

陸上競技学会誌

Japan Journal of Studies in Athletics

● 巻頭言

日本陸上競技学会 会長 関岡康雄
陸上競技学会誌第1号の発刊にあ
たって

● 特別寄稿

TOM TELLEZ

● 研究

大村一光 伊藤信之 飯干 明
村木有也 小山宏之 阿江通良
杉田正明 小林寛道
日本一流女子走り幅跳び選手の助
走分析

青山清英
我が国の陸上競技研究における現
象学的・人間学的研究の動向

中田和寿 阿江通良 宮下 憲
横澤俊治
バイオメカニクスデータを活用し
た短距離疾走動作の改善

● 報告

木越清信 加藤隆之 尾縣 貢
棒高跳未経験女性競技者における
競技力発達過程に関する研究

● 学会だより

● 日本陸上競技学会会則

Vol.1,
2003

陸上競技学会誌第1号の発刊にあたって

日本陸上競技学会 会長 関岡 康雄

日本陸上競技学会では、この度、学会誌第1号を発刊することになりました。学会誌第1号は、『会員相互の努力で陸上競技の学習を深めよう』を目指しての学習成果第1号の誕生であり、第1回学会大会開催と合わせ、学会としての第一歩を踏み出したことでもあります。このことをまず会員の皆さんとともに喜びたいと存じます。

さて、私達は、学会の発足にあたり、『陸上運動・陸上競技の指導、競技者のコーチング・トレーニング等の活動現場で生じる諸々の問題・課題を科学的に解釈し、更に、活動方法や研究方法の開発を進め、活動の成果を活動実践の現場に速やかに還元していくこと』を活動のねらいとして設定しました。

『体育学習での陸上運動・陸上競技』、『レクリエーションとしての陸上競技』、『競技スポーツとしての陸上競技』等の実践活動から生じる課題は山積しております。『児童・生徒に陸上競技の楽しみを味合わせる』、『競技者には競技力の向上を』と、それぞれの活動のねらいにあった活動実践のための学習こそが私ども陸上競技学会に求められている課題であります。

今夏開催されます世界選手権大会やユニバーシアード大会での我が国の代表選手には大きな期待が寄せられています。しかし、少子化傾向が強まるなかで愛好者を含む競技者数の減少が懸念されてもいます。確かに、トップレベル競技者の競技力は、短距離種目をはじめとしたいくつかの種目で国際的水準にありますが、競技者数の減少傾向は、近い将来の我が国の競技力を考える時、大きな問題でもあります。競技者数の増加・確保は、特に児童・生徒の段階で陸上競技を好きになってもらうことでもあります。また、競技力の更なる向上のためには、合理的・効果的な強化方法が重要であります。陸上競技学会としてもこれらの多くの課題に一層真剣に取り組むことが求められています。

第2回学会大会も来る12月13日・14日の両日順天堂大学での開催が決まっておりますが、学会誌

第2号の発刊準備もすでに始まっております。会員各位には、『会員相互の努力で陸上競技の学習を深めよう』というねらいをご理解いただき、学会大会への参加や論文等の投稿について積極的なご協力をお願いいたします。また、学会の内容の一層の充実のためには、会員数の増加も当面の課題であります。会員各位のご努力で一人でも多くの陸上競技の学習仲間が増えることを願っております。そして、求められている課題をひとつでも多く解決し、その過程における諸々の情報が会員相互の学習に留まらず、広く陸上競技界やスポーツ界に向けて発信できればと願うものであります。

平成15年3月10日

TOM TELLEZ (SANTA MONICA TRACK CLUB)

TO Japan Society of Athletics
FROM Tom Tellez

I send my congratulations to all the college and university coaches in Japan on the organization of the "Society of Athletics". The society will take athletics in Japan to a higher level of performance. With the dissemination of valuable information, coaches and athletes will improve at all level of competition. Your society will not only benefit Japanese athletics but the entire world of athletics.

Because the pole vault is one of the most complex athletic events, knowledge of basic pole vault mechanics should be a prerequisite for both vaulter and coach. It would be impossible to cover all technical aspects of pole vaulting in this paper, but I would like to comment on a few basic principles.

The vault is a double-pendular action. The athlete swings on the pole from his hands, while a second pendulum (pole and athlete) pivots about the base of the pole. To be successful, the vaulter must coordinate these two pendulums. (Diagram A).

The vaulter should generate as much pole speed as possible (the speed at which the pole pivots about its base). The speed of the athlete swinging on the pole is influenced by (1) the flexibility of the pole, (2) the grip on the pole (the highest possible under the circumstances), (3) the speed of the pole pivoting in the box, (4) the speed of the athlete swinging on the pole. The vaulter's movements on the pole are designed to project his or her center of gravity high above the top hand just as the pole reaches a vertical position. (Diagram A)

The vaulter must try to create the largest angle possible between the pole and the runway at take-off (Diagram A). To do so, two elements are necessary: a controlled extension of the top arm and take-off foot in plumb-line with the top hand. This will result in the following: (1) The pole will not have as far to travel before reaching a vertical position. (a) The center of gravity will move over the most beneficial distance. (3)

The vaulter will be able to drive through the pole instead of down the long axis of the pole, enabling her to (a) establish the direction of the bend, (b) bend the pole easier and sooner, (c) develop better pole speed.

The take-off is not simply a run off the ground, but requires a vertical impulse from the supporting leg and foot directed at an angle into the pole (21°). Ganslen estimates that this will increase the velocity at take-off by as much as four feet per second.

The idea of a metronome is excellent for understanding the importance of pole speed. When the weight is low on the lever arm of a metronome (near the fulcrum), the lever moves rapidly. As the weight moves up the lever arm, the arm slows down.

The vaulter uses this same principle to give the pole its needed speed. The take-off leg and the top arm remain long during the swing phase (figures 7,8). The long lever (leg) gives the pole speed during the early part of the vault while shortened levers (legs) during the rock-back makes the body rotate faster around a fixed axis (shoulders), thus allowing hips to rise.

The center of mass should be behind the pole during the swing and rock phase. This is accomplished by:

1. Keeping the take-off foot in a plumb line with the top hand at take-off and fully extending top arm.
2. Not slowing down.
3. Not pulling with the arms.
4. Keeping the head in line with the body throughout the vault.
5. Vertical impulse.

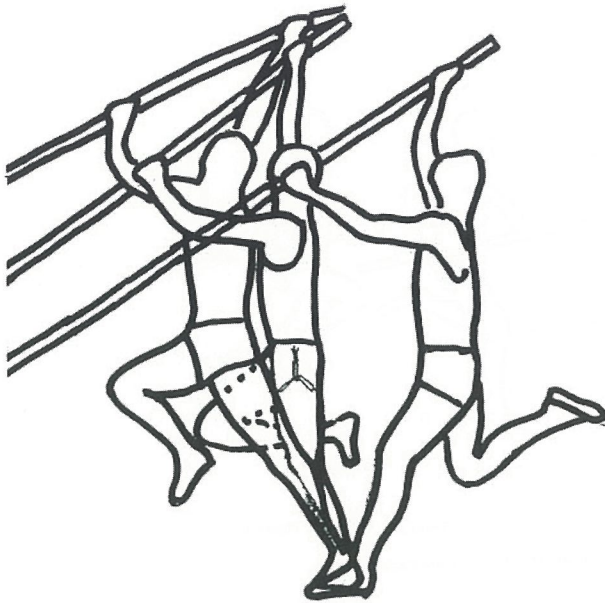
DEFINITION OF TERMS

PLANT:

This is a motion which brings the pole from the carry position to the take-off position. It is accomplished in the last two strides of the run. Top arm fully extends with pole directly in front of the face. (Figures 2-4)

LATE PLANT:

When the pole begins to move later than two strides from the box.

STRETCH REFLEX
MECHANISM**LOW PLANT :**

When the top arm is not fully extended at the take-off, a low angle between the pole and the runway results.

TAKE-OFF :

The vaulter (right-handed) will continue the running motion over her take-off foot into the pole with the right arm fully extended.

There is a vertical impulse from the supporting leg and the foot is planted flat. (Figures 4-6)

RUN :

This is accomplished as the vaulter attempts to maintain momentum as the pole contacts the back of the box. The body is picked up and rotated with the top hand being the axis of rotation. The athlete runs over and beyond the take-off foot. (Figure 6)

SWING :

With the body acting as a long lever, it starts to move forward and upward off the top hand. (Figures 7,8)

ROCK BACK :

This is a movement, not a position. The legs are flexed and brought back towards the shoulders (bringing legs closer to center of gravity increases body rotation), allowing the hips to rise. Shoulders then become the axis of rotation. (Figures 9-12)

**EXTENSION :**

The legs go up with hips following as the vaulter assumes an inverted position. (Figures 13) The shoulders continue to be the axis of rotation.

TRAJECTORY :

As the pole uncoils to vertical, the vaulter maintains an inverted position and rotates about the pole to clear the bar on her frontal side. (Figures 14-16)

CLEARANCE

A free flight arch over the bar. (Figure 17)

OBJECTIVES

1. To achieve maximum controlled horizontal velocity in the approach run.
2. To achieve a vertical impulse through the support leg and foot at take-off (correct penultimate).
3. To execute a pole plant that will achieve the following :
 - A. Conservation of horizontal velocity.
 - B. Provide for a vertical impulse at take-off (proper preparation).
 - C. To initiate an early pole plant that will ensure that the center of mass moves over the most beneficial distance.
 - D. To bring the pole to a position above and in front of the head, in a plumb-line with the take-off foot,

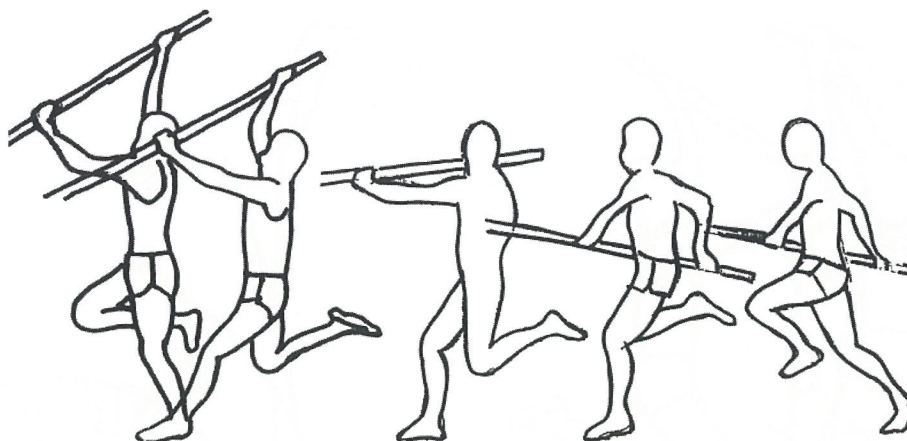


Figure 5

Take-off

Figure 4

Last Stride

Figure 3

Penultimate (Preparation for take-off)

Figure 2

Plant Begins

Figure 1

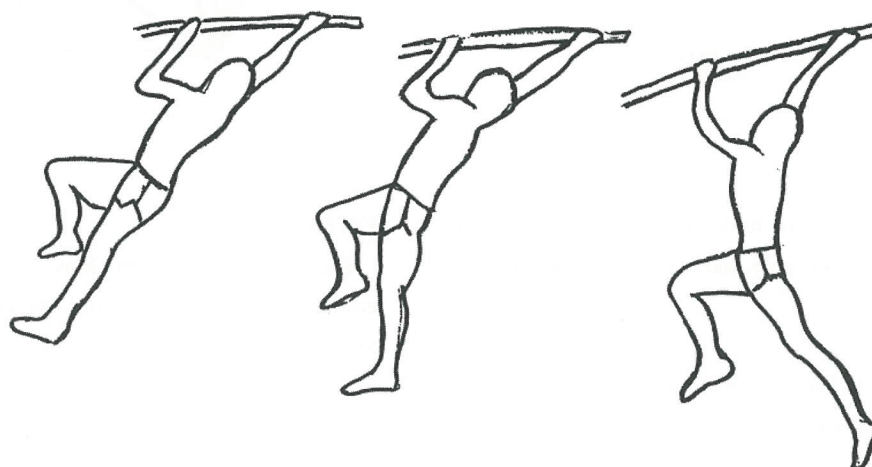


Figure 8

Swing

Figure 7

Swing

Figure 6

Take off & Run

creating the largest possible angle between the runway and the pole.

E. Maintain good sprinting technique.

strides from the take-off, where it begins to drop gradually. The tip should be approximately eye level as the vaulter begins the plant-2 strides away from the take-off.

TECHNIQUE

1. Pole Carry

- A. The pole should be carried with the tip above the head to facilitate running. (If the grip is 15 feet or higher, the pole should be held higher.)
- B. Avoid punching the pole back and forth.
- C. Avoid swinging the pole away from the body.
- D. The distance between the two hands should be adequate to carry the pole easily, but not so wide that it will hinder the plant, take-off and/or swing phase of the vault.
- E. The pole tip stays high until approximately 6

2. Approach

- A. The approach should be as long as possible, depending on the vaulter's:
 1. Experience
 2. Speed
 3. Strength
 4. Acceleration ability
 5. Running mechanics, etc.
- B. Sprint speed is dependent on:
 1. Stride length, which is improved by:
 - a. Muscular strength
 - b. Elasticity and range of motion in the joints

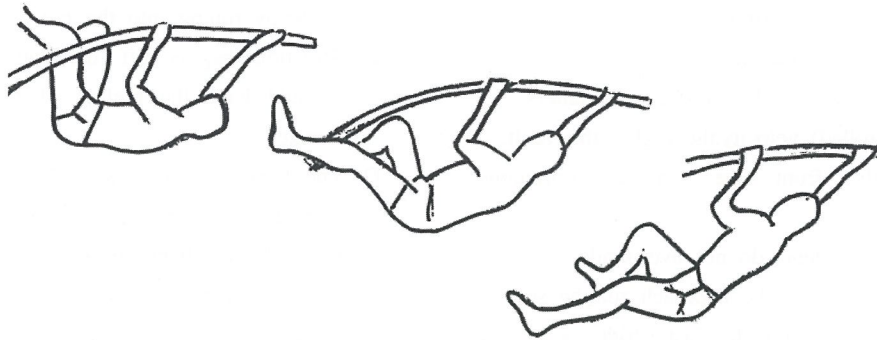


Figure 11
Rock Back

Figure 10
Rock Back

Figure 9
Rock Back

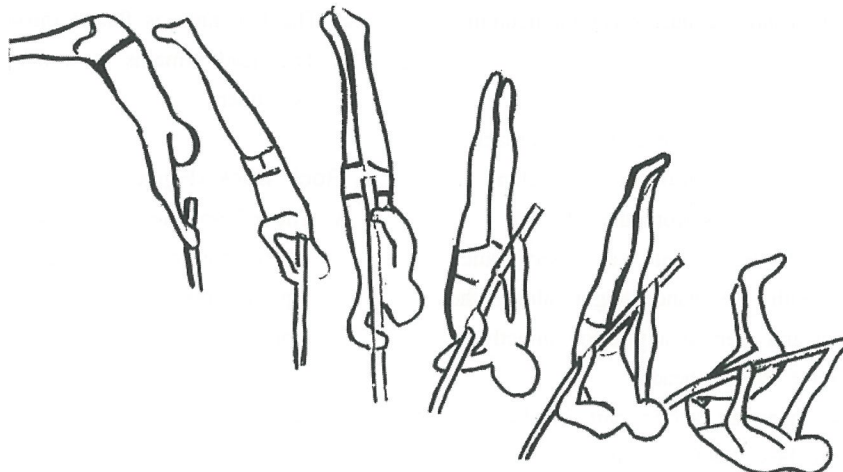


Figure 17
Clearance

Figure 16
Trajectory

Figure 15
Trajectory

Figure 14
Trajectory

Figure 13
Extension

Figure 12
Rock Back

- c. Stride length is increased primarily by force exerted against the ground, acting behind the body's center of gravity.
- d. Greater stride length should not be achieved by reaching out with the lower leg ahead of the body's center of gravity.
2. Stride frequency (governed by individual differences)
- C. When the runner is moving slower over the ground, he applies force down and back to set the body in motion. Hence, short strides in the beginning are followed by longer strides as acceleration increases (force applied downward) to gain more ground per stride. The transitional strides of getting the body in motion until reaching full running stride should be gradual.

- D. In a good approach, you compromise between stride length and frequency (cadence). The last few strides of the approach should be of a cadence to allow for an active take-off.
- E. Through observation, I have found that the success of the entire approach and jump will depend on the length and consistency of the first two or three strides of the approach run.
- F. The approach run should be one of gradual acceleration, beginning with the first stride and ending with maximum controlled acceleration at take-off (relaxed).

(From the preceding statements, we learn that the approach run is of great importance and a large percentage of training time should be spent by coach and athlete on developing good sprinting mechanics and the

approach run.)

- G. 100 feet run-90% of maximum speed.
- H. 140 feet run-95% of maximum speed.
- I. 18 to 20 strides are used by most good vaulters.
- J. The more (controlled) velocity,the higher the vault.
- K.Sprint smoothly from the start,a continuous acceleration.
- L. Maintain a good cadence,do not over-stride.
- M. In the last 2 strides of the approach run,the second stride is the longest and the last stride is a few inches shorter.
- N. There is a Slight preparation for take-off occurring on the next to last stride,or penultimate (figure 3)
- O. Correct sprinting technique is the most essential component of successful vaulting.
- P. The essence of vaulting is momentum' first horizontal momentum,and second,vertical momentum.

3. The Plant (figures 2-4)

- A. A successful plant depends upon a good approach.
- B. Maintain horizontal velocity throughout the plant.
- C. The plant begins two strides from the take-off.
- D. The plant should begin with a smooth,quick forward thrust with the hand,straight along the plane of the run and then to a position directly in front of and above the forehead.
- E. The lower hand takes an active part in directing the pole into the box. (NOTE : points a and e are executed simultaneously).
- F. The shoulders and hips stay straight in relationship to the cross bar throughout the plant.
- G. At the completion Of the plant,there is a controlled extension of the top arm. The pole should continue to move upward through the take-off.
- H. The take-off foot is directly below the top hand.

4. The Take-Off (Figures 4,5,6)

- A. There should be a vertical impulse from the take-off leg and foot into the pole (21°).
- B. There is a Slight preparation for take-off on the next to last stride,or penultimate stride (figure 3).
- C. Continue running action.
- D. There must be a controlled extension of the top arm.
- E. The lower arm resists (it does not push).

5. Run (Figures 6)

- A. The vaulter attempts to maintain the momentum developed in the run and take-off.

- B. The vaulter must have the feeling of controlling the pole by runing into the pole.
- C. Rotation begins off the top hand. The vaulter should have the feeling of being picked up and rotated.
- D. The lower arm begins to bend as the body drives forward.
- E. The pole will begin bending away from the vaulter, then curving laterally to the left (with a left foot take-off).

6. Swing (Figures 7,8)

- A. The top hand continues to be the axis of rotation.
- B. The top arm remains fully extended.
- C. The lower arm is flexed to about 90° .
- D. The take-off leg is fully extended.
- E. The free knee is flexed throughout the swing.
- F. The head remains in a natural alignment with the shoulders.

7. Rock Back (Figures 9-12)

- A. The take-off leg begins to flex as both knees are drawn toward the chest. This shortening of levers speeds body rotation around the shoulders (axis of rotation) ,allowing the hips to elevate.
- B. The vaulter continues to improve on his hip elevation.

8. Extension (Figures 13)

- A. The legs go up the pole,hips follow as the vaulter achieves an inverted position
- B. The right arm is still straight.
- C. The shoulders continue to be the axis of rotation.

9. Trajectory (Figures 14-16)

- A. The momentum developed through all previous phases is continued.
- B. Think of this phase as one flowing action.

10. Clearance (Figure 17)

- A. Keep head in natural alignment with shoulders.

日本一流女子走り幅跳び選手の助走分析

大村一光¹⁾, 伊藤信之²⁾, 飯干 明³⁾, 村木有也⁴⁾, 小山宏之⁴⁾, 阿江通良⁵⁾
杉田正明⁶⁾, 小林寛道⁷⁾

An analysis of the approach runs for the Japanese elite women's long jumpers

Ikko Omura¹⁾, Nobuyuki Ito²⁾, Akira Iiboshi³⁾, Yuya Muraki⁴⁾, Hiroyuki Koyama⁴⁾, Michiyoshi Ae⁵⁾,
Masaaki Sugita⁶⁾, Kando Kobayashi⁷⁾

Abstract

Recently, some scientific studies on the long jump investigated characteristics of the approach run from viewpoint of the step frequency, supporting time and non-supporting time. However, there are quite few data of these parameters concerning the Japanese elite women's long jumpers. The purpose of this study was to investigate the approach run of Japanese elite women's long jumpers to obtain the fundamental findings on effective approach run for the Japanese women's long jumpers. Six elite women's long jumpers, with personal best records ranging from 6.26 m to 6.82 m, were filmed at the finals in the recent major competitions by the Biomechanical Project team of the JA A F. The whole of the steps of the approaches were recorded using a digital video camera (60 f/s). The best trial or second best trial of the each jumper was analyzed and calculated following parameters: step length, step frequency, supporting time, non-supporting time and Air Ratio (non-supporting time/ supporting time). Approach velocities were measured by Laveg Sport placed on the stadium behind the jumpers. The results were as follows: 1) Approach velocity of the Japanese women's long jumpers were ranging from 9.1 m/s to 9.5 m/s. 2) Step frequency of Japanese women's long jumpers were higher than those of world's class women's long jumpers, and some of jumpers showed fairly different step frequency between the right steps and the left steps during the second half of the approach run. 3) Supporting time tended to become shorter in the first half of the approach, and become longer in the second half of the approach. Furthermore, most of Japanese women's long jumpers tended to decrease largely their non-supporting time during the last part of the approach. 4) Hanaoka (6.82 m: national record holder) gradually increased her step frequency and Air Ratio in the last part of approach, that patterns were similar to those of world's class jumpers. 5) Ikeda has improved her technique of approach run recently, that's the reason why she made a record of 6.78 m (17th world rank in 2001). However, she still has some room of an improvement.

キーワード: 走幅跳, 日本一流女子選手, 助走, ピッチ, 支持時間と非支持時間, 助走速度

1. 緒 言

日本の女子走り幅跳びでは, 2001年の日本選手権において, 花岡選手と池田選手が同年の世界ランキング15位と17位に相当する6m82と6m78を跳躍し, それまでの日本記録(6m61)を大幅に更新した. また, ジュニアにおいても, 2002年6月に高校生ジャンパーの梶見選手が6m43の日本高校記録を樹立(日本ジュニアタイ記録)するなど, 近年, わが国の女子走り幅跳びは盛況を示しており, 世界との競技レベルの差もかなり小さくなっている.

走り幅跳びでは, 良い記録を達成するために助走の果たす役割が大きいと指摘されていることから, これまでに, 助走速度と記録との関係や, 助走におけるストライドや助走速度の変化などに着目した研究がいくつか報告されている(深代, 1990). そして, 最近では, 助走におけるピッチ, 支持時間や非支持時間の変化をもとに, 日本選手の助走の特徴や課題を検討した研究もみられるようになった. 伊藤ら(2000)は, 第6回世界選手権(アテネ, 1997)の男子走り幅跳び決勝進出者6名と朝原選手, さらに, 第83回日本選手権(1999)の男女走り幅跳びで, それぞれ上位3位に入賞した選手を対象に, 助走のピッチや支持時間などを比較・検討している. その結果, 世界一流選手と比較して, 日本選手の多くは, 助

-
- 1) 志學館大学 Shigakukan University 〒899-5194 鹿児島県始良郡隼人町内1904 Tel.: 0995-43-1111
E-mail address: ioomura@shigakukan.ac.jp
- 2) 横浜国立大学 Yokohama National University 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-1
- 3) 鹿児島大学 Kagoshima University 〒890-0065 鹿児島市郡元1-20-6
- 4) 筑波大学体育研究科 Master's Program in Health and Physical Education, University of Tsukuba
〒305-8574 茨城県つくば市天王台1-1-1
- 5) 筑波大学 University of Tsukuba 〒305-8574 茨城県つくば市天王台1-1-1
- 6) 三重大学 Mie University 〒514-8507 三重県津市上浜町1515
- 7) 東京大学 University of Tokyo 〒153-8902 東京都目黒区駒場3-8-1

表1 分析競技者の身体特性および分析記録・大会名

競技者名	身長 (cm)	体重 (kg)	自己最高記録	分析記録および大会名	
花岡 麻帆	171.0	57.0	6m82 (1)	6m49	静岡国際(2001年)
池田 久美子	167.0	55.0	6m78 (2)	6m78	日本選手権(2001年)
				6m50	静岡国際(2001年)
				5m76	日本選手権(1999年)
佐藤 さよ子	169.0	57.0	6m23 (18)	6m23	静岡国際(2001年)
山本 絵理	166.0	53.0	6m36 (13)	6m36	静岡国際(2001年)
諏江 加奈子	167.0	56.0	6m43 (6)	6m43	日本選手権(1999年)
榊見 咲智子	176.0	65.0	6m43 (6)	6m15	全国高校総体(2001年)
平均	169.3	57.2	6m51	6m34	
標準偏差	3.72	4.12	0.24	0.30	

*自己最高記録の()内の数値は歴代ランキングを示す

走の開始から非支持時間が長い傾向にあったと報告している。また、女子選手のなかには、助走後半でピッチの値に左右差の大きい選手がみられ、このようなパターンでは加速が十分になされないために改善が求められると指摘している。このような日本女子選手にみられる助走の特徴が、世界一流選手と日本選手における記録の差の一要因になっている可能性もあるとみられる。しかしながら、伊藤ら(2000)が報告した日本女子選手は3名であり、日本一流女子選手に共通してみられる傾向なのか明らかではない。また、日本一流女子選手の6mを大きく超える跳躍における助走のピッチや支持時間、非支持時間、助走速度などの変化についても検討されていない。さらに、日本一流女子選手と世界一流女子選手の助走を比較・検討したものもみあたらないようである。

そこで、本研究では、6名の日本一流女子選手を対象に、助走の特徴をピッチや支持時間、非支持時間、助走速度に着目して検討し、大村ら(2001)が報告した世界の一流女子選手の結果と比較しながら日本女子選手の助走における現状を把握するとともに、今後の課題を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

日本陸上競技連盟強化本部の科学委員会は、日本選手権や国際陸上、インターハイなど国内の主要な大会で動作分析やタイム分析などのバイオメカニクス的な活動を継続して行っている。そのなかで、1999年から2001年までの日本選手権、2001年の静岡国際陸上および2001年熊本インターハイにおける女子走り幅跳び決勝に進出した選手のうち、6mをコンスタントに跳躍している6名の選手を選出し、各選手の最高記録を分析対象とした(ただし、花岡選手については、撮影の都合上6m82の自己最高記録ではなく、静岡国際陸上における6m

49を分析対象とした)。なお、データが継続的に蓄積されている池田選手については、自己最高記録を達成した2001年の日本選手権に加えて、2001年の静岡国際陸上と1999年の日本選手権における最高記録についても分析を行った。表1に、日本一流女子選手の身体特性、走り幅跳びの自己最高記録と分析記録、ならびに、それぞれの平均値と標準偏差を示した。

いずれの跳躍も、助走のスタートから踏切まで、助走路側方のスタンドに設置したデジタルビデオカメラ(60フィールド/秒)でパニング撮影した。得られたビデオテープから、助走中の1歩毎の接地及び離地のコマ数をカウントすることにより、1歩毎のピッチ、支持時間、非支持時間およびAir Ratio(非支持時間/支持時間)を算出した。なお、ピッチは、右(左)足離地から右(左)足離地までを1歩として算出した。また、2001年の日本選手権と静岡国際陸上では、選手の後方のスタンドに設置したLaveg Sport(ヘンリー・ジャパン社製)により助走速度を計測した。

得られた結果について、統計的な有意差の検定にはt検定を用い、有意水準は危険率5%未満とした。

3. 結果

図1は、日本一流女子選手6名のうち、諏江選手を除く5名の選手について、助走速度の変化を示したものである。助走の最高速度は、池田選手が6m78を記録した跳躍での9.5m/s(踏切前5.8mの地点)が最も大きく、その他の選手では9.1m/s~9.2m/sであった。また、助走速度の変化をみると、高校生の榊見選手の場合には踏切前5mあたりまでの助走速度が他の選手に比べて低く、山本選手の場合には踏切前における速度の低下が最も大きかった。

図2は、日本一流女子選手の助走における1歩ごとの

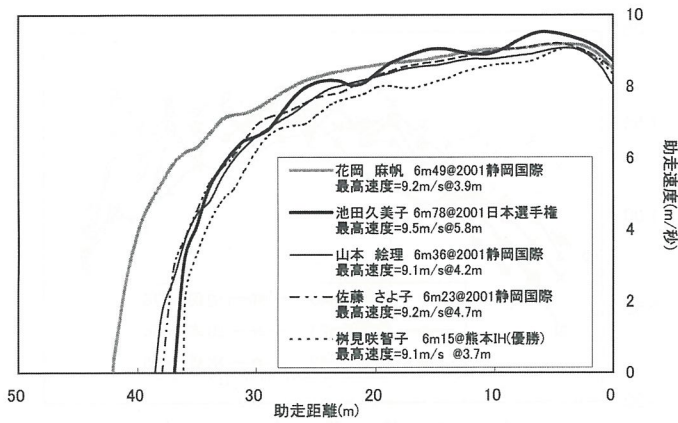


図1 日本一流女子選手の助走速度の変化

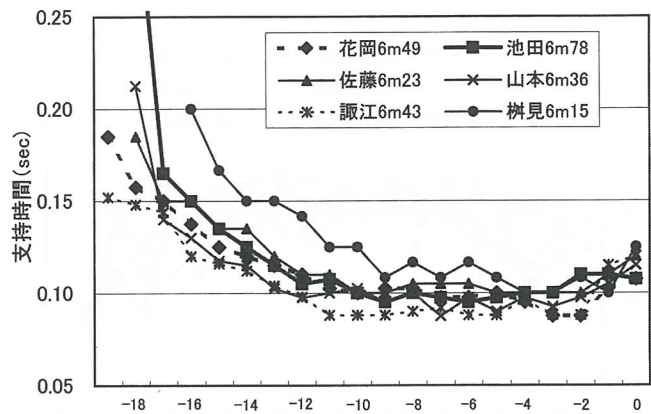


図4 日本一流女子選手の助走中における支持時間の変化

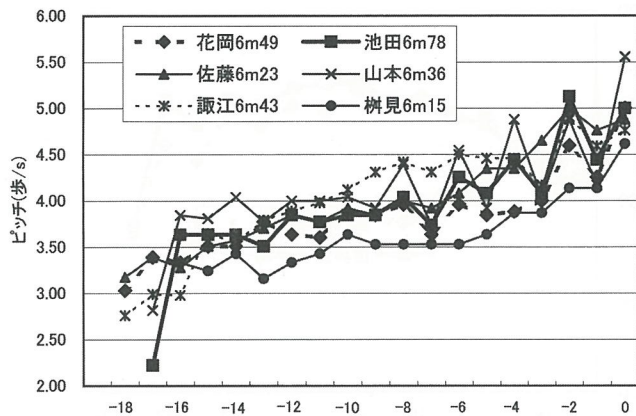


図2 日本一流女子選手の助走中におけるピッチの変化

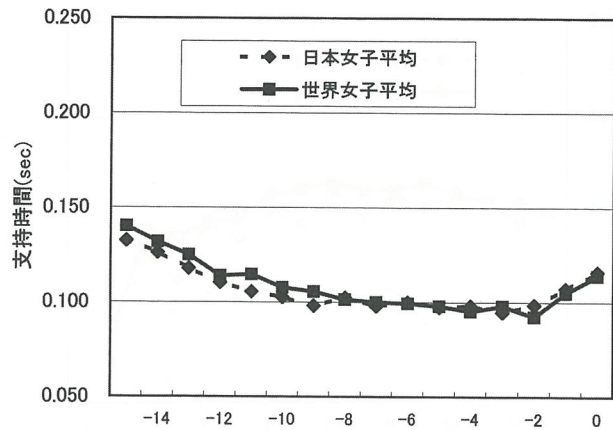


図5 平均値でみた日本一流女子選手と世界一流女子選手の支持時間の変化

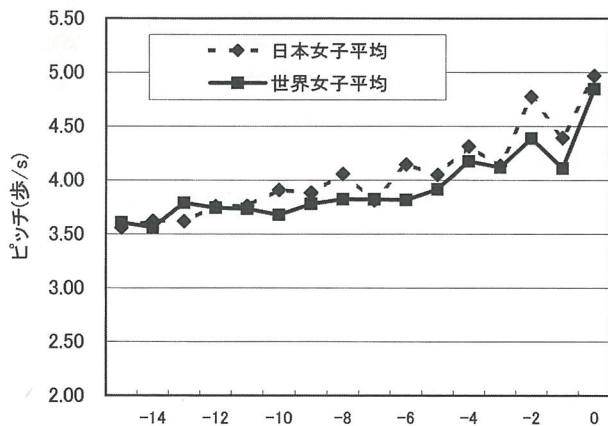


図3 平均値でみた日本一流女子選手と世界一流女子選手のピッチの変化

ピッチの変化を示したものである。図の横軸は、踏切からの助走歩数を示しており、0が踏切歩を意味する。

いずれの選手も踏切へ近づくにつれ徐々にピッチを増大させ、特に、踏切前3～4歩目あたりで大きく増大させる傾向にあった。

図3は、踏切前15歩のピッチについて、日本一流女子選手6名の平均値を、シドニーオリンピック女子走り幅跳び決勝進出者12名（以下、世界一流女子選手）の

平均値と比較したものである。なお、世界一流女子選手の身体特性をみると、上位3選手を含む6名の平均身長は177.2cmであり、平均体重は60.5kgであった。また、世界一流女子選手の分析記録の平均値は6m68であった。

