

スポーツ選手のための木柱を用いた簡易な動的バランステストの開発

DEVELOPMENT OF A SIMPLE DYNAMIC BALANCE TEST USING A WOODEN BEAM FOR ATHLETES

三田泰成¹⁾, 金高宏文²⁾, 瓜田吉久³⁾, 松村 勳³⁾, 井上尚武³⁾, 塩川勝行³⁾, 清水信行³⁾
三浦 健³⁾, 北川淳一³⁾, 齋藤 卓³⁾, 前阪茂樹⁴⁾, 千足耕一⁵⁾

¹⁾ オレゴン州立大学English Language Institute

²⁾ 鹿屋体育大学スポーツトレーニング教育研究センター

³⁾ 鹿屋体育大学体育学部スポーツパフォーマンス系

⁴⁾ 鹿屋体育大学体育学部伝統武道文化系

⁵⁾ 東京海洋大学海洋科学部

Yasunari Mita¹⁾, Hirofumi Kintaka²⁾, Yoshihisa Urita²⁾, Isao Matsumura²⁾,
Naotake Inoue²⁾, Katsuyuki Shiokawa²⁾, Nobuyuki Shimizu²⁾, Ken Miura²⁾,
Junichi Kitagawa²⁾, Taku Saitoh²⁾, Shigeki Maesaka²⁾, Koichi Chiashi³⁾

¹⁾ Oregon State University English Language Institute

²⁾ National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

³⁾ Tokyo University of Marine Science and Technology

abstract

The aim of the present study was to develop a simple “dynamic balance test” using a wooden beam that can be conveniently administered to children, students, and athletes.

Subjects were 61 male university students who were majoring in physical education (gymnastics, wind surfing, soccer, basketball, kendo, sprinting, long-distance running, and throwing). Each subject was asked to stand on one leg with eyes closed as long as possible. Each subject was then asked to walk on a wooden beam (10-cm square rod, 4 meters in length) forward, sideway and backward (two round-trips over a 2-meter segment, 8 meters in total for each task). The length of time to complete each task was measured.

The results confirmed intraday and interday precision for wooden beam walking. In addition, significant differences existed in the minimum one-leg standing with eyes closed and backward wooden beam walking among the sports activities (one-way analysis of variance, $P < 0.05$). The balance ability of gymnasts and windsurfers (sports that require good dynamic balance) was significantly higher. This suggests the validity of wooden beam walking as a tool to assess the general dynamic balance ability of athletes. Furthermore, when combined with one-leg standing with eyes closed, wooden beam walking can be used to assess aptitude for sports activities requiring good balance.

Key Words: Dynamic balance, Wooden beam walking, One-leg standing with eyes closed

I. 緒 言

バランス能力とは、神経生理学的には「姿勢の安定を保つ能力、平衡能」として、姿勢保持のための筋収縮調整能として捉えられており¹⁴⁾、反射性、反応性、予測性の姿勢調整能力の要素から構成されているといわれている。

一方、スポーツ実践の場面のバランス能力は、静止状態における安定性を指す「静的バランス能力」と、身体運動中の安定性を指す「動的バランス能力」、また「対象物のバランスをとる能力」に分類されている¹³⁾。さらにFetz⁴⁾は、「動的バランス能力」を「並進運動でバランスをとる能力」と「回転運動でバランスをとる能力」とに細分化している(図1)。また、「動的バランス能力」には各スポーツの競技場面で求められている「専門的な動的バランス能力」と「一般的な動的バランス能力」がある

ことが知られている^{2,1)}。

簡易なバランス能力の評価テストは、静的バランスで「閉眼片足立ち」があり、動的バランスでは「Functional Reachテスト」¹²⁾「イクイトシステム」⁸⁾「バランスボード」⁵⁾「バランスディスク」¹⁵⁾「BUSUバランストレーナー」¹⁶⁾「1cm厚・5cm幅の平板歩行」¹⁷⁾「平均台歩行」^{9,18)}などがある。しかし、動的バランステストの多くは身体運動を伴うことが少なく、歩行などによる「移動運動」やターンによる「回転運動」を伴ったバランス保持に関するテストはFetz⁴⁾が提案するものを除いて、あまりみあたらない。スポーツでは、移動や回転運動を伴う場面が多いことから、これらの運動特性を含んだ動的バランステストの実施が期待される。

