



立幅跳における跳躍技術の獲得過程

井奥, 一樹
前田, 正登

(Citation)

トレーニング科学, 18(4):345-352

(Issue Date)

2006-12

(Resource Type)

journal article

(Version)

Accepted Manuscript

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90001644>



立幅跳における跳躍技術の獲得過程
Investigation of the process of acquiring take-off skills
for the standing long jump

井奥 一樹*, 前田 正登**
Kazuki Ioku, Masato Maeda

*神戸大学大学院総合人間科学研究科

〒657-8501

神戸市灘区鶴甲 3-11

Graduate School of Cultural Studies and Human Science, Kobe University

657-8501 3-11 Tsurukabuto Nada-ku, Kobe, Hyogo, Japan

**神戸大学発達科学部

〒657-8501

神戸市灘区鶴甲 3-11

Faculty of Human Development, Kobe University

657-8501 3-11 Tsurukabuto Nada-ku, Kobe, Hyogo, Japan

要約

本研究はフォースプレートを用いて立幅跳の動作を長期間継続的に測定し、その技術の獲得過程を検討することを目的とした。被験者はトレーニング等で立幅跳を日頃から行なっていない大学生 16 名(男性 8 名, 女性 8 名)であり、跳躍距離と共にフォースプレートによる地面反力が測定された。1 回の測定につき 10 本の跳躍が行なわれ、約 5 ヶ月間に渡って 7 回測定された。その結果、13 名で記録の向上が見られ、その要因は主に地面に加えた力積の増加、あるいは跳躍角度の変化であった。また、動作のばらつきを検討すると、記録の向上に伴って標準偏差が低下する例が 5 例観察された。地面反力波形においてこれらを観察すると、はじめ動作がばらついているが、その中で好試技を反復するようになり、標準偏差低下と共に記録向上がなされたことが考えられ、動作のばらつきと運動の習熟には関連性が存在する可能性が示唆された。

キーワード：立幅跳，踏切，フォースプレート，力積，標準偏差

Abstract

The purpose of the present study was to investigate the long-term process of acquiring take-off skills for the standing long jump. Subjects (n=16; 8 males, 8 females) performed maximal-effort standing long jumps with counter movements while take-off variables were measured using a force platform. Subjects performed 10 jumps a day and each subject was measured a total of 7 times during the 5-month study period. Thirteen subjects improved their personal longest jumps. These improvements resulted from increasing the impulse applied to the ground, or varying the take-off angle. In addition, the dispersion (standard deviation) of the ground reaction forces, as measured using a force platform, during the take-off movement decreased in 5 subjects who improved their personal longest jumps. The subjects' improvements in jump length are considered to be the result of trial and error learning during the repetition of the movement of their longer jumps. These results suggest that the dispersion of the take-off movement may be associated with the subjects' improvement in jump length.

Key words: standing long jump, take-off, force platform, impulse, standard deviation (SD)

I. 緒言

競技成績を向上させるためには、選手は体力を向上させるだけでなく必要な運動技術を獲得するべくトレーニングを積まなければならない。そして、それら競技成績を向上させるために重要となる体力や技術の要素は、単一もしくは特定のいくつかということではなく、数多くの要素が複雑に絡み合うことによって結果につながっていると考えられる。つまり、各々の選手が競技成績の向上を果たした際の要因は同じであるとは限らず、人によって、また場合によって異なっていることが経験的にも知られている。

しかし、その運動に習熟し技術を獲得する、あるいは体力を増強させるなど様々な要因の改善による競技成績の向上であっても、競技成績を向上させていくという目標は共通しており、そこには一定の原則や共通した法則があると考えられる。

古川ら³⁾が跳躍時の動作を意識的に変えることで記録が向上することを報告しているように、選手は競技成績を向上させる上で、力を有効に利用するため

の技術トレーニングを行うことが多い。窪ら⁶⁾はメディシンボールのバック投げ運動を取り上げ、上肢への力学的エネルギーの変化から、技術トレーニングにより動作が変容したことを報告している。技術トレーニングにより、ボールの並進エネルギーをより多く獲得して投てき距離を得ていたとして、技術トレーニングの有効性を示している。また窪ら⁷⁾は立幅跳の技術トレーニングについても検討しており、技術トレーニングによって関節トルクを有効に利用するようになり、発揮する力を向上させる技術や発揮した力を距離に活かす技術を獲得して跳躍距離を得ることができたと述べている。これらに代表されるように、ある運動に習熟することは、その運動についてより効率的な動作に変容する⁵⁾ことを意味する。

また、動作の習熟過程として、Phillips ら¹⁰⁾が 3 歳から 7 歳における立幅跳動作のキネティクス研究を行っているが、動作の変容を経年的に検討したものではなく異なる年齢の被験者を対象とした横断的研究であった。

これまでの研究において、動作の習熟過程を継続的に観察し、その被験者の中で起こる技術的变化について検討した研究は見当たらない。特に競技種目における技術的变化はトレーニング前後の比較だけではなく、継続的に変化の過程を観察していく必要があるはずである。