踏切10歩前あたりから踏切にかけて、日本一流女子選手のピッチがやや高い傾向にあった。特に、踏切2歩前では、世界一流女子選手の4.38歩/sに対し、日本一流女子選手は4.77歩/sであり、さらに、踏切1歩前では、それぞれ4.11歩/s、4.39歩/sと、いずれにおいても日本一流女子選手の方が高い値を示したが、統計的な有意差は認められなかった。

図4は、日本一流女子選手の助走における1歩ごとの支持時間の変化を示したものである。横軸は、図2と同様に、踏切からの助走歩数を示している。

梶見選手のように助走開始から助走の中盤まで、支持時間の比較的長い選手や、諏江選手のように助走開始から助走の後半まで、支持時間の比較的短い選手など個人差がみられた。しかし、全体的にみると、支持時間は、助走開始後から徐々に減少し、助走中盤では、ほぼ一定に保たれ、助走の最終局面で、やや増加する傾向にあった。

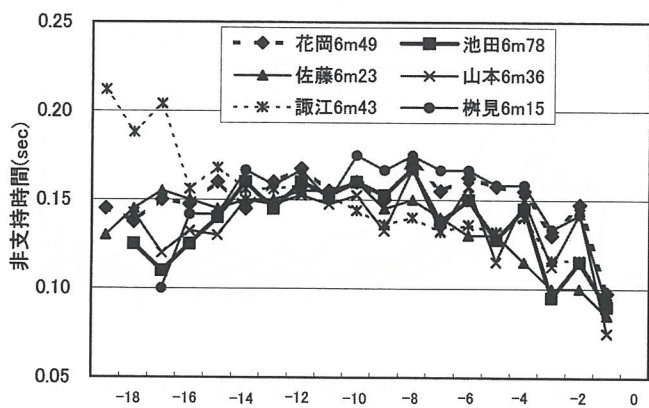


図6 日本一流女子選手の助走中における非支持時間の変化

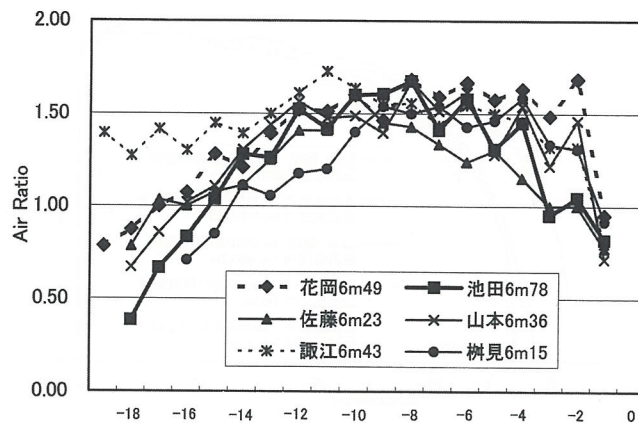


図8 日本一流女子選手の助走中における Air Ratio の変化

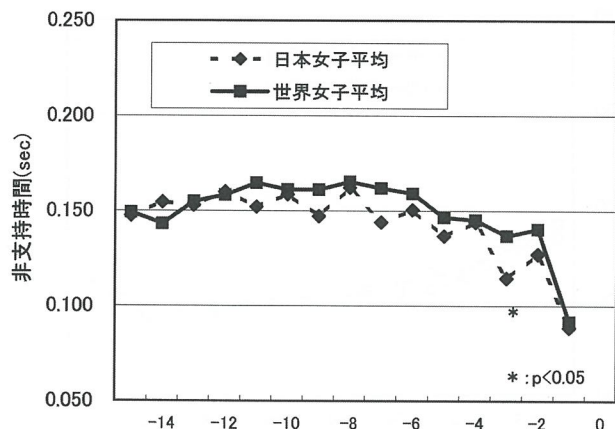


図7 平均値でみた日本一流女子選手と世界一流女子選手の非支持時間の変化

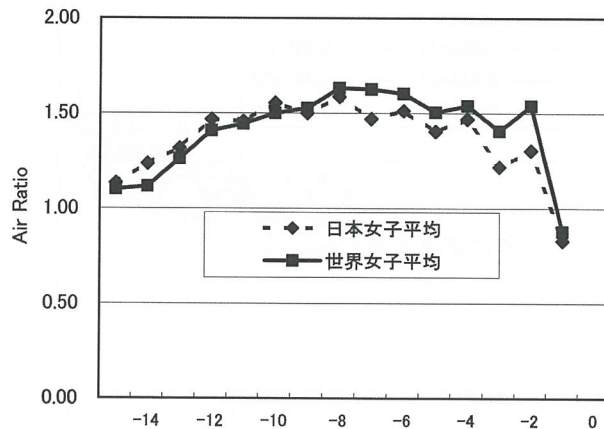


図9 平均値でみた日本一流女子選手と世界一流女子選手の Air Ratio の変化

図5は、踏切前15歩の支持時間について、日本一流女子選手の平均値を世界一流女子選手の平均値と比較したものである。

助走の前半から中盤までは、世界一流女子選手の支持時間が長い傾向にあった。その後、助走の中盤から踏切準備直前までは両者の間に差がみられなかったが、踏切準備から踏切にかけて、日本一流女子選手の支持時間が、わずかに長くなる傾向にあった。

図6は、日本一流女子選手の助走における1歩ごとの非支持時間の変化を示したものである。横軸は、図2と同様に、踏切からの助走歩数を示している。

非支持時間は、助走開始後から長くなり、その後、助走中盤あたりでピークに達した後、徐々に短くなる傾向にあった。花岡選手と池田選手を比較すると、助走の中盤あたりまでは、両者ともほぼ同じ値を示していたが、その後、池田選手の場合には大きく減少していたのに対し、花岡選手の場合にはあまり減少しなかった。

図7は、踏切前15歩の非支持時間について、日本一流女子選手の平均値を世界一流女子選手の平均値と比較したものである。日本一流女子選手の非支持時間の方が、助走開始後を除いて、全般に、短い傾向にあった。そして、踏み切り2歩前では、世界一流女子選手の0.137

秒に対して、日本一流女子選手は0.114秒と短く、両者の間には有意差 ($p < 0.05$) が認められた。また、世界一流女子選手の場合、助走全般にわたって1歩ごとの非支持時間の変動は少なかったが、日本一流女子選手では、助走の中盤から踏み切り準備局面にかけて1歩ごとの非支持時間の変動が大きい傾向にあった。

図8は、日本一流女子選手の助走における1歩ごとの Air Ratio (非支持時間/支持時間) の変化を示したものである。横軸は、踏切からの助走歩数を示している。

Air Ratio は、助走開始後から増加し、助走の中盤あたりでピークに到達した後、徐々に減少する傾向にあった。花岡選手の場合は、最高値に到達した後、踏切直前までその値をほぼ維持していた。一方、池田選手の場合は、助走の中盤あたりでピークに到達した後、徐々に減少し、特に踏切前3歩において大きく減少する傾向にあった。

図9は、踏切前15歩の Air Ratio (非支持時間/支持時間) について、日本一流女子選手の平均値を世界一流選手の平均値と比較したものである。

日本一流女子選手の場合、助走前半では、世界一流選手よりも Air Ratio の値が高かったものの、助走後半(踏切8歩前以降)では、逆に低くなる傾向にあった。特に、

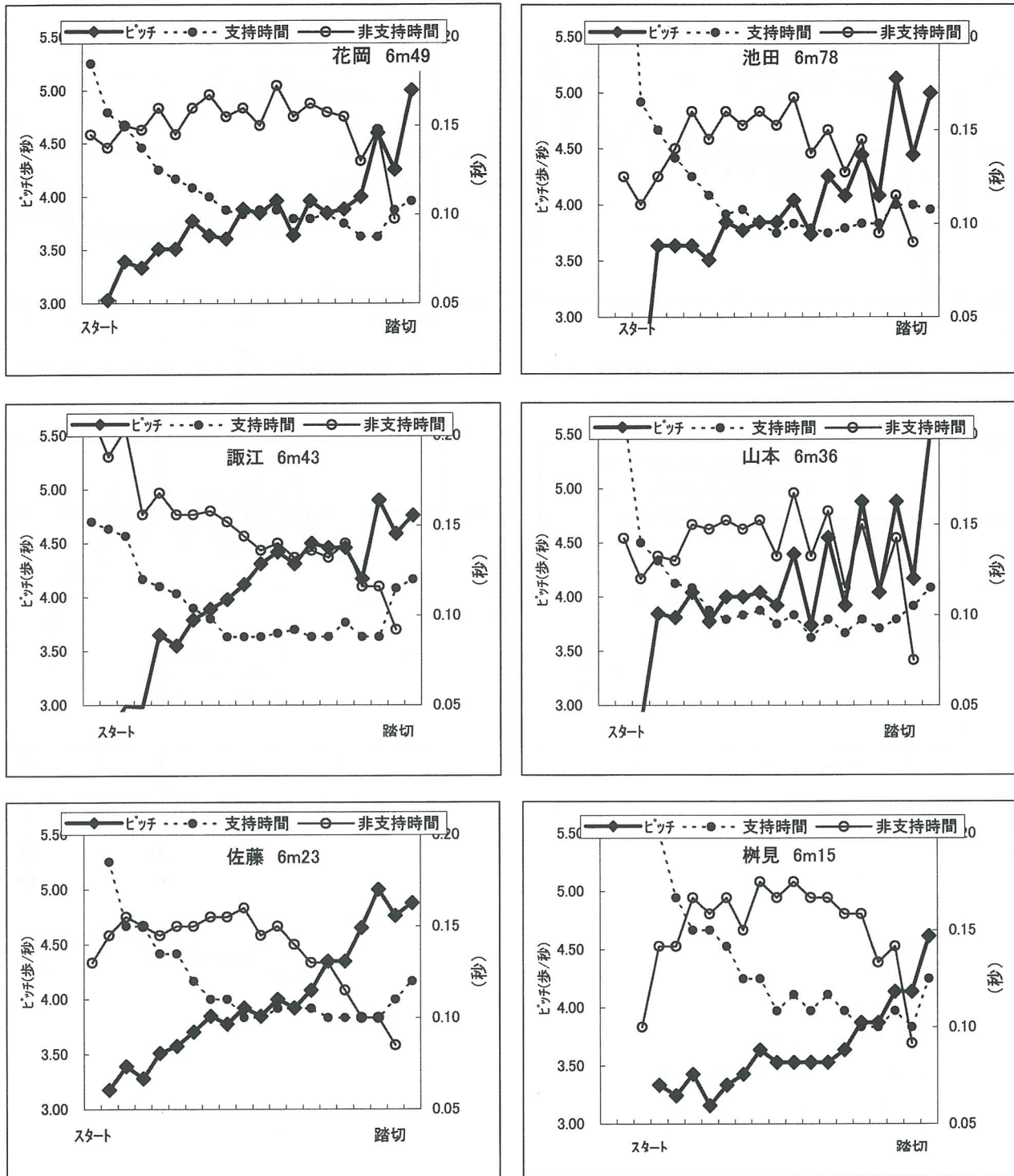


図10 各選手の助走におけるピッチ、支持時間、非支持時間の変動

踏切3歩前では日本一流女子選手の1.217に対し世界一流女子選手が1.407, 踏切1歩前では日本一流女子選手の1.303に対し世界一流女子選手が1.539と, それぞれ値が異なっていたが, 両者の間に有意差は認められなかった。

図10は, 各選手の助走におけるピッチ, 支持時間, 非支持時間の変化を示したものである。日本記録保持者である花岡選手は, 助走の開始から徐々にピッチを増大

させ, 踏切準備から踏切へかけても素早いリズムアップがなされていた。一方, 日本歴代2位の記録を持つ池田選手の場合には, 助走の中盤から踏切前にかけて左右のピッチの差が大きくなる傾向にあり, 踏切準備では踏切2歩前のピッチが踏切歩のピッチよりも高くなっていた。山本選手の場合には, 助走の中盤から踏切前にかけて左右のピッチの差が最も大きく, ピッチと非支持時間の変動パターンがほぼ一致していた。また, 踏切準備におい

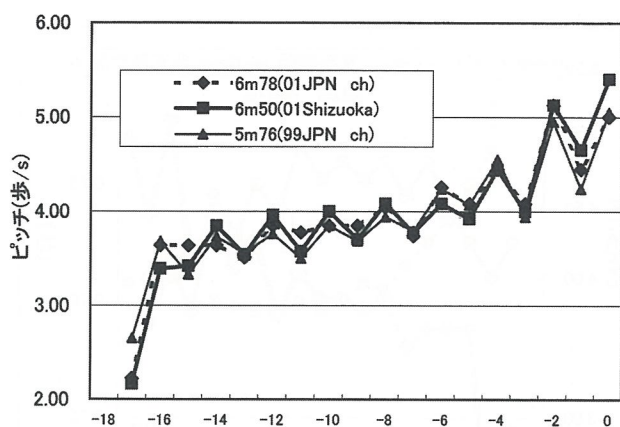


図 11-① 池田選手の 3 主要大会 (99 年～01 年) におけるピッチの変化

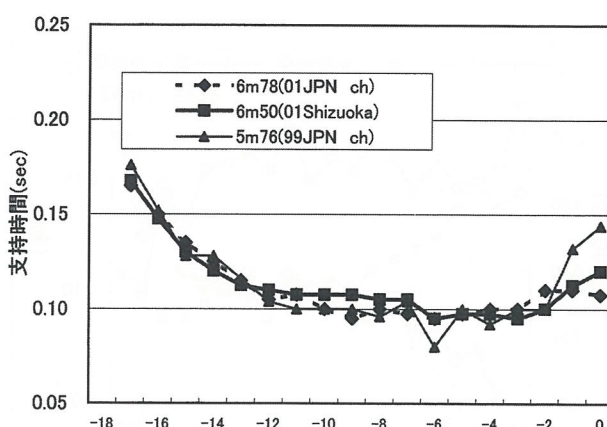


図 11-② 池田選手の 3 主要大会 (99 年～01 年) における支持時間の変化

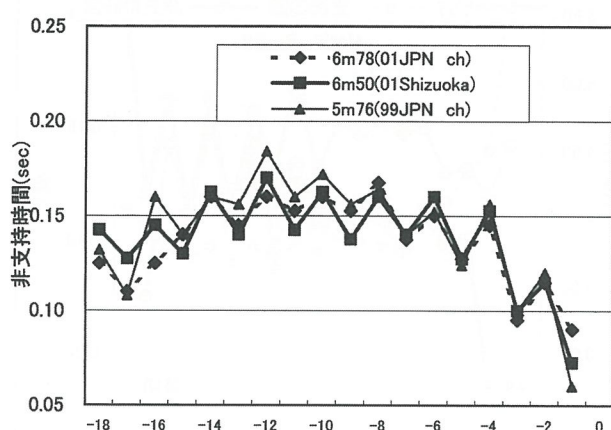


図 11-③ 池田選手の 3 主要大会 (99 年～01 年) における非支持時間の変化

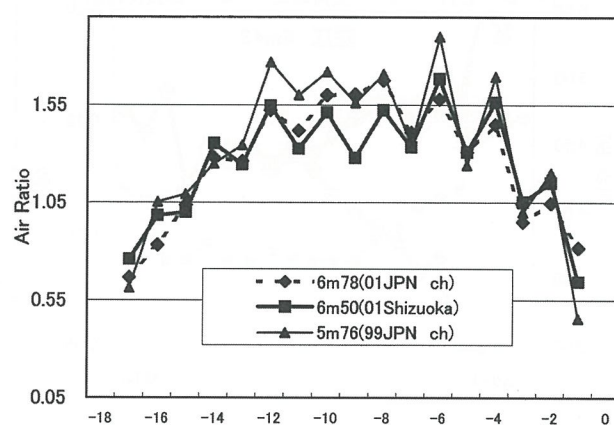


図 11-④ 池田選手の 3 主要大会 (99 年～01 年) における Air Ratio の変化

て踏切 2 歩前のピッチが踏切歩のピッチよりも高くなる選手として佐藤選手と諏江選手がみられた。なお、高校生の榎見選手の場合には、助走全般にわたってピッチが遅かった。

図 11-①～④は、日本歴代 2 位の記録 (6 m 78) を持つ池田選手について、1999 年日本選手権 (5 m 76)、2001 年静岡国際陸上 (6 m 50)、2001 年日本選手権 (6 m 78) におけるピッチ (図 11-①)、支持時間 (図 11-②)、非支持時間 (図 11-③)、および Air Ratio (図 11-④) の変化を示したものである。なお、いずれの図も、横軸は踏切からの助走歩数を示している。

ピッチをみると、1999 年の日本選手権 (5 m 76) と 2001 年の静岡国際陸上 (6 m 50) の跳躍では、いずれも、助走の開始からピッチの左右差が大きい傾向を示していた。しかし、2001 年の日本選手権で自己最高記録 (6 m 78) を達成した跳躍では、助走前半から中盤にかけてのピッチの変動が小さくなる傾向にあった。

支持時間には、助走前半から中盤にかけて、ほとんど差がみられなかったが、踏切前 2 歩の支持時間は、1999 年の日本選手権 (5 m 76) では、0.13 秒と 0.15 秒であ

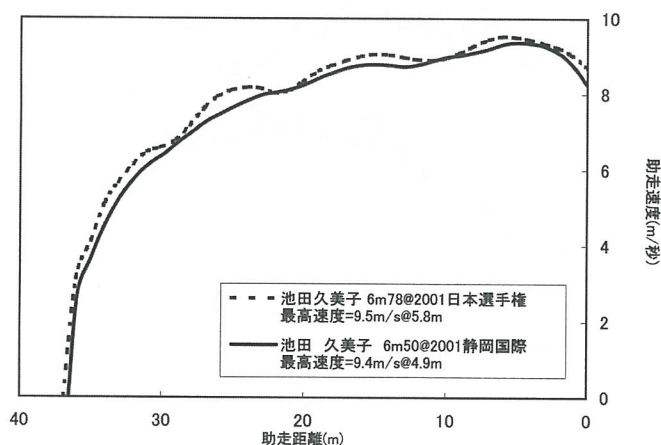


図 12 池田選手の 6 m 78 と 6 m 50 の跳躍における助走速度

ったものが、2001 年の静岡国際陸上 (6 m 50) では 0.11 秒と 0.12 秒になり、さらに 2001 年の日本選手権 (6 m 78) では、0.11 秒と 0.11 秒へと徐々に短くなっていった。一方、非支持時間は、2001 年の日本選手権 (6 m 78) の場合、他の 2 試技と比較して助走前半から中盤にかけ

での左右の変動が小さく、また踏切1歩前で長くなる傾向にあった。

Air Ratio は、1999年の日本選手権(5 m 76)と2001年の静岡国際陸上(6 m 50)では、助走の後半で左右の変動が大きくなる傾向にあったが、2001年の日本選手権(6 m 78)では、左右の変動が小さくなる傾向にあった。

図12は、池田選手の2001年静岡国際陸上(6 m 50)と2001年日本選手権(6 m 78)における助走速度の変化を示したものである。助走の最高速度は、静岡国際陸上の場合、踏切前4.9 m地点での9.4 m/sであり、日本選手権の場合には、踏切前5.8 m地点での9.5 m/sであった。また、静岡国際陸上の方が、踏切前における速度の低下が大きい傾向にあった。

4. 考 察

4.1 日本一流女子選手の助走の特徴

日本一流女子選手の助走速度は、6 m 78を跳躍した池田選手の9.5 m/sが最も速く、その他の選手では9.1 m/sから9.2 m/sであった。一流女子走幅跳選手の助走速度について、大村ら(2001)は、1998年の日本選手権において5 m 75~6 m 52を記録した日本一流女子選手の助走速度を検討し、7.8~9.0 m/sであったと報告している。また、第6回世界選手権(1997年、アテネ)における世界一流女子選手8名の助走速度は、9.1~9.9 m/s(跳躍記録:6 m 64~7 m 05)であったと報告されている(野口, 1997)。これらのことをもとにすると、日本一流女子選手の助走速度は、ここ数年でかなり向上しており、世界一流女子選手のレベルにかなり近づきつつあるとみられ、このことが、日本一流女子選手の記録向上に影響を及ぼしているとみられる。

一方、伊藤ら(2000)は、近年助走中におけるピッチ、支持時間、非支持時間について世界一流選手と日本一流選手の助走を比較・検討している。その結果、日本選手の方が助走の開始から非支持時間が長い傾向にあったことや、助走後半でピッチの左右差が大きい選手がみられたことを報告している。このような日本選手にみられる助走の特徴が助走速度に影響し、世界一流選手と日本選手における記録の差の一要因になっている可能性もあるとみられる。そこで、本研究についても日本一流女子選手の助走におけるピッチや非支持時間などの変化についてさらに検討することとした。

日本一流女子選手の助走中におけるピッチの変化パターンをみると、いずれの選手も助走開始後、徐々にピッチを増加させ、特に踏切前3~4歩目あたりで大きく増加させる傾向にあった。このような結果は、伊藤ら(2000)が第6回世界選手権(1997年、アテネ)の男子走り幅跳び決勝に進出した6名と朝原選手を加えた7名について報告した結果と同じであった。また、大村ら

(2001)が報告した、シドニーオリンピック(2000)の女子走り幅跳び決勝に進出した12名の選手の結果とも同じであった。これらのことをもとにすると、日本一流女子選手も、世界一流選手や世界一流女子選手と同様のパターンで助走のピッチを増加させていたことがわかる。

しかしながら、日本一流女子選手のピッチは、助走全般にわたって、シドニーオリンピックにおける世界一流女子選手に比べて高い傾向にあった。村木は(1982)、一流ジャンパーと一般ジャンパーの全助走過程における1歩ごとの平均速度、ストライド、ピッチを比較・検討している。その結果、一般ジャンパーは、加速局面では全体にオーバーストライドであり、後半の局面では逆にピッチ過剰でストライドが伸びず、感覚的にはピッチが高まってスピードアップされたと錯覚しやすく、高速度での安定走行が得られないとしている。このことをもとにすると、本研究における日本一流女子選手の場合にも、助走後半の高いピッチが踏切前の助走速度や、踏切準備動作に影響を及ぼしていたともみられる。本研究では、日本一流女子選手の助走中におけるストライドの変化について検討できていないが、今後ピッチとともに、ストライドもあわせて検討することで、ピッチが助走に及ぼす影響について明らかにしていく必要がある。また、日本選手の身長をみると、本研究で対象とした一流女子選手の平均値が169.3 cmであり、世界一流選手(シドニーオリンピックの女子走幅跳び決勝進出者12名のうち上位3選手を含む6名の平均身長は177.2 cm)に比べて有意($p < 0.05$)に低かった。日本の女子選手の場合、このような身長が低いなどの形態的な要因のため、ピッチに重点をおいて助走速度を高めていたとも考えられるが、今後上述したことにあわせて検討しておく必要がある。

日本一流女子選手のピッチを詳細にみると、助走の中盤から踏切前にかけて左右のピッチが大きく異なる選手がみられたが、このような傾向は、世界一流女子選手では、ほとんどみられない(飯干ら, 2002)。また、伊藤ら(2000)は、1999年の日本選手権女子走り幅跳び決勝に出場した3名のうち2名の選手で、左右のピッチの差が大きかったと報告している。そして、こうしたパターンの助走では、加速が十分になされず、一歩おきにブレーキがかかることにつながりやすいと考えられることから改善が望ましいとしている。本研究でも、高校生の榊見選手を除くと、ピッチの左右差が最も大きかった山本選手の場合に、助走の中盤から後半にかけての助走速度が最も低かった(図1)。山本選手の場合には、図11にみられるように、助走の中盤から後半にかけてのピッチと非支持時間の変動パターンがほぼ一致していた。また、池田選手の1999年から2001年までの主要大会におけるピッチの変化をみると、1999年の5 m 76跳躍時に

は助走のピッチの左右差が大きい傾向にあったが、6 m 78 を記録した 2001 年の日本選手権では左右差が小さくなる傾向がみられた。池田選手の 1999 年の 5 m 76 跳躍時における助走速度は明らかではないが、2001 年における 2 つの大会については、記録の向上に伴い、助走速度も大きくなり、踏切前における助走速度の低下も小さくなる傾向にあった。山本選手と池田選手の結果をもとにすると、非支持時間がピッチに大きな影響を及ぼしているとみられ、非支持時間を安定させることでピッチが安定し、助走速度を低下させることなく、良い記録を達成できる可能性があると思われる。

一方、走り幅跳び選手にみられるピッチの左右差について、鈴木ら (2001) は、脚の長さや太さなどの形態やエキセントリックな筋力などの機能のほか、キックの方向と大きさなどが影響していると指摘している。本研究でピッチに左右差がみられた選手の脚長などの形態や筋力、キックの方向など明らかではないが、左右差が大きかった 2 名の選手は、ジュニア期から走り幅跳びとともに 100 mH でも活躍している。ハードル種目では、3 歩のリズムでインターバルを走るとともに、同じ足で踏み切る動作を繰り返すことから、100 mH の経験年数が長いほど上述した左右の脚筋力差やキックの方向などに違いが生じやすくなるとみられる。その結果、2 名の選手では助走におけるピッチの左右差が大きくなったとも考えられるが、ハードル種目と助走のピッチとの関係については、今後、さらに検討していく必要があろう。なお、鈴木ら (2001) によると、ピッチの左右差は、踏切の 5 ~ 6 歩前で拡大していく傾向にあったという。走り幅跳びの準備局面では、踏切前 1 歩のストライドが、それまでのものより広く、踏切への 1 歩は逆に短くなる、いわゆる” 2 歩かけ上がり” (Two-count-rise) のリズムが一般的であると指摘されている (村木, 1982)。カールリスなどの一流ジャンパーでは、最後の 4 歩のリズムに個人差があるという指摘もあるが (深代, 1990)、走り幅跳び選手には、助走や踏切準備のために特有のリズムを持ち、そのリズムが助走中のピッチにも影響して左右差が生じる可能性もあろう。したがって、助走におけるピッチの左右差については、選手がイメージとして持っている踏切準備のリズムについても調べておくことが役に立つとみられる。それらをもとに、選手の特性に応じた助走を明らかにし、効果的な助走練習のあり方を検討していく必要があろう。

日本一流女子選手の踏切準備局面におけるピッチをみると、踏切 2 歩前のピッチが踏切歩のピッチよりも高くなる選手が数名みられた。大村ら (2000) は、1998 年の日本選手権女子走り幅跳び決勝に進出した 8 名の選手について、踏切前 3 歩における助走速度、ストライド、ピッチを分析するとともに、身体重心高や膝関節角度の変化なども検討している。その結果、ピッチについては、

世界一流女子選手と比較して、踏切前 3 歩のピッチが高い傾向にあったことや、踏切 2 歩前のピッチが踏切歩のピッチよりも高かったことなど、本研究と同様の結果を報告している。さらに、踏切前 3 歩において助走速度の低下がみられるとともに、第 6 回世界選手権 (1997 年、アテネ) における世界一流女子選手と比較して踏切歩での支持脚における膝の屈曲のタイミングが遅かったことなどを報告している。本研究や大村らの研究 (2000) をもとにすると、日本女子選手にみられた踏切前の高いピッチは、日本女子選手に共通した特徴の 1 つとみられる。そして、このような傾向には、助走前半から高いピッチで助走を行っていたことが影響し、さらに踏切準備動作にも影響を及ぼしていると推察される。今後、被験者数を増やすとともに、さまざまな競技レベルの選手についてのピッチの変化や踏切準備局面における動作分析等のデータを蓄積することで、詳細に検討していく必要がある。

日本一流女子選手の助走における支持時間、非支持時間、Air Ratio (非支持時間 / 支持時間) を世界一流女子選手と比較すると、いくつかの特徴がみられた。平均値でみた支持時間は、助走の前半では世界一流女子選手の方が日本一流女子選手よりも長くなる傾向にあり、踏切準備から踏切にかけては日本一流女子選手の方が世界一流女子選手よりもやや長くなる傾向にあった。一方、非支持時間は全体的に日本一流女子選手の方が、世界一流女子選手よりも変動が大きく、また、短い傾向にあり、特に踏み切り 2 歩前では、日本一流女子選手が 0.114 秒、世界一流女子選手が 0.137 秒で、両者の間には 5% 水準で有意差がみられた。そして、Air Ratio (非支持時間 / 支持時間) をみると、日本一流女子選手の場合、助走前半では、世界一流女子選手よりも値が高かったものの、助走後半 (踏切 8 歩前以降) においては、逆に低くなる傾向にあった。また、踏切 3 歩前と 2 歩前では、日本一流女子選手と世界一流女子選手の間に大きな差がみられた。本研究におけるこれらの結果は、世界一流女子選手と日本一流女子選手の助走の走り方や、踏切準備動作において相違があることを示唆するものであろう。すなわち、日本一流女子選手の場合、助走前半では、支持時間が短く Air Ratio が大きいことから、加速期において十分な推進力を得られないため助走速度が高まらなかったと推察される。これに対し、世界一流女子選手の場合には助走速度の変化を検討した報告はないが、助走前半の加速局面において、助走速度を十分に獲得するために、地面との接地時間を長くすることで力積を大きくし、十分な推進力を得ていたとみられる。日本一流女子選手が世界一流女子選手に比べて助走速度が遅いのは、一つには、加速期において十分な推進力を得られないことが影響しているとも推察される。