Fetzの提案する平均台歩行テスト⁴⁾では、高さ40

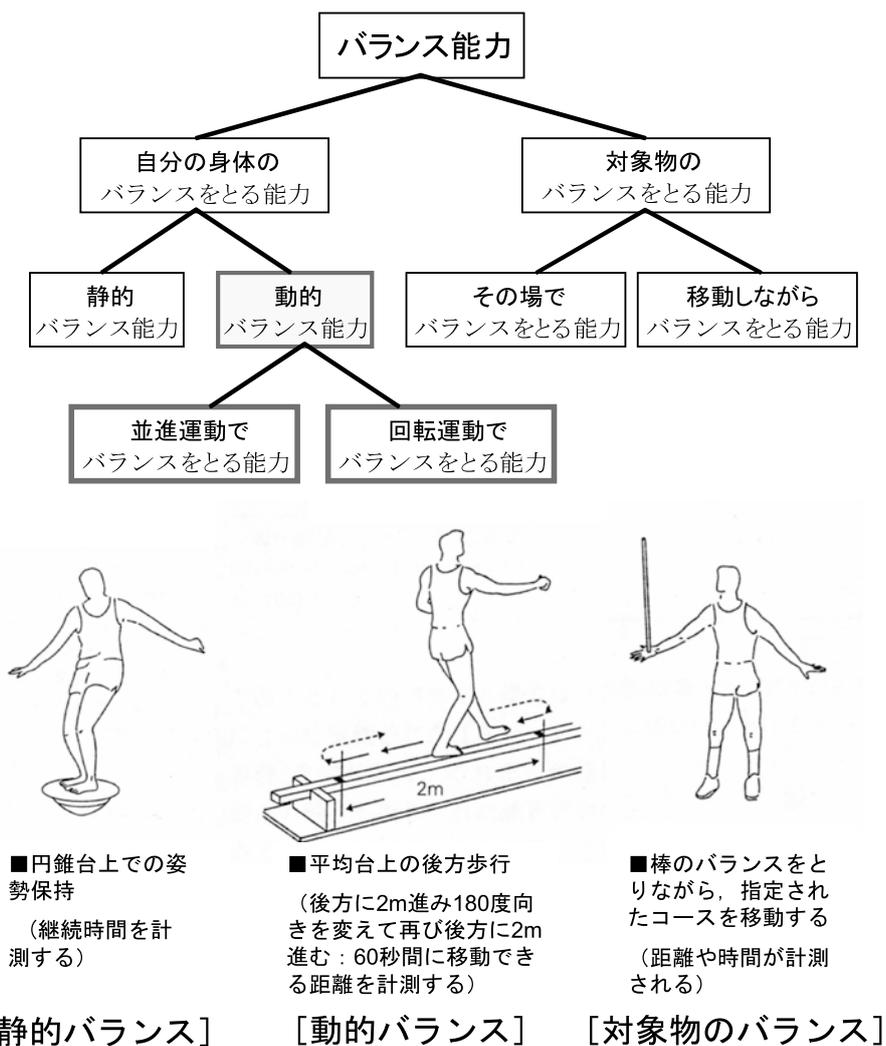
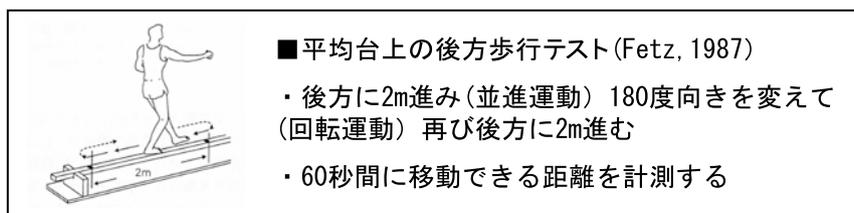


図1. バランス能力の分類と測定のための運動テスト (Fetz, F, 1987より抜粋)



問題1:低い平均台でも落下による怪我の危険性あり → 平均台の改良が必要

問題2:1回の試行が60秒と長い → 短時間の試行でかつ能力差が出る実施方法を検討すること

問題3:後方での移動(歩行)だけでいいのか → 前方, 側方との関連性を明らかにすること

図2. Fetzの提案する平均台上の後方歩行テスト法とその問題

cmの平均台上からの落下による怪我の危険性や60秒間の移動距離を測定するといった試技の所要時間等がかかりすぎるといった問題がある(図2).そこで,本研究では用いる器具を,10cm四角,長さ4mの木柱(両端から1mのところ印をつけてあるもの)を使用し,前方歩行,側方歩行,後方歩行での,台上2m間を2往復(8m)の移動実施時間を測定することとした(図3).