本研究においては、立幅跳を運動課題として取り上げ、選手が跳躍距離の増大という目標を与えられたとき、その目標を達成しようとして動作がどのように変容していくのかを長期間にわたって観察する。そして、これらを実証的に検討することによって、指導の現場により近い視点から運動技術の獲得を捉えることを目的とする。

II. 方法

A. 実験方法

1. 被験者

被験者は K 大学に在学中の学生 16 名（男子 8 名、女子 8 名）とした。日頃からトレーニングなどで立幅跳を行っていないものとし、その身長および体重は表 1 の通りであった。

2. 測定方法

被験者にはフォースプレート（KISTLER 社 ; type9281C）上から立幅跳を行わせた。これにより、被験者の跳躍動作時の地面反力を測定した。フォースプレートの軸設定は被験者の前後方向を x 軸（被験者の後方方向を正）、左右方向を y 軸（被験者の左方向を正）、鉛直方向を z 軸（鉛直下方向を正）とした。な

お、フォースプレートからの出力信号は 2kHz で A/D 変換し、パソコンに入力した。

また、被験者の右側方 3.8m より、ハイスピードカメラ (PHOTRON 社 ; FASTCAM-Rabbit) を用いて 240fps で被験者の跳躍動作を撮影した。さらに、被験者の着地地点付近の右側方 5m より CCD カメラで撮影を行った。

3. 実験手順

約 5 ヶ月間に渡って被験者には立幅跳での記録向上を目指すように指示し、その期間内に計 7 回の立幅跳の測定実験を行った。各測定間は最短で 15 日、最大で 25 日とし、継続的に行った。全 7 回の測定のうち、最初の回の測定記録を基準記録とし、以後 6 回の記録を検討した。一回の測定実験での跳躍本数は 10 本とし、その際指定したフォースプレート上の踏切位置から跳躍を行い、踏切時のつま先の位置から着地時のかかとの位置までの水平距離を測定した。また、体力的向上が見られたかどうかの判断をするため、基準記録測定時および最終測定時に垂直跳を測定した。

測定時には、被験者に跳び方や着地の方法などの動作の改善に参考になるような指示は一切与えておらず、ただよい記録を出すことのみに集中するよう促した。しかしながらこの際被験者は各試行後に記録を聞くことができ、フィードバックした後次の試行に臨むことができるものとした。尚、課した 10 本の跳躍をその際の体力的な理由から完全に消化できない場合のため、最低 8 本という下限を設けた。

B. 分析方法

本研究では、主として跳躍距離とフォースプレートによって得られる分力を分析対象とした。

a. 跳躍距離

跳躍距離は各回の測定跳躍の平均を比較、分析対象とした。記録の上昇・下降は対応のある t 検定を用いて有意水準 5%未満で検定した。

b. 地面反力波形

フォースプレートのデータは被験者の前後方向である x 軸、鉛直方向である z 軸を分析対象とした。これらの合成ベクトルの絶対値を各測定回の全試技について離地時で同期し、離地前 2.5 秒間における平均波形、標準偏差を算出した。この平均波形における地面反力の総和を力積として算出し、評価項目とした。また、x 軸の出力の総和と z 軸の出力の総和から求められる力積ベクトルの方向 (x 軸とのなす角度) を算出した。

また、離地前 2.5 秒間における合ベクトルの絶対値 (大きさ) の時系列標準偏差関数⁹⁾を算出し、その平均値をその測定回における標準偏差値とし、ばらつき

の評価とした。

c. 記録向上要因の判定

先行研究で多く述べられているように、立幅跳の記録向上要因は 1.力積の向上、2.跳躍角度の変化、に二分されると考えられる。そこで本研究では、検定の結果記録が有意に向上したとされる場合について、その 2 測定時における力積、跳躍角度を検定し、以下の要領で記録向上要因を判定した。

- ・力積が有意に向上し、角度に有意差が認められない場合、記録向上要因を力積とする。
- ・力積に有意差が認められないか、あるいは値が有意に下がっているが、角度が有意に変化していたとされる場合、記録向上要因を角度とする。
- ・力積が有意に向上したとされ、角度も有意に変化していたとされる場合、記録向上要因は両方であったとする。
- ・力積に有意差が認められず、角度にも有意差が認められない場合、および、力積の値が有意に下がり、角度に有意差が認められない場合、記録向上要因はどちらでもないとする。

III. 結果

基準記録測定時および、最終測定時における垂直跳の記録を表 2 に男女別に示した。各被験者における立幅跳の平均記録推移を表 3 に示した。この表に示されるように最終である第 6 回目の測定までに、基準測定時の記録を有意に上回った者は 16 名の被験者中 13 名であった。さらにこの 13 名のうち、第 1 回目の測定時に基準測定時の記録を有意に上回った者は 6 名であった。これに加えて表 4 および表 5 には各測定時の平均力積および平均跳躍角度を示した。