さらに、日本一流女子選手の場合には、助走の中盤か

ら後半にかけて、非支持時間が短くなることからピッチに依存した走りになっていたとみられる。一方、世界一流女子選手の場合には、助走中盤から後半にかけては、非支持時間を長くすることで空中局面が大きくなり、ダイナミックな中間疾走となり、助走後半では、支持時間を短くすることで、テンポの良い切れのある踏切を行っていたものと推察される。このことも、日本一流女子選手と世界一流女子選手の助走速度や記録に影響していると考えられる。

助走中の疾走動作について、伊藤ら(2000)は、世界一流男子を対象に、一流スプリンターの短距離走における疾走動作と比較している。その結果、助走中の疾走動作は、①もも上げが最大になった時点から接地までの大腿の動作範囲が大きく、②支持期での大腿の動作範囲が小さいのが特徴であり、助走では脚を後方へ強くキックするのではなく、接地時のブレーキを小さくする動きをしていると報告している。本研究では、日本一流女子選手と世界一流女子選手のピッチ、支持時間、非支持時間などの比較から、日本選手の助走の特徴に上述したような知見を得ることができたが、そのような日本選手の助走の特徴は、日本一流女子選手と世界一流女子選手とでは、助走中の疾走動作に相違があることによるものと推察されるが、両者の助走中の疾走動作を比較・検討した研究はみあたらない。したがって、今後、日本一流女子選手と世界一流女子選手を対象に、ピッチ、支持時間、非支持時間、助走速度のみならず助走の前半、中盤、後半における疾走動作もあわせて検討していく必要がある。

4.2 花岡選手と池田選手の助走の特徴

花岡選手は、2001年の日本選手権において6m82の日本新記録を樹立したが、この年の5月に開催された静岡国際陸上大会において6m49を跳躍した時のピッチ、支持時間、非支持時間、Air Ratio(非支持時間/支持時間)をみると、他の日本一流女子選手とは、やや異なるパターンを示していた。すなわち、助走開始からピッチが徐々に増加し、踏切前ではリズムアップがみられたとともに、助走の中盤から後半にかけては、非支持時間の低下がほとんどみられず、Air Ratio(非支持時間/支持時間)も、助走中盤から助走後半にかけて低下しないなど、世界一流女子選手と類似した傾向を示していた。花岡選手については、撮影の都合上、2001年の日本選手権で6m82の日本記録を達成したときの跳躍を分析できなかったが、その時の助走速度は9.5m/秒であった。その値は、野口(1997)が報告した第6回世界選手権で優勝したガルキナ(7m15)の助走速度(9.76 m/秒)や、6m94で2位になったクサントウの助走速度(9.66 m/秒)に近いものである。これらのことから、花岡選手の場合、日本一流女子選手の中でも助走の技術が高かったものと推察される。そして、このような、

高い技術レベルが6m82の日本記録に結びつき、その後の各種大会において安定した記録を残している要因になっていると考えられる。

一方、2001年の日本選手権において6m78の日本歴代2位の記録を跳躍した池田選手の場合、花岡選手と比較して、助走中盤から後半にかけてのピッチの左右差がみられるなど、やや不安定であり、踏切2歩前のピッチは踏切歩のピッチよりも高かった。また、非支持時間をみると、助走の中盤から後半にかけて左右の変動が大きく、踏切へ向けて非支持時間が短くなる傾向にあった。これらのことから、池田選手の場合、花岡選手と比較して、助走の中盤から後半にかけての助走の走り方にまだ改善の余地があると推測される。しかしながら、池田選手の1999年日本選手権(5m76)、2001年静岡国際(6m50)、2001年日本選手権(6m78)におけるピッチ、支持時間、非支持時間を比較すると、2001年の日本選手権(6m78)では、ピッチの左右差が助走後半においてややみられるものの、かなり改善されており、それに伴い非支持時間の左右差も小さくなるように改善されている。さらに、踏切前2歩のピッチには差がみられなかったものの、支持時間は、1999年の日本選手権時には踏切前2歩でそれぞれ0.13秒、0.15秒であったものが、2001年の日本選手権時では、0.11秒、0.11秒と短くなっており、踏切前2歩でテンポよく駆け上がるようになりリズムになっていることが伺われる。池田選手は、高校時代、最後の1歩の動きが遅かったため素早く踏み切りに移ることができず、ここで助走スピードを低下させていることが指摘されていた。その後、これらの問題点が改善されつつあり、このことが、日本歴代2位の記録達成につながったとみられる。今後、助走後半の走り方や踏切準備動作を改善することで、さらに記録の向上が期待できよう。

5. 結 論

日本一流女子選手6名を対象に、走り幅跳びの助走に関する基礎的な知見を得るため、ピッチ、支持時間、非支持時間、Air Ratio(非支持時間/支持時間)等をもとに世界一流女子選手のデータも交えながら比較・検討した結果、以下のことが明らかとなった。

(1) 日本一流女子選手の助走の最高速度は、池田選手が6m78を記録した跳躍での9.5m/秒(踏切前5.8mの地点)が最も大きく、その他の選手では9.1m/秒から9.2m/秒であった。また、踏切前5mあたりまでの助走速度が低い選手や、踏切前における速度の低下が大きい選手もみられた。

(2) 助走のピッチは、世界一流男子選手や世界一流女子選手と同様の变化パターンを示したものの、助走全体におけるピッチは、日本一流女子選手の方が世界一流女子選手に比べて高い傾向にあった。また、日本一流女子

選手の中には助走の中盤から踏切にかけて、ピッチの左右差が大きくなる選手や踏切2歩前のピッチが踏切歩のピッチよりも大きくなる選手がみられた。

支持時間は、日本一流女子選手の場合、世界一流女子選手に比べて、助走前半では、短くなる傾向にあり、助走後半では、やや長くなる傾向にあった。一方、非支持時間は、助走中盤まで徐々に増加した後、踏切へ向かって減少する傾向にあるが、日本一流女子選手では、大きく減少させる選手が多くみられた。これらのことから、日本一流女子選手の助走の走り方は、世界一流女子選手と比較すると、かなり異なることが示唆された。

(3) 日本記録保持者である花岡選手の場合、他の日本一流女子選手と比較すると、ピッチを徐々に増加させ、踏切前では、リズムアップがなされていた。また、助走の中盤から後半にかけて、非支持時間や Air Ratio (非支持時間/支持時間) が、あまり低下していなかった。このような傾向は、世界一流女子選手にもみられたことから、日本一流女子選手の中では助走の技術が優れていると推察される。

(4) 日本歴代2位の記録を持つ池田選手の場合、1999年の日本選手権(5m76)や2001年の静岡国際(6m50)と比較して、2001年の日本選手権で日本歴代2位(6m78)を跳躍した時には、助走の中盤あたりでピッチや非支持時間における左右差が少なかった。また、踏切準備局面での支持時間も短くなり、踏切でのリズムアップがみられており、かなり助走が改善されていることがわかる。しかしながら、花岡選手と比較すると、助走の後半や踏切準備において、さらに、改善の余地があると推測される。

本研究は、日本陸上競技連盟強化本部科学委員会の行った研究の一部である。

6. 文 献

- 1) 阿江通良・村木有也(2001) 陸上競技のサイエンス インターハイにおけるバイオメカニクス分析・跳躍～9年間の活動から～. 月刊陸上競技, 35(10):211-215.
- 2) 深代千之(1990) 跳ぶ科学. 講談社:東京, pp. 37-40.
- 3) 飯干 明・大村一光・伊藤信之・杉田正明・小林寛道(2002) シドニーオリンピックにおける女子走幅跳の助走分析. 陸上競技の医科学サポート研究 REPORT, 日本陸連科学委員会研究報告, 1(1):19-33.
- 4) 伊藤信之・新井健之・深代千之・阿江通良(1994) 水平跳躍種目(走幅跳及び三段跳)の助走分析, 佐々木秀幸・小林寛道・阿江通良 監修 世界一流陸上競技者の技術, ベースボールマガジン社:東京,

pp. 123-134.

- 5) 伊藤信之・阿江通良・小林寛道(2000) 一流走幅跳選手における助走分析. No. II 競技種目別競技力向上に関する研究-第23報-, 1999年度日本体育協会スポーツ科学研究報告集 Vol. 1: 126-128.
- 6) 村木征人(1982) 走幅跳の運動・技術特性. 大石三四郎・浅田隆夫(編), 現代スポーツコーチ実践講座2 陸上競技(フィールド), ぎょうせい:東京, pp. 220-257.
- 7) 村木征人(2000) 著名大学指導者9名の現地視察レポート～各種目の専門家が見たもの, 感じたこと～女子走幅跳. 月刊陸上競技, 34(11):160.
- 8) 野口純正(1997) 第6回世界選手権アテネ大会バイオメカニクスデータ. 陸上競技マガジン, 47(11):99-103.
- 9) 大村一光・金高宏文・飯干 明・伊藤信之・阿江通良(2001a) 女子走り幅跳び選手の踏切準備動作に関するバイオメカニクスの研究～踏切準備における動きの違いが助走速度に及ぼす影響～. 合同学会大会大阪2000論集 スポーツ科学の総合化に向けて, p. 451.
- 10) 大村一光・飯干 明・伊藤信之・杉田正明・小林寛道(2001b) シドニーオリンピックにおける女子走り幅跳び選手の助走分析. 第2回陸上競技の医科学・コーチング国際会議&第5回高所トレーニング国際シンポジウム論文集, p. 169.
- 11) 鈴木章介・岡子浩二・松尾彰文・金高宏文(2001) 跳躍種目における助走中の地面反力から見た左右差. 合同学会大会大阪2000論集 スポーツ科学の総合化に向けて, p. 450.

我が国の陸上競技研究における現象学的・人間学的研究の動向

青山清英¹⁾

The phenomenological and anthropological studies for track and field in Japan

Kiyohide Aoyama ¹⁾

Abstract

Track and field is one of the measured sports in which the objective and physical measures such as time and distance determine the win or the loss. Because of this characteristic, the main interest in the studies on track and field is inevitably what influences the win-loss-determining physical measures. Therefore the studies on track and field relate well with the natural science. In fact, the biomechanical studies on the power training and on the techniques to improve the determining physical factors have occupied the most of the studies on track and field, and from the viewpoint of executing them effectively, they have been complemented by the managemental studies on the training. But they won't suffice the trainers and trainees like us, who are in the actual scene of sports training, for the achievement of sports is an integral which consists of manifold factors. Especially, as for the studies on the movement-sensational events on which we spend a lot of time in the practical scenes, how have they been dealt?

In this discourse, I try to outline the phenomenological and anthropological studies and to introduce some studies in Japan based on this kind of method, then, by examining them, seek the way to develop the phenomenological and anthropological studies in the future

When we overview some of the phenomenological and anthropological studies on track and field in Japan, only few of them has the contents like what is mentioned here, even if we include the ones which don't clearly label themselves as phenomenological or anthropological studies. Though the phenomenological and anthropological studies have often been criticized for being theoretical or abstract, they are attempts to phenomenologically review and reexamine what we actually do in the daily practical scenes, as I examine in this discourse. I took up and examined some concrete case reports of this kind, and they proved to be able to give very beneficial suggestions directly to the trainers and trainees in the actual scenes. Although natural scientific studies do give a lot of profitable suggestions to the practical scenes, the obtained knowledge cannot directly be applied. Since natural scientific knowledge is an objective one which is placed on the other side of the subject, we can understand "how the observed movements are" and "how they should be", but "how we can achieve them" is the

question left unanswered (Asaoka, 1999). Of course, natural scientific knowledge might sometimes give us a cue to answer this question. But this cue should eventually be re-comprehended in the phenomenological and anthropological view. In other words, sport learning is eventually executed in the phenomenological and anthropological dimension. Therefore, the training reports and tutorials we have already had should be re-examined, and the enormous knowledge of natural science should be interpreted and criticized from the phenomenological and anthropological standpoint, in the pursuit of the further development of the phenomenological and anthropological studies.

キーワード：陸上競技，現象学的人間学，自然科学，人間科学，事例研究

1. はじめに

改めて言うまでもなく、陸上競技はその勝敗を時間や距離という客観的物理的指標によって決定する測定種目のひとつである。つまり体操競技などと異なり、いくら美しく、華麗に走ることができたとしてもそれは勝敗を決定する要因とはなりえないのである。もちろん勝者が結果として美しい走りをしていたということはあるが、その動きの質そのものが勝敗を決定するわけではない。

陸上競技の各種目は様々な観点から分類が可能であるが、よく見受けられる分類として、各種目を①技術・パワー・用器具種目（全投てき種目と棒高跳）②スピード・技術種目（110mハードルと走幅跳）③技術・パワー種目（走高跳と三段跳）④スピードおよび持久性（110mハードルを除く全てのトラック種目）種目というように分類することが可能であろう。（村木，1982，pp.2-11）この分類をみると明らかなように、陸上競技ではその分類の観点を技術と体力的要素としていることが多い。もちろんこれは陸上競技が測定スポーツであるということと無関係ではないであろう。つまり、陸上競技に関する研究は、勝敗を決定する物理的指標がどのような

1) 日本大学文理学部 College of Humanities and Sciences, Nihon University 〒156-8550 東京都世田谷区桜上水 3-25-40 Tel.: 03-5317-9717 E-mail address: kaoyama@chs.nihon-u.ac.jp

ことに影響を受けるのか、という事実がどうしても興味の対象となるからである。このことから、陸上競技に関する研究では、体力トレーニング的研究と勝敗を決定する物理的要素を高めるための技術に関する研究として、バイオメカニクスの研究が多くを占めることとなる。そしてこれらが、合理的に実施されているかという観点から、マネジメント的トレーニング研究によって補完される。しかし、ここで改めて指摘するまでもなく、競技力は、技術や体力だけでなく戦術や選手の才能・体質などの基礎的な条件、心的要因、環境・コーチなどの外的諸条件などが複合的に高められて向上していくものである。(Ehlenz, 1985, S.12) したがって、陸上競技の研究が体力論的観点と力学的・生理学的観点到に集約されてしまうことは、実践の現場で指導を行っている指導者や選手からみると戸惑いを感じざるをえない。まして、実践の現場に身をおいてみると、確かに体力的側面、特に筋力問題や持久力に関する問題については、日々のトレーニングにおいて、指導者と選手の間で多くの時間を費やして語られているという事実はあるものの、これと同じかあるいはそれ以上に時間を費やしているのは、金子の言う「動き方」の問題、つまり「コツ」としての「動き方」の問題や試合での戦術、あるいはそれらについての「カン」のようなことではないであろうか。(金子, 2002, pp.229-230) 指導者や選手がそのトレーニングの中でいつも意識していること、すなわち運動感覚的出来事に関すること、それは我が国の陸上競技研究の中でどのように研究されているのであろうか。

前述したように、陸上競技に関する研究では、これらの点が置き去りにされてきた感が否めない。われわれの眼の前には、まだ手つかずの状態にある広大な研究地平が広がっているのである。

本論ではこのような感覚的世界における出来事を研究対象とする、現象学的・人間学的研究の概略を示し、我が国におけるこの種の方法に基づくこれまでの研究を紹介し、その内容を検討することによって、今後の現象学的・人間学的陸上競技研究の発展方向を模索することにある。

2. 現象学的・人間学的運動研究とは何か

2.1 自然科学の方法とその限界

ここでは現象学的・人間学的運動研究の地平を考察するにあたって、まず、自然科学とはいったいどのような学問なのかという点について確認しておきたい。

朝岡によれば、自然科学とはガリレイの「自然の数学化」によって可能にされたものであるという。「自然科学では、何度も繰り返し再現できる現象を測定を通して数量化することによって、どんな人が発見してもその人間のあり方とは無関係に成立する、いわゆる『客観的真理』の探求が可能になったのである。それゆえ、自然科

学の研究では、個人がおかれている歴史的・社会的状況やその人の主観的態度によって左右される、たとえば、『善一悪』や『美一醜』といった価値的判断にはまったく関わらない『客観的事実』の真偽だけが問われることになる。」(朝岡, 1999, p.87) それでは、このような特性をもった自然科学は、どのようにして「客観的事実」を手にしていくのであろうか。

「自然科学では、まずはじめに、個々の具体的事実に関わるデータから、普遍的にあてはまる規則や法則が推論される。このように、有限なデータから非常に多くのあるいは無限の事柄にあてはまる規則や法則を推論することは一般に『帰納』といわれ、この帰納から得られた規則や法則は『仮説』と呼ばれる。さらにこの仮説から、今度は経験に頼らずに、論理の規則に従って必然的な結論が導き出され、それに基づいてある種の予測というものが可能にされる。こうして獲得された予測は、さらに新たな個別的事実(データ)に突き合わされ、その場合にこの予測を反証するような例が現れなければ、仮説は確証されたものとみなされる。」(朝岡, 1999, p.89) つまり、自然科学的研究とは「データ」という判定材料によって帰納と演繹を繰り返しながら、仮説を強化していくという営みであると考えられる。

さらに自然科学では、再現可能性が近似的にしか成立しない場合には、多数のデータから、そこに通底する客観的事実を求めて、統計的手法というものが用いられる(朝岡, 1999, p.88)。しかしこの方法は、全体の傾向の確からしさの度合いを示すものであり、個々の事象の予測には自ずと限界がある。たとえば、ある薬がある病気に対して90%の確率で効くということが実験的に確かめられたとしても、その薬が特定のある人に効くか効かないかは、飲んでみないとわからない。つまり、薬効が90%あるというのは、この薬を10人の人が飲めばその内の9人には効くということ、逆に言えば効かない人が一人はいるということを意味していて、しかもこの効かない人が誰になるかは飲ませてみないと分からないのである。こうしてみると、統計的な方法は、多数の例について全般的に見る場合には非常に強力ではあっても、全体の中の個の問題、あるいは予期されることがただ一度起こるというような場合にはまったく役立たないのである。

2.2 現象学的・人間学的運動研究の地平

現象学的・人間学的運動研究に関する科学論的な視点からの厳密な考察は、すでに金子(2002)や朝岡(1999)によって行われているので、ここではこれらの研究に基づいて、現象学的・人間学的運動研究を概観しておきたい。

現象学的・人間学的運動の研究地平を明らかにしていくにあたって、まずはじめに指摘しておきたいのは、

巷間に流布されているような、現象学的人間学の自然科学批判や、現象学的人間学の自然科学に対する優位性の主張、あるいは自然科学の側からの現象学的・人間学的運動研究の非科学性の非難の無意味さである。確かにフッサール現象学は19世紀を支配した自然主義に対する科学論的な反対運動と連動しており、学問論的視点から当時のヨーロッパ諸学の危機を唱えたところから出発している。(ランドグレーベ, 1980)しかし、哲学的現象学としてのフッサール現象学が目指したものは、科学の成立基盤を問い直そうとした試みであって、科学を成立させている約束事がなぜ成立するのかについて、その始源を明らかにしようとした試みなのである。(フィンク, 1982)

ここでは、自然科学的運動研究と現象学的・人間学的運動研究は、それぞれが異なる目的にしたがって、異なる対象としての「運動」を異なる方法で分析しようとしているということを強調しておきたい。金子によれば、自然科学的運動研究では、運動現象の中から客観的因果法則に関わる可能性のあるものだけが定量化の対象として選び出されるのであり、そこで計測されるのは、等質的・客観的時空間の中で認識主観の向こう側に置かれた客体がひき起こす「完了してしまった運動」である。(金子, 2002, pp.298)これに対して、現象学的・人間学的運動研究では、運動主体によって「今ここで生きられている運動」(金子, 2002, pp.328),「自らの実存世界に現れる主体としての運動」,すなわちヴァイツゼッカーの意味での「自己運動」(ヴァイツゼッカー, 1975, pp.306)が研究対象となる。

金子も指摘しているように、あたらしい動きを獲得したり動きを修正しようとしている現場で、「運動生起の物理的因果性が、あるいは生体内のフィードバック機構が説明されたり、最も合理的な人体の物理学的経過が解明されたりすれば、あとは学習者が何とか実現してくれるというのなら何も問題はない。」(金子, 1990, pp.19)生徒や選手を現場で指導している時には、指導者は常にその時々運動者自身の運動体験を共感を通して把握し、運動者の体験世界の中に踏み込んでいって、その悩みを解消し、指導や修正のはたらきかけを行わなければならない。このためには、人間の主観的な感覚を完全に排除した、数学的時空系における客観的事象としての物理学的運動ではなく、実行主体の「一つの基準をもった意識現象」としての運動(金子, 2002, pp.309)が分析の対象として取り上げられなければならない。そこでは意識体験の記述を目指す現象学的記述の方法が用いられることになる。

金子によれば、このような現象学的・人間学的運動研究は、発生論—構造論—伝承論という三つの階層が柱となるという。それは、動きの「伝承世界の運動感覚的深

層次元を切り拓く運動感覚発生論、感覚論的形態学に切り結ぶ運動感覚構造論、さらに伝承関係系の相互の運動感覚交信の解釈学的可能性を探る運動感覚伝承論の三領域を措定できる」(金子, 2002, pp 34-35)という。「いうまでもなく、運動発生の出来事は、わざの伝承の始源を形づくる根源的な基底階層にある。その上に運動形態の志向構造と伝承構造が主題化され、最後に伝え手と受け手の関係系における伝承の内実の次元に至ることとなる。」(金子, 2002, p 35)

2.3 現象学的運動分析の方法

現象学は事象が意識にどのように立ち現れるかを分析し記述する。このことは事象を解釈することを意味しない。あくまでも現象学の方法は、発見的手段としての分析と記述の方法なのである(長井, 1991)。我々は様々な判断をするとき、ほとんどの場合、無反省的に判断を下していることが多い。そこで見つめられた事象は、先入観が入り込んだ経験的事象であることが多い。例えば、走幅跳や走高跳において、踏切でからだをうまく浮かせることができない選手に対して、それを筋力が弱いせいにしてしまったり、記録があまり伸びないことを、助走速度に求め、その原因を脚筋力の問題にしてしまったりなどと枚举にいとまがない。したがって、われわれは現象学的分析を遂行するにあたっては、経験的世界に対して判断停止を行わなければならないのである。(フッサール, 1974, p.242)

前述したように、我々の日常的判断は多くの先入観を含んでいる。それは、例えば物理的知識やこれまでの運動体験の中で取得してきた技術、指導の考え方、マスコミ情報など多岐にわたる。われわれは既成の枠組みなしではなかなか物事を判断できない(滝沢, 1992)ので、我々が分析対象となる運動について現象学的分析を行う場合には、常に、この種の先入観を取り除く努力が求められることとなる。そして、現象学的分析は、分析対象の事象を「意識作用」と「意識対象」というの二つの枠組みに分けて進められる(フッサール, 1970, p 218)。すなわち、判断中止による直観的意識分析では、一方で意識作用をあるがままに分析しようとし、もう一方で意識内容を分析しようとする。この二つの側面から「からだ」という感覚の場でおこる事象を分析していくのである。つまり、どのように知覚(意識作用)し、何を知覚(意識内容)しているかということをはっきりとすることによって、「この動きをするのには何が必要か」という問いに答えがもたらされるのである。

上に述べた分析者の態度は自然科学の研究者とは本質的に異なった態度である。自然科学の研究者は、その「自然科学的客観性」を守るために、フッサールのいう「無関心な傍観者」(uninteressierter Zuschauer)の態度を範としている。しかし、現象学的分析、とりわけ人間の行為を

対象とした分析においては、この態度を範とするわけにはいかない。これに関連して、精神病理学者のビンズワングーは、患者の症状に対して現象学的分析をすることについて、次のように述べている。「現象学者が精神病理学的体験を分析する場合には、・・・彼は患者の言語的表現が彼の心の中に生じさる意味の中へはいりこみ、言語によって間接的に示される異常な心的現象それ自体の中をのぞきこもうとする。・・・どんな場合にもわれわれは体験を通じてこの体験する人間の中へとはいりこみ、これを直観することになる」(ビンズワングー, 1967, p 58)。つまり、医師は患者と「関わる」ことが要請されるのである。そして、このような「精神的人格をはじめて知るにいたるのも内的生活史からであり、またそこからだけ」(ビンズワングー, 1967, p.79) であるという。ここにおいて、個別的な症状、一われわれでいえば個別的な事例一、についての横断的考察による発見的手法としての静的現象学の構造分析と生活史、一われわれでいえば運動生活史一、という通時的視点と成因論的視点をもつ発生的現象学の発生分析が交差することになる。さらに、分析者自身の理論の中に分析対象が組み込まれるということから、現象学的分析は強く人間学的色彩を帯びることとなる。それゆえ、われわれはさらに分析者の能力について検討しておかねばならない。

自然科学的運動分析が数量化されたデータをもとに、誰にでも「客観的」に認識できるのに対して、現象学的・人間学的運動分析においては、どうしてもその分析者の能力というものが問われることになる。それは現象学的・人間学的運動分析では、その得ようとする目標が運動感覚的事実であることに起因する。科学的分析はだれにでも客観的に公平に開放されているのに対し、現象学的運動分析というものは、運動感覚意識の発生にかかわることのできる特殊な能力をもっている人にしか開かれていない。(金子, 2002, p 457) 現象学的人間学の方法では、分析対象となっている事象を相互主観的に了解可能な意味付与の枠組みの中で、相互主観的客観性を有する「意味のある事実」を獲得するのである(朝岡, 1999, pp 96-97)。

このことは、我々が現場で日常的に経験している次のような事実からも理解できよう。スタンドからある選手の動きを観察していて、指導者同士が「いまの動きはいいねえ」などと言葉を交わしている風景を目にしないだろうか。ここではまさに、動きの意味のわかる指導者という共同体の中で「意味のある事実」が「客観性」をもって共有されているのである。しかし、そこには、種目が専門ではないので分からないという指導者もいて当然である。すなわち、ここには、「ある特定の概念やカテゴリーを用いることによって、特定の研究協団体の専門家たちにとって同一の意味をもった事実を構成するという可能性」(朝岡, 1999, p 96) があるのである。

2.4 テキストとしてのエピソード

前述したことから明らかなように、現象学的・人間学的研究では我々が現場で出会っている具体的・個別的な事象が研究の出発点となる。そこで次に、その分析対象となる事象はどのような性格をもっていなければならないかについて考察を加えておきたい。

事例研究とは、まずもって研究者が観察対象となる人に人間として出会い(人間として関わる中で)、その人の存在のあり方の意味が、研究者の抱えている「暗黙の理論」と響きあって、浮かび上がってくるのを記述にもたらそうとする営みだと考えてよいであろう。(鯨岡, 2002, pp 1-2) そして、そのような営みは、通常の実験的研究、あるいは一般的な客観主義的観察研究では掘り取るることのできないリアリティを含み、しかもそれらが当該分野の研究全体にとって何らかのインパクトを与える可能性を十分に持っているものでなければならない。つまり、意味深い出会いが切り開く問題性を、一つの問題性として提示するところに、この種の事例研究を行う積極的な意義がある。それゆえ、「事例研究らしい」事例研究とは、問題性をなすほど一つの問題性であると読み手に納得させるだけの迫力をもって、その事例が紹介されているかどうか、取り上げられている事象が「なるほど」と手応えある形で読み手に伝えられているかどうかにかかわってくるであろう。(鯨岡, 2002, pp 1-2)

つまりこの種の研究では、エピソードの記述の深さ、一単に克明・詳細という意味ではなく、むしろ読み手の「暗黙の理論」を刺激するだけの衝動力をもっているかどうか、と膨大な観察資料の中から他ならぬそのエピソードを取り上げる必然性が読み手を納得させるのに足りるかどうか、また、そのエピソード記述の背景となっている当該研究者の「暗黙の理論」の確かさと併せて要求される(鯨岡, 2002, pp 1-2)。

翻って我々のフィールドに目を向けたとき、陸上競技を対象とした現象学的・人間学的研究の現状はどのようなになっているのであろうか。陸上競技では、一流競技者や生徒の技術について、その感覚世界に迫りうるような事例的研究が行われているのであろうか。

以下では、我が国の陸上競技研究における現象学的・人間学的研究の一部を紹介し、今後の陸上競技研究における現象学的・人間学的研究の発展方向とその可能性を検討してみたい。

3. 我が国における陸上競技の現象学的・人間学的研究

ここで取り上げられるいくつかの研究には、研究者自身が現象学の方法を意識していないものも含まれている。本編では、考察の内容が主として運動者の体験世界や感覚に関わっているものを現象学的・人間学的研究とみなし、短距離、跳躍、投てきの三競技について、この種の

表1 動きの修正過程の基本図式 (太田, 2001 より引用)

1. 動きの観察と現状把握. 指導者の視点やVTR映像によって, 競技者の動きの実態や現状を分析し把握する.
2. 動きの問題点の明確化. 競技者の動きを理想とする動きや技術との比較, 評価し, 動きの問題点を明確にする.
3. 課題の明確化. 競技者の動きの欠点, 問題点や修正すべき動きの原因を明らかにし, 今後意識すべきポイントや課題を明確にする.
4. 課題解決の方法の明確化. トレーニング手段の選択や考案を行い, 動きの修正を目指し, トレーニングを遂行する.

研究を取り上げることにした.

3.1 短距離

太田と有川 (2001) は, 自身が指導している女子競技者の競技力向上の過程を, 人間学的運動学の立場から動きの修正過程を中心にして, 指導者の他者観察の視点から検討している. 表1は太田と有川が示した動きの修正過程の基本図式である. 太田と有川はこの基本的な修正過程の構想に基づいて動きの修正を実施し, その結果, 4段階の修正過程 (表2参照) を経て, 高校時代にインターハイ出場程度であった指導対象となった競技者の競技力を, 日本代表レベルにまで向上させている. この報告で太田と有川が速く走るためのコツとして抽出している動きは, 身体を接地脚に「乗せる」あるいは「乗せて

いく」ための膝の前方への切り返しによるタイミングのよいシザース動作であった. また, ここで注目すべきは, 太田と有川がこの競技者の修正活動の出発点として, バイオメカニクスの研究から得られた知見をそのまま指導現場に持ち込み, その活動がうまくいかなかったために, 途中からその科学的客観情報を競技者の運動感覚に訴えることができる感覚的意味内容に変更して修正活動を継続した点である. このことは, 巷でいわれるような「理論と実践の乖離」に基づいて引き起こされたのである. 太田と有川の報告は, どのような科学研究結果もそれをそのまま指導現場に持ち込むことは困難で, それらの知見も現象学的・人間学的な運動分析の地平で感覚内容に読み替えることによって初めて意味をもってくることを明らかにしていることは特筆に値する.