本研究はスポーツ選手や児童・生徒が手軽に行える木柱歩行による簡易な「動的バランステスト」の開発を行うこととした.

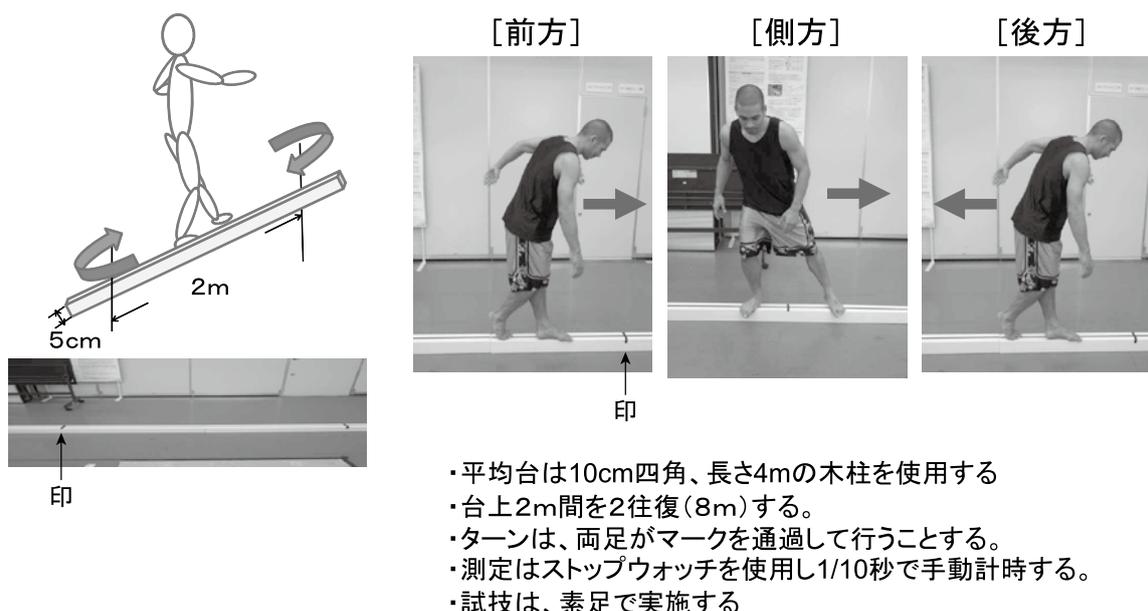
なお,テスト開発にあたり,以下の4つの課題を設定し,検討した.

- 1) 課題1:測定回数の検討
- 2) 課題2:測定試技の検討
- 3) 課題3:テストの再現性の検討
- 4) 課題4:各種スポーツ選手のバランス能力の特性の把握

II. 研究方法

A. 測定試技

木柱歩行は,前方歩行,側方歩行,後方歩行での,台上2m間を2往復(8m)の移動実施時間を測定することにした(図3).なお,移動実施時間とはスタートの合図から両足が完全に印を通過するまでの時間を指し,ターン及び方向転換は必ず印を両足が通過してから,印の外側で行うよう指示し



- ・平均台は10cm四角,長さ4mの木柱を使用する
- ・台上2m間を2往復(8m)する。
- ・ターンは,両足がマークを通過して行うこととする。
- ・測定はストップウォッチを使用し1/10秒で手動計時する。
- ・試技は,素足で実施する

図3. 簡易な平均台(木柱)歩行の測定方法の提案

た。また、全ての測定においてストップウォッチを用いて1/10秒で手動計時した。

B. 測定

1. 課題1：測定回数の検討

被験者は、健康な男子体育専攻学生4名（年齢20.8±1.0歳，身長179.3±7.9cm，体重74.0±7.9kg）とした。

測定は、木柱歩行の前方，側方，後方移動の3項目を成功試技，失敗試技に関わらずそれぞれ10回の連続測定を行った。さらに，同日午後にも同様に10回の連続測定を行った。

