慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	100m走におけるスピード曲線の即時的フィードバック効果について
Sub Title	Immediate feedback with speed curve in 100m sprint
Author	松田, 雅之(Matsuda, Masayuki) 石井, 哲次(Ishii, Tetsuji) 石濱, 慎司(Ishihama, Shinji) 弘, 卓三(Hiro, Takumi)
Publisher	慶應義塾大学体育研究所
Publication year	2002
Jtitle	体育研究所紀要 (Bulletin of the institute of physical education, Keio university). Vol.41, No.1 (2002. 1) ,p.15- 21
JaLC DOI	
Abstract	The purpose of this study is to examine the effect of giving an immediate feedback to a sprinter. In the experiment we will use photoelectric cell, which makes it possible to analyze a performance of a subject immediately with speed curve line data. The method of the experiment is as follows. The subject makes two consecutive 100m sprint. In a few minutes after the first dash, w hen his own running image is still on his head clearly, we give him quick advice based on the data. Then he makes second sprint and we examine how his performance has changed compared to his first sprint .A s a result, each nine subject marked better record with his running form improved. It suggests that a sprinter is highly motivated when his performance data is fed back to him immediately. This experiment is considered to be a big help not only for the scientific but also for the practical approach to the field of sprint training.
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00135710-00410001-0015

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

100 m 走におけるスピード曲線の即時的フィードバック効果について

松田　雅之*　　石井　哲次**　　石濱　慎司***　　弘　　卓三****

Immediate feedback with speed curve in 100 m sprint

Masayuki Matsuda[1], Tetsuji Ishii[2], Shinji Ishihama[3], Takumi Hiro[4]

The purpose of this study is to examine the effect of giving an immediate feedback to a sprinter. In the experiment we will use photoelectric cell, which makes it possible to analyze a performance of a subject immediately with speed curve line data. The method of the experiment is as follows. The subject makes two consecutive 100m sprint. In a few minutes after the first dash, when his own running image is still on his head clearly, we give him quick advice based on the data. Then he makes second sprint and we examine how his performance has changed compared to his first sprint . As a result , each nine subject marked better record with his running form improved. It suggests that a sprinter is highly motivated when his performance data is fed back to him immediately. This experiment is considered to be a big help not only for the scientific but also for the practical approach to the field of sprint training.

緒　　言

100 m 疾走時の速度変化の経過を明らかにすることは，疾走能力の解明に役立つものと考えられ，古くから行われていた。1894 年フランスの E. J. Marey が，Le Mouvement[1] の中で，トラックに横木を突き出し，走者の身体に触れさせ電接を介して記録し，疾走能力を分析したものが最初の報告である。1928 年には A. V. Hill[2] が同様な疾走速度の経過の測定を始め，より精密な結果を示した。以後，似通った方法や，高速度カメラ撮影による研究も数多く報告されている。

日本では，1937 年鈴木[2] が，走者が横切ったときに生ずる光電流の変化を記録に導く方法で 100 m の疾走速度を研究している。その後に，猪飼ら[3] によって鈴木の方法を改良し，投光部と受光部を走路上に置き走者がこの間の光線を遮った時に記録する光電管システムで疾走速度変化を記録する試みが進められた。近年では，疾走速度の研究は，スピード曲線分析の研究として，光電管システムや高速度カメラを使用した正確な疾走時の速度変化の経過が明らかになってきた。これらスピード曲線の研究から 100 m 疾走時の速度変化，ストライド，ピッチ等が明らかになっている。しかしながら，これらのバイオメカニクス的測定は，短距離走におけるインターハイ，世界選手権，オリンピックなどの一流選手の疾走パターンを解明しているの主である。したがって多くの一般競技者にとってはトップレベルスプリンターの疾走時のスピード曲線を参考にすることにより，自分の疾走イメージとの比較をしているのが現状である。

