船渡和男, 平野裕一 (2009) : 一流日本女子ソフトボール選手における身体的および体力的特性, *Japanese Journal of Elite Sports Support* 3 : pp.13-27
- Osbeck JS, Maiorca SN, Rundell KW(1996) : Vailidity of field testing to bobsled Push performance , *Journal of strength and conditioning research* 10 (4) : pp.239-245
- 佐藤真太郎, 只隅伸也, 琉子友男, 春日芳美, 鹿島丈博, 田中博史, 川本竜史, 石井和男, 鈴木寛, 宮崎久, 黒岩俊喜, 小林竜一 (2015) : ソチオリンピックボブスレー日本代表のトレーニングにおける事例的研究-ラトビア合同合宿におけるプランニングを分析して-, *大東文化大学紀要. 自然科学* (53) : pp.39-48
- 佐藤佑, 鈴木省三 (1998) : ボブスレーにおける「技」と「力」, *体育の科学* 48 (7) : pp.546-552
- 佐藤佑, 鈴木省三, 谷口庄太郎, 佐藤力夫, 藤井邦夫, 中屋敷眞, 安井慎太郎, 八田信之, 佐藤明, 玉川明朗, 加藤満, 岡野五郎, 佐藤健, 加藤英俊, 鈴木敏明 (1990) : APAS によるボブスレー・リュージュ競技のスタート時及び滑走中の技術分析, 平成2年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 NO.Ⅱ競技種目別競技力向上に関する研究-第 14 報- : pp.213-219
- 佐藤佑, 鈴木省三, 佐藤力夫, 佐藤英利, 栗山浩司, 藤井邦夫, 加藤英俊, 佐藤明, 玉川明朗, 加藤満, 岡野五郎, 山崎省一, 高津宜夫 (1991) : APAS によるローラーボブスレースタート時のプッシュ技術の分析, 平成3年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 NO.Ⅱ競技種目別競技力向上に関する研究-第 15 報- : pp.154-158