なお，連続試技は4人で一巡するという方式で行い，疲労による測定値の低下がないように配慮した。

2. 課題2：測定試技の検討

被験者は健康な男子大学バスケットボール選手10名（年齢20.0±1.0歳，身長175.2±6.9cm，体重68.9±6.8kg）とした。

測定は，木柱歩行の前方，側方，後方移動の3項目を練習試技2回，測定試技3回の計5回の試技で行った。また，代表的な静的バランステストである閉眼片足立ちを行った。これは，左右2回ずつ測定し，上限を120秒として各足最大値を採取した。なお，具体的な実施方法は以下の通りとした¹¹⁾。

床上に直立して，両手を腰にとりながら支持脚に体重を乗せ，もう一方の足を床から静かに離し，片足立ちになる。その姿勢で，眼を閉じ，出来るだけ長く保つ。片足立ちで眼を閉じてから失敗までの時間を測定する。失敗とは，以下の場合を指す。「支持脚以外の身体の一部が床または支持脚に触れたと

き」「支持脚がずれたとき」「閉じた眼を開けたとき」「腰に当てた手が離れたとき」

3. 課題3：木柱歩行テストの再現性の検討

被験者は健康な男子大学バスケットボール選手10名（年齢20.0±1.0歳，身長175.2±6.9cm，体重68.9±6.8kg）とした。

測定は，「課題2」と同様の被験者に約1ヶ月の期間を空けて，“後方”の木柱歩行のみ行った。

4. 課題4：各種スポーツ選手のバランス能力の特性の把握

被験者は健康な男子大学スポーツ選手61名とした。スポーツ選手の内訳は，バスケットボール選手14名，陸上競技の短距離選手6名，投擲選手6名，長距離選手7名，剣道選手8名，体操競技選手8名，サッカー選手6名，ウィンドサーフィン選手6名であった。なお，各スポーツ選手のプロフィールは表1に示す通りであった。

測定は，木柱歩行の前方，側方，後方移動の3項目を練習試技2回，測定試技3回の計5回の試技で行った。また，代表的な静的バランステストである閉眼片足立ちを行った。これは，左右2回ずつ測定し，上限を120秒として各足最大値を採取した。

C. 統計処理

各測定項目について平均値と標準偏差を求めた。テストの妥当性や信頼性の検討は，対応のあるT検定を用いた。また，種目群間の測定項目の平均値に差があるかを検討するためには，対応のない一元配置の分散分析を行い，統計的に有意差がある場合は

表1. 被験者の種目別プロフィール

項目	バスケ	短距離	投擲	剣道	体操	ウィンド	サッカー	長距離	全体
N (人)	14	6	6	8	8	6	6	7	61
年齢 (歳)	20.5 (1.0)	19.8 (1.2)	19.3 (1.0)	19.1 (0.6)	20.3 (1.4)	21.2 (1.5)	20.2 (1.3)	20.6 (1.0)	20.1 (1.2)
身長 (cm)	174.9 (8.2)	170.0 (6.6)	178.5 (5.2)	171.0 (2.8)	165.3 (5.1)	171.2 (5.6)	173.5 (4.8)	176.9 (6.4)	172.7 (7.0)
体重 (kg)	68.6 (7.8)	63.5 (3.4)	88.2 (6.0)	68.6 (8.1)	59.0 (5.9)	67.3 (8.1)	64.2 (6.6)	59.0 (5.3)	67.1 (10.2)
競技歴 (年)	10.7 (2.3)	6.7 (2.3)	5.17 (1.2)	12.6 (1.6)	9.4 (4.1)	2.0 (1.1)	9.8 (3.8)	6.1 (2.8)	8.4 (4.0)
他の球技歴 (年)	5.0 (3.0)		4.83 (3.2)		2.0 (1.0)	7.8 (3.1)	4.5 (3.5)	4.2 (1.3)	5.1 (2.9)

注1) 値は平均値（標準偏差）を示す。Nは被験者数を示す。

注2) 各種目の略称は以下の通りである。

バスケ：バスケットボール／短距離：陸上短距離種目／投擲：陸上投擲種目／体操：体操競技／ウィンド：ウィンドサーフィン／長距離：陸上長距離種目

Scheffeの方法による多重比較を行った^{3,7)}。さらに、各測定項目間の関連性については、Spearmanの単相関係数を用いて検討した。なお、有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結果及び考察

1. 測定回数の決定 (課題1)