最近では，光電管システムの改良により簡単にスピード曲線が測定できるようになり，大学や各研究機関などにおいて，

*慶應義塾大学助教授　1) Associate Professor, Institute of Physical Education, Keio University
**日本体育大学　2) Department of Exercise Physiology, Nippon Sports Science University
***横浜商科大学　3) Department of Physical Education, Yokohama College of Commerce
****鶴見大学　4) Department of Physical Education, Turumi University, Shool of Dental Medicine

一般競技者もスピード曲線の測定が行えるようになってきている。しかし現状では，その測定結果が競技者に還元されるのは，レースから数時間後あるいは数日後である。従って，スピード曲線の結果がフィードバックされた時には，選手自身の競技中のイメージが薄れてきたときがほとんどである。そのため，次の競技に向けての疾走イメージを正確に把握することは難しい。スピード曲線の測定によって，自分の疾走パターンが解明されることは，一流スプリンターとの比較や，短距離走における自己の疾走タイプ（前半型・後半型等）を知ることができるというメリットがある。本来この種のデータは，レース直後に選手に対して瞬時にフィードバックし，競技中のイメージ修正をしたり，スプリントトレーニング中のランニングイメージを翌日からのトレーニングの指標として用いることが大切である。

そこで本研究は，100 m 疾走後約 2 分で分析結果が得られ，直ちに選手にフィードバックできる改良型光電管システムを用い，100 m 疾走後に得られた分析結果を，被検者に即時にフィードバックし，2 回目の疾走と比較し，その効果と実用性を明らかにすることを目的とした。

方　　法

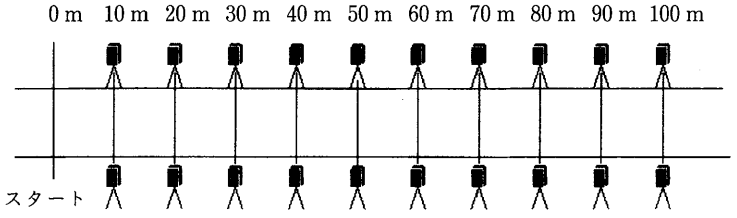
1）被 検 者

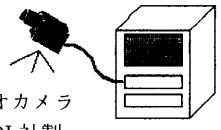
被検者は，慶應義塾大学陸上競技部に所属する男子短距離選手 7 名と，東京在住の高校生短距離選手男女 1 名ずつの計 9 名であった。男子選手の 100 m 走のベスト記録は 10 秒 58 ～ 11 秒 30，女子選手のベスト記録は 12 秒 37 であり，各選手の競技歴は 2 年～ 7 年であった。

2）測定方法

100 m 疾走時のスピード曲線の測定は，米国 Brower 社製無線型ワイヤレス光電管システムを用いて実施した。光電管は 10 m 間隔で設置した。分析には YSDI 社製ビデオパフォーマンスモニタ VPM—ⅡA を使用し，被検者の疾走フォームを撮影した。スピード曲線の分析は VPM－Ⅱオリジナルソフトウエアを用いて，スタートから 10 m ごとの疾走スピードを測定した。光電管システムより 100 m のタイム，10 m ごとのラップタイム，所要時間を算出，ビデオパフォーマンスモニタより各区間ごとのピッチ，平均ストライド，1 ピッチの所要時間を算出した。

実験実施に当たり，事前に被検者に対して，「スピード曲線測定調査表」を用いたアンケートを実施して，測定に向けての自己のランニングイメージについて調査を行った。その後，1 回目の 100 m 走トライアルを行った。1 回目の測定で得られたスピード曲線，並びにビデオ撮影された映像を基に，被検者にランニングイメージが鮮明に残っている状態で測