金高ら (2002) は, シニアの男子100m選手を対象に面接調査を行い, 100mを速く走るためのコツ (選手自身がここを押さえると, 実際にうまくできるというポイント, または意識やその内容, 動き方の意識) を競技発達の通時的視点を考慮しながら明らかにしている. ここでは競技者のコツを手がかりとして競技発達過程が4期に区分 (図1参照) され, その各期でコツの変容が生じていることが明らかにされている. そこで明らかにされているコツは, 動き方そのものに関する「切り返し」(図2) と「振り下ろし」, レースのペース配分に関する「30m地点で一息」(図3) といったものであった. そしてこ

表2 運動修正過程の諸状況 (太田, 2001 より引用)

修正段階	学年 (年)	月	競技会成績と記録 (□は年度最高記録)	修正ポイントおよび修正過程での気づきや見抜き等 (○は修正ポイントを示し, □は気づきや見抜きを示す)	主な出来事
第1段階	大学1年 (1996年)	4	関東学生 予選勝 12.79	客観的情報を言語化して一方的に指導 脚全体の後方への振り戻し 動きの変化や記録の向上がみられない 1.主観と客観のズレの認識 2.運動の習熟化の難しさと重要性	入学 腰痛 (持病) 足首捻挫 傷しきだけが残るシーズンであった
		5	埼玉県選手権 4位 12.31		
		6			
		7			
		8			
		9	日本学生 予選勝 12.45		
		10			
		11			
		12			
		第2段階	(1997年) 大学2年		
2					
3					
4					
5	関東学生 優勝 12.06				
6	埼玉県選手権 2位 11.91				
7	11.99				
8					
9	日本学生 2位 11.97				
10	日本選手権 8位 11.88				
第3段階	(1998年) 大学3年	11		競技者と筆者の気づき, 見抜き, 共通理解などから修正課題を設定 振り戻し脚と引き出す脚のシザース動作 そのときの重心移動など, これらのタイミングが合致した接地 1.動きの変化や記録の向上が顕著になる 2.運動質の高まりが顕著に, 「良く進む感じ」を得た 1.動きの部分と全体の相互関係を把握する 2.運動の本質を見抜くことが重要	学生レベルで戦うのではなく 日本トップレベルを目標にする 2連覇達成 学生チャンピオン アジア大会代表決定 初の海外遠征なんなくこなす
		12			
		1			
		2			
		3			
		4			
		5	関東学生 優勝 11.81		
		6	埼玉県選手権 2位 11.91		
		7			
		8			
		9	日本学生 優勝 11.80		
		10	日本選手権 4位 11.84		
		11			
12	アジア大会(400mリレー) 5位				
第4段階	(1999年) 大学4年	1		ひとに運動を教える, 第三者の運動を意識的に観察する 競技者の自己観察内容が運動経過をより詳細に, ほんの小さな動きに至るまで報告できるようになる 主体的な動きの修正	序盤脚Tr.開始遅れる 海外遠征の経験を得る 3連覇 (関東学生新記録樹立) 体調不良で調子が上がらず 体調不良で調子が上がらず
		2			
		3	オーストラリア遠征		
		4			
		5	関東学生 優勝 11.70		
		6	埼玉県選手権 優勝 11.81		
		7			
		8			
		9	日本学生 不出場		
		10	日本選手権 準決勝 11.99		

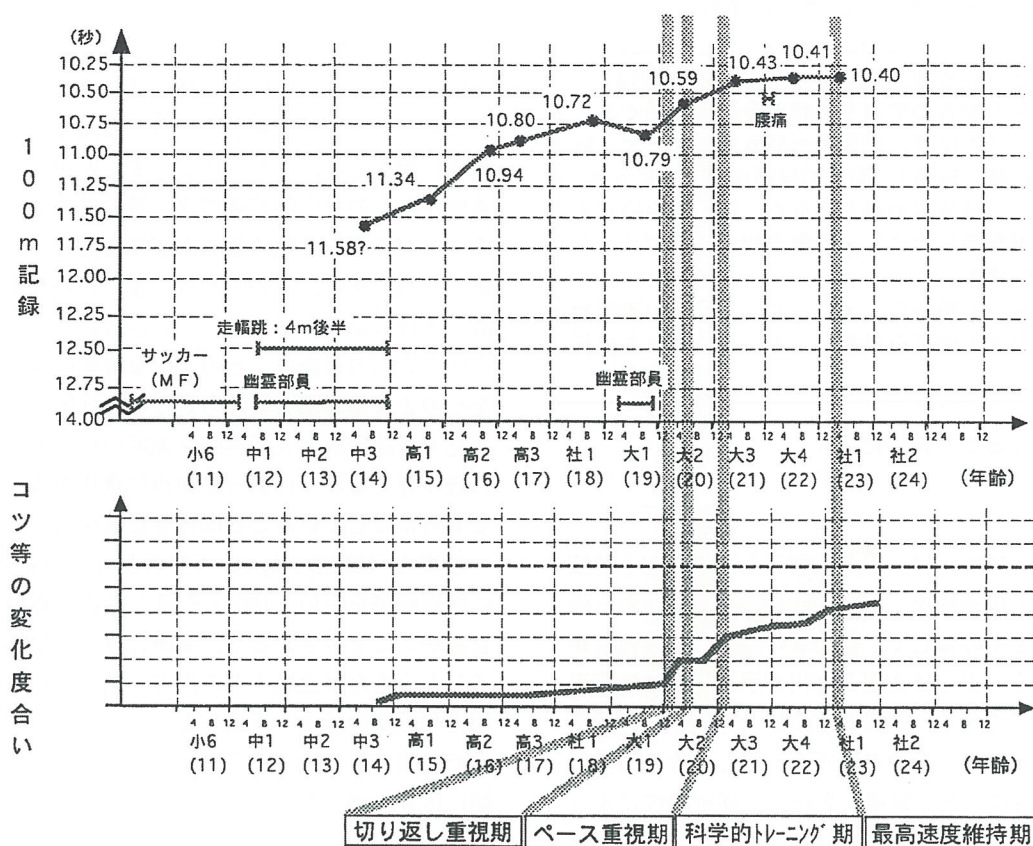


図1 A選手のコツを手掛かりに区分した競技発達過程と競技パフォーマンスの関係 (金高, 2002 より引用)

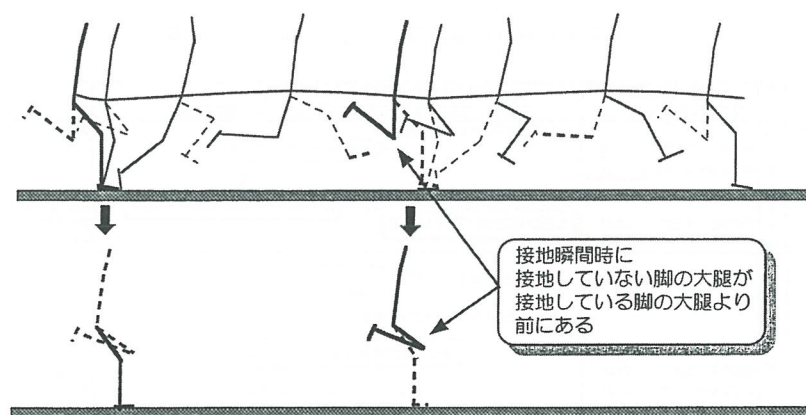


図2 「くり返し」のコツを彷彿させる接地瞬間時のイメージ図
(下図が「くり返し」が行われた場合のイメージ図) (金高, 2002 より引用)

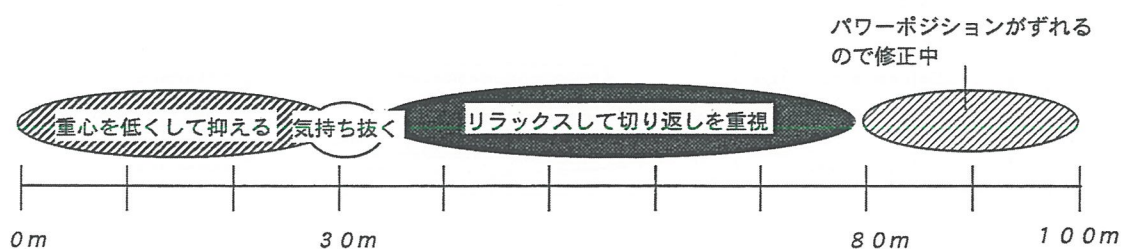
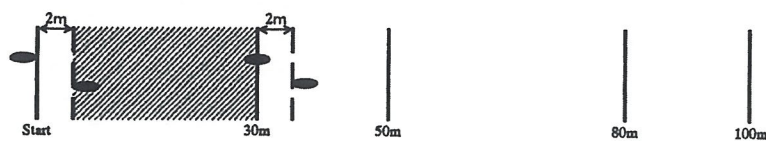


図3 A選手の100m走の主観的なペース配分 (社会人1年目～現在) (金高, 2002 より引用)

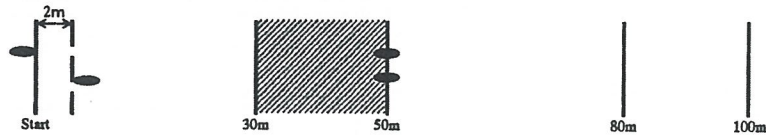
• 30m区間走

課題：スタート時の差を維持したままゴールする



• 50m区間走

課題：30mから50mの間で前方の選手においつき同体でゴールする



• 80m区間走

課題：50mから80mの間で前方の選手をおいぬきスタート時の差で80mをゴールする

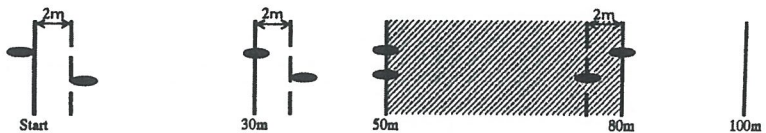


図4 戦術トレーニングの方法 (例：タイム差 0.02 秒の場合) (青山, 2001 より引用)

これらの動き方を意識化するためのトレーニング手段として、ミニハードルを用いたスキップを行っていたという。またそこでは「接地したらその反動が体を通して前に『ポン』って押し出される」というような選手自身の運動感の重要性が指摘されている。

青山 (2001) は短距離種目の競技力向上のためのトレーニングが技術・体力トレーニング中心に行われすぎている現状に疑問を表明し、競技力の向上を、戦術的視点を基盤にして人間学的運動学の立場から検討している。青山は達成目標を「試合で勝利すること」においた場合のトレーニングの戦術的側面を重視し、図4に示すような新たな戦術トレーニングを考案し、それらを実施することによりパフォーマンスの向上を達成している。ここでは、「はしる」という運動の遂行に伴って生じる快・不快の感情という意味の「運動感」と、「感覚的感情」を意味する「加速感」に基づいてレースを構造化する戦術トレーニングを実施することによって、競技パフォーマンスを向上させることができたことが報告されている。また、そこでは、表3に示すような、トレーニングの実施に伴う意識内容の変容が報告されている。ここからは、レースの構造化の達成に伴って意識内容が「運動者の視点からとらえた運動」や「他者の視点からとらえた運動」に関するものから、「運動感覚としての運動体験」へと大きく変容していることがわかる。以上のことから、短距離走における運動者の運動体験に基づく戦術トレーニングの重要性が明らかにされている。

このようにみえてみると、太田らと金高らの報告では、動き方に関するコツの抽出が行われ、それらが「切り返し」、「振り下ろし」といった機能語で表現されていることが分かる。また、金高らと青山の報告では、100 m レ

表3 戦術トレーニングの実施による意識報告内容の変容

(青山, 2001 より引用)

T 選手の意識報告 (トレーニング前)

- ①スタート・ダッシュは良いがちょっと硬い
- ②中盤から加速が弱い
- ③後半力んでいて、減速している
- ④スタートでは、(地面を) プッシュしながら加速する
- ⑤膝下を振り出さないようにしている
- ⑥接地足に乗るようにしている
- ⑦スタートで先に行かれるとあせる
- ⑧他の選手が来たり、先に行かれると分らなくなる

T 選手の意識報告 (トレーニング後)

- ①スタートは遅れないことだけを気にしている
- ②スタート後ちよとしてから、加速しているようにしている
- ③胴子が、特に、良いときは中盤から坂道を下っているように加速する感じがする
- ④中盤から、腰から下が自然に回転する
- ⑤中盤から後半は無理に加速しないで、相手が落ちてくるのを待っている
- ⑥全体として楽に走れる、ぜんぜん力まなくなった
- ⑦100m が途切れなくなった

ースのペースに関する問題が取り上げられており、金子のいう「段取り実践知」(金子, 2002, p.368) に関わる問題が取り上げられていることが分かる。

3.2 跳躍

石塚は、大学の実技実習における走り幅跳びの例で、「踏切り」という動きの構造と発生をバイオメカニクス

表4 競技者がスランプに至る過程の諸状況と指導（金高，2002より引用）

区分	選手の状況（能力、跳躍フォーム、トレーニング状況等）と指導方針及び指導内容 （ 内は選手の状況、 内は、指導方針及び指導内容を示す。）
入学前	・競技者は長身(185cm)で、上半身がきゃしゃな体型をしていた。ただし、下半身はしっかりしていた。 ・三段跳の経験年数は約1年程度で、トレーニングは走高跳や110mHと平行しながらやっていた。 ・跳躍は、ボーン・ボ・ボンの初級レベルのリズムで行われ、特にジャンプ時に大きなブレーキがかかっているのが見て取れた。しかし、初級レベルとは思えないほど助走からホップの飛び出しが鋭く、大きくまとまったホップをしていた。 ・経験年数と跳躍記録(14m30)から考えて、潜在力として16m台の跳躍が期待された。
	・入学後しばらくは、技術的な修正指導（跳躍リズムの修正等）は行わず、本人任せで行うつもりであった。指導は、専ら体力トレーニングに関するものと考えていた。
	・入試時に受けた圧迫捻挫による一ヵ月間の練習空白で、跳躍カンが鈍麻し、ステップでも大きなブレーキがかかるようになっていた。 ・とても入学前の跳躍をした競技者に思えなかった。
	・入学後はしばらく技術的指導は行わないつもりでいたが、試合を控えて、とても跳躍になっていなかったのので、跳躍カンを取り戻させる意味で、跳躍全体のイミテーションドリルを指導することにした。 ・ついでに、気になっていた「不完全な」オーバーハンド式のアームアクションを「完全な」オーバーハンド式アームアクションに変更させた。
スランプ時	・ところが、イミテーションドリルを指導すると、以前に増して跳躍全体のバランスがとれなくなった。特に、ホップの空中時の体幹の前傾と捻れが著しく強調されるようになった。 ・競技者がステップ時に内臓がよじれるような違和感（内臓のよじれ感）を訴えるようになった。
	・すぐに、体幹の前傾と捻れを引き出していたと考えられるオーバーハンド式のアームアクションの練習（イミテーションドリル）を中止した。

の分析結果と比較することによって、人間学的運動学の立場から検討している。バイオメカニクスの分析では、走り幅跳びの構造は、「助走」、「踏切り」、「空中動作」、「着地」といったように区分される。この場合、「踏切り」は、走り幅跳びのひとつの部分、つまり要素として認識されている。これに対して、現象学的方法を用いた実存分析では、「踏切り」は学習者の内的時間意識に基づいて理解されるので、「踏切りと空中」というような連続した「流れ」として理解されることになる。そして、石塚は、このような実存分析的構造把握によらなければ運動学習を行うことは不可能であるということを、具体的な学習場面における学習者と指導者との問答で示したのである。石塚によれば、このような考察は、「運動指導の際の教示として出される感覚的な指示の言葉を記憶し、それを指導場面で使っても『できる』ようにしてあげられない指導者、指導者の言語教示を聞いて運動を行っても『できる』ようにならない学習者、この両者の齟齬を補完し、両者の間でくりひろげられる運動を理解する一つの契機となるもの」（石塚、1997）なのであると

いう。

金高と瓜田（1994）は、自身が指導している初級の三段跳選手に行ったアームアクションの指導について、その失敗例としての指導過程を報告している。具体的な指導内容は図4を参照してほしい。この金高と瓜田の報告では、指導の失敗例が提示されている。我々はとにかく成功例ばかりに目を奪われがちであるが、どのようにすれば成功するかということは、どうすれば失敗しないかということも含んでいなければならない。この研究は、「どうすれば」ということに関わっているという点で運動者の感覚的体験にアプローチする研究として示唆するところの多いものである。

村木(1995)は「助走跳躍における運動抑制現象の運動方法論的解釈とコーチング」と題する論文で、多年にわたって蓄積されたコーチング事例を基に、実際のコーチングにおける様々な問題現象の解釈とその解決に対する実践的な対応策について、指導方法論的一般原理を報告している。村木はまず、跳躍種目の運動構造を図5のように認識するとことの必要性を強調している。それは、

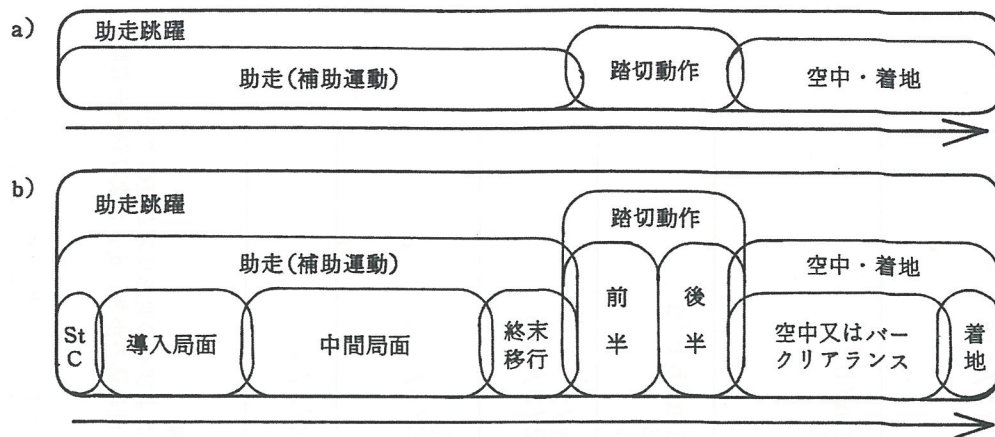


図5 単構造種目としての助走跳躍の基本的運動構造 (村木, 1995 より引用)

運動経過で観察された問題点が、それが発生した局面での運動そのものに問題や原因があるのではなく、それに先立つ局面での運動の結果、もしくはそれに続く局面での運動に対する抑制又は抑止的な行為として表れるためという。さらに、それらを面的で単一的な因果関係としてではなくて、局面間の運動と感覚意識作用との多面的な相対的相互作用として解釈することの重要性を強調している。このために、村木は図5に示しているように、局面間の境界領域を明確にせず、オーバーラップさせて描くことによって、運動把握における全体性の重要性を明らかにしている。

表5は村木による陸上競技跳躍種目における運動抑制現象の主な兆候と要因を示したものである。ここで村木は、助走最終段階から踏切局面にかけての緊張の汎化、または正反対の適正緊張の欠如を代表的な問題の兆候と見なしている。しかし、実際にはこれら個々の問題や兆候が単一の現象として表れ観察されるのは希で、むしろいくつかの問題や兆候が複合的もしくは継起的に表れることの方が一般的であるという。また、このような運動抑制現象は極めて個人的なもので、その発生原因も極めて複合的であり、同一個人であっても以前と同じ原因で発生するとは限らず、問題の理由や原因が思いもかけないところに潜んでいることさえ稀ではないという。また、思考や運動イメージ(無意識を含む)と遂行された動作との間には多くの関連が見られるので、絶えずその時点で、個々人の運動生活史および現在の運動認識(意識的および無意識的なものも含める)や、当人の目標とする運動イメージ又は運動感覚、模倣動作も含む実際の運動の中に観察し得えた内容との相互関係を読み取り、適正な解釈を試みる事が重要であると述べている。そしてこれらの問題への対応策としては、ビデオ映像での客観的観察を併用しながらであっても、基本的には、様々な運動を介した選手自身の心的イメージの解釈、理解、そして実践的な運動修正への働きかけが中心になるという。この修正活動における基本的手段としての運動は、①専門

跳躍運動系②基礎ドリル又は模倣運動系③スプリント運動系の三つに大別されるという。

これらをふまえて表6には、村木が示した跳躍競技に共通する運動経過の全体および主要な局面間での運動遂行上のキーポイントと留意事項、およびそれらに対する基本的なトレーニング手段および方法の一般的な対応関係が示されている。ここで村木が提起していることは、外的徴表に関する言及が強いことを考慮しても、実践の現場で指導している者には非常に実感できる事柄ばかりであると考えられる。まさに前述したような、事例としての優れたエピソードであると考えられる。しかし、これらの点について、具体的な事例をもとに検討し、確認した報告はほとんどないし、精神物理学の色彩が強いため、運動修正の過程を知ることができないので、各問題がどのような過程で解決され、現象としての動きや意識内容がどのように変容するのかといった運動修正に関わる本質的内容がいまだ未解決のままと考えられる。したがって、今後、村木によって示された事柄の一つ一つについて具体的事例に基づいた検討が必要である。

3.3 投てき

小山と青山(1999)は、砲丸投げの日本記録保持者である野口安忠選手の技術修正過程を運動モルフォロジーの観点から考察した研究を報告している。そこでは、野口選手のそれまでの技術的ポイントが、グライドから投動作への流れにおいて、力の加え方を水平方向から鉛直方向へと切り替えることにあったのに対して、砲丸投げの記録が水平初速度に大きく影響を受けるという観点から、それをできるだけ水平方向への力の伝達が大きくなるものへと変更することが目指された。この修正では、3つの段階を経て、結果として、以前に比べグライドから投動作までの一連の動きがかなりスムーズになり、野口選手の運動感覚にも高い加速感の中で動きが遂行されているというような運動感覚が引き起こされていた。

その後、小山と青山はオブライエン投法での競技力向

表5 跳躍種目の運動経過の全体および各局面での運動遂行上のキーポイントと留意点 (村木, 1995 より引用 青山改変)

運動局面	主要ポイント	留意点	手段*	(下記の運動抑制象 への対処法に対応)
☆運動と運動経過全体 直線的スピード勾配と 前傾/Pole降下の同期化	- 運動経過の流れとリズム - 運動の弾性とリラクゼーション - 運動の調和と経済性 - 運動の先取りと相互連関・相互作用 - 運動への集中と外力への対応	- 運動経過の流れとリズムに乗る - 運動の弾みと調和・協調 - センター意識と適正な身体配置 - 運動の間合いとアークセント - 具体的運動の遂行と調整対応	A) -2/3/4/5	
1. スタートと初期加速 -Start to 6th step.	- センター意識と軸作り - 初期加速と第2マークの設定 =スタート6歩 (HJ: 4歩目) [基準] トップスピードへの加速過程で乗り にあって “どうにも止まらなくなる様に!” ☆上体の前傾≠深い加速態勢	“Keep Center” + 地面のグリップ感 - 加速度合いと前傾の一致を計る - 最適なピッチ・ストライド関係を掴む STD for men: 10.5-11.0m STD for women: 9.5-10.0m - 巾のある運動強度での試行	C) -1 a/b A) -1	
2. トップスピードへの加速 -6歩目から踏切2歩前	- スピード勾配と前傾の同期化 - 前型の走り “PAWING” と骨盤位置 - 腕振りとの同調・同期化 - 乗りに乗ってどうにも止まらない!	- 左に同じ ◎巾のある強度で試行したタイム点検!	C) -1 a/b c/d C) -2 A) -1	
3. 踏切4歩 (HJ: Curve)	- 地面のグリップ感覚 “PAWING” でのデンボ重視 - 踏切への最適距離の発見獲得 ◎頑張ると救わない	- スピードに乗ったデンボンポアアップ - 上体の鉛直保持と軸作り/骨盤位置 STD for men: 10.5-11.0m STD for women: 9.5-10.0m	B) -1/2 A) -2/3/4/5	
4. 踏切誘導: Last 2 step	- 踏切前2歩からの踏切へ - 上体の鉛直保持と軸作り - リード脚・腕の阻害防止 ◎リズムとタイミングで急がない!	- 長-短2歩リズム (HJ>LJ, PV/TJ) 1歩前の踵接地腰移しでの “腰だめ” ~ 反動的な踏切脚の溜り足送り出し - 全身の固いバネ軸形成と自由股利用 ◎踏切後半の意識は “害あって益なし”	B) -1 A) -2/3/4/5	
5. 跳躍	- Straight-in, Straight-up, and forward - Ballistic movement to keep balance	- 地面反力をセンターで受ける - 離陸時のリード脚・腕のまとめ ◎地球は叩いても飛ばせない! 音無跳躍	A) -2/3/4	

*運動抑制現象への対処法

A) 専門跳躍 (技術) 運動系

1. 最大化助走スピード又は努力 (80~95%) での助走練習
 - a) 助走標識又はスタンドのみ (バー無し又はハイバーで) : トラック又は跳躍場で
 - b) 助走標識又はスタンド+マレット (バー無し又はハイバーで) : 跳躍場で
 - ・助走走距離マーク (Start 6歩目・ラスト4歩目), 踏切位置 (HJ 助走コース) の適正化
2. 最大化スピード又は努力 (80~90%) での跳躍練習
3. より低い助走スピード又は努力 (60~80%) での跳躍練習
4. 最大助走スピード又は全力 (95~100%) での跳躍練習および試行的跳躍
5. 超最大助走スピード (105~110%) での跳躍練習: ステレオタイプ化の防止 (破壊法)
 1. 基本スプリント練習: 移動スピード vs. 動作スピード
 - a) スプリントおよびスタート加速ドリル (クラウチングおよびスタンディング)
 - b) 負荷走 (Chuteつき) およびバウンディングスタート
 - c) ウェーブ走: 13m インターバルでの Tempo-Easy 切り替え (100m)
 - d) 加速走: Easy-Tempo (20-20m) 又は 20-25m
 2. トウ・スプリント (Towing) : フォーム修正用 (90%) および強化用 (100~110%)

B) 基礎ドリル又は模倣 (Imitation) 運動系

1. 踏切模倣ドリル: その場, 歩いて, 2歩およびその変形リズム走の中で
2. 上記の負荷ドリル; バールを肩にした沈み込み歩き, 走, および踏み台昇降

C) スプリント運動系

1. 基本スプリント練習: 移動スピード vs. 動作スピード
 - a) スプリントおよびスタート加速ドリル (クラウチングおよびスタンディング)
 - b) 負荷走 (Chuteつき) およびバウンディングスタート
 - c) ウェーブ走: 13m インターバルでの Tempo-Easy 切り替え (100m)
 - d) 加速走: Easy-Tempo (20-20m) 又は 20-25m
2. トウ・スプリント (Towing) : フォーム修正用 (90%) および強化用 (100~110%)

表6 跳躍抑制現象の主な兆候と要因(村木, 1995より引用)

主 な 理 由 と 原 因	運動遂行又は模倣運動時の主な兆候
1) 踏切準備および踏切動作への意識過剰と気負い 2) 静的及び部分的イメージへの強調依存 3) 踏切へ向っての“緊張の汎化”および跳躍意識 (又は, その逆の適正緊張の欠如) 4) 全力(最大努力/頑張り)=最大出力への思い込み, 撞着 5) 踏切後半での脚伸展踏切(伸びあがり)局面への重点意識 HJ/PV: 跳躍—踏切又はクリアランス意識(気持)の先行 HJ/PV: バー又はバー高への恐怖, 意識過剰, 気持の先行	・過剰なTempo-up/Speed-up, 後傾, 沈み込み ・踏切準備, 離陸動作の強調過多及びポイントのずれ ・1)+2), 頑張り/努力度合=スピード/記録, 跳躍への不安 ・テンポアップ又は助走スピードへの過剰依存 ・HJ: 曲線部での過度の上体前傾又は内傾 ・緊張の汎化: 運動の流動性, 弾性, リズムの欠如と軸のおれ ・1)+2), 短助走跳躍及び模倣運動での当該局面の強調動作 ・4), 跳び急ぎ体勢, 助走リズム, 流動性 ・跳び急ぎ体勢(1歩前“溜め”の欠如): 踏切への跳び込み
6) 助走前半での過剰加速: 噴かせ過ぎ/頑張り過ぎ 助走前半で加速不足: 遊び過ぎ/集中不足 7) 助走前半での疾走態勢不備: 過度の前傾/上体の泳ぎ 8) 助走設定の不備: 足らない 助走設定の不備: 詰り過ぎ	・過度の前傾, High pitch, 後半でのスピードの頭打 ・Over-stride, テンポ不足, 後半での急激な追い込み ・出足と前傾の不適合, 動的身体配列(配置)の乱れ ・スタート, 中間, 又は後半での過剰ピッチ, 緊張汎化, 風 ・スタート又は中間でのOver-stride, 風, HJ: コース取り
9) 踏切足の障害/痛み: 捻挫, シンスプリント等 10) 過去の危険な跳躍経験からの恐怖・不安	・踏切前での躊躇, 停滞, 委縮, 緊張, 等々 ・同 上

上にひとつの区切りをつけ, 投法変更, つまりオブライエン投法から回転投法へと投法を変更することによって野口選手の競技力向上を目指した. 小山と青山(2002)は, この投法の変更した過程とそこで生じた問題点について人間学的運動学の立場から報告している. 選手の意識報告の分析から明らかになったことは, 野口選手は自己分析の結果, 以前の投法であるオブライエン投法時の最もよい技術的ポイントとしている投げの構えの取り方に捕らわれていたために, 回転投法の利点を全く使えないでいることであった(表7参照). このため, 野口選手には回転投法の利点をもう一度再確認させ, オブライエン投法時の運動イメージを消失させ, 回転投法の運動イメージを構造化することの必要性が示唆された.

小山と青山(2003)は, 我が国の一流やり投げ選手である村上幸文選手のやり投げの技術構造について, 人間学的運動学の立場から運動経過および運動意識について分析している. この分析から, 村上選手のやり投げにおける技術上のコツが「クロスステップ」と「投げ動作」の局面に集約できることが明らかにされた. 特に, 運動意識分析で明らかになった運動プランや運動投企の内容は, 指導者および学習者にとって技術トレーニングの際の有益な知見として利用できると考えられる.

以上, 概観してきたように, 現象学的・人間学的研究では, 自然科学的研究で得られる知見とは異なる, 運動の意味や価値に関わる知見が得られていることが分かる. 自然科学的知見は主体の向こう側に置かれた観察的な知見であるために, 観察対象となる運動が「どのようなになっているのか」, あるいは「どのようにしなければならないのか」といったことを理解することはできても, どのようにすればそれが「できる」のかとう問いには答えて

くれない. (朝岡, 1999, pp.273) もちろん, 自然科学的知見は, この問いに答えるためのきっかけをわれわれに与えてくれることはある. しかし, これも最終的には現象学的・人間学的次元で捉え直されなければならない.

これまで, この種の研究は非科学的と切り捨てられ, ブラックボックス化されてきたものである. しかし, この暗黙知ともいうべきこの次元に切り込むことができなければ, いつまでたっても我々が実践の現場で望んでいるような知見を得ることは実現しない. 現象学的・人間学的研究はこれを達成するための有力な研究分野なのである.