各木柱歩行の10回の連続測定で、3回、5回10回目までの最小値間に有意な差はなかった(図4)。さらに、試技回数が4回以下では、測定値が残らない場合が生じ、5回以上で確実に測定値が残った。また、同日午後の同様の測定でも、3回、5回10回目までの最小値間に有意な差はなかった。

そこで、本研究では失敗試技も考慮に入れ、測定試技は練習試技2回、測定試技3回の計5回の試技で行うことにした。

2. 測定試技の選択 (課題2)

前方・側方試技の実施時間の平均値と標準偏差は、約8秒±約1秒、範囲が3~5秒で測定値として大きな変動を示さなかった。一方、後方試技においては18.4±4.6秒、範囲は13.0秒で前方、側方試技に比べ大きな変動を示した(図5)。これは、後方の木柱歩行が前方、側方試技に比較して移動方向に対する視覚情報が限られ、体性感覚を主として慎

重な移動を行うために所要時間を要し、また能力差が生じていると考えられた⁶⁾。

また、各試技の関係(表2)は、前方と側方との間に高い相関関係($r = 0.733$, $p < 0.05$)が認められたが、後方試技との間には認められなかった(前方: $r = 0.464$, 側方: $r = 0.185$)。さらに、静的バランステストである閉眼片足立ち(左右の和[以後、和とする]や左右で記録の短いほう[以後、短とする])との関連性を見ると、前方試技、後方試技に $r = -0.701 \sim -0.829$ の有意な相関関係($P < 0.05$)が認められたが、側方試技との間には認められなかった($r = -0.269$, $p = -0.331$)。

以上のことから、動的バランス能力が視覚情報の限られた静的バランス能力と関係があるとするならば、動的バランスの優劣を明確に引き出すために、Fetz⁴⁾のテストのように後方試技のみの木柱歩行だけでもよいことを示しているのかもしれない。しかし、被験者がバスケットボール選手を対象としていたため、種目特性としても捉えることが出来るかもしれない。そのため、この検討は、スポーツ選手のバランス能力の特性を把握した課題4でも同様に行うことにした。

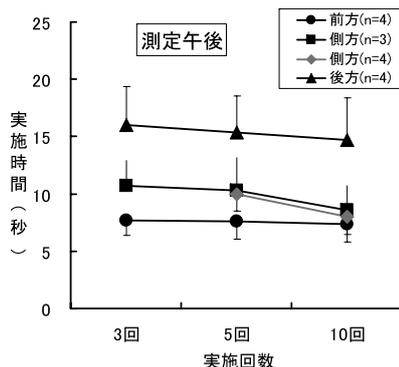
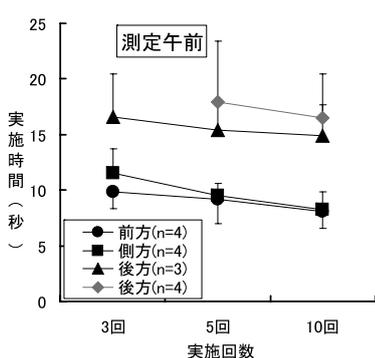


図4

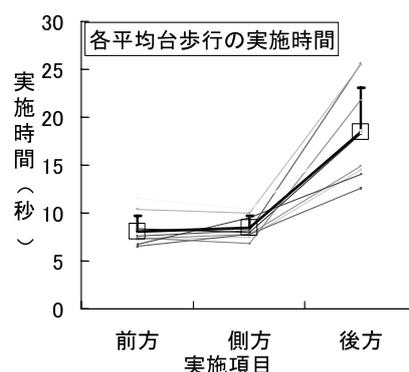


図5. 各木柱歩行の実施時間

表2. 閉眼片足立ちと各木柱移動及び各木柱移動間の関係

試技	1) 閉眼片足立ちとの相関係数	
	左右: 和	左右: 短タイム
前方	-0.601	-0.701*
側方	-0.269	-0.331
後方	-0.829*	-0.736*

(* P < 0.05)

	2) 各試技の相関関係	
	前方	側方
前方		
側方	0.736*	
後方	0.464	0.185

(* P < 0.05)

3. テストの再現性 (課題3)

後方試技における初回測定と再測定との平均実施時間に有意差はなく(初回測定: 18.0 ± 4.6 秒 vs 再測定: 15.8 ± 3.3 秒), 高い相関関係が認められた($r = 0.907$, $p < 0.01$, 図6). なお, 測定値の標準誤差は1.02秒であった. このことは, 後方試技のみであるが, 木柱歩行による動的バランステストが信頼できる¹⁰⁾ことを示しているといえよう.