ビデオカメラ
（YSDI 社製
VPM-ⅡA）

受信分析装置
（YSDI 社製 VPM-ⅡA）

分析項目
光電管システムより
100 m タイム，区間ラップタイム，所要時間
ビデオカメラより
区間ピッチ数，平均ストライド，1 ピッチ所要時間

図 1　測定方法および分析項目

表1　被検者特性

被検者	年齢（歳）	性別	身長（cm）	体重（kg）	自己最高（100 m）	競技歴（年）	備　考
M. O.	19	男	171	61	10″ 58	4	高校総体4位
A. W.	20	男	175	68	10″ 65	7	全日中優勝
Y. N.	20	男	171	62	10″ 77	5	
K. Y.	18	男	169	57	10″ 77	4	
S. N.	19	男	180	68	10″ 98	5	
T. O.	20	男	180	73	11″ 05	5	
K. K.	18	男	165	59	11″ 30	3	
T. Y.	18	男	175	69	10″ 74	6	高校総体3位
H. H.	17	女	156	45	12″ 37	2	関東高校8位

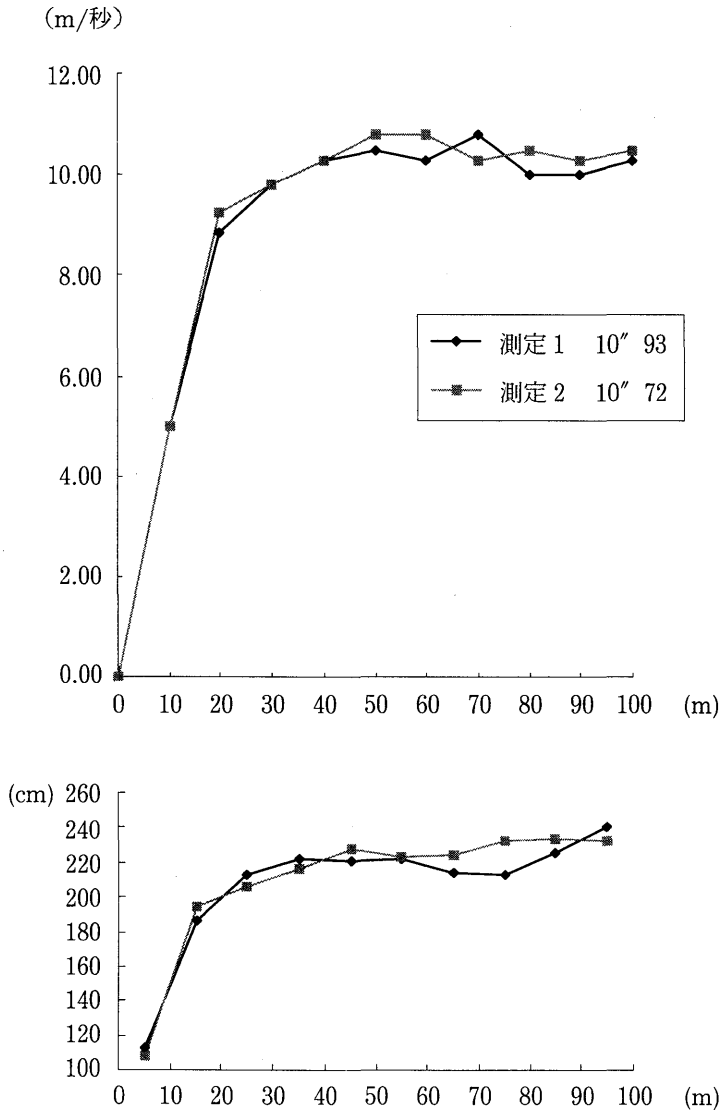


図2　被検者 A. W. のスピード曲線，平均ストライドの比較

定データと自己の疾走イメージについての自己分析をさせ，さらにコーチとのディスカッションを充分行った。2回目のトライアルはイメージが確立された後行った。測定終了後，1回目と2回目の測定結果から読み取れる，自己のランニングイメージとの相違点，反省点等についての調査も行った。なお，1回目と2回目のインターバルは，疲労回復，コーチとのディスカッション等の時間と被検者の肉体的疲労，測定前のウォーミングアップ等のハンディを考え約1時間後とした。また，各測定時の風力は，全被検者共に差は認められなかった。