表 6 に示したのは、時系列標準偏差関数の平均値である、各測定回における標準偏差値である。これらは被験者によって絶対値が大きく異なるため基準測定時における標準偏差値を 100%として記載した。

また、フォースプレートのデータから算出される力積および力積の角度により、記録向上の要因を検討した。表 7 および表 9 は地面に加える力積が向上したことによる記録向上の例を示しており、表 8 は力積の角度の変化によって記録を向上させた例を示している。

記録の向上と動作の標準偏差を見比べると、記録と共に標準偏差が小さくなった被験者は 13 名中 5 名であった。これらのうち 4 名はいずれも第 1 回目の測定時ですでに記録が向上した被験者であった。

図 1 はフォースプレートからの出力信号から求めた合成ベクトルの絶対値の

時間変化の一例である。値が時間と共に上下し、踏切局面においては大きく山を描き離地へと向かっていることが見て取れる。さらに、この標準偏差を時間経過とともに記録した時系列標準偏差関数の一例を図 2 に示す。多くのものが準備動作局面ではなく、踏切動作時に大きな標準偏差を記録していた。

図 3 に、フォースプレートから算出された力積と、その時の記録の関係を示す。これらは両者とも各測定回の平均値を扱っている。大きな力積を与えたもののほど跳躍距離に反映されており、これらの間には正の相関 ($r=0.77$, $p<0.05$) が認められた。一方、跳躍角度と跳躍距離の間には相関関係は見られなかった。

IV. 考察

A. 記録の向上要因

Aguado¹⁾によると、準備動作により地面反力が増減し、抜重した後体重の 2.5 倍程度となる力を与え踏切に向かうものが一般的であるとされている。図 1 で見られる波形は本研究で見られた波形でも多く見られた例であり、多くの被験者が先行研究の示す結果と一致したと言える。図 3 に示されている記録と力積の関係から、本研究においても当然のことながら記録の向上の一要因として跳躍時に地面に加える力積を増加させることがあげられる。このことは、Sewall^ら ¹¹⁾が垂直跳ではより大きな力積を獲得することが重要であると報告したこととも一致した結果である。また、より大きな力積を獲得したものがより大きな跳び出し初速度を得ることができ、より大きな跳躍距離となって反映されることは力学的原理にも適っている。表 2 に見られるように、被験者はこの間体力的向上がほとんど見られていないため、これらの力積の向上は技術的な改善によってなされたものだと考えられる。表 7 は力積が増加することによって跳躍記録が向上した一例である。

また、フォースプレートからのデータより力積ベクトルの方向を算出した。力積ベクトルの方向と記録には相関関係は認められなかった。しかし被験者ごとに記録の推移と力積の方向の推移を見ると、力積の方向が水平向きになった時に記録が向上していた場合や、逆に鉛直向きになった時に記録が向上していた場合が見られ、力学的に当然のことながら、これらの跳躍角度の変化も記録向上の一要因となっている場合があることが考えられた。表 8 は、力積は大きく変化していないが、力積ベクトルの方向の変化によって記録が向上した一例である。

窪⁷⁾の立幅跳の技術トレーニングの効果を報告した研究では、技術トレーニングによって全身の前方への投射がより強調された動作が身につく、踏切時の水平重心速度が増加し記録を向上させることができたという。さらに、無駄な動

作の抑制からトルクを有効に利用できる動作と、トルクそのものを増加できる動作の両方が身につく記録を向上させていたことから、これらの要素の表れにより跳躍運動が習熟したとしている。Davies と Jones²⁾によると、立幅跳においては跳躍時の腕のスイング運動の有無で、7.2～15.1%パフォーマンスが影響を受けると報告されており、スイング運動の付加等も角度や出力を変化させる動作の変容の一つであったと考えられる。

吉原ら¹²⁾は競技レベルによってさらなる距離を獲得する場合、その要因が異なることを報告しているが、本研究においても記録向上の要因は一樣ではなく、それぞれ場合によって異なることが示された。図3の回帰直線から外れた例は、力積の変化のみが記録向上の要因ではなく、力積が向上しなくても跳躍角度が変化すれば記録が向上している例も存在することを示している。

B.記録の向上にかかる時間

表9は測定4回目までを通して記録が向上した被験者の一例である。この例では力積が増加している一方で、力積ベクトルの方向にさほど大きな変化が認められないことから、このケースの記録向上の要因は力積の増加によるところが大きいと考えられる。跳躍記録の向上の主要因が力積の増大であるところは、表7のケースと同様である。表7のケースが表9のケースと異なるのは、表7のケースが短期間に力積を向上させることによって記録を向上させたことである。

図子¹³⁾は反復練習を行っているとやがて気付き状態が出現し、運動プログラムが再構築され急激なパフォーマンス向上が見られるとしているが、表7のケースと表9のケースの場合、力積を増加させる動作の気付きを得るために要する時間に差が見られたと考えられる。つまり、記録向上の要因が同じであっても記録を向上させるまでに至る時間は個人差があるものと言える。