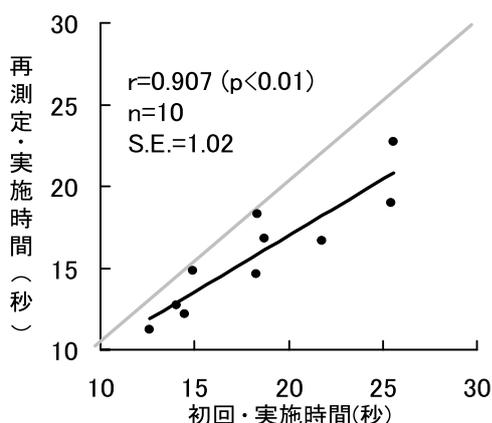


図6. 木柱後方移動の初回測定と再測定の関係

4. 各種スポーツ選手のバランス能力の特性 (課題4)

図7, 8は, 各スポーツ種目における各テスト項目の平均値と標準偏差を示したものである. テスト項目の中で有意な差が認められたのは, 木柱歩行の後方試技と閉眼片足立ちの短にスポーツ種目間における有意な差が認められた($p < 0.05$). 多重比較の結果, バランス能力が必要と思われる体操競技やウィンドサーフィン, サッカー・バスケットボールといった球技群で優れた値を示していた. このことは, 後方の木柱歩行がスポーツ種目に必要な動的バランス能力を評価できる可能性を示しているといえよう. また, 課題2で認められたように閉眼片足立ちの和及び短い場合でも木柱歩行と有意な相関関係が認められた($r = -0.364 \sim -0.577$, $p < 0.05$). このことは, 静的バランステスト項目である閉眼片足立ちの短や和もスポーツ種目の動的バランスの特性を評価する上で有益な評価項目として捉えられるかもしれない.