4. おわりに

これまで我が国における陸上競技に関する現象学的・人間学的研究のいくつかを概観してきたが, 明確に現象学的あるいは人間学的という旗印を掲げていない研究を含めても, 陸上競技に関して今回取り上げたような内容の研究は少ない. 現象学的・人間学的研究に対しては, これまでとかく思弁的・抽象的との批判を受けることが多いが, 本論で考察してきたように, それは我々が実践の現場で日々行っていることを現象学的に反省し, 検討し直す試みといってよいだろう. 今回取り上げたこの種の具体的な事例報告は, 考察の中で示してきたように, 実践の現場に身を置く学習者と指導者にきわめて有益な示唆を直接与えてくれる. 「完了形の運動」を分析する自然科学的陸上競技研究は, 確かに実践の現場に有益な多くの示唆を与えてくれるが, その得られた知見をそのまま直接, 実践の現場に適用することはできない. 自然科学的研究では, その運動現象の意味や価値が捨象されてしまうので, その知見を個々人に適用しようとすれば,

表7 野口選手のオブライエン投法と回転投法における運動
感覚意識の内容 (小山, 2002 より引用)

野口選手のオブライエン投法時の意識内容

- ①グライドに入るときの目線の位置を決めている。
- ②グライド中、目線の位置がずれないことが重要。
- ③グライド中、上体は常に固定されていて、下半身だけが移動している感じがする。このような感じの時は運動の時間が長く感じる。
- ④グライドの予備動作を開始したらすぐに右足の踵が骨盤の下に素早く入るようにする。
- ⑤パワーポジションの時のサークル内での右足の位置に注意する。この時、しっかりと右腰に乗るようにする。ビデオを見るとときには、特にこの位置に注意している。

野口選手の回転投法時の意識内容

- ①ターン中常にスピードを加えるようにしている。
- ②パワーポジションがグライドに比べると瞬間的に通過する感じがする。
- ③グライドに比べて、動きがリラックスした中である。
- ④局面がグライドに比べ点で感じる。
- ⑤回転は横回転よりも縦回転でやるようにしている。
- ⑥スタートポジションを広いベンチプレスポジションを意識してから行っている。
- ⑦グライドに比べ体幹に力を感じる。
- ⑧身体の部分を感じるのにはグライドで、回転では動きの全体性を感じる。

どうしても学習者や指導者によるその知見の現象学的・人間学的解釈がなければその効果を発揮できないのである。つまり、最終的に運動学習は現象学的・人間学的次元において実施されるのである。したがって、この緒に就いたばかりの「生き生きとした現在」(Husserl, E.)の運動分析を行う現象学的・人間学的陸上競技研究はその必要性がさらに高まるであろう。それゆえ、今後はこれまでの指導報告や指導書などの現象学的・人間学的立場からの「読み直し」、さらには膨大な自然科学的知見の現象学的・人間学的解釈ならびに批判をも含めて、現象学的・人間学的研究のさらなる発展が目指されねばならない。

謝辞

稿を終えるにあたり、本論考に対し、詳細な御校閲と御指導をいただいた朝岡正雄先生(筑波大学)に心からお礼を申し上げます。ありがとうございました。

文献

- 青山清英 (1999) スポーツ運動の観察と評価に関する人間学的考察, 日本大学文理学部人文科学研究研究所研究紀要 58: 173-183.
- 青山清英 (2001) 短距離走における加速感に基づく戦術トレーニングに関する運動学的考察, スポーツ運動学研究 14: 27-36.
- 朝岡正雄 (1999) スポーツ運動学序説, 不昧堂, 東京.
- ビンスワンガー, L., 荻野・宮本・木村訳 (1967) 現象学的人間学, みすず書房, 東京.
- ブランケンブルク, W., 木村・岡本・島訳 (1998) 自明性の喪失, みすず書房, 東京.
- ベルジュ, G., 北村浩一郎訳 (1977) フットサルのコギト, せりか書房, 東京, p 61.
- Ehrlenz, H., Grosser, M., Zimmermann (1985) Krafttraining, 2, Aulf., bIv sportwissen Munchen, 1985, S.12.
- フッサー, E., 船橋弘訳 (1970) デカルト的省察, 中央公論社, 東京.
- フッサー, E. 細谷・木田訳 (1974) ヨーロッパ諸学の危機と超越論の現象学, 中央公論社, 東京.
- ヘルト, K. 新田他訳 (1988) 生き生きとした現在, 北斗出版, 東京.
- 石塚浩 (1997) 踏切り構造の伝承論的考察, スポーツモルフォロジー研究 3: 157-167.
- 金子明友・朝岡正雄編著 (1990) 運動学講義, 大修館書店, 東京, pp.19.
- 金子明友 (2002) わざの伝承, 明和出版, 東京.
- 木村敏 (1995) 生命のかたち／かたちの生命, 青土社, 東京.
- 木村敏 (1997) 分裂病の現象学, 弘文堂, 東京.
- 木村敏 (1997) 分裂病と他者, 弘文堂, 東京.
- 金高宏文・瓜田吉久 (1994) 三段跳のホップにおけるオーバーハンド式のアームアクション指導の誤りに学ぶものー初級レベルの大学男子三段跳競技者のスランプ及びその前後のフォームを手がかりとしてー, 陸上競技研究 18 (3): 28-34.
- 金高宏文・鈴木正光・松田三笠・瓜田吉久 (2002) 100 m を速く走るコツと練習手段の分析ーあるシニア男子 100 m 選手の競技発達中のコツに関する面接調査からー, スプリント研究 12: 65-77.
- 小山裕三・青山清英 (1999) 砲丸投げの運動修正に関するモルフォロジー的考察, スポーツ方法学研究 12 (1): 79-86.

- 小山裕三・青山清英（2002）砲丸投げにおける投法変更に関する運動学的考察－オブライエン投法から回転投法への変更の場合－，スポーツ方法学研究 15（1）：53－60.
- 小山裕三・青山清英（2003）国内一流やり投げ選手の技術構造に関する運動学的考察－村上幸文選手の場合－，スポーツ方法学研究 16（1）印刷中
- 鯨岡峻（2002）事例研究の質を高めるために，第15回日本スポーツ運動学会大会抄録集，pp 1－7.
- 村木征人（1982）陸上競技（フィールド），ぎょうせい，東京，pp 2－11.
- 村木征人（1995）助走跳躍における運動抑制現象の運動方法論的解釈とコーチング，スポーツ方法学研究 8（1）：129－138.
- 長井真理（1991）内省の構造，岩波書店，東京，p 208－209.
- 太田涼・有川秀之（2001）短距離走の疾走動作改善過程に関する実践的研究：運動学的考察の観点から，体育学研究 46（1）：61－75.
- ランドグレーベ，L.，山崎・甲斐・高橋訳（1980）現象学の道，木曜社，東京 p 231.
- 斎藤慶典（2002）フッサール 起源への哲学，講談社，東京.
- 滝沢文雄（1992）体育学としての現象学的方法，体育・スポーツ哲学研究 1：3－16.
- 谷 徹（1998）意識の自然，劉草書房，東京.
- ヴァイツゼッカー，v.V.，木村・濱中訳（1975）ゲシュタルトクライス，みすず書房，東京，p.306.
- ヴァイツゼッカー，v.V.，木村敏訳（1995）生命と主体，人文書院，東京.
- 山口一郎（2002）現象学ことはじめ，日本評論社，東京.

バイオメカニクスデータを活用した短距離疾走動作の改善

中田和寿¹⁾, 阿江通良²⁾, 宮下 憲²⁾, 横澤俊治³⁾

The improvement in sprint technique by the use of biomechanics data

Kazutoshi Nakata¹⁾, Michiyoshi Ae²⁾, Ken Miyashita²⁾, Toshiharu Yokosawa³⁾

abstract

The purpose of this study was to investigate changes in sprint technique and biomechanical variables of varsity sprinters by the training with the use of biomechanics data. Eight highly trained sprinters participated in this study. Sprint motion of the subjects was analyzed with a videography, and the kinematics and kinetics of the lower limbs were computed. The biomechanical variables used for the data feedback were thigh angle of the recovery leg at the instant of the opposite foot touchdown, segment angle of the thigh at the instant of the toe-off, the maximal height of the toe during the recovery. After the technique training, six subjects increased the sprint running velocity. Most of the subjects improved the thigh angle of the recovery leg at the opposite foot touchdown, the maximal height of the toe during the recovery, the thigh angle of the recovery leg after toe-off, and the hip flexion torque and torque power. These results indicate that sprint training with the use of the biomechanics data was effective to improve the sprint technique.

Key words : biomechanics, motion analysis, improvement, sprint technique

1. 緒言

陸上競技の短距離走は、その着順を競うという最も単純な競技の一つであるが、わずかな失敗も許されず、心・技・体の究極の完成度が求められる。短距離走に関しては、競技者やコーチの試行錯誤や実践とともに、スポーツバイオメカニクス、スポーツ生理学、スポーツ心理学、スポーツ方法学などの観点から多くの研究が行われてきた。最近では、これらの知見をもとに、疾走動作の改善が多くの指導者や競技者によって試みられている。しかし、一度身についた疾走動作を変更することは難しく、場合によってはパフォーマンスを低下させることもある。指導現場における疾走動作の改善は、多くの場合、指導者の経験や感覚にもとづく動作の評価、改善点の指摘、動作の修正、そして指導者や選手自身による評価という一連の過程の繰り返しによって行われる。この場合、指導者の動作の評価能力が改善の成否に大きく関わって

くると考えられる。

スポーツバイオメカニクスは、人間の制約条件を考慮しながら、スポーツにおける運動を力学的立場から研究するスポーツ科学の基礎的領域の一つである(阿江, 2000)。バイオメカニクスの手法を用いることにより、動きを客観的な情報に置き換え、定量的に扱うことができる。したがって、先述したような指導者と選手の疾走動作改善への一助としてバイオメカニクスの手法やデータを活用することによって、動作の定量的評価が可能になり、疾走動作の改善をより合理的に行えると考えられる。また、成功や失敗の事例の蓄積も容易になるであろう。これまで短距離走に関しては、多くのバイオメカニクスの研究が行われ(阿江ら 1986, 伊藤ら 1993, 宮下ら 1986 など)、一流選手の疾走動作に関しても多くの知見が得られており、これらの知見を動作の評価やトレーニング目標の設定に用いることが可能である。

一方、トレーニングによる疾走動作の改善に関する研究は少ない。栗原ら(1985)は、一般男子大学生に短距離走トレーニングを行い、10週間のトレーニングにより疾走能力が向上すること、この向上は主としてピッチの増加であることを明らかにしている。また、尾縣ら(1988)は、一般男子大学生にスキッピングトレーニングを行い、8週間のトレーニングにより熟練者の疾走動作に近づくことを報告している。しかし、短距離競技者を対象としてバイオメカニクスデータを活用して動作を改善した研究や、動作の変化の力学的要因を詳細に検討したものはないようである。

本研究の目的は、バイオメカニクスデータを短距離疾走動作の改善に活用してトレーニングをした場合の疾走動作の変化やその力学的要因を明らかにし、バイオメカニクスデータのコーチングへの活用法に関する示唆を得ることである。

1) 岐阜県立岐陽高等学校 Giyo High School 〒501-1184 岐阜市西秋沢2-363-1

Tel.: 058-239-9711 E-mail address: nakata-t@giyo.ed.jp

2) 筑波大学体育科学系 Institute of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

〒305-8574 茨城県つくば市天王台1-1-1

3) 筑波大学体育科学研究科 Doctoral Program in Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

〒305-8574 茨城県つくば市天王台1-1-1

2. 方法

2.1 疾走動作改善の流れ

図1は、本研究で行った疾走動作改善の流れを示したものである。本研究では表1に示した競技会あるいは実験試技における被験者の60m付近の疾走動作を撮影、分析した。得られたバイオメカニクスデータをもとに、一流選手の動作モデルと被験者のものを比較し、疾走動作の評価を行った。これに被験者自身が目標としている動作を考慮して、「トレーニング課題」を設定し、これらをバイオメカニクスデータや画像のかたちで被験者へフィードバックした。自己の疾走動作の実態や課題を把握した上で被験者にトレーニングを行わせ、トレーニングによる変化を画像やデータを通して確認するという過程を繰り返すことにより疾走動作の改善を試みた。なお、撮影からフィードバックまでの期間は、画像については翌日、データについては2～3週間程度であった。トレーニング期間は2000年4月から2001年10月であった。

2.2 データ収集およびデータ処理

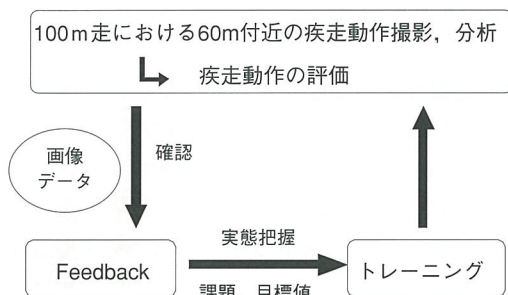


図1 疾走動作改善の流れ

〔大学短距離選手8名（男子7名、女子1名）を被験者とした。表2は被験者の特性を示したものである。表1に示した競技会もしくは実験試技における100m走の60m付近の疾走動作を高速度VTRカメラにより毎秒250コマもしくは200コマで撮影した。1サイクルの疾走動作を分析するため、身体計測点23点をビデオ動作解析システム（Frame-DIAS, 電気計測販売会社）により毎秒125コマもしくは100コマ相当でデジタル化した。実験試技については、得られた身体の2次元座標を校正マークをもとに実座標に換算した。競技会試技については、身体計測点とコントロールポイントの2次元座標からDLT法により3次元座標を算出し、矢状面における2次元座標に変換した。次にWellsら（1980）の方法により分析点の座標成分ごとに最適遮断周波数を決定し、4次のButterworth Lowpass Digital Filterを用いて平滑化した。実際に用いた遮断周波数は、水平座標、鉛直座標ともに3.75～6.25 Hzの範囲であった。〕

表1 撮影試技

撮影日	撮影試技	カメラの種類	カメラスピード
2000.04.30	筑波大学陸上競技会	HSV-500C ³	250
		MEMRECAMC ²	200
2000.10.25	実験（100m）	HSV-500C ³	250
2001.04.08	実験（60m）	HSV-500C ³	250
2001.04.29	筑波大学陸上競技会	HSV-500C ³	250
		HSV-500C ³	250
2001.06.23	実験（60m）	HSV-500C ³	250
2001.10.19	実験（100m）	HSV-500C ³	250
2001.10.26	実験（100m）	HSV-400	200

表2 被験者の特性

被験者	身長(m)	体重(kg)	自己ベスト(s)	性別
A	1.71	68	10.65	M
B	1.75	65	10.70	M
C	1.72	64	10.61	M
D	1.70	67	10.67	M
E	1.78	67	10.44	M
F	1.54	54	12.00	F
G	1.72	67	11.08	M
H	1.75	62	10.74	M

2.3 測定項目と測定法

平滑化したデータから、身体を左右の手、前腕、上腕、足、下腿、大腿、および頭部、体幹の14部分からなるリンクセグメントにモデル化し、身体部分および関節角度、身体部分および全身の重心などを算出した（阿江1996）。

本研究では、地面反力を測定できなかったため、スプリントにおける1サイクルを支持期、回復期前半（右足離地から左足支持期中間点まで）、回復期後半（左足支持期中間点から右足接地まで）に分け、回復期についてKineticsの変量を算出した。下肢関節トルクを算出するため、下肢を4剛体リンクにモデル化し、Free Body Diagramにもとづき各部分で運動方程式をたて、関節トルクを算出した。そして、関節jにおける関節トルクパワー（JFPj）を式①により算出した。

$$JTPj = JTj \cdot JAVj \quad (1)$$

ここで、JTjは関節jにおける関節トルク、JAVjは関節角速度である。

また、下肢関節における力学的仕事を式②～④により、正の仕事（PW）、負の仕事（NW）、絶対仕事（TW）に分けて算出した。

$$PW = \int JTP^+ dt \quad (2)$$

$$NW = \int JTP^- dt \quad (3)$$

$$TW = PW + |NW| \quad (4)$$

2.4 トレーニング課題と評価項目

以下に分析から明らかになった主なトレーニング課題とそれに対応する評価項目を示す。なお、これらの項目の定義は後出する図表に示した。

- ①「回復脚の引き出しを早くする。」
左足接地時の鉛直線に対する右大腿角度（図6）。
- ②「脚が流れないようにする。」
離地後の鉛直線に対する最小右大腿角度（図11）。
- ③「遊脚を引き出す際に、下腿が過剰に跳ね上がり過ぎないようにする。」
回復期における足先高の最大値（図7）。
- ④「接地直前の引き込み速度を大きくするため、高い位置から引き込む。」
引き込み開始地点の足先高。
- ⑤「接地直前の足の引き込み速度を高める。」
接地直前の身体重心に対する踵の引き込み速度（表5）。
- ⑥「回復期における回復脚の引き出しを早めるため、引き出し速度を大きくする。」
身体重心に対する右膝の水平速度の最大値（表5）。
- ⑦「上下動を小さくする。」
1サイクルにおける重心高の最大値と最小値の差。
- ⑧「脚全体でのキック動作。脚と大腿のスイング速度の一致」
脚の伸展速度と大腿の伸展速度の平均差。
- ⑨「離地時に過度に後方へキックしない。」
離地時の大腿角度および膝関節角度（図5）。
- ⑩「接地してからつぶれない。」
接地後から支持期中間までの膝関節屈曲角度。

2.5 評価基準について

疾走動作の評価に用いた一流選手のデータは、世界一流スプリンターの疾走フォームの分析（宮下ら、1986）、アジア・トップスプリンターの中間疾走フォーム（佐川ら、1997）から引用した。さらに、スーパー陸上99における一流選手のデータを加え、本研究の被験者と比較することにより、疾走動作の評価を行った。

2.6 被験者のトレーニング

本研究の被験者はすべて大学短距離選手であるため、厳密にはトレーニング内容は個々に異なるが、チーム全体としてのトレーニングの中で本研究の課題を意識して個々にトレーニングを行っている。ここではチーム全体のトレーニングの流れを示す。

表3は、2000年11月から2001年12月までの年間のトレーニングの流れを示したものである。分析によって得られた課題を達成するために、準備期では疾走動作の改善の基礎となる筋力トレーニングを中心に行い、試合期では、ビデオカメラを用いた即時のフィードバックなどを活用し、被験者の感覚と理想とする動作を近づけるようなトレーニングを行った。

3. 結果および考察

3.1 疾走動作の評価とフィードバックデータの例

本研究では、疾走動作改善のためのデータのフィードバックに先立って、被験者の疾走動作の評価を行った。

表4は被験者のトレーニング前（以下、pre）の疾走速度、ピッチ（SF）、ストライド（SL）とその評価を、

表3 年間のトレーニングの流れ（2000年11月～2001年10月）

月	11月	12月	1月	2月	3月
トレーニング期	移行期	準備期			
		一般準備期		専門準備期	
トレーニング目標	- 一般的な筋力の向上 - トレーニングの課題の確認	- 全面的、専門的な筋力の向上 - 有酸素能力の向上 - 目的とする技術を獲得するための筋力の養成		- 最大筋力、高いスピードでの筋力の養成 - スピード持久力の養成・最大スピードへの移行技術の獲得 - 最大下での疾走動作の改善	

月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
トレーニング期	試合期						
	早期試合期			試合期			
トレーニング目標	- 最大スピードの立ち上げ - 専門距離におけるスピード持久力の向上 - 課題としてきた疾走技術、戦術の習熟 - 試合に向けてのコンディショニング			（専門的準備） - 一般的な体力の回復・現在の課題の把握 - 疾走技術の見直し、疾走動作の修正		- 最大スピードの向上 - 専門距離におけるスピード持久力の向上 - 疾走技術、戦術の習熟 - 試合に向けてのコンディショニング	

表5は動作の評価の一部を示したものである。歩数指数および歩幅指数は、伊藤ら(1998)の方法により、歩数指数=歩数×(身長/g)^{1/2}、歩幅指数=歩幅/身長で算出した。評価は、日本および世界一流選手と同等もしくはそれ以上のものは○とし、大学選手や被験者間の比較により顕著に小さいものは×とした。ただし、被験者Fについては、女子一流選手との比較のみとした。動作に関しては、ピッチやストライドと同様に一流選手などとの比較により評価を行い、以下の例に示すようにバイオメカニクスデータ、スティックピクチャー、画像などにより被験者に疾走動作の改善のための基礎となる情報を視覚的にフィードバックし、被験者ごとにトレーニングを行った。以下に、被験者Aを例にして評価の実際を示す。

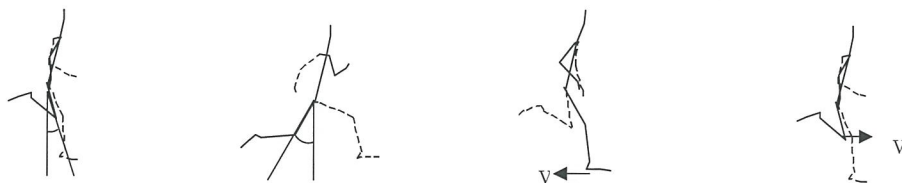
被験者Aは、ピッチが高く、ストライドが小さいビ

ッチ型であった(表4)。図2は被験者Aの身体重心に対する足先の軌跡を示したものであるが、一流選手と比較して、足先の前後の動きや身体後方での跳ね上がりが小さかった。また、表5に示したように、反対足接地時の右大腿角度(以下、脚の引き出し角度。負の値は大腿が腰より後方にあることを示す。)は、一流選手に比べると小さいが、他の被験者より前方へ引き出せていた。また、身体重心に対する踵の引き込み速度や膝の引き出し速度については小さいと評価された。このように被験者Aは、脚の流れや回復期における足先の跳ね上がりが小さく、いわゆるまとまったフォームであるが、前後の動作範囲やストライドが小さいという特徴を持つと評価された。そのため、「ストライドを大きくする」、「接地直前の引き込みと回復期の膝の引き出しを強調する」などの示唆を与えた。

表4 トレーニング前の疾走速度などの評価

被験者	V(m/s)	SF(Hz)	SL(m)	歩数指数	歩幅指数		
A	10.24	4.81	○ 2.13	×	1.46	○ 2.35	×
B	10.30	4.39	×	2.35	○ 1.35	2.53	○
C	10.34	4.72	○ 2.19	×	1.44	2.40	×
D	10.06	5.00	○ 2.01	×	1.52	○ 2.23	×
E	9.76	4.46	2.19	×	1.39	2.32	×
F	8.73	4.55	1.92	1.31	×	2.35	○
G	10.14	4.46	2.27	1.36		2.49	○
H	10.58	4.72	2.24	1.45		2.42	
世界一流平均 (n=8)	11.28	4.71	2.40	1.46		2.55	
日本人一流平均 (n=6)	10.97	4.80	2.29	1.48		2.44	
大学男子選手平均 (n=29)	9.43	4.31	2.20	1.31		2.41	
女子一流平均 (n=6)	9.60	4.59	2.08	1.45		2.35	

表5 トレーニング前の動作の評価



被験者	反対足接地時の 右大腿角度(度)	離地後の最小 大腿角度(度)	身体重心に対する 踵の引き込み速度(m/s)	身体重心に対する 膝の引き出し速度(m/s)
A	8.52	-21.83	-6.86	3.49
B	3.31	-31.23	-8.16	5.12
C	-13.48	-34.71	-5.26	4.57
D	13.30	-27.47	-8.08	4.75
E	0.70	-32.19	-5.78	3.59
F	-8.21	-37.05	-7.80	4.46
G	5.96	-28.71	-7.69	5.12
H	-0.45	-24.46	-7.97	4.20
世界一流	24.39	-28.11	-9.29	5.64
日本一流	14.55	-21.91	-8.10	4.64
女子一流	1.04	-27.46	-7.12	4.00

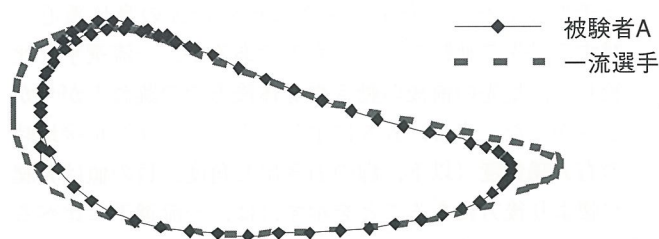


図2 被験者Aの身体重心に対する足先の軌跡

3.2 疾走速度の変化

図3は、本研究における競技会あるいは実験における全被験者の疾走速度を示したものである。全ての競技会、実験に全ての被験者が参加することはできなかったため、トレーニング前後の比較には、被験者AとHではpreとして競技会を、postとして実験のものを、被験者B、D、Eでは、preとして実験をpostとして競技会を用いた。

栗原ら(1985)は、一般男子大学生に短距離走トレーニングを行わせ、疾走能力の向上は主としてピッチの向上によるものであったことを報告している。栗原らの研究と異なり、本研究における被験者はすべて大学短距離選手であった。表6は、トレーニングによる疾走速度、ピッチ、ストライドの変化率を示したものである。被験者AおよびCはピッチとストライドの両方により、被験者DおよびEはストライドにより、被験者BおよびFはピッチの増加により、疾走速度が増加しており、被験者個々に多様な変化パターンを示したが、8名中6名に疾走速度の増加がみられた。

これらのことは、熟練した短距離選手においては、選手の特徴が強く反映するため、疾走速度の構成要素であるピッチとストライドが同様の傾向で変化あるいは向上することが少ないことを示すものであろう。

そこで、疾走速度が増加した被験者Aを成功例としてとりあげ、トレーニングによる変化を考察することにする。図4は、被験者Aの疾走速度、ピッチ、ストライドのトレーニング期間内における変化を示したものである。疾走速度は、トレーニング期間で増減を繰り返しながら徐々に向上した。最初の疾走速度増加(2000.4.30~2001.4.29)は、ピッチとストライドの両方によるものであった。しかし、表4に示したように、preにおける被験者Aの歩数指数は1.46と大きく、さらにピッチを向上させたため、その歩数指数は1.49となった。この歩数指数は世界および日本一流選手に近い値であり、疾走速度を増大させるにはまずはストライドを向上させる必要があると評価されたため、被験者Aはストライ

表6 疾走速度、ピッチ、ストライドの変化

	速度変化率(%)	ピッチ変化率(%)	ストライド変化率(%)
A	103.51	101.96	101.52
B	103.30	103.64	99.68
C	103.50	101.92	101.55
D	104.77	98.04	106.86
E	105.71	100.00	105.71
F	103.34	107.84	95.83
G	97.56	109.80	88.85
H	94.39	98.15	96.17

変化率=post/pre×100 (%)

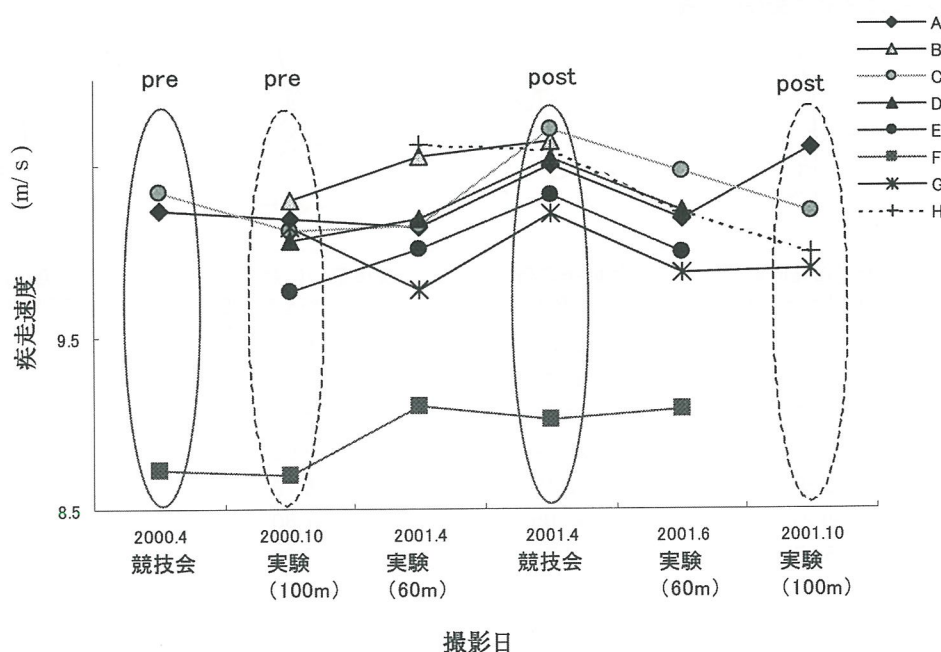


図3 疾走速度の変化

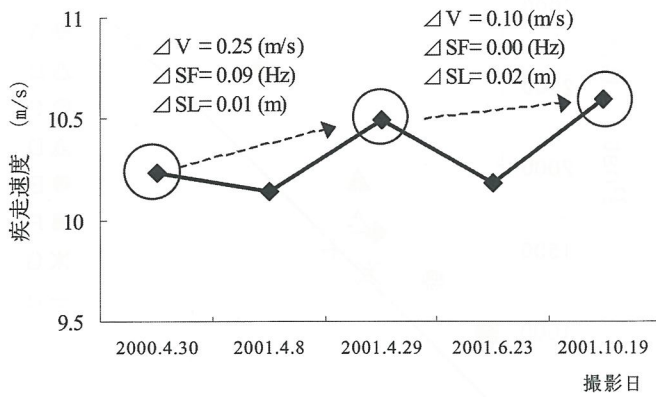


図4 被験者Aの疾走速度、ピッチ、ストライドの変化

ド増大を目的としてトレーニングを行った。その結果、ピッチを維持し、ストライドを伸ばすことにより疾走速度を増大させることに成功した(2001.4.29~2001.10.19)。疾走速度を増加させた被験者Aの特徴は、ストライドとピッチを相互に増加させた成功例といえるであろう。

一方、疾走速度が低下した被験者Gはピッチの増加は最も大きかったが、ストライドの大きな減少により疾走速度が低下していたことから(表6)、ピッチおよびストライドの極端な変化は、疾走速度の減少につながることが示唆される。本研究において、疾走速度が増加したものを成功例、減少したものを失敗例とすると、ピッチの変化許容率は-2~7%、ストライドでは-4~7%であり、ピッチとストライドが相補関係にあることを考えると、両者の変化率の合計が200%以下にならないことが成功例の条件と考えられる。

3.3 疾走動作の変化

(1) 被験者全員に関して

伊藤ら(1997)は、一流選手の分析から股関節の伸展速度と脚全体の伸展速度を近づけることが合理的なキック動作であることを示唆し、トレーニングによる一流女子選手の成功例を報告している。また、宮下ら(1986)は、離地時の膝関節は世界一流選手においてはあまり伸展されていなかったと報告している。さらに、阿江ら(1986)は、支持期前半においては下腿をすばやく前傾すること、支持期後半においては、脚をすばやく回復させるため、脚の回復を先取りするような意識が必要であるとしている。これらのことから、本研究においては、膝関節の屈伸を大きく使わないような脚全体でのキック動作を行うこと、回復期前半における脚の引き出しを早くするため、支持期に過剰に後方へ蹴らないことを支持期の課題とした。図5は、過剰に後方へ蹴らないことを評価する指標とした離地時の大腿角度をトレーニング前後について示し

たものである。離地時の大腿角は、トレーニング前後で被験者A, E, Hでは大きくなっており改善が見られたが、その他のものは逆に小さくなっていった(より流れていた)。このように、支持期の動作については、被験者全員で見ると、逆の変化パターンがみられた。

回復期の動作に関して、中田ら(2000)は、一流選手と学生選手を比較し、脚の引き出しが早く、下腿の巻き込みが小さかったことを報告している。そこで、本研究では回復期前半においては、脚の引き出しを早くし、下腿の巻き込みを小さくすることを課題とした。回復期後半では、支持期における脚のスイング速度を高めるためには、接地前の引き込み動作が重要であることから(伊藤ら, 1997)、脚の引き込みを課題とした。