C.記録の向上と標準偏差低下の関係

記録の向上とともに標準偏差が低下した被験者の一例を図4および図5に示す。図4は基準測定および測定一回目の測定時の波形の各平均と標準偏差を示した図である。また、図5は被験者TSの基準測定時と一回目の測定時における試技の合ベクトルの大きさの時間変化をそれぞれの測定回を同色にして示したものである。

図5に見られるように、一回目の測定の波形は基準測定時の波形よりも全体的に高い値を示しており（特に-0.4秒付近）、被験者TSがこのケースで跳躍記録を向上させた主要因が、主に力積の増加であったことを裏付けている。またこれは、このケースの記録向上は、基準測定時の中で好成績に繋がった試技

を反復することができるようになった結果とも考えることができる。記録が向上した測定回において、それ以前の測定回までよりも標準偏差が減少するのは、このようにより好成績に繋がる動作に収束したことによるものと推察される。

大道と宮下⁹⁾や石田⁴⁾が示したように、上級者においては動作のばらつきが小さく再現性が高いと考えられている。また、松永⁸⁾は野球における野手の捕球動作の習熟について、ボールの移動軌跡が定型化される局面と崩れる局面の繰り返しによってなされていくことを示したが、本研究でも、よりよい運動技術を獲得し運動に習熟していく過程では、標準偏差の増加と減少の繰り返しが起きている可能性があると考えられた。さらに、競技成績の向上を目指した運動の上達では、複数の試技の中から結果が良くなかった動作を破棄し、結果が良かった動作を選択し再び試行していき、次第に選択された動作に収束していくことで、結果として標準偏差が減少するという構造になっているものと推察される。

V. 総括

本研究では立幅跳を運動課題に、記録の向上を目指して動作が変容していく過程を観察し、競技成績の向上を目標とした運動において、選手はどのようにして動作に習熟していくのかを探ることを目的とした。

1回の測定につき被験者には10本の跳躍を課し、パフォーマンスの向上に関する成否の評価は10本の跳躍記録の平均値で行った。各測定間は2～3週間であり、対象期間は約5ヶ月間に渡った。

分析にあたっては、主な項目として被験者が立幅跳動作中に地面に与える力のベクトルの大きさの時系列変化、及びそれらの時間積分として算出される力積ベクトルを用いた。これらは1回の測定で行われた跳躍の全試技分の出力信号を加算平均したものとした。合ベクトルの大きさの時系列変化においては、同時刻における標準偏差を算出した。さらにその時系列変化から値の平均値を求め、標準偏差の代表値とした。

分析の結果、次のことが明らかとなった。

1. 跳躍記録上昇時には、多くの場合、踏切局面における力積が大きくなっていた。また、跳躍記録向上の際に跳躍の方向が変化している場合も多く見られたことから、跳躍方向の改善も跳躍記録向上の要因となっている場合があることが考えられた。さらに、このいずれが跳躍記録向上の要因となるかは被験者によって異なっていた。
2. 同じ要因で跳躍記録を向上させた被験者を比較すると、跳躍記録向上の時期が異なる場合が観察された。このことから、記録向上に要する時間には個人

差があることが確認できた。

3. 跳躍記録を向上させた被験者の中には、記録を向上させる測定回までに行われた動作の内、好成績につながる動作を反復するようになり、その動作に収束したと考えられるものが見られた。これにより、記録が向上するにつれ結果的に標準偏差が影響を受けている場合があることが示唆された。

今回の研究では記録向上と共に起こる動きの標準偏差の低下が一部の被験者でしか確認されていない。従って今後は、記録向上の際に標準偏差が影響を受けないことがあるのかどうか、つまり他の習熟パターンがあるのかどうか、またあるとすればどのようなものかを検討する必要があるだろう。

文献

- 1) Aguado, X., Izquierdo, M., Montesinos, J.L.: Kinematic and kinetic factors related to the standing long jump performance, *Journal of Human Movement Studies*, 32:156-169, 1997.
- 2) Davies, B.N., Jones, K.G.: An analysis of the performance of male students in the vertical and standing long jump tests and the contribution of arm swinging, *Journal of Human Movement Studies*, 24:25-38, 1993.
- 3) 古川昇・中村岩美・佐川正人・澤田雅崇・小林規：垂直跳における新たな跳躍方法を用いたことによる跳躍高への影響，*スポーツ方法学研究*, 17:141-148, 2004.
- 4) 石田和之：正確性向上を目指した多関節動作「投げ」の練習の効果，*バイオメカニクス研究*, 7:319-324, 2003.
- 5) 門田浩二・松尾知之・橋詰謙：動作分析を利用した運動学習研究，*運動学習研究会報告集*, 13:43-48, 2003.
- 6) 窪康之・阿江通良・藤井範久：技術トレーニングによる動作の変化に関するバイオメカニクスの研究-メディシンボールのバック投げにおける力学的エネルギーの流れに注目して-，*バイオメカニクス研究*, 3:170-178, 1999.
- 7) 窪康之：大きなパワーの発揮が要求される全身運動の練習効果-立幅跳の踏切動作を例にして-，*バイオメカニクス研究*, 7:325-333, 2003.
- 8) 松永尚久：内野手の投球動作の習熟，*体育の科学* 24:448-452, 1974.
- 9) 大道等・宮下充正：テニスストロークにおける四肢関節運動の再現性と技術水準，*身体運動の科学V*，杏林書院，東京，pp.268～274，1983.
- 10) Phillips, S. J., Clark, J.E., Petersen, R.D.: Developmental differences in standing long jump take off parameters, *Journal of Human Movement*

Studies, 11: 75-87, 1985.