以上のことから, 今回開発した木柱歩行は一般的な動的バランステストとしてスポーツ選手等の動的

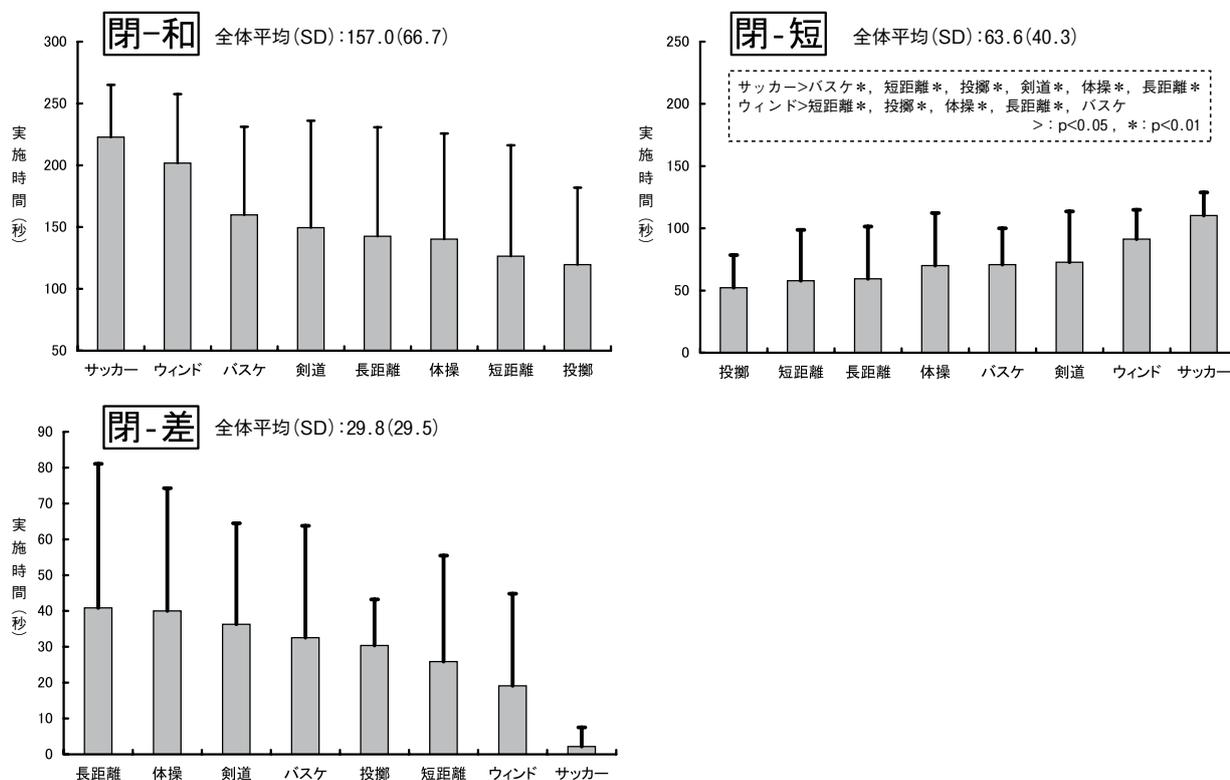


図7. 開脚片足立ち(和・短・差)の種目別比較

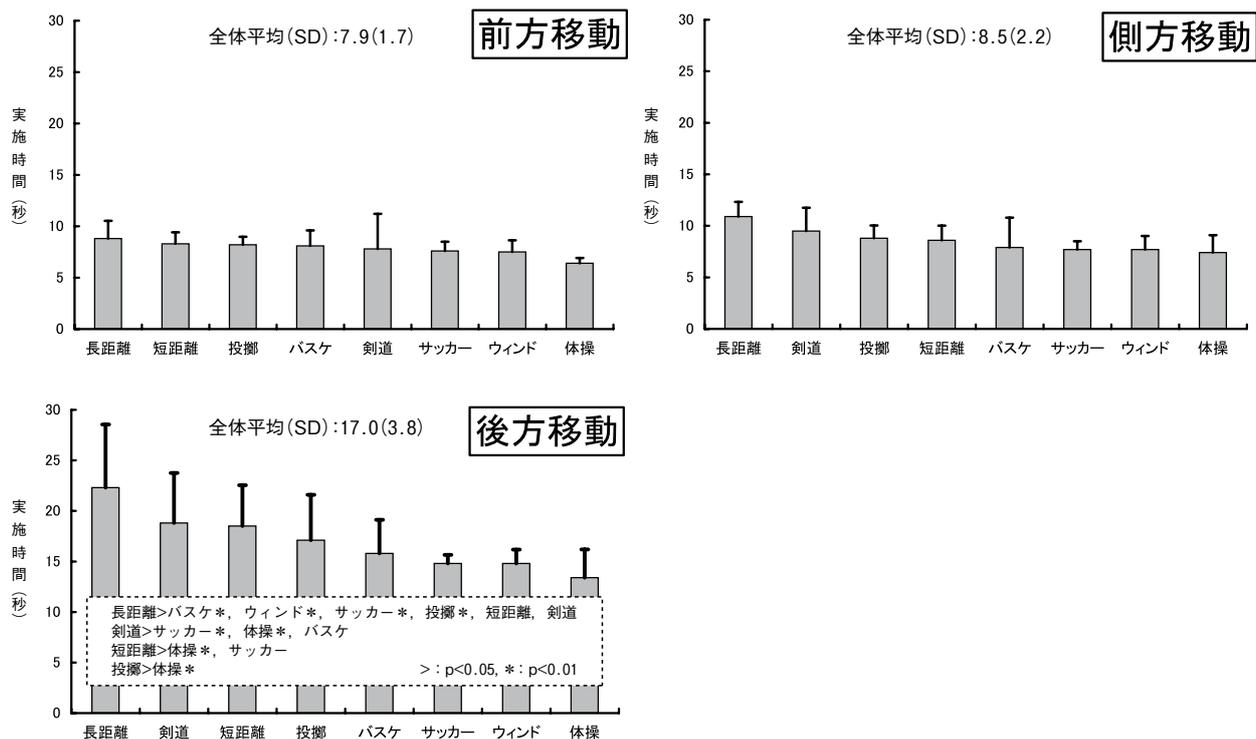


図8. 木柱移動（前方・側方・後方）の種目別比較

バランスの特性評価にはなりえると考えられた。また、閉眼片足立ちと組み合わせることにより、スポーツ種目の競技特性が表れることから、スポーツ種目の適性評価（タレント発掘）などで活用されることが期待されよう。