結果と考察

表1は，被検者9名の身体特性と 100 m の自己最高記録を示したものである。年齢は 18 ～ 20 歳，身長は 174.4 ± 3.4 cm，体重は 66.8 ± 4.3 kg であった。被検者の中には過去に高校総体で 100 m 3位と4位，中学時に全日中 200 m で優勝した選手を含んでいる。100 m の自己最高は，1999 年から 2000 年に記録されたものである。

以下，9名の被検者の内，フィードバック効果が健著に現れた3名の被検者の分析結果について考察を加えた。

図2は被検者 A. W の，1回目と2回目のスピー

ド曲線，各区間の平均スピードとストライドを示している。この選手は，競技年数が7年と被験者中一番長い選手であり，100m走の競技経験が豊富であり，疾走イメージが完成された選手である。

事前の調査では，60m付近で最大スピードに到達できることを意識し疾走することを目標としており，60m以降の走りとしては，極端なスピードの低下を防ぐ事を目的としていた。しかし，1回目の測定においては，最大スピードへの移行を意識しすぎ，60m付近でのスピード低下を生じさせる結果となった。その後，70m付近が最大スピードとなり，やや意識と異なる結果となっている。この1回目のデータ結果とビデオ映像をもとに，2回目の疾走前にはコーチとのディスカッションを行い，スムーズな加速を意識し，60m付近で最大スピードに到達することを再認識させ疾走させた。

その結果，図2に示すごとく，スムーズな加速，すなわちスピードの増加が60m付近まで除々に上昇し，目標の60mで最大スピードに到達することができた。60m以降70mまでの区間で，スピードの低下がやや見られるものの，70m以降ゴールまではスピードの低下はほとんど見られなかった。また，2回目疾走後のアンケートには，「1回目における疾走のイメージが鮮明に残っており，満足のゆく加速ができた」と記録している。このことは，経験が充分な選手でも自分のイメージ通り100mを疾走することができないことが考えられ，本研究で用いたような即時的にフィードバックできる装置を使えば，選手に1回目のイメージが鮮明に残っているときに，自己分析と適切なアドバイスを与えることでより効果的な結果が得られるものと考える。