- 11) Sewall, L.P., Lander, J.E.: Biomechanical components of the vertical jump and an analogous task involving the upper body, Journal of Human Movement Studies, 23:77-93,1992.
- 12) 吉原暁憲・植屋清見・中村和彦・渡辺健太郎・伊与啓一：走幅跳の距離獲得とその指導に関するバイオメカニクス，身体運動のバイオメカニクス:260-265,1997.
- 13) 図子浩二：スポーツ練習による動きが変容する要因・体力要因と技術要因に関する相互関係-，バイオメカニクス研究,7:303-312,2003.

図表

表 1.被験者の身長および体重

表 2.被験者の測定期間前後の垂直跳の記録(単位:cm)

表 3.被験者の平均記録推移(単位:cm)

表 4.被験者の平均力積推移(単位:Ns)

表 5.被験者の平均跳躍角度推移(単位:deg.)

表 6.基準測定時を 100%とした合ベクトル絶対値の標準偏差の平均値(単位:%)

表 7.被験者 TS の基準測定時および測定 1 回目における各データ

表 8.被験者 NY の基準測定時および測定 1 回目における各データ

表 9.被験者 IT の基準測定時および測定 4 回目における各データ

図 1.合ベクトルの絶対値の時間変化の一例

図 2.合ベクトルの絶対値の時系列標準偏差の一例

図 3.力積と記録の関係

図 4.被験者 TS の合ベクトルの絶対値の時間変化(平均)

図 5.被験者 TS の合ベクトルの絶対値の時間変化

表 1.被験者の身長および体重

	身長(cm)	体重(kg)	年齢(歳)
男性(n=8)	174.4±6.7	66.6±6.6	20.9±0.6
女性(n=8)	160.2±8.0	53.3±3.5	20.6±0.9
全被験者(n=16)	167.3±10.2	60.0±8.6	20.8±0.8

表 2.被験者の測定期間前後の垂直跳の記録(単位:cm)

被験者(M)	基準測定時	測定第6回目	差	伸び率	被験者(F)	基準測定時	測定第6回目	差	伸び率
MT	55	56	1	1.02	DH	38	40	2	1.05
SN	53	53	0	1.00	IT	43	41	-2	0.95
KR	62	65	3	1.05	KA	37	37	0	1.00
KS	51	58	7	1.14	MY	48	50	2	1.04
TS	54	49	-5	0.91	NY	40	38	-2	0.95
NT	56	52	-4	0.93	SY	42	39	-3	0.93
YK	62	60	-2	0.97	TN	36	36	0	1.00
TY	52	53	1	1.02	YM	45	42	-3	0.93
平均	55.6	55.8	0.1	1.00	平均	41.1	40.4	-0.8	0.98

表 3.被験者の平均記録推移(単位:cm)

被験者	基準測定時	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
MT	228.1	221.8	224.5	-	230.8	233.2	230.0
SN	232.9	230.4	226.9	233.9	226.0	234.0	230.6
KR	230.3	230.0	227.5	234.0	227.9	239.0	↑ -
KS	223.4	234.5	↑ 232.3	237.4	237.1	235.4	243.6 ↑ ↑
TS	214.9	224.4	↑ 224.1	225.2	223.8	219.4	229.6 ↑ ↑
NT	245.1	235.9	246.3	242.9	239.6	241.8	239.5
YK	240.7	232.3	243.3	239.9	241.3	247.9	↑ 249.9
TY	224.7	223.5	223.0	229.6	230.8	↑ 230.3	232.8
DH	185.6	189.5	↑ -	-	180.4	186.0	189.9
IT	192.5	189.1	183.8	191.5	201.1	↑ 189.0	201.9
KA	154.6	155.9	171.0	↑ 170.1	163.3	163.9	171.7
MY	168.0	179.5	↑ 183.2	183.7 ↑ ↑	175.3	182.7	186.3 ↑ ↑ ↑
NY	155.2	182.8	↑ 175.6	179.2	178.6	181.6	180.6
SY	176.9	178.8	175.1	181.2	183.9	176.9	<u>188.2</u> ↑
TN	169.4	180.4	↑ 177.4	172.5	176.0	174.2	185.4 ↑ ↑
YM	182.6	186.7	184.9	-	181.3	191.5	↑ 188.5