IV. 結論

本研究は、児童・生徒やスポーツ選手が手軽に行える木柱歩行による簡易な「動的バランステスト」の開発を目的とした。

被験者は、体育を専攻とする男子大学スポーツ選手61名（体操競技、ウインドサーフィン、サッカー、バスケットボール、剣道、短距離、長距離、投擲）とし、閉眼片足立ち及び前方、側方、後方での木柱歩行（10cm四角、長さ4mの木柱上、2m区間を2往復8m移動）の実施時間を測定した。

その結果、木柱歩行の測定値は、日内、日間で再現性が確認された。また、スポーツ種目間で閉眼片足立ちの最小値と後方の木柱歩行に有意差（ $p < 0.05$ ）があることが確認された。そして、動的バランスに優れると予想される体操競技、ウインドサーフィンで有意に高いバランス能力が示された。このことは、開発した木柱歩行テストがスポーツ選手等

の一般的な動的バランス能力の評価テストとして妥当性があることを示すものであろう。さらに、閉眼片足立ちテストと併用すれば、バランス能力が求められるスポーツ種目の適性評価に活用できる可能性が示唆された。

VI. 参考文献

- 1) 朝岡正雄：バランスのトレーニング. 体育の科学, 47: 253-257, 2003.
- 2) Beyer E (Red.) (朝岡正雄監訳)：日独英仏対照スポーツ科学辞典. 大修館書店, 東京, 55, 1993.
- 3) 出村慎一, 小林秀紹, 山次俊介：Excelによる健康・スポーツ科学のためのデータ解析入門. 大修館書店, 東京, 91-116, 192-194, 2001.
- 4) Fetz F: Sensomotorisches Gleichgewicht im Sport. Ostereeeichischer Bundesverlag, S153ff, 1987.
- 5) 井手口学, 蝶間林利男：子どもの動的バランス能力を簡易に評価する試み－段階的評価法を用いたバランスボードテストの妥当性－. 学校教育学研究論集第10号: 87-96, 2004.
- 6) 川端悠, 鈴木省三, 佐藤祐：スポーツ種目別

にみたバランス能力特性. 仙台大学大学院
スポーツ科学研究科研究論文集, 5:103-
110, 2004.

- 7) 川本竜史: SPSSとExcelによる [統計力] ト
レーニング. 東京図書, 東京, 36-75, 2004.
- 8) 金昌龍, 渡部和彦: 太極拳実践が中・高齢者の
静的および動的バランス機能に及ぼす影響. 体
力科学, 52: 369-380, 2003.
- 9) 北畑恵理, 國峯明子, 見目澄子等: 動的バラン
ス評価としての平均台歩行テスト. 理学療法科
学, 18(2): 83-88, 2003.
- 10) 松浦義行: 体育・スポーツ科学のための統計
学. 朝倉書店, 東京, 65-67, 231, 1985.
- 11) 文部省: 新体力テスト-有意義な活用のために
-. 文部省. 東京, 125, 2000.
- 12) 中村一平, 奥田昌之, 鹿毛浩子, 國次一郎等:
ファンクショナルリーチテストとその他のバ
ランス評価法との関係. 理学療法科学, 21(4):
335-339, 2006.
- 13) Nicks DC, et al: What do physical fitness
tests measure ~ -a riview of factor analytic
studies-. Edu Psychol Meas, 1: 85-
86, 1962.
- 14) 大築立志: バランスを司る神経支配, 体育の科
学, 47: 236-240, 2003.
- 15) 佐々木理恵子, 浦辺幸夫, 宮下浩二ら: バラン
スディスクを用いたStar-Excursion Testと閉眼
片脚立位によるバランス能力の評価, 第41回日
本理学療法学会大会抄録集, 292, 2006.
- 16) 佐美靖, 森谷清梨, 小田史郎, 新井田洋子: B
OSUバランストレーナーを利用した動的バラ
ンステストの開発-BOSUバランステストの信
頼性及び妥当性の検討-. 北海道文教大学研究
紀要第31: 9-21, 2007.
- 17) 渡部和彦: 歩行バランステスト法の開発: 継ぎ
足歩行. 体力科学, 42(6): 738, 1993.
- 18) 綿引勝美: コーディネーションのトレーニング
-東ドイツスポーツの強さ-. 新体育社, 東
京, 123-124, 1990.