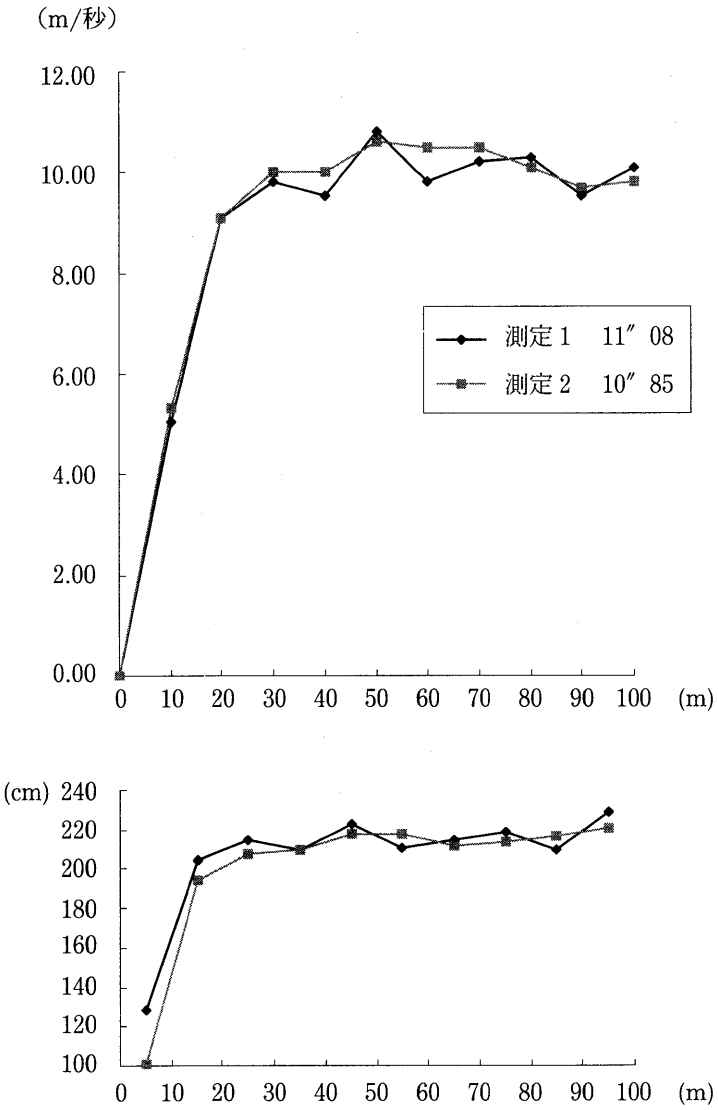


図3　被検者 M. O. のスピード曲線，平均ストライドの比較

さらに，1回目で最大スピードを記録した60mから70m区間でのストライドは2m15cmであり，50m付近からのストライドの減少がみられた。これは，ピッチをあげることでスピードの維持を意識していたと考えられる。2回目で最大スピードを記録した60m付近では，2m25cmのストライドであった。図からは，スピードの増加とストライドの増加が一致していないことが推測され，この被験者からはスピードの向上はストライドの増加よりもピッチに依存することが推測できた。記録は，1回目の10秒93から2回目の10秒72へと大幅な短縮がみられた。

1回目と2回目ではその目標も全く同じであるにもかかわらず，スピード曲線は異なり100mの記録も向上したことは，経験豊富であり，自己のイメージが確立している選手においても即時的フィードバックの効果が顕著に表れたものと推測する。

図3は被検者M.Oの，1回目と2回目のスピード曲線，各区間の平均スピードとストライドを示している。

被検者M.Oは，A.Wに比べて競技歴も4年と短く自己最高記録も上回り，大学生の中でもトップクラスに属する選手である。この選手は，50m以降に大幅なスピード低下を生じさせ，ランニン

グフォームの乱れや，後半の極端な力みが原因でイメージ通り疾走できないレースが数多くある前半型の選手である。

1回目疾走前のアンケートでは，「中間疾走で腰を乗せ，後半では上半身の過度な前傾を防ぐことを意識する」と記述していた。しかし，1回目の疾走では，本人の意識では前傾を防ぐことができず，50m 付近で得られた最大スピードの維持が不可能となり，60m 付近では大きなスピード低下を生じさせていた。そこで2回目疾走時前に，1回目のスピード曲線を目視させ，充分自己分析させた。さらに，コーチとのディスカッションでは50m 以降の，前への足の運び，速い足の振り下ろしを意識することを確認し，2回目の測定に望んだ。その結果，図に示すごとく 50m 以降の大きなスピード低下を避けることができた。ストライドも，50m 以降は2m 10cm 前後と，ほぼ一定であった。また，ビデオからみられる疾走フォームからも腰のふらつき等がみられず安定した走りであった。測定後のアンケートでも2回目はスムーズに走れたと記述している。記録も1回目の 11 秒 08 から 10 秒 85 へと 0 .23 秒の大幅な短縮がみられた。

この M. O のようなランニングフォームが安定していない前半型の選手にとっては，より実践的なトレーニングとして効果があるものと推測される。なお，後日再測定を実施したところ，疾走イメージが不安定なため即時的フィードバックの効果が今回の実験と同様に，1回目と2回目のトライアルの間に同じような結果がみられた。したがって，競技経験が4年と比較的短い選手では即時的フィードバックを繰り返し行い，個人に合ったより確実な疾走イメージを植え付ける必要があることが推測された。

図4は高校女子選手 H.H の，1回目と2回目のスピード曲線，各区間の平均スピードとストライドの結果を示している。この選手は競技歴が2年と短く，レース経験も未熟な選手である。すなわち100m 疾走イメージが全く確立されてなく，その日のコンディションによってレース内容が大きく変わることが多々ある選手である。