図6および図7は、それぞれ「脚の引き出しを早くする」の評価指標とした反対足接地時の回復脚の大腿角度(以下、引き出し角度)、「脚を引き出す際に足先が過剰に跳ね上がり過ぎない」の評価指標とした回復期における足先高の最大値(以下、回復期足先高)のトレーニング前後の変化を示したものである。トレーニング前後の脚の引き出し角度は、被験者全体で有意に増加し($p < 0.05$)、回復期足先高については有意に減少しており($p < 0.05$)、全被験者が課題を達成していた。

これらのことから、回復期の動作については、疾走動作の修正が比較的行いやすいと考えられる。なお、支持期において被験者全員で改善が見られなかったのは、フィードバックの際にあまり強調しなかったこと、地面反力が作用し、時間も0.1秒程度と短いことなどが原因と考えられる。

図8および図9は、回復期前半および後半の股関節トルクパワーの最大値をトレーニング前後について示したものである。回復期前半の股関節屈曲トルクパワーの最大値は、有意に増加した($p < 0.05$)。また、トレーニング前後における回復期前半の股関節トルクパワーの最大値の変化と疾走速度の変化との間に有意な関係が見られた

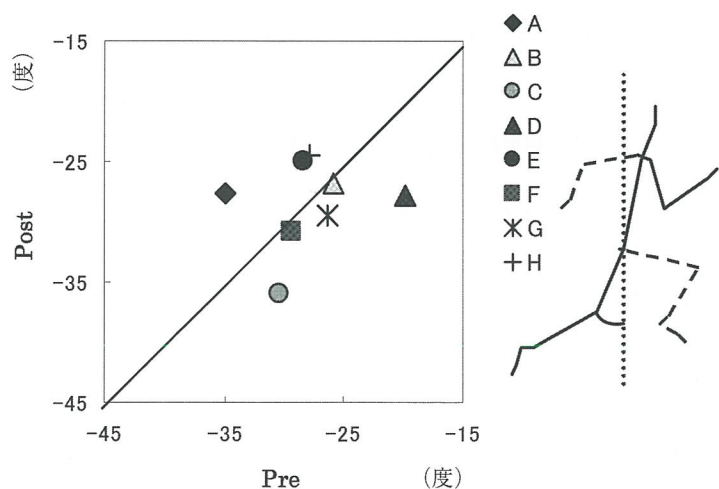


図5 離地時の大腿角度

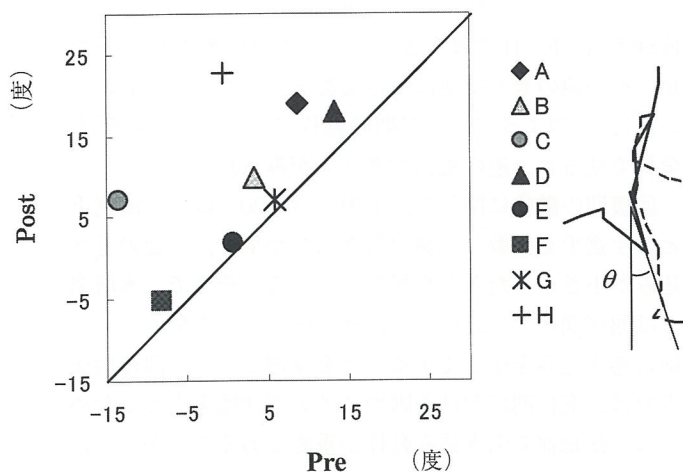


図6 反対足接地時の回復脚の大腿角度

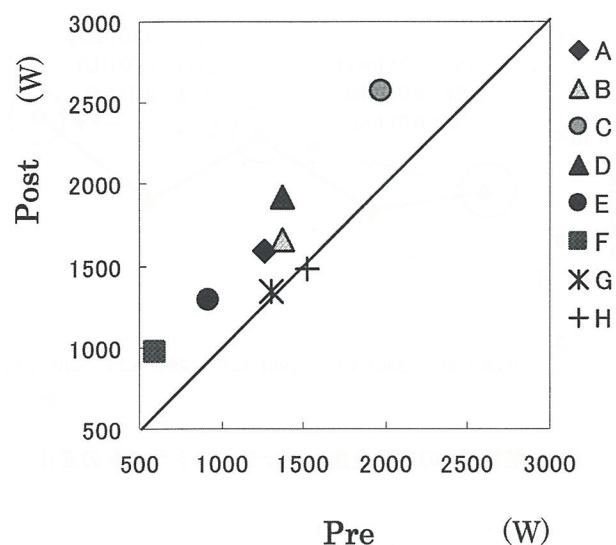


図8 トレーニング前後の回復期前半における股関節トルクパワーの最大値の変化

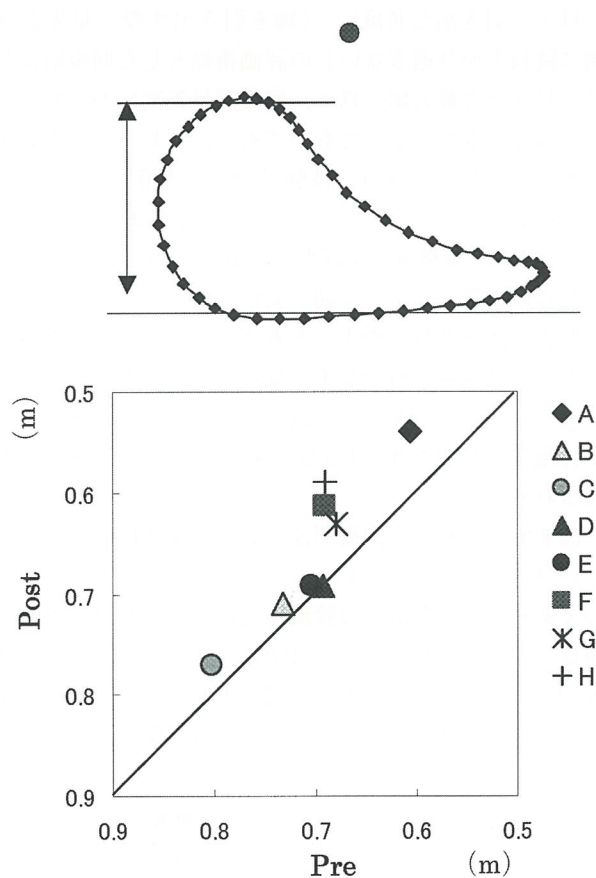


図7 回復期における足先高の最大値

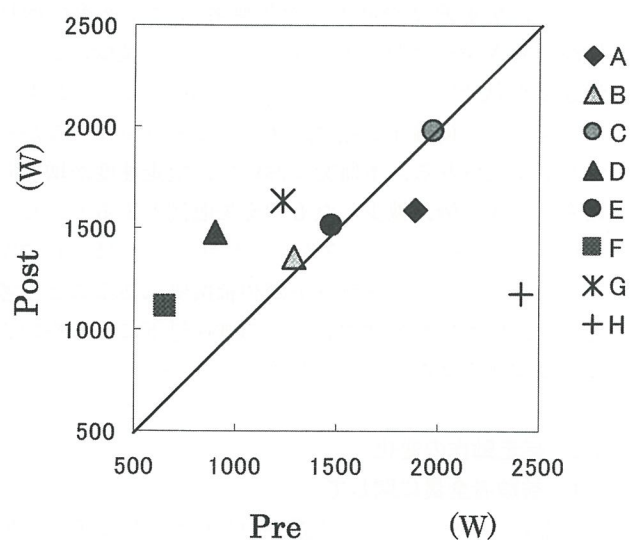


図9 トレーニング前後の回復期後半における股関節トルクパワーの最大値の変化

($r=0.865$, $p<0.05$). 回復期後半の股関節トルクパワーの最大値については、被験者によって異なる変化をし、疾走速度の変化と有意な関係が見られなかったが、この値が大きく減少した被験者 H では、疾走速度の減少が見られた。また、回復期における下肢関節の総仕事の変化と疾走速度の変化との間に高い有意な関係が見られた (図 10)。

阿江ら (1986) は、疾走スピードを 3 m/s から全速までの 5 段階に変化させて下肢筋群のパワーや仕事を検

討し、回復期前半では股関節の屈筋群が、後半では伸筋群が大きなパワーを発揮することが疾走スピードを高めるために重要であると述べている。これらのことから、本研究では、回復期前半で股関節屈筋群のトルクやパワーを大きくすることによって仕事を大きくし、脚の引き出し速度を高めることが疾走速度の増加には重要であると考えられる。

(2) 事例による動作変化の検討

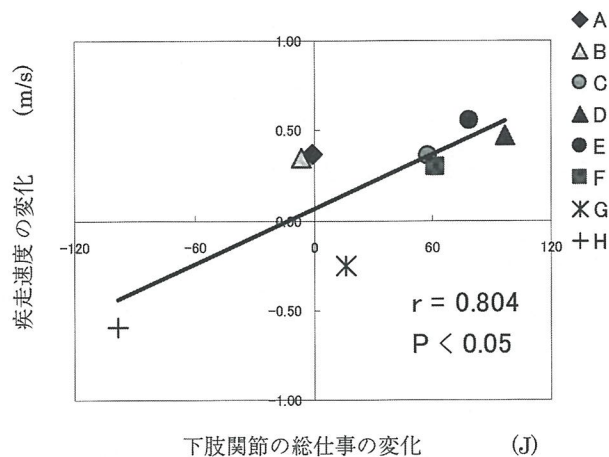


図10 トレーニング前後の疾走速度の変化と下肢関節の総仕事の変化

上述したように、短距離走においては、回復脚における総仕事を大きくすることが疾走速度を高めるために重要であることが示唆された。しかし、被験者個々を見ると、被験者AおよびBでは下肢関節の総仕事が減少したが、疾走速度が増加していた。一方、被験者Gでは総仕事が増加したにもかかわらず疾走速度が低下していた。これらのことは、疾走速度を大きくするためには、下肢関節での総仕事増加のほかに仕事を有効に疾走速度に結びつけることも重要であることを示唆するものである。

本研究では、回復期の引き出しを改善することに重点をおいたフィードバックを行い、図6に示したように被験者全員で改善が見られた。このうち、大きく改善した被験者CとHに着目して詳細に検討することにする。

図11は、離地後の大腿角度の最小値（以下、脚の流れ角度）のトレーニング前後の変化を示したものである。脚の流れ角度については、被験者C、H共に改善が見られた。しかし、離地時の大腿角度（図5）については、被験者Hでは改善が見られたが、被験者Cではみられなかった。被験者Cは、回復期前半の股関節トルクパワーが増大し（図8）、また股関節屈曲トルクも増大していた。これらのことから、被験者Cは脚を引き出す出力の増大によって脚の引き出しを改善していたと考えられる。逆に被験者Hでは、回復期前半のトルクパワーはやや減少していたが（図8）、離地時に脚を後方へ過度にキックしない（図5）ことにより脚の引き出し角度を改善していたと考えられる。これらのことは大学短距離選手では、ひとつの課題を解決する場合にも個人により異なる方法で解決することを示すと考えられる。被験者Hについては、疾走動作としての改善が見られ、一流選手の動作に近づいたが、トルクパワーなどの出力の低下が見られ、疾走速度は低下していた。被験者Hは、今後トレーニングによって、後方へ過度にキックし

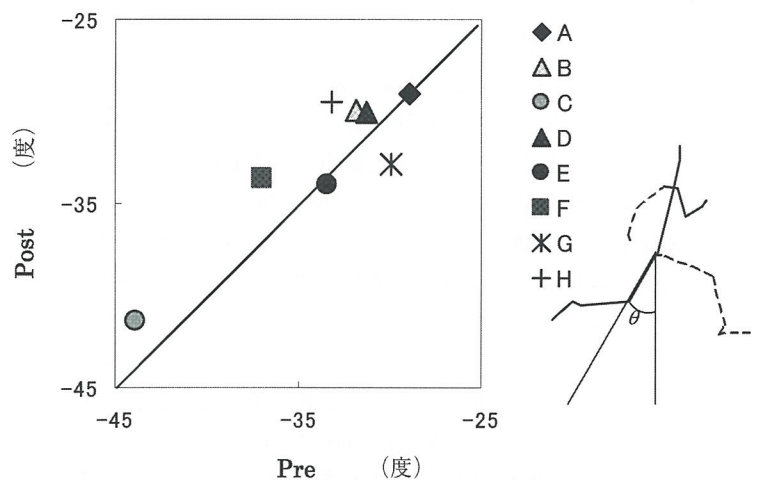


図11 トレーニング前後の脚の流れ角度の変化

ないような動作で高い疾走速度を獲得することが期待されるが、本研究の範囲では失敗例といえるであろう。被験者Hの例は、バイオメカニクスデータを用いて動作を改善する際には、見た目の動作のみを目標に近づけるのではなく、大きな出力をとめないながら動作を改善することが必要なことを示すものである。

4. 結論

本研究では、大学短距離選手にバイオメカニクスデータをフィードバックして疾走動作改善を意図したトレーニングを行い、その効果を検討した。その結果、大学短距離選手では、トレーニングによる変化パターンや課題に対する対応が個々に異なり、個人ごとの指導が重要であることが示唆された。また、回復期における動作については、支持期に比べて修正が比較的容易であり、疾走速度を増大させるためには、回復脚における仕事を大きくすること、特に回復期前半の股関節屈筋群によってなされた仕事が多いことが重要であると示唆された。

これらのことから、バイオメカニクスの手法を用いて疾走動作を評価し、バイオメカニクスデータを疾走動作の改善に活用することは、多くの選手にとって有益であることが示された。

文献

- 阿江通良, 宮下 憲, 横井孝志, 大木昭一郎 (1986) 機械的パワーから見た疾走における下肢筋群の機能および貢献度. 筑波大学体育科学系紀要, 9: 229-239.
- 阿江通良 (1996) 日本人幼少年およびアスリートの身体部分慣性係数. Jpn J Sports sci 15 (3): 155-162.
- 伊藤 章, 市川博啓, 斉藤昌久 (1998) 100 m 中間疾走における疾走動作と速度の関係. 体育学研究 43: 260-273.
- 伊藤道郎, 斉藤昌久, 佐川和則 (1997) アジア女子トッ

- プスプリンターの中間疾走フォーム．アジア一流競技者の技術，佐々木秀幸，小林寛道，阿江通良（監修），日本陸上競技連盟，pp.49－63.
- 尾縣 貢，生田香明，猪熊 真（1988）スキッピングトレーニングが体力，疾走能力，疾走動作に与える効果．体育学研究，33（1）：69－78.
- 栗原崇志（1985）スプリント・トレーニングが疾走フォームに与える効果．体育学研究 29（4）：285－294.
- 佐川和則，斉藤昌久，伊藤道郎（1997）アジア男子トップスプリンターの中間疾走フォーム．アジア一流競技者の技術，佐々木秀幸，小林寛道，阿江通良（監修），日本陸上競技連盟，pp.33－48.
- 中田和寿（2000）力学的エネルギーの流れからみた一流短距離選手の疾走動作，平成 11 年度筑波大学卒業論文．
- 宮下 憲，阿江通良，横井孝志，橋原孝博，大木正一郎（1986）世界一流スプリンターの疾走フォームの分析，Jpn J Sports sci 5（12）：892－899.
- Wells R P Winter D A (1980) Assessment of signal and noise in the kinematics of normal, pathological and sporting gaits. Human Locomotion I: 92-93.
- Winter D A (1990) Biomechanics and motor control of human movement : pp. 103-139, John Wiley & Sons Inc, New York.

棒高跳未経験女性競技者における競技力発達過程に関する研究 —自由踏切獲得を目標とした場合—

木越清信¹⁾, 加藤隆之²⁾, 尾縣 貢³⁾

A case study about performance development process in inexperienced female pole vaulter

Kiyonobu Kigoshi¹⁾, Takayuki Kato²⁾, Mitsugi Ogata³⁾

Abstract

The purpose of this study was to show a significant case for coaching female beginner pole vaulter, through the follow-up process of training which put emphasis for acquisition a free takeoff. The follow-up period was five months. Two female pole vaulters(experienced and inexperienced vaulters were 'athlete A' and 'athlete B',respectively) participated in this study. The main results were as follows; 1) Record of 'athlete A' improved from 2.50 m to 3.00 m. Simultaneously the takeoff velocity and grip height were improved. 2)'Athlete A' completed the takeoff at the backward position than the point just under the right hand in all measurement. 3)'Athlete A' showed larger tracing of a center of gravity of left foot in comparison with that of 'athlete B'.

These results suggest that 'athlete A' got the free takeoff through the training process which put emphasis for acquisition the free takeoff, and 'athlete A's motion after a takeoff was formed with acquisition of the free takeoff.

キーワード：棒高跳，自由踏切，未経験者指導

1. 緒言

棒高跳において高く跳ぶためには、高いグリップ高を握ることが必要である。また、そのためには助走において獲得した運動エネルギーを、踏切において失うことなくポールへ伝えることが必要とされる。この助走で獲得した運動エネルギーを踏切において失うことなく、より効率的にポールに伝えるための技術として、Petrov(1985 a, 1985 b) および村木(1985)は自由踏切という技術を提案している。自由踏切とは、従来の踏切がポールのボックスによる支持以降に行われていたのに対して、踏切足が離地した直後にポールのボックスへの突っ込みを行う技術である。これにより、ポールを回転させながらボックスに突っ込むことが可能になり、ポールがボック

スに突っ込まれた際に作用する水平方向の衝撃力を軽減することができる(図1)。付け加えて、自由踏切は踏切を突っ込み動作以前に行うだけの技術であり、特別な筋力が必要としないものと考えられる。したがって、自由踏切は助走で得た運動エネルギーを効率的にポールに伝えることができる非常に有効な技術である。

女子棒高跳は、オリンピックでは2000年、世界選手権では1999年から正式種目に採用されたばかりの新しいスポーツ種目である。そのために、トレーニング方法や手段については男子と同様のものを行い、技術についても男子と同様のものを目指していることが多いのである。しかし、近年、女子棒高跳選手の体力特性が男子選手のそれとの比較から検討されている。

Jarver(1995)は、女子競技者は男子競技者と比較すると腹筋や肩の筋力が欠乏しているために、巻き込み動作が制限されロックバック動作を行うことが困難であると述べている。このような性差による絶対的な筋力の差は、腹筋や肩のみならず下肢の筋群においても存在し、結果として絶対的な助走速度の差を招いていることが考えられる。このことから、女子競技者におけるトレーニングの課題として、女子競技者が目標とする記録を自己最高記録とする男子競技者と同等の筋力を獲得することが挙げられるが、一方で、男子競技者と比較して絶対的な助走速度や筋力に劣ることが考えられる女子競技者にとっては、効率的な技術の獲得も重要である。このことから、自由踏切は男子競技者と比較して絶対的な筋力および助走速度に劣る女子競技者が獲得すべき技術の一つであると考えられる。

現在までに出版されている棒高跳の指導書(日本陸上

1) 筑波大学体育科学研究科 Doctoral Program in Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

〒305-8574 茨城県つくば市天王台1-1-1 Tel.: 029-853-2674

E-mail address: kigoshi@tf.taiiku.tsukuba.ac.jp

2) 筑波大学体育専門学群 School of Health and Physical Education, University of Tsukuba

〒305-8574 茨城県つくば市天王台1-1-1

3) 筑波大学体育科学系 Institute of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

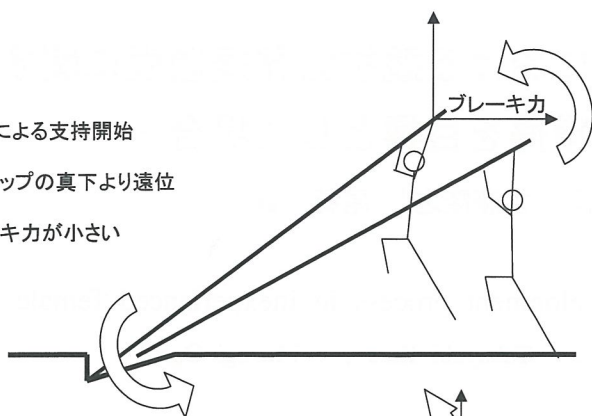
〒305-8574 茨城県つくば市天王台1-1-1

自由踏切

踏切完了後に
ボールのボックスによる支持開始

踏切位置は右グリップの真下より遠位

水平方向のブレーキ力が小さい



従来の踏切

ボールのボックスによる
支持開始後に踏切

踏切位置は右グリップの真下

水平方向のブレーキ力が大きい

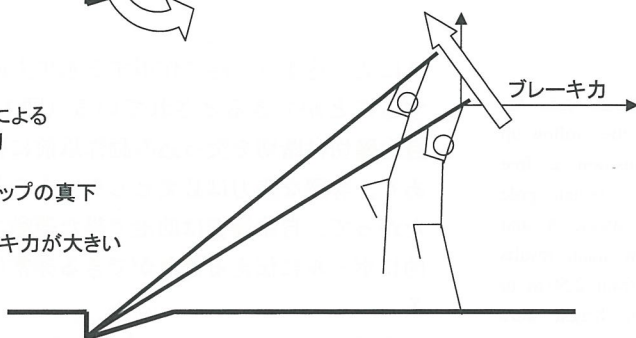


図1 自由踏切と従来の踏切との比較

競技連盟, 1987) においても, 踏切局面が非常に重要な局面であることは述べられている。しかし, 初心者のためのトレーニング法に, この自由踏切については紹介されていない。そのため競技者は, 助走において獲得した運動エネルギーを効率よくポールへ伝えることが必要であることは認識しているものの, 初心者の段階で自由踏切を獲得するためのトレーニングは行われていないようである。そして, ある程度の技術水準に達してから, 踏切における助走速度の減少が問題視され, 技術の改善を試みる人が多いようである。しかし, これらの局面の遂行は自動化されていることが考えられ, 個人に固有の動きが形成された後ではこれらの局面における技術の改善は非常に困難である。したがって, 正確な技術を初心者の段階で獲得しておくことが望ましい。

そこで本研究では, 大学入学から棒高跳を取り組み始めた棒高跳未経験の女性競技者を対象として, 棒高跳に

取り組み始めた日から自由踏切の獲得を最優先のトレーニング課題としてトレーニングを行わせ, その技術習得過程を追跡調査し, 棒高跳の初心者指導のための有用な事例を示すことを目的とした。

2. 研究方法

2.1 被験者

被験者には大学陸上競技部に所属する女性棒高跳競技者2名を用いた。うち1名は, 棒高跳未経験者(以下, A選手と略す)であり, もう1名は棒高跳5年目の経験者(以下, B選手と略す)であった。本研究では, A選手が棒高跳に取り組み始めた時点から, 自由踏切の獲得を最優先のトレーニング課題として棒高跳の練習を行わせた。また, B選手は, その比較対照として用いた。B選手は, 棒高跳経験が5年目の選手であるが, 棒高跳に取り組み始めてから3年間は自由踏切獲得のためのトレーニングは行ってい

なかった。なお, 両被験者の腕を垂直に伸ばした状態での最高到達点には顕著な差は認められなかった(A選手; 1.94 m, B選手; 1.92 m)。

2.2 トレーニング内容

図2には, A選手に行わせた自由踏切獲得のためのトレーニング種目を示した。これらのトレーニング手段は, 踏切において運動エネルギーの減少を小さくするために, 踏切を行った後にボールのボックスへの突っ込みを行うことを共通の目的としている。

ドリル1は, 高さ0.3 mほどの台に乗り, ポールの先端が地面から0.1 mほど離れた状態で保持し, 台から踏切を行った後にポールを地面に接地させるドリルである。ドリル2は, 踏切および突込動作をトラックにおいて2歩, 4歩, 6歩の助走歩数で行わせるドリルである。ドリル3は, 予め補助者によって砂場に設置させたポールに踏切後跳びつくドリルである。ドリル2および3を6

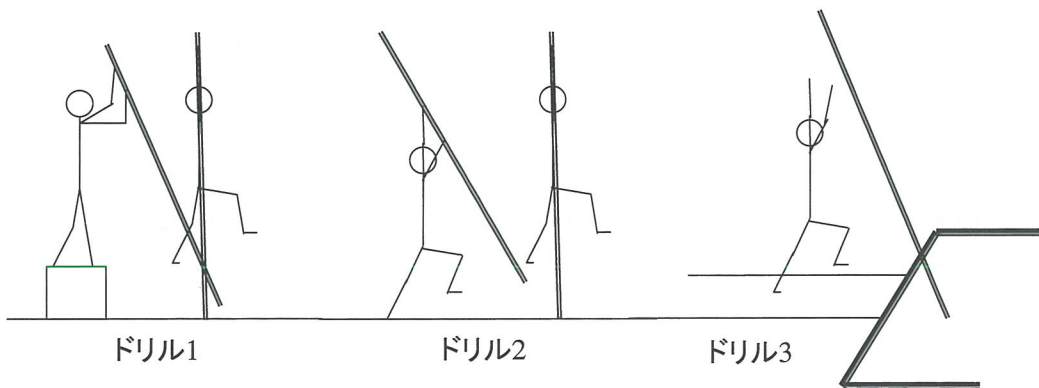


図2 自由踏切獲得のためのトレーニング種目

表1 技術的要因の変化

	記 録 (m)	踏 切 速 度 (m/s)	絶対グリップ高 (m)	抜 き (m)	踏 切 位 置 (m)
1 回 目	2.50	4.96	3.07	-0.37	-0.11
2 回 目	2.75	5.25	3.24	-0.29	-0.04
3 回 目	2.85	5.44	3.39	-0.34	-0.07
4 回 目	2.95	5.50	3.49	-0.34	-0.06
5 回 目	3.00	5.85	3.60	-0.40	-0.12

抜きのマイナスはグリップよりもバーの高さが低かったことを示す。

踏切位置のマイナスはグリップよりも踏切位置が後方にあったことを示す。

歩助走において正確に行うことができるようになってから、実際のピットでこれらのドリルを行わせた。また、ピットで行わせる際には、適切な踏切位置に踏切板を設置した。なお、適切な踏切位置は、突込姿勢をとらせ、このときの右手グリップよりもやや遠い位置（助走路側）とした。この位置に踏切板を設置し、選手にその板を踏まないように板よりも手前で踏切を行わせ、やや強制的に適切な踏切位置を習得させることを目的とした。

2.3 測定方法および測定項目

(1) 跳躍動作

A 選手の動作を追跡期間である5ヶ月間にわたり、月に一度の頻度で跳躍動作を撮影した。また、B 選手のボール湾曲を伴う跳躍およびボール湾曲を伴わない跳躍をそれぞれ撮影した。なお、バーの高さは被験者との合議で決定した。各測定において、被験者が最も高いバーをクリアした1試技を分析試技として選択した。

跳躍の撮影は、踏切地点の右側25m付近に設置したデジタルビデオカメラ（SONY社製、毎秒60コマ、露出時間1/1000）を用いてパンニング撮影した。また、画像上の距離を実長換算するために、距離較正マークをボックスからその手前4mの区間に設置した。撮影した跳躍動作のVTR画像について、身体分析点（23点）および較正マーク（4点）をデジタイズした。デジタイズによって得られた身体の2次元座標を4点の較正マークをもとに実座標に換算した。これにより、得られた分析点の座標データをWells and Winter (1980)の方法により分析点の座標ごとにデータの最適遮断周波数を決定し、Butterworth low-pass digital filterを用いて平滑化した。なお、最適遮断周波数は、2~10 Hzであった。

こうして得られた座標データから阿江ら（1996）の身体部分係数を用いて、身体および身体各部の重心位置座標を算出した。また、身体重心について水平方向および鉛直方向それぞれの速度を合成して身体重心の合成速度を算出し、踏切脚が離地した瞬間の身体重心の合成速度を踏切速度とした。なお、分析区間には、踏切足の接地から振上げ動作終了（膝関節の伸展開始前）までを用い

た。

跳躍終了後に、その跳躍で用いたグリップ高を調査し、記録とグリップ高との差から抜きの高さを算出した。

(2) 筋力測定

A 選手の30mダッシュ、立ち五段跳およびベンチプレスの記録を追跡期間である5ヶ月間にわたり月に一度の頻度で測定した。測定は跳躍動作の撮影と同じ週に行った。

3. 結果

3.1 記録の変化

表1に、A 選手における記録の変化を示した。1回目の測定では2.50mであったが、5回目では3.00mであった。

3.2 技術的要因の変化

表1にA 選手における記録、踏切速度、絶対グリップ高、抜きの高さおよび踏切位置の変化を示した。絶対グリップ高、踏切速度については、追跡期間である5ヶ月の間に向上した（絶対グリップ高は3.07mから3.60mへ、踏切速度は4.96m/sから5.85m/sへ）。抜きの高さおよび踏切位置に大きな変化はみられなかった。

図3にA 選手における右手部重心位置を座標系の原点とした踏切脚足部重心の軌跡の変化を示した。5回全

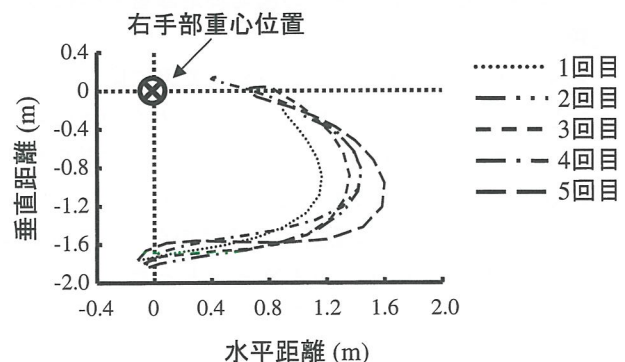


図3 A 選手における踏切脚足部重心の軌跡の変化

表2 体力的要因の変化

	30 m ダッシュ (秒)	立 ち 五 段 跳 (m)	ベンチプレス (kg)
1 回 目	4.59	12.02	40
2 回 目	4.73	12.00	40
3 回 目	4.79	12.09	45
4 回 目	4.79	11.93	45
5 回 目	4.55	12.10	45

表3 A選手とB選手との技術的要因に関する比較

ボール湾曲を伴わない跳躍				
	記 録 (m)	踏 切 速 度 (m/s)	絶対グリップ高 (m)	踏 切 位 置 (m)
A 選 手	2.50	4.96	3.07	-0.11
B 選 手	2.30	5.02	3.08	-0.07

ボール湾曲を伴う跳躍				
	記 録 (m)	踏 切 速 度 (m/s)	絶対グリップ高 (m)	踏 切 位 置 (m)
A 選 手	2.95	5.50	3.49	+0.13
B 選 手	2.80	5.62	3.51	+0.08

踏切位置のマイナスはグリップよりも踏切位置が後方にあったことを、プラスは前方にあったことを示す。

での測定において、水平距離が0mから約1.2mまでは、踏切脚足部重心が水平に移動し、その後上昇する軌跡を示していた。

3.3 体力的要因の変化

表2にA選手における30mダッシュ、立五段跳およびベンチプレスの変化を示した。ベンチプレスについては、追跡期間である5ヶ月間に僅かに向上したが、その他については顕著な変化は認められなかった。