記録向上の要因

太字…力積 斜体下線…角度 下線…両方 斜体…どちらでもない

↑:基準測定時に対して有意に記録が向上したもの。

↑↑:↑に対して有意に記録が向上したもの。

↑↑↑: ↑↑に対して有意に記録が向上したもの。

表 4.被験者の平均力積推移(単位:Ns)

被験者	基準測定時	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
MT	144.3	135.7	131.8	–	133.6	145.1	116.8
SN	129.6	128.3	128.3	117.3	144.3	141.3	140.3
KR	169.0	165.0	155.8	157.6	154.4	148.9	–
KS	138.6	119.1	100.3	120.0	133.0	147.2	116.9
TS	144.1	160.0	170.8	165.1	152.1	159.5	128.2
NT	153.4	137.1	132.4	128.1	140.1	147.9	130.7
YK	173.2	177.0	159.3	154.0	154.9	160.5	160.8
TY	162.1	148.7	150.9	163.7	153.4	136.5	172.5
DH	99.2	104.3	–	–	105.0	109.0	111.5
IT	90.2	98.0	90.4	97.3	104.4	105.4	95.5
KA	118.9	105.8	108.1	102.5	109.0	104.0	92.0
MY	104.3	151.1	112.3	106.2	116.2	114.9	112.3
NY	93.3	92.7	84.0	90.9	101.2	104.7	80.6
SY	113.2	85.8	88.1	99.8	105.1	98.0	115.8
TN	83.6	85.8	82.1	90.3	79.7	80.5	83.2
YM	95.7	93.3	91.6	–	96.5	94.4	88.8

表 5.被験者の平均跳躍角度推移(単位:deg.)

被験者	基準測定時	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
MT	27.2	27.6	26.4	–	26.1	27.0	23.0
SN	21.6	21.7	22.7	22.1	23.6	23.0	23.2
KR	24.3	24.3	24.1	23.5	24.3	24.2	–
KS	21.9	20.1	20.7	19.5	18.4	19.2	20.7
TS	23.9	24.1	23.9	23.5	23.3	23.8	24.4
NT	23.2	23.3	22.7	22.5	24.1	22.4	22.2
YK	22.1	23.4	22.6	22.2	21.6	20.9	20.1
TY	23.1	21.2	21.4	21.0	19.5	18.9	19.9
DH	33.0	35.8	–	–	37.7	38.9	33.1
IT	21.3	21.3	20.1	21.8	21.8	21.1	20.0
KA	38.7	38.5	36.3	34.0	36.2	35.1	34.0
MY	34.0	31.4	30.0	30.8	30.2	28.9	29.6
NY	31.6	25.3	27.6	27.2	27.1	26.6	26.4
SY	37.0	36.0	35.9	34.9	35.5	36.4	32.8
TN	30.8	29.0	29.1	29.1	27.1	28.9	28.5
YM	28.7	27.8	27.6	–	29.5	29.3	29.7

表 6.基準測定時を 100%とした合ベクトル絶対値の標準偏差の平均値(単位:%)

被験者	基準測定時	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
MT	100.0	112.5	99.8	-	132.8	92.3	150.4
SN	100.0	123.3	106.9	47.4	70.2	130.0	71.2
KR	100.0	92.4	105.5	132.9	99.6	114.8	-
KS	100.0	80.8	111.3	71.5	89.7	121.4	135.7
TS	100.0	87.3	95.8	103.5	117.3	122.9	168.4
NT	100.0	122.8	133.5	129.8	126.1	155.5	165.7
YK	100.0	96.3	111.2	126.8	100.1	120.7	137.8
TY	100.0	103.9	110.7	90.5	107.8	78.7	128.1
DH	100.0	79.2	-	-	158.8	154.4	167.2
IT	100.0	140.6	181.0	188.0	173.5	153.1	199.9
KA	100.0	87.8	106.8	89.6	135.9	107.1	137.6
MY	100.0	87.9	106.6	81.5	148.9	94.1	104.7
NY	100.0	166.3	195.8	240.6	233.2	190.8	191.9
SY	100.0	170.4	160.8	188.2	146.6	157.0	237.2
TN	100.0	106.6	101.2	94.3	108.1	115.2	82.2
YM	100.0	109.6	116.4	-	115.8	112.7	174.5