3.4 A選手およびB選手との踏切脚足部重心の軌跡の比較

表3にA選手とB選手との技術的要因に関する比較を示した。また、図4にボール湾曲を伴わない跳躍およびボール湾曲を伴う跳躍における右手部重心位置を座標系の原点とした踏切脚足部重心の軌跡を示した。

ボール湾曲を伴わない跳躍での両者のグリップ高はA選手が3.07m、B選手が3.08mであった。なお、記録はA選手が2.50m、B選手が2.30mであった。踏切は、A選手がB選手と比較して右手部重心位置よりも遠い位置で完了していた。また、その軌跡についてはA選手がB選手と比較して大きな軌跡を示していた。さ

らに、分析区間に要した時間は両選手ともに約0.5秒であった。

ボール湾曲を伴う跳躍での両者のグリップ高はA選手が3.49m、B選手3.51mであった。記録はA選手が2.95m、B選手が2.80mであった。踏切は、A選手がB選手と比較して右手部重心位置よりも遠い位置で完了していた。また、その軌跡については、A選手が踏切後水平距離で約1.2mまで足部重心が水平に移動しているのに対して、B選手は踏切完了直後から足部重心の高さの獲得が開始されていた。さらに、分析区間に要した時間は両選手ともに約0.5秒であった。

図5にボール湾曲を伴わない跳躍における動作を、また図6にボール湾曲を伴う跳躍における動作を、A選手およびB選手についてスティックピクチャーで示した。ボール湾曲を伴わない跳躍およびボールの湾曲を伴う跳躍の両者において、A選手はB選手と比較して右手部重心位置よりも遠い位置で踏切を完了しており、A選手はB選手と比較して踏切脚が伸びた状態で後のスウィング局面を遂行していた。また、ボール湾曲を伴う跳躍においては、A選手はB選手と比較して体幹の回転系

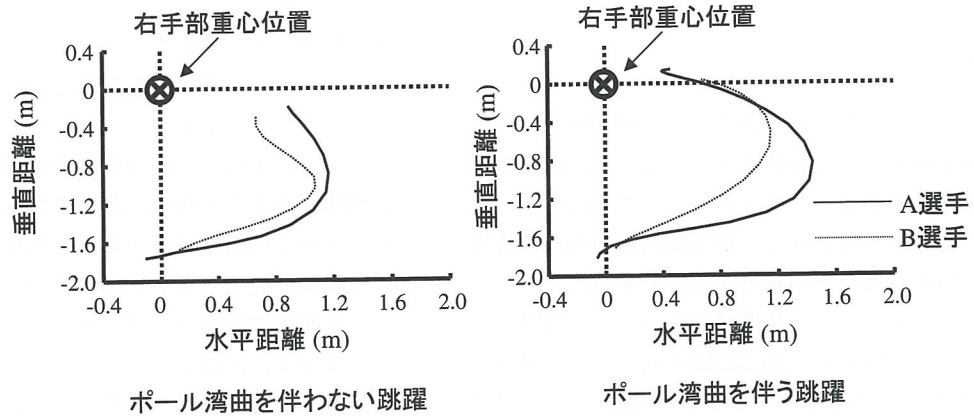


図4 A選手とB選手との踏切脚足部重心の軌跡の相違

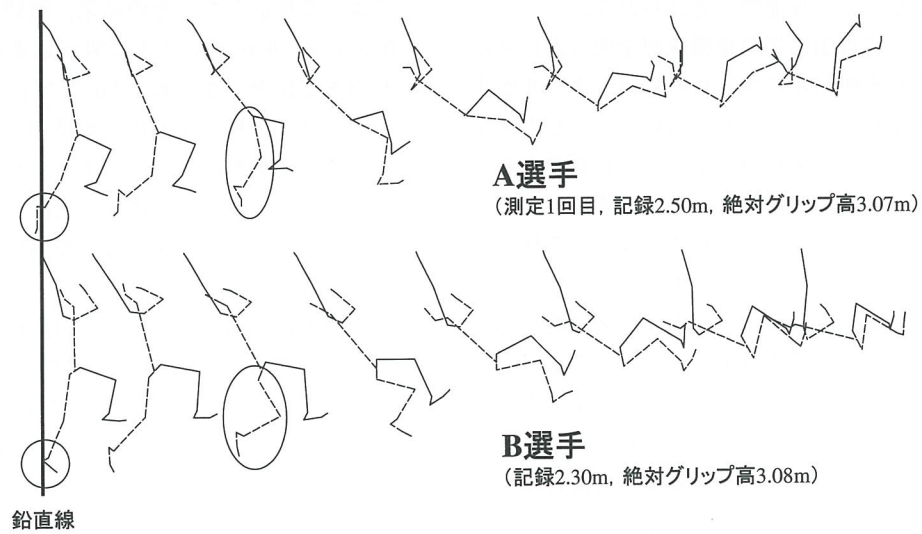


図5 ポール湾曲を伴わない跳躍における動作

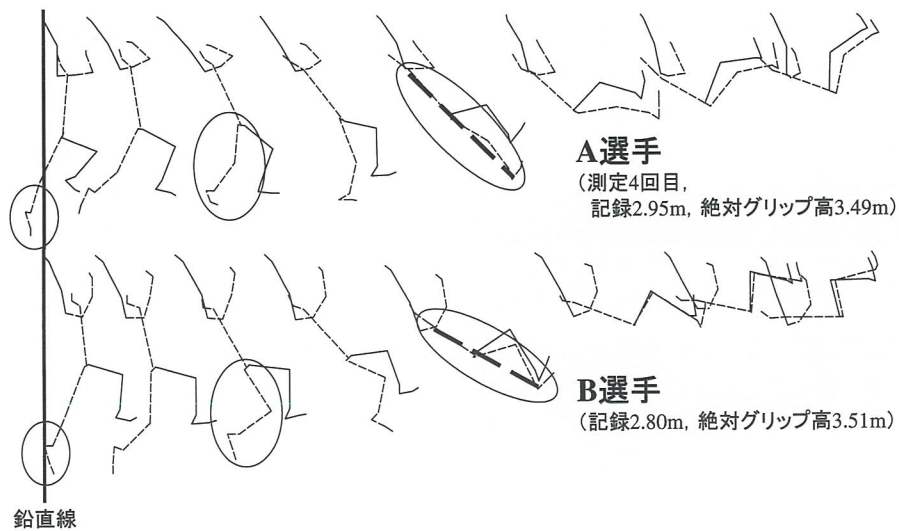


図6 ポール湾曲を伴う跳躍における動作

の回転開始が遅い傾向にあった。

4. 考察

本研究の目的は、大学入学後から棒高跳に取り組み始めた棒高跳未経験の女性競技者を対象として、自由踏切の獲得を最優先の課題としてトレーニングを行わせ、その技術習得過程を追跡調査し、棒高跳未経験の女性競技者指導のための有用な事例を示すことであった。

本研究では、A選手は追跡期間であった5ヶ月間において2.50 mから3.00 mに自己記録が向上した(表1)。また、絶対グリップ高は3.07 mから3.60 mに、踏切速度は4.96 m/sから5.85 m/sに向上した(表1)。したがって、A選手の記録向上に影響を及ぼした主な要因は、助走速度と絶対グリップ高の向上によるものと考えられる。また、助走速度の向上が絶対グリップ高の向上に影響を及ぼしていた可能性も考えられる。

本研究では第一に自由踏切の獲得状況を明らかにする必要がある。これを明らかにするためには、ポールがボックスに突っ込まれたタイミングと踏切が完了したタイミングとの時間的なずれを検討することが必要である。しかし、ボックスはマットに隠れているために、本研究において撮影された画像からこの時間的なずれを検討することは困難である。したがって、本研究では自由踏切の獲得状況を、踏切位置とポールがボックスに突っ込まれた瞬間における右手部重心位置との距離的なずれから検討した。これは、自由踏切の特徴として、踏切を行った後にポールのボックスへの突っ込みを行うことにより、踏切足の位置が右手グリップの鉛直線よりも後方になるためである。さらに、A選手においてこのような自由踏切の特徴を検討するために、図7にA選手が実際に行った踏切動作を示した。A選手の踏切動作は、踏切足の離地が完了した時点で、まだポールの湾曲が認められず、踏切足が離地した直後にポールのボックスへの突っ込みを行う技術という自由踏切の定義に合致している。このA選手の踏切動作からも、自由踏切を行うことによって踏切足の位置が右手グリップの鉛直線よりも後方になる

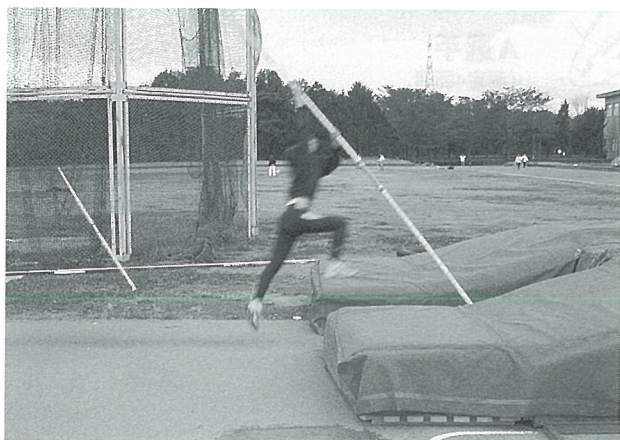


図7 A選手の踏切動作

ことが認められる。したがって、自由踏切の獲得状況を踏切位置とポールがボックスに突っ込まれた瞬間における右手部重心位置との距離的なずれから検討することは妥当であると言えよう。

そこで、A選手の踏切位置を検討した。その結果、追跡期間である5ヶ月間において変化は認められないものの、すべての測定において右手部重心位置よりも遠い位置で踏切を完了していた(表1および図3)。このことから、本研究で行わせた自由踏切獲得のためのトレーニングによって、A選手は1回目の測定からすでに自由踏切を獲得していた可能性が考えられ、5ヶ月間の間に自由踏切がA選手固有の動作となっていた可能性も考えられる。さらに、本研究ではA選手の踏切後の動作についても着目した。これについては、右手部重心位置を座標系の原点とした踏切脚足部重心の軌跡に着目することによって検討した。その結果、踏切脚足部は水平位置で0 m(ポールがボックスに突っ込まれた瞬間の右手部重心の水平位置)から約1.2 mまでにおいて水平に推移し、その後高さを獲得する傾向が認められた。

本研究は事例的な研究であるために、自由踏切獲得のためのトレーニングと選手が実際に獲得した技術との因果関係について言及することや本研究において行わせた自由踏切獲得のためのトレーニングの効果を一般化することは困難である。しかし、自由踏切獲得のためのトレーニングを行ったA選手の動作と自由踏切獲得のためのトレーニングを行わなかったB選手の動作を比較することで自由踏切獲得のためのトレーニングがA選手の技術形成に影響を及ぼしていた可能性を示すことは可能であろう。したがって、ポール湾曲を伴わない跳躍と湾曲を伴う跳躍のそれぞれについてA選手の動作とB選手の動作を比較した。

その結果、ポール湾曲を伴わない跳躍およびポール湾曲を伴う跳躍のいずれにおいても、A選手はB選手と比較して右手部重心位置よりも遠い位置で踏切を完了していた。また、A選手はB選手と比較して踏切脚足部重心の大きな軌跡を示していた(図4)。これらの結果はA選手が自由踏切獲得のためのトレーニングによって、B選手と比較して自由踏切を獲得した状況にあった可能性を示している。また、両選手間における自由踏切獲得状況の相違によって、踏切以降の技術が異なる可能性も示している。棒高跳において身体重心が右手グリップよりも高さを獲得するために、踏切脚足部で大きな軌跡を短い時間で描くこと、つまり右手グリップを中心とした身体の回転速度を大きくすることは非常に重要である。本研究において、A選手はB選手と比較して大きな踏切脚足部の軌跡を示していたにも関わらず、踏切から回転系の回転終了までに要した時間は両者ともに約0.5秒であった。したがって、A選手がB選手と比較して高い身体の回転速度を得ていた可能性が考えられる。これ

によって、A選手はB選手と比較してポール湾曲を伴わない跳躍においては0.20 m、ポール湾曲を伴う跳躍においては0.15 m 高い記録を出すことができた可能性が考えられる。

踏切以降の具体的な技術については、図5および6に示した両選手のスティックピクチャーから検討することとした。その結果、第一に先述の通りA選手がB選手と比較して右手グリップよりも遠い位置で踏切を行っていたことが認められた。また、ポール湾曲を伴わない跳躍およびポール湾曲を伴う跳躍のいずれにおいても、A選手はB選手と比較して踏切時の足を伸ばした状態で踏切後のスウィング動作を行っていたことが認められた。これは、A選手が右手グリップよりも遠い位置で踏切を行ったことによって、身体よりも遠くのボールに飛び付くような動きを行ったためであると考えられる。さらに、ポール湾曲を伴う跳躍においては、A選手がB選手と比較して身体の回転系の回転を開始するタイミングが遅かったことが認められた。これは、A選手は自由踏切を行っていたために、A選手に作用したボールがボックスに突っ込まれた際のブレーキ力がB選手と比較して小さかったためであると考えられる。これらのことから、A選手は踏切時の足を伸ばした状態でスウィングを行っていたこと、および回転系の回転を開始するタイミングを遅らせたことによって、右手部重心位置を座標系の原点とした踏切脚足部重心の軌跡を大きくしていた可能性が示された。

以上まとめとして、本研究に参加した棒高跳未経験のA選手は、わずか1ヶ月のトレーニングによって自由踏切を習得していた可能性が示された。したがって、自由踏切は棒高跳の初心者にも獲得することができる技術であることが示唆された。また、A選手は自由踏切を獲得したことにより、走幅跳の踏切のように身体を大きく伸ばした動きを行い、身体の回転系の回転を開始するタイミングを遅らせることによって、高い身体の回転速度を得ていた可能性が示唆された。結果としてA選手がB選手と比較して高い身体の回転速度を発揮できたことが、A選手がB選手と比較して高い記録を出すことができた理由であろう。

5. 要約

本研究では、棒高跳未経験の女性競技者に自由踏切の獲得を最優先課題としたトレーニング過程を調査し、女子棒高跳の初心者指導のための有用な事例を示すことを目的とした。

被験者には、大学陸上競技部に所属する女性棒高跳競技者2名（未経験者1名：A選手、5年の経験者1名：B選手）を用いた。A選手については5ヶ月間、月に一度跳躍動作の撮影を行い、B選手についてはポール湾曲を伴う跳躍とポール湾曲を伴わない跳躍動作の撮影を行

った。

主な結果は以下の通りである。

- 1) 5ヶ月間の追跡期間においてA選手の自己記録は2.50 mから3.00 mへ向上していた。また、絶対グリップ高は3.07 mから3.60 mに、踏切速度は4.96 m/sから5.85 m/sに増大した。
- 2) 5ヶ月間の追跡期間においてA選手の踏切位置は変化しなかったが、全ての測定においてポールがボックスに突っ込まれた瞬間における右手部重心位置よりも遠い位置で踏切を完了していた。
- 3) A選手はB選手と比較して大きな踏切脚足部重心の軌跡を示しており、この軌跡の差は被験者が踏切後踏切脚の膝関節を伸展させていたのに対し、B選手は膝関節が屈曲していたことによるものと考えられる。なお、このA選手とB選手との動作の差は、ポール湾曲を伴わない跳躍およびポール湾曲を伴う跳躍のいずれにおいても同様に認められた。

以上の結果から、A選手は自由踏切獲得を最優先の課題としたトレーニングによって、自由踏切を獲得していたことが示唆された。また、A選手の踏切以降の動作は、自由踏切の獲得に伴って形成された可能性が示唆された。

参考文献

- 阿江通良（1996）日本人幼少年およびアスリートの身体部分慣性特性, *Jpn. J. Sport Sci*, 15 : 155-162.
- Jarver, J. (1995) Women in the pole vault. *Track Technique*, 130 : 41-62.
- 日本陸上競技連盟（1987）陸上競技のコーチングマニュアル—基礎編—. ベースボールマガジン社：東京, pp.126—131.
- Petrov, V., Alford, J. W., and Dick, F. W. (1985) Pole vaulting technique. *Track&Field Quarterly review*, 4 : 29-33.
- Petrov, V., Alford, J. W., and Dick, F. W. (1985) Pole vaulting technique. *Proceeding of VIII congress of European athletics coaching association*. Birmingham : England, pp.23-26. 村木征人訳（1985）棒高跳の技術. 月刊陸上競技, 6月号. 講談社：東京, pp. 154—159.
- Wells, R. P. and Winter, D. A. (1980) Assessment of signal and noise in the kinematics of normal, pathological and sporting gaits, In. *Human Locomotion I (Proceedings of the first biannual conference of the Canadian Society of Biomechanics)*. pp. 92-93.

学 会 だ よ り

(この「学会だより」は、平成 14 年 11 月に各学会員宛に配信されたもので、ここに再掲いたします。)

平成 14 年 11 月 21 日

会 長 関岡 康雄
副会長 澤木 啓祐
小林 寛道
理事長 澤村 博

陸上競技に関わりをもつ仲間の間で、長い間の懸案事項でした陸上競技学会が、多くの関係者のご協力によりここにスタートすることになりました。ご賛同いただいた方々とともに『日本陸上競技学会』の発足を喜びたいと存じます。

数年前からいろいろな機会に、陸上競技の指導者、研究者、競技者のなかから、陸上競技の実践現場に強く関わりをもつ研究会をつくってはという声があり、その都度、学会発足に関する試みや検討が行われてきた経緯がありながら、なかなか実を結ばないまま今日に至ってありました。しかし、この度、学会発足を望む一部の方々の積極的なご努力により、学会発足の発起人の呼びかけをいたしましたところ、200 名程の賛同者を得ることができ、『日本陸上競技学会』発足へ向けての学会設立準備委員会の設置が実現いたしました次第であります。ご尽力いただいたご関係各位に心より敬意を表するものであります。

8 月 31 日に設立準備委員会が開催され、設立当初の役員等の選出、学会の目的を始めとした規約案がまとめられ、10 月 26 日には、設立総会開催の運びとなり、247 名の会員のもと、25 名の役員、学会活動のための各種委員会及び委員の選出等が行われ『日本陸上競技学会』が実際にスタートいたしました。学会発足に至る過程では、多くの方のご賛同とともに厳しいご意見もいただきましたが、近い将来、学術団体としての認可を得ることを狙いとしていることから設立を急いだという経緯もあり、ご理解をいただいた次第であります。

日本陸上競技学会は、『陸上競技に関する理論的・実践的研究の発展をはかり、会員相互の交流を促し、これによって実践に資することを目的とする』と会則の第一章にうたっております。また、会の目的達成のためには、学会大会の開催、学会誌の発行等各種事業の早急な遂行が必要であります。特に、年度中途の発足ということから、平成 14 年度は、短期間のうちに学会大会や学会誌の発行という事業を行う必要があり、会の事業への会員

各位の格別のご協力をお願いするものであります。

しかし、発足当初の会ということもあり、多岐にわたる課題が予想されます。第一回学会大会は、関係各位のご尽力により平成 15 年 3 月 28 日に東京学芸大学を会場として開催することが決定いたしております。学会誌は、近々、ISSN 登録を予定しておりますが、第一号を年度内に発刊しなければなりません。また、日本陸上競技学会以外に陸上競技に関する学会・研究会活動や研究誌の発行が積極的に行われておりますが、これら先達の学会等との共存も大切にしなければならぬ課題であります。さらに、会の活動の充実に向け、会員の参加を募ることも重要な課題です。これら多くの課題を解決するためにも、会員各位の格別のご協力をお願いする次第であります。

日本陸上競技学会 (Japan Society of Athletics) は、陸上競技の実践現場の課題を理論的・実践的に研究し、研究の成果を現場に還元することを大きな課題としており、学会誌を『陸上競技学会誌 (Japan Journal of Studies in Athletics)』と称することになりました。この名称は、会員相互の努力で陸上競技の学習を深めることを意識したものです。

第一回総会におきまして、はからずも役員を仰せつかることになりましたが、学会の立ち上げを少しでも円滑に、そしてより早い時点で学術団体としての内容をもてるよう努力致す所存であります。会員各位のご理解とご協力を切にお願いし、発足に当たってのご挨拶といたします。

日本陸上競技学会会則

平成14年10月26日制定

第1章 総則

- 第1条** 本会を日本陸上競技学会と称する
(英文名: Japan Society of Athletics)。
- 第2条** 本会は、陸上競技に関する理論的・実践的研究の発展をはかり、会員相互の交流を促し、これによって実践に資することを目的とする。

第2章 事業

- 第3条** 本会は、第2条の目的を達成するために、次の事業を行う。
- (1) 学会大会の開催
 - (2) 学会誌 「陸上競技学会誌」(英文名: Japan Journal of Studies in Athletics) 及び会員名簿の刊行
 - (3) 研究会、講演会、講習会の開催
 - (4) 研究の国際的交流
 - (5) その他本会の目的に資する事業
- 第4条** 学会大会は、毎年1回以上開催する。

第3章 会員

- 第5条** 会員の種別は次の通りとする。
- (1) 正会員: 陸上競技、あるいはこれに関連する諸科学の研究者、指導者で正会員が推薦し、理事会で承認された者
 - (2) 名誉会員: 本会に多大な貢献のあった個人で、理事会が推薦し、総会で承認された者
 - (3) 賛助会員: 本会の目的に賛同する個人あるいは団体で、理事会で承認を受けたもの
- 第6条** 会員は会費を納入しなければならない。
- (1) 正会員: 年額5,000円
 - (2) 名誉会員: 徴収しない
 - (3) 賛助会員: 年額1口2万円以上
- 第7条** 会に入会を希望するものは、所定の手続きを経て、入会申込書、会費を添えて本会事務局に申し込むものとする。
- 第8条** 会員は、本会の学会誌「陸上競技学会誌」その他研究情報に関する刊行物の配布を受けることができる。
- 第9条** 原則として2年間会費を滞納したものは退会したものとみなす。なお退会に際しては、滞納分の会費を支払うものとする。

第4章 役員

- 第10条** 本会に次の役員をおく。
- | | |
|-----|-----|
| 会 長 | 1名 |
| 副会長 | 若干名 |
| 理事長 | 1名 |
| 理 事 | 25名 |
| 監 事 | 2名 |
- 第11条** 役員は次の各項により選任される。

- (1) 会長、副会長、理事長は理事の互選により選出し、総会において決定する。
- (2) 理事は正会員の投票により決定する。
- (3) 理事のうち若干名は会長が委嘱することができる。
- (4) 監事は会長が委嘱する。

第12条 役員の職務は次の通りとする

- (1) 会長は本会を代表し、会務を総括する。
- (2) 副会長は、会長を補佐し、会長事故ある時はこれを代行する。
- (3) 理事長は理事会を招集し、会務を統括する。
- (4) 理事は理事会を構成し、会務を処理して本会運営の任にあたる。
- (5) 監事は本会の会務を監査する。

第13条 役員の任期は次の通りである。

- (1) 会長・副会長・理事長・理事・監事は1期3年とし、再任を妨げない。

第5章 会議

第14条 本会の会議は、総会および理事会とする。

第15条 総会は本会の最高議決機関であり、会長が招集し、次の事項を審議決定する。

- (1) 役員の選定
- (2) 事業報告及び収支決算
- (3) 事業計画及び収支予算
- (4) 会則の改定
- (5) その他の重要事項

第16条 理事会は、理事長が招集し、会務を処理し、本会運営の任にあたる。

- (1) 会長および副会長の推薦
- (2) 総会に対する提案事項の審議
- (3) 総会から委任された事項の審議・処理
- (4) 運営の効率化を図るために専門委員会を置くことができる。
- (5) その他本会の目的に資する事業の運営

第6章 会計

第17条 本会の経費は次の収入による。

- (1) 会員の会費
- (2) 事業収入
- (3) 助成金および寄付金

第18条 本会の会計年度は毎年4月より翌年3月までとする。

第7章 顧問

第19条 本会に顧問および参与をおくことができる。

第8章 付則

第20条 事務局は当分の間、日本大学に置く。

第21条 本会則は平成14年10月26日より施行する。

陸上競技学会誌 投稿規程

〈投稿資格〉

- ・本誌に投稿できるのは、原則として日本陸上競技学会会員とする。
- ・編集委員会が認めた場合には、会員以外へ投稿を依頼する場合がある。

〈著作権〉

- ・会員の権利保護のため、掲載された原稿の著作権は本会に属するものとする。
- ・投稿論文において他者の著作権に帰属する資料等を引用するときは、著者がその許可申請手続きを行う。

〈原稿の送付〉

- ・提出する原稿は、原稿の種類が「研究」、「ショートペーパー」、「報告」の場合はオリジナル原稿1部とコピー2部を、それ以外の原稿についてはオリジナル原稿1部とコピー1部とし、簡易書類として付則に記された送付先へ送付する。
- ・原稿受付日は、送付先に到着した日とする。著しく執筆要項を逸脱した原稿は事務的に返却し、形式が整った原稿の到着日を受付日とする。
- ・掲載が採択された原稿については、原則として返却しない。

〈原稿の種類と内容〉

- ・原稿の内容は、陸上競技の理論と実践に関するものとする。
- ・本会誌の読者は陸上競技に関する広い分野にわたるので、高度な専門的知識のない読者にも理解できるよう配慮する。
- ・原稿の種類は、「研究」、「ショートペーパー」、「報告」、「解説」、「陸上競技 Round-up」、「その他」とし、それぞれ以下のようなものである。

①「研究」

陸上競技およびこれに関連する分野の学術上および指導・実践上価値のある新しい研究成果を記述した原著論文。

②「ショートペーパー」

研究としての体裁になるほどまとまっていないが、新規性があり、早く発表する価値のある論文。

③「報告」

陸上競技に関連する理論的、実践的、事例的な問題

についての調査・実験など、有用な結果の報告。トレーニングの実践報告などもこれに含まれる。

④「解説」

陸上競技に関連する新知見、他の競技種目やトレーニング法など、多数の学会員にとって未知であり、これを知らせることの意義のある記事。論文紹介や指導法の提示などもこれに含まれる。

⑤「陸上競技 Round-up」

陸上競技に関連する国内外の情報、学会員相互の問題提起や話題の提供、対談など。

⑥「その他」

学会大会における研究発表抄録、学会および学会誌の運営や内容などに関する自由な意見、希望など。

〈倫理規定〉

- ・ヒトを対象とする医学的・生物学的研究はヘルシンキ宣言の趣旨に則り、また、動物実験は各所属機関の規定に従い、適切に対応する。

〈掲載の採否〉

- ・原稿の掲載の採否は、本会誌編集委員会が決定する。
- ・原稿の選択、校正、追加・短縮、掲載順序などは、編集委員会が決定する。
- ・著者に承認を求めた上で、原稿の種類を変更する場合がある。

〈その他〉

- ・原稿執筆にあたっては、「執筆要項」にしたがって作成する。
- ・投稿についての問い合わせは、付則に記した問い合わせ先まで連絡する。

〈付則〉

原稿の送付先、問い合わせ先は、下記のとおりである。

〒156-8550 東京都世田谷区桜上水3丁目25番40号
日本大学文理学部体育学研究室内
日本陸上競技学会事務局
TEL: 03-5317-9717
FAX: 03-5317-9426
E-mail: jssa@chs.nihon-u.ac.jp

陸上競技学会誌 執筆要項

1. 原稿用紙および原稿の長さ

原稿は、原則としてワードプロセッサで作成するものとし、A4版縦置き白紙に横書きで、1ページにつき全角40字20行とする（手書きの場合は400字詰め横書き原稿用紙に黒インク書きとする）。原稿4枚（手書きの場合原稿8枚）が刷り上り約1ページに相当する。原稿の上下左右の余白は3cm以上とする。

原稿の長さは、刷り上り8ページを超過しないように配慮すること。なお、このページ数には、表紙や要旨、図表など一切を含むものとする。

2. 原稿の構成

2.1 表紙

原稿の1枚目に、下記のものを記入する。

- ①原稿の種類（研究、ショートペーパー、報告、解説、陸上競技 Round-up、その他）
- ②題目
- ③著者名
- ④所属機関
- ⑤所在地
- ⑥連絡先電話番号（およびE-mail）
- ⑦キーワード（5個程度）

上記のうち、題目、著者名、所属機関については、日本語と英語の両方を書くこと。

2.2 要旨

「研究」、「ショートペーパー」、「報告」には、和文もしくは英文の要旨を付す。英文原稿の場合には、和文および英文の要旨を付す。

2.3 本文

本文は理解しやすいように章立てする。本文には、表題、著者氏名、所属、および所在地は記入しない。

2.4 図表

- (1) 図表は1つずつA4用紙または原稿用紙に配置し、それぞれに通し番号を付して図1、表1などと記す。また、これにタイトルや説明文をつける。
- (2) 図表は提出された原図をそのままオフセット印刷するので、図表の大きさは刷り上り寸法の2倍程度が望ましい。
- (3) 写真は図に含めるものとし、濃淡のはっきりしたものとする。
- (4) 図表を原稿に挿入する個所は、本文の右側余白に

図表番号によって明示する。

- (5) 図表の数は、刷り上り総面積2ページ以内を目安とする。

2.5 文献

見出し語は「文献」とする。本文中での文献引用時の記載は、原則として著者・出版年方式(author-date method)とする。文献一覧はファースト・オーサーのアルファベット順とし、下記の形式で本文の末尾にまとめて記載する。

(1) 定期刊行物（雑誌）

原則として、次に示す形式で記載する。

著者名（発行年）論文名. 誌名, 巻（号）: 始ページ-終ページ.

共著の論文について、著者名が漢字の場合には中黒(・)でつなぎ、英字の場合にはandで続ける。ただし、英字で3人以上の場合にはカンマ(,)でつなぎ、最後の著者の前のみにandを入れる。発行年は西暦で記入するものとし、同一著者で同じ発行年の複数の論文を記載する場合には年号の後にa, b, c, ...を付ける。雑誌名の省略方法は、原則として和文は「日本医学雑誌略名表」、欧文は「Index Medicus」に従う。

一例一

陸上太郎・跳躍二郎(2001) 100 km ランニング中のβエンドルフィン濃度変化. 日本陸上競技学会誌, 12 (2): 56-61.

Lewis, C., Johnson, B., and Johnson, M. (1999) Problems of traditional sprint techniques. New Studies in Track and Field, 35 (3): 135-142.

(2) 書籍

原則として、次に示す3つのいずれか当てはまる形式で記載する。書籍では、引用個所が特定できない場合には引用ページの部分を省略する。

①単行本の場合

著者名（発行年）書名（版数）. 発行所: 発行地, 引用ページ.

一例一

小野勝次(1963) 陸上競技の力学(第7版). 同文書院: 東京, pp.76-78.

O'Brien, D. (1998) Dan O'Brien's Ultimate Workout. Hyperion: New York, pp.3-11.

日本陸上競技連盟編(1992) 陸上競技指導教本(基礎理論編). 大修館書店: 東京, pp.22-26.

②編著の一部の場合

著者名(発行年)表題. 編集者名(編) 書名(版数). 発行所: 発行地, 引用ページ

英文の場合には, "In: " をつけたあと編集(監修)者名と"(ed.)"もしくは"(eds.)"をつける.

一例一

尾縣 貢(1990)混成競技の学習指導. 関岡康雄 編著 陸上競技の方法. 同和書院: 東京, pp.167-176.
Lundberg, A. (1997) Functional Anatomy. In: Allard, P., Cappozzo, A., Lundberg, A., and Vaughan, C. L. (Eds.) Three-dimensional analysis of human locomotion. John Wiley & Sons: New York, pp.27-48.

③翻訳書の場合

著者名(発行年)書名(版数). 発行所: 発行地, 引用ページ. 〈英文書誌データ〉

原著者の姓をカタカナ表記し, その後にコロンの(:)をつけて訳者の姓名を記入する. 訳者が3人以上の場合, 筆頭訳者のみ記入して「・・・ほか訳」と略記する. 原著の書誌データは執筆者が必要性を判断して〈〉内に付記する.

一例一

エッカー: 澤村博監訳(1999)基礎からの陸上競技バイオメカニクス. ベースボール・マガジン社: 東京.
〈Ecker, T. (1985) Basic track & field biomechanics. Tafnews Press: Los Altos.〉

2.6 フロッピーディスク

パーソナルコンピュータのワードプロセッサなどを用いて原稿を作成した場合, 原稿のテキストデータを記録したフロッピーディスクを添付する. 添付するフロッピーディスクは, 原則として2HDの1.44MBフォーマット(MS-DOS形式)とし, 図表を除く全てのテキスト書類を保存する. なお, フロッピーディスクのラベルには, 著者名, 表題, オペレーティングシステムの種別(Windows 2000, MacOS X 10.2など)を明記すること.

3. 原稿の書き方

原稿は, 十分推敲し, 簡潔かつわかりやすいように重点を強調して記述する. 謝辞, 付記などは原稿の採択決定後に書き加えること. なお, 英文の場合には, ダブルスペースで原稿を作成する.

(1) 原稿の言語

原稿は日本語を用いることを原則とするが, 英語を用いてもよい. 以下, 日本語を用いる場合の規定であるが, 英語を用いる場合はこれに順ずるものとする.

(2) 用語・単位・記号

文章は「である調」の現代文表記とし, 原則として当

用漢字・新かなづかいを用いる. 文章中の外国語は原語表記またはカタカナを用いる.

単位は国際単位系(SI)に従うものとする. 量および単位をあらわす記号は, なるべくJIS規格で制定されたものを用い, 必要があれば記号一覧表をつける.

(3) 章立てと見出し

本文は, 章, 節, 項に区切る. 章の見出し番号は, 1., 2., ..., 節の見出しは, 1.1, 1.2, ..., 項の見出しは(1), (2), ...とし, 行の左端から書く. 本文はこれと行を変えて書く.

(4) こまどり

本文は, 書き出しおよび改行後の書き出し部分を1こまあける. また, 見出し番号の次も1こまあける. 句点「.」, 読点は「,」とし, 1こまを占める.

(5) 脚注

脚注は, 文末に一覧表としてまとめる. 本文では, 右側に(注1)などをつける.

(6) 文字指定

本文, 数式, 図, 表などに記入される文字は, 字体が明確にわかるように書く. 紛らわしい文字は, 赤字で字体を指定する.

大文字, 小文字で紛らわしいもの(例えば, Cとc, Kとk, Oとo), 混同の恐れがあるもの(例えば, rとγ, kとκ, wとω), その他, O(オー)と0(ゼロ), l(エル)と1(イチ)などは, その区別を赤字で添書きする. 上付き文字, 下付き文字などの文字飾りについても赤字で添書きして指示する.

英字の変数は, 原則としてイタリックとし, 「イタ」を○で囲んだ赤字で添書きする. その他の英字, すなわち単位(kgなど), 演算子(sinなど), 一般用語, 固有名詞はローマンとする.

(7) 数式

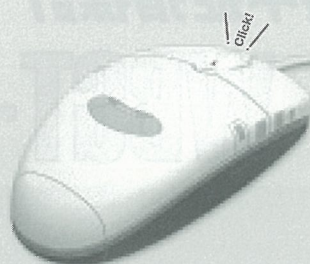
数式は改行して2行取りとし, 上付き, 下付きなどを赤字で添書きする. 分数式は, 原則として, $\frac{a-1}{b+2}$ のように書くが, 簡単な数式などを本文中に入れる場合には, $(a-1)/(b+2)$ のようにして1行に書く.

4. 掲載料と別刷り

掲載料は当分の間無料とするが, 特殊な印刷を必要としたり, ページ数の超過などがある場合には, 別途著者負担額を申し受けることがある.

別刷りが必要な場合は, 著者校正の際に必要な部数を申し出る. これに要する費用は著者負担とする.

駅に行かずに、
ネットでもね。
JALの予約。



あなたのパソコンから日本全国の JR指定券や航空券、旅館・ホテル、ツアーまで、予約できます。

- 駅に行かずに全国のJR指定券が予約できます。
- 国内の旅館・ホテルが予約できます。
- 国内・海外ツアーが予約できます。
- JAL国内航空券や国際航空券が予約できます。
- コンサートチケット等の先行抽選予約やイベント券情報をご覧いただけます。
- 国内のレンタカーが予約できます。
- 海外ホテル・レンタカーの予約ができます。
- 全国のJR列車や航空機の時刻・乗換をご案内します。
- 全国のJR運賃・料金、JR東日本の定期運賃をご案内します。
- 国内、海外の観光情報をご覧いただけます。

本、DVD、誌名、名産品、旅行グッズ、鉄道グッズが満載の「えきねっとshopping」もご利用ください。

インターネット予約で、たまる。トクする。



インターネットでJR指定券や
「えきねっと」マークのついた旅館・ホテルを
予約すると、「びゅう商品券」
「オレンジカード」と引き換えられる
ポイントが、どんどんたまる!



携帯電話 (J-SKY, EZweb, iモード)
からも、全国の新幹線指定席の空席
照会と予約ができます。

※混雑した車内では、心臓ペースメーカー等への影響を
考えて携帯電話の電源をお切りください。また、通話して
いる間、パワースタックに切替、通話はご遠慮願います。



インターネットで
JR東日本の新幹線指定席を予約し、
指定席券売機で受取ると割引に!
たとえば、東京～八戸 (片道) なら400円 割引!
東京～秋田 (片道) なら700円 割引!



※「えきねっと割引」で発券後のきっぷの変更はできません。
※国鉄券等の引当ききっぷとの併用や、各種割引、乗継割引との併用はできません。

Lモードからも
全国の新幹線指定席の
空席照会と予約ができます。



携帯電話・Lモードからのサービスのご利用には、「えきねっと」会員登録の他にパソコンから本サービスをご利用いただくための追加登録を行ってください。

www.eki-net.com えきねっと

会員登録
無料

マウス、ラット、モルモットなどの実験動物用

回転式加負荷運動装置

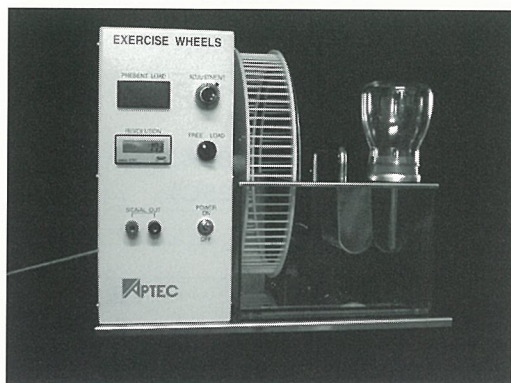
(特徴)

自発的な走運動のため実験動物へのストレスが少ない。
実験動物の覚醒時である夜間に走運動が可能。
合成樹脂を用いた走行しやすい回転ドラムを使用。
回転ドラムの回転数が分かるデジタル計を本体パネルに装備。
電磁制御方式により回転ドラムに任意の負荷 (トルク) を加えることができる。

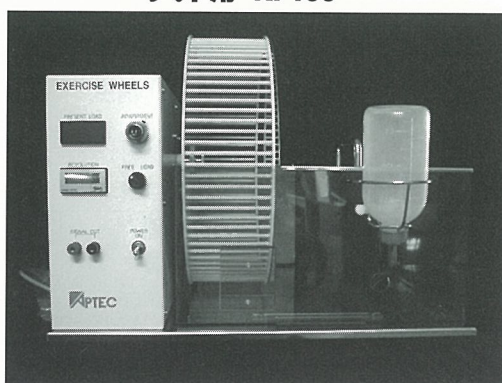
APTEC
アプティック

電磁制御により回転ドラムに任意の負荷を加えることができます。時間経過に伴う回転ドラムの回転数をデータ収集装置を介してコンピュータで処理できます。

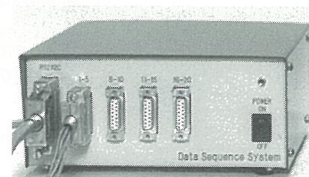
マウス用 KI-101



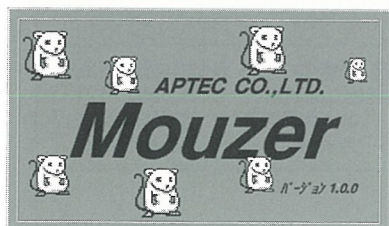
ラット用 KI-103



Macintosh および Windows 対応
データ収集装置 KI-102



KI-101 や KI-103 が 20 台接続可能

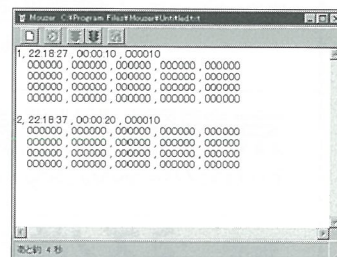


株式会社 **アプティック**

〒612-0822 京都市伏見区深草鞍ヶ谷 4 3 番地

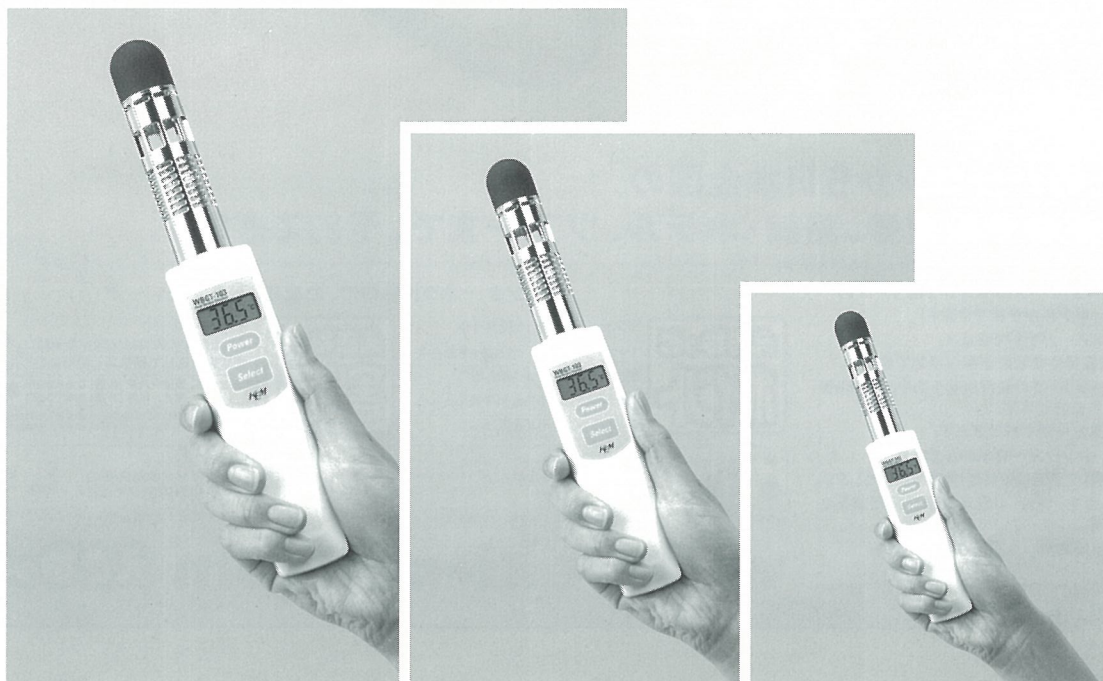
Tel 075-646-5460 FAX 075-646-5465

<http://www.aptec.co.jp>



私たちアプティックでは、これらの商品以外に、仕様書を元にあらゆる実験設備、データ収集処理を承っております。 特注対応させていただきます。

あらゆる研究・実験のお手伝いおまかせください。 いろいろと提案させて頂き皆様の御手間と御時間を引き上げます。 お気軽に声をお掛けください。

KEM**熱中症指標計《暑熱環境計》****WBGT-103****(財)日本体育協会 推奨品**販売 **Mizuno**

**スポーツ活動における熱中症予防としてWBGT値が
手軽に計測、デジタル表示できます。**

● **特 長**

どこでも手軽にWBGTが測定できるハンディ型
熱中症指標計です。

● **WBGT (°C)**

— 31 —	特別の場合以外は、運動を中止する。
— 28 —	激しい運動や持久走など 熱付加の大きい運動は、避ける。
— 25 —	積極的に休憩し、水分補給する。
— 21 —	運動の合間に、積極的に水を飲む。
	熱中症の危険は小さいが、適宜、水を飲む。

※日本体育協会スポーツ医・科学専門委員会

● **仕 様**

形式名称	WBGT-103 熱中症指標計
測定範囲	WBGT 値：0～50°C 気温：0～50°C 相対湿度：10～90%RH 輻射温度：0～60°C
測定精度	WBGT 値：±2°C (15～35°C) 気温：±1°C (15～35°C) 相対湿度：±5% (20～80%) 輻射温度：±2°C (15～35°C)
電源	単四 1.5V 乾電池 (×2)
重量	約150g
付属品	携帯用ケース…………… 1個 単四 1.5V 乾電池 …… 2本 取扱説明書…………… 1部
定価	55,000円

京都電子工業株式会社<http://www.kyoto-kem.com/>

東京営業所 〒102-0084 東京都千代田区二番町8-3 ☎(03)3239-7332
 本社・工場 〒601-8317 京都市南区吉祥院新田二の段町68 ☎(075)691-4121
 大阪営業所 ☎(06)6942-7373 北九州営業所 ☎(093)861-2525
 福岡営業所 ☎(092)473-4001 九州研究所 ☎(093)861-2131

販売 **ミズノ株式会社 特販部**

〒101-8477 東京都千代田区神田小川町3-22

〒559-8510 大阪市住之江区南港北1-12-35

TEL (03) 3233-7016

TEL (06) 6614-8189

fax (03) 3233-7136

fax (06) 6614-8219



あなたの No.1へ。

軽No.1メーカーのスズキだから、たくさんのお客様の声を聞くことができます。N-1というブランドは、そんな世の中の声を大事にしてつくったクルマたち。ワゴンR、Kei、アルト、そしてMRワゴンまで、みんなが欲しい装備をつけて、みんながうれしい価格で提供します。あなたにとってNo.1のクルマになるために、軽No.1メーカーのスズキは、走りつづけます。

スズキN-1ブランド



ワゴンR N-1 88.0万円
2WD 5MT メーカー希望小売価格



MRワゴン N-1 104.8万円
2WD コラム4AT メーカー希望小売価格



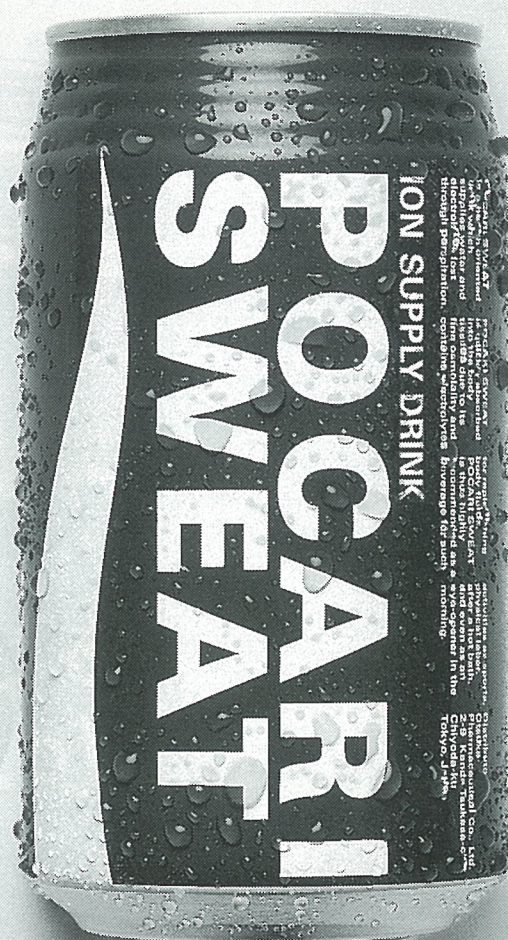
Kei N-1 90.3万円
2WD 5MT メーカー希望小売価格



アルト N-1 74.8万円
5ドア 2WD 5MT メーカー希望小売価格

お求めは マークのお店へ
●メーカー希望小売価格は参考価格です。価格は各販売会社が独自に決めていますので、詳しくは販売会社にお問い合わせ下さい。●メーカー希望小売価格はいずれもスペアタイヤ・ジャッキ付で、保険料・税金(含む消費税)・登録等に伴う費用および付属品価格は含みません。
[No.1]とは、昭和48年～平成14年国内軽自動車新規届出数(全軽自動車資料よりスズキ調べ) シートベルトとチャイルドシートを忘れずに、スピードは控えめに安全運転。 詳しくはスズキ四輪ホームページをご覧ください。 www.suzuki.co.jp/

のどをうるおすだけの
飲料ではありません。



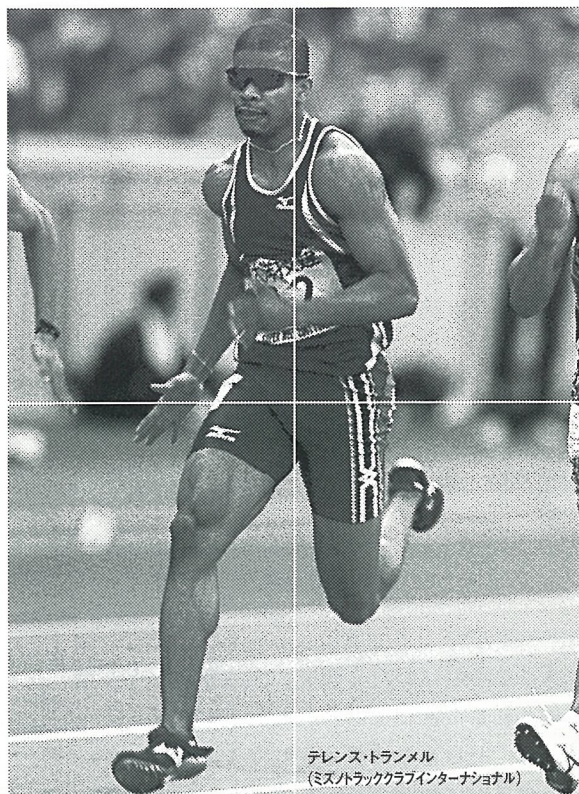
「のどが渴いた」と言うとき、
渴いているのはのどだけではありません。
必要な水分とイオンが失われて、カラダ全体が渴いているのです。
ポカリスエットは、体内の水分に近いイオンバランス。
カラダに必要な水分と電解質をすばやくとり戻せます。
カラダのことを考えれば、渴きにはポカリスエット。

イオンサプライ ポカリスエット

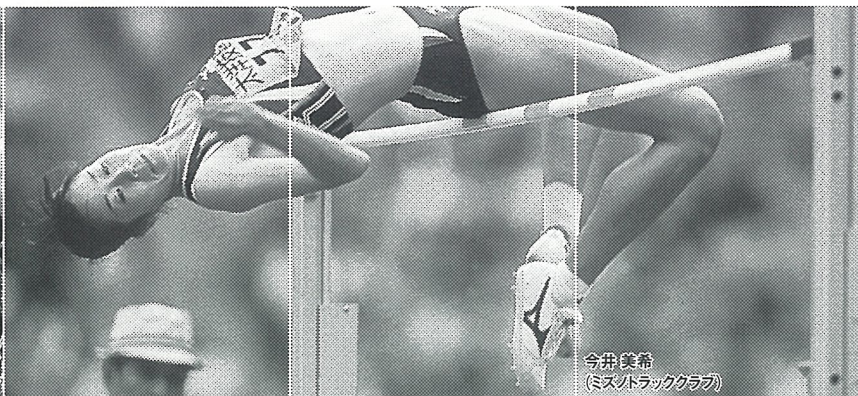
POCARI SWEAT

●ポカリスエットの電解質濃度

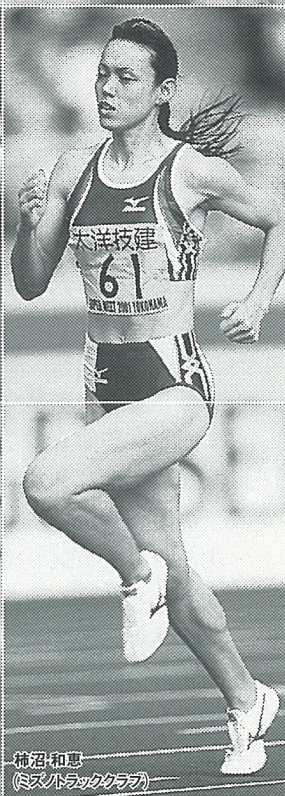
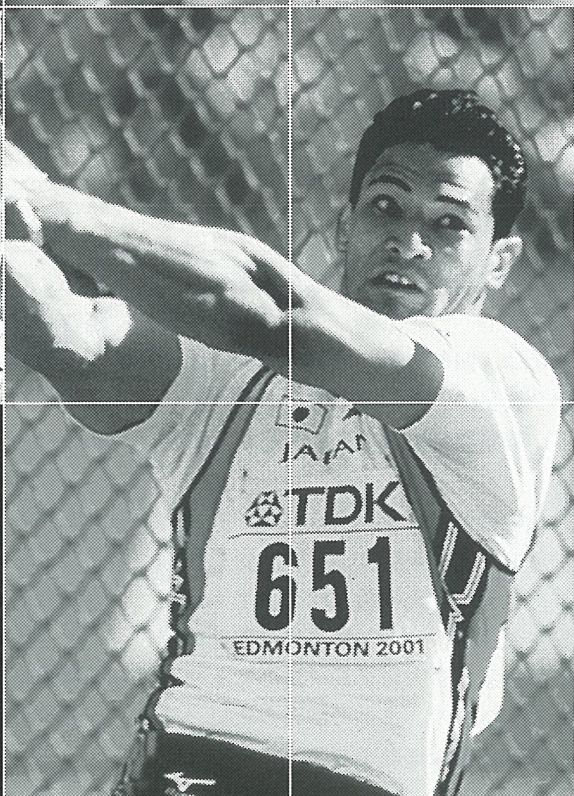
陽イオン(mEq/l)	
Na ⁺	21
K ⁺	5
Ca ²⁺	1
Mg ²⁺	0.5
陰イオン(mEq/l)	
Cl ⁻	16.5
citrate ³⁻	10
lactate ⁻	1



テレンス・トランメル
(ミズノトラッククラブインターナショナル)



今井美希
(ミズノトラッククラブ)



黒沼和恵
(ミズノトラッククラブ)

限界なき記録 との闘いに。

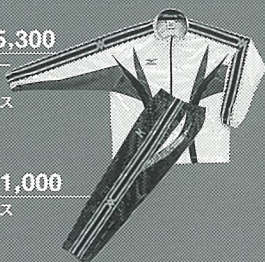


クロノインクス RC ¥23,000

8KM-30214 シルバー×ブレイムネイビー
サイズ:24.0~28.5
オールウェザートラック専用 短距離用
'02年10月発売

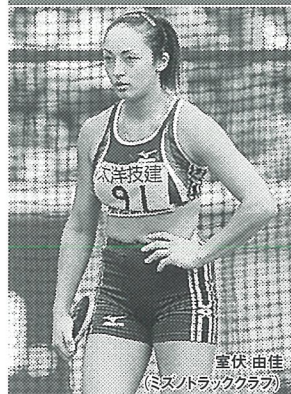
ウィンドブレーカーシャツ ¥15,300

A61WS-25075 ホワイト×ブラネットブルー
25009 ブラック×シルバー
25025 ブラネットブルー×サックス
25079 ホワイト×ブラック
サイズ:S,M,L,O,XO

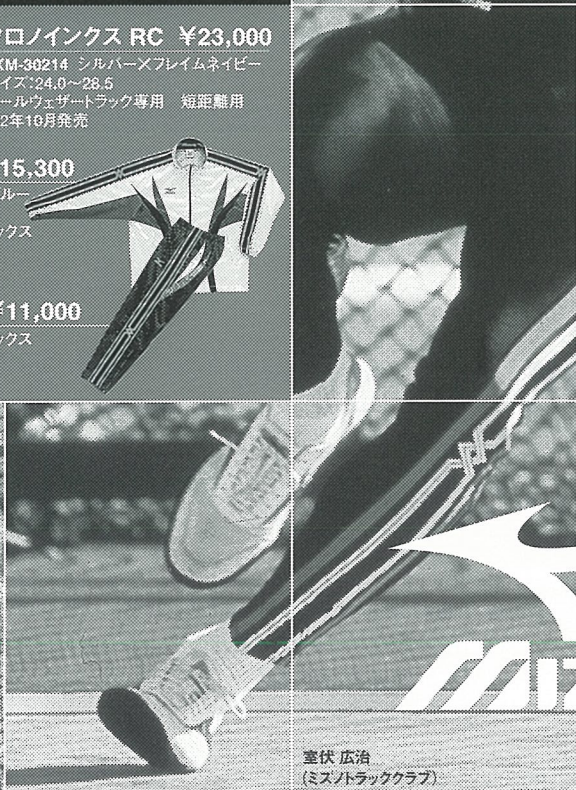


ウィンドブレーカーパンツ ¥11,000

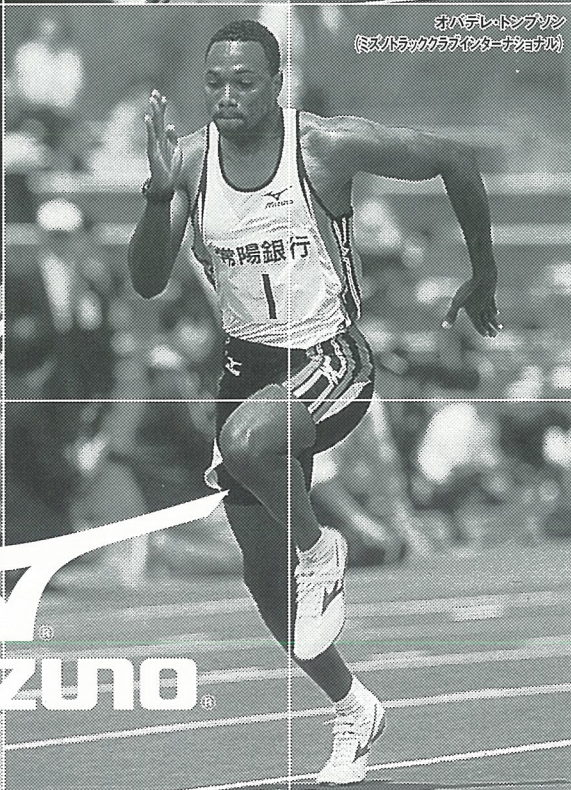
A61WP-25025 ブラネットブルー×サックス
25009 ブラック×シルバー
サイズ:S,M,L,O,XO



香川 由佳
(ミズノトラッククラブ)



室伏 広治
(ミズノトラッククラブ)



オバテ・レオ・シムソン
(ミズノトラッククラブインターナショナル)

日本陸上競技学会編集委員会 委員名簿

委員長 阿江 通良 筑波大学
副委員長 高松 潤二 国立スポーツ科学センター
委員 石井好二郎 北海道大学
委員 石塚 浩 日本女子体育大学
委員 伊藤 章 大阪体育大学
委員 伊藤 静夫 日本体育協会
委員 佐藤 正伸 国際武道大学

委員 杉田 正明 三重大学
委員 図子 浩二 鹿屋体育大学
委員 高井 和夫 筑波大学
委員 向井 直樹 筑波大学
委員 持田 尚 横浜市スポーツ医科学センター
委員 森丘 保典 財団法人日本体育協会

※50音順、敬称略

編集後記

記念すべき、陸上競技学会誌第1巻第1号をお届けしました。

第1号の発刊に際しては、関岡会長、澤村理事長ほか、非常に多くの理事や学会会員の方々のご協力をいただきました。誌面を借りて、編集委員会を代表して心からお礼を申し上げます。

さて、第1号には会長の巻頭言、世界的な名コーチであるトム・テレッツ氏からの特別寄稿論文、投稿論文を掲載することができました。テレッツ氏の論文は英文ですが、鹿屋体育大学の図子先生のご尽力により次号に和訳を掲載する予定ですので、より多くの方にテレッツ氏の考えを伝えられるようになると思います。また今後のために、学会会則、投稿規程、執筆要領も掲載することにしました。

今回の投稿論文は4編で、走幅跳の助走論、陸上競技研究の動向、短距離走動作の練習による変化、女子棒高跳選手に関するものです。内容、質等にはややバラツキがあるようですが、今後、投稿論文が増えるにしたがって、質は向上していくと考えられます。本学会の特性か

ら考えて、さらに多岐にわたる研究、実践報告などが投稿され、掲載されることになると思われます。

編集委員会は、ゼロからスタートしたこともあって、発刊までに予想以上に時間がかかりました。生みの苦しみ味わったわけですが、100mでも、マラソンでもスタートするまでには心身ともに大きな力が必要なことはよく知られたことです。特に、副委員長の高松さん（国立スポーツ科学センター）には、投稿規程の原案、査読方法の検討、表紙のデザインなど全てにわたってお世話になりました。高松さんの献身的な貢献がなければ、第1号の発刊はもっと遅れ、会員の方に多大なご迷惑をおかけすることになったと思います。内輪とは言え、感謝する次第です。

スタートした陸上競技学会誌ですが、研究のみでなく、会員の情報交換の場として、さらに国際的にも認められるようになるには、まだまだ加速していかなければなりません。会員諸氏の多大なご協力をお願いする次第です。

（編集委員長 阿江通良）

陸上競技学会誌 第1号 (Vol.1, 2003)

2003年3月28日発行

発行人 関岡康雄
編集人 阿江通良
発行所 日本陸上競技学会
〒156-8550 東京都世田谷区桜上水3丁目25番40号
日本大学文理学部体育学研究室内
日本陸上競技学会事務局
TEL: 03-5317-9717

製作 株式会社 陸上競技社
印刷 明宏印刷株式会社

勝利体質へ。

自己ベスト、世界記録、そしてアテネオリンピックを目指して。室伏広治は「アミノバイタル」で、勝利を手にしつづけてきた。それは、最先端スポーツサイエンスに基づくアミノ酸配合。勝つために、速やかに、効率的に摂る。すべては勝つ瞬間のためにある。

体調維持に役立つBCAA・グルタミン・アルギニンをはじめ、12種類のアミノ酸3600mgを配合。



※運動の前後などに、水などと一緒に飲みください。



※運動の前後などに、水などと一緒に飲みください。

アミノバイタル プロ

www.aminovital.com

選手強化
キャンペーン

JOC P-013

室伏広治選手 (ミズノトラッククラブ)



©1993 JOC P-013

AJINOMOTO®



JOC オフィシャルパートナー

栄養補助食品カテゴリー(粉状・タブレット)JOCオフィシャルパートナー

Japan Journal of
Studies in Athletics