表 7.被験者 TS の基準測定時および測定 1 回目における各データ

	基準	1回目
記録(cm)	214.9	224.4
力積(Ns)	144.1	160.0
跳躍角度(deg.)	23.9	24.1

表 8.被験者 NY の基準測定時および測定 1 回目における各データ

	基準	1回目
記録(cm)	155.2	182.9
力積(Ns)	93.3	92.7
跳躍角度(deg.)	31.6	25.3

表 9.被験者 IT の基準測定時および測定 4 回目における各データ

	基準	4回目
記録(cm)	192.5	201.1
力積(Ns)	90.2	97.3
跳躍角度(deg.)	21.3	21.8

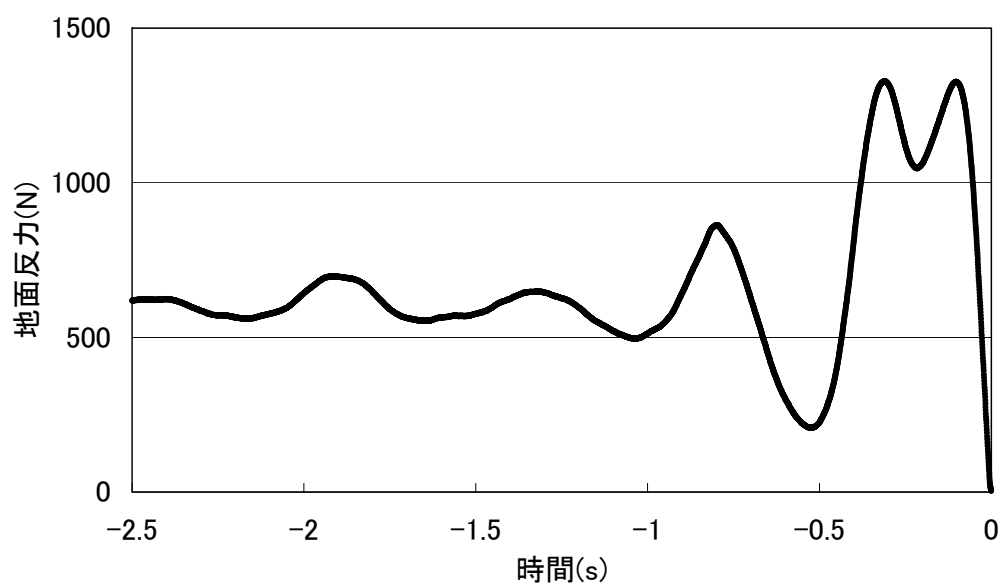


図1.合ベクトルの絶対値の時間変化の一例

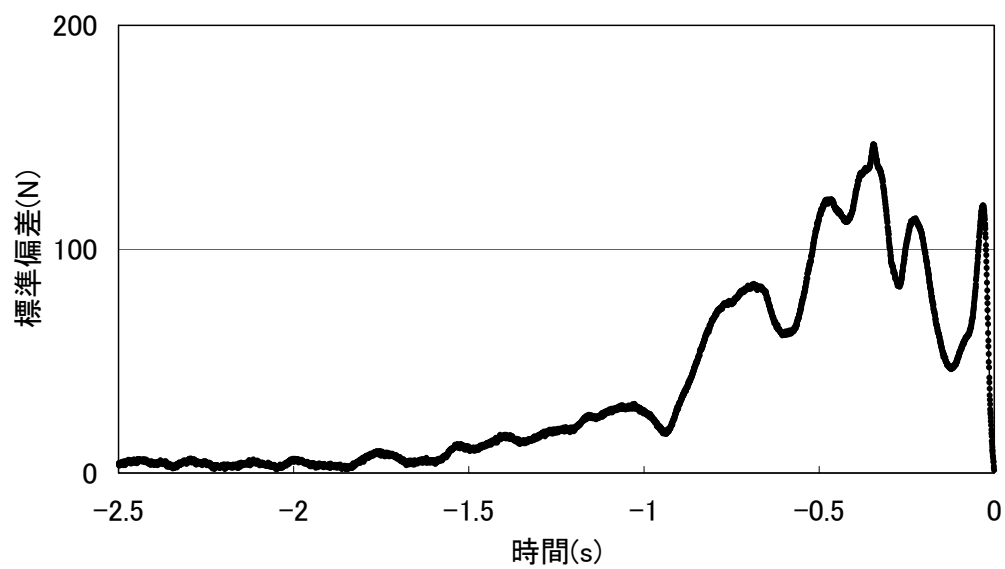


図2.合ベクトルの絶対値の時系列標準偏差の一例

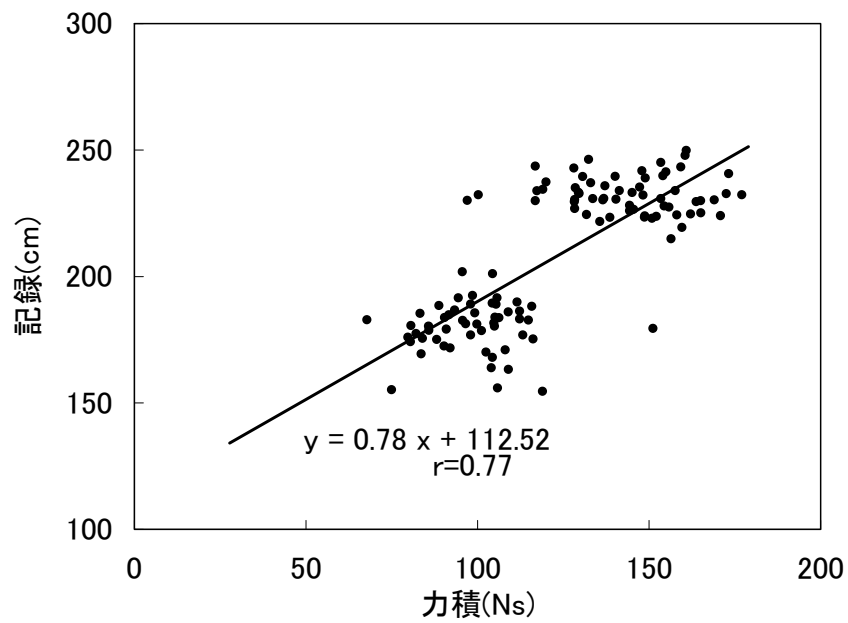


図3.力積と記録の関係

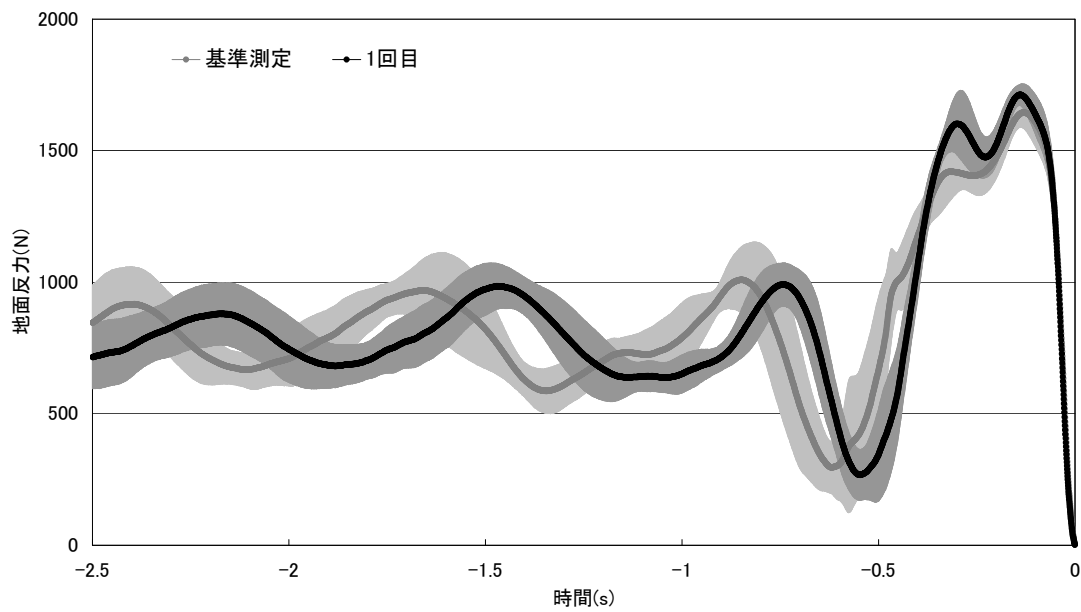


図4.TSの合ベクトルの絶対値の時間変化(平均)

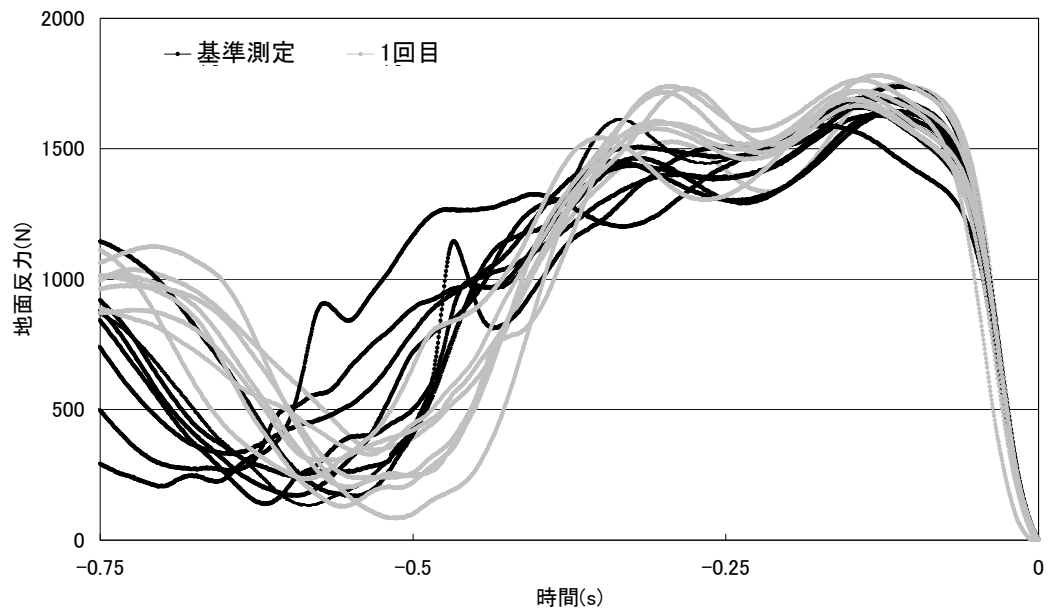


図5.TSの合ベクトルの絶対値の時間変化