1回目の測定では，ただ全力で疾走することのみを考えて疾走した。その結果，40m 付近からゴールまでスピード低下がみられた。そこで，2回目の疾走にあたり，40m 付近でのスピード低下を防ぐように指示し，以降はピッチを低下させないように走らせた。さらに経験不足な選手なために，指示通り疾走できないことや今後の疾走トレーニング中の効果を見るために，実際の試合では不可能なことではあるが，実験的に 40m 付近においてコーチがレーンの隣に立ち，被検者に対して，スピード維持を意識させる様に大きな声で注意させてみた。

その結果2回目の疾走では，大きなスピード低下を防ぐことができた。ストライドについても，2回目の 85m 以降に広くなっていることがわかるが，1回目と比べ区間スピードは上昇していた。被検者自身の調査では1回目の結果から，40m からのスピード低下をデータから読み取り，2回

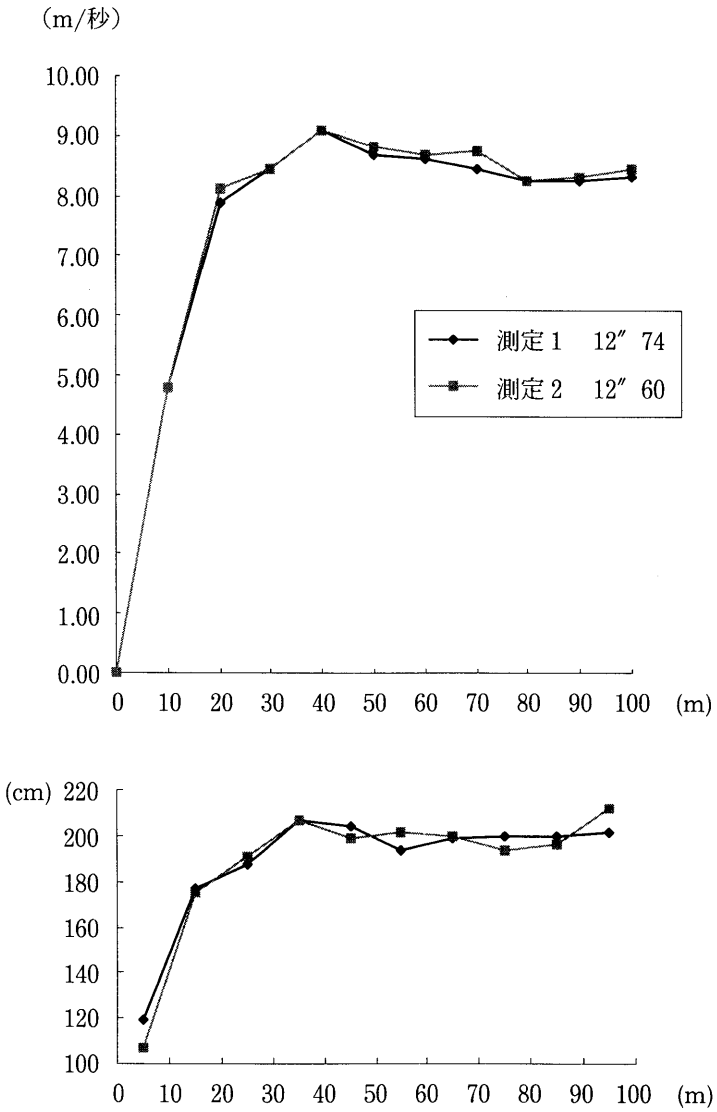


図4 被検者 H. H. のスピード曲線，平均ストライドの比較

目疾走における注意点として意識して走ったと述べているが，「コーチからの指示や 40m 付近での声かけ等で，より意識できた」と記述している。H.H はピッチよりもストライドで走るタイプであり，記録も 12 秒 74 から 12 秒 60 へと短縮した。1 回目の測定データからランニングイメージの修正を行い，コーチからのアドバイスを疾走中に受け，記録の向上に結びつけることも，即時的フィードバックゆえの効果ではないかと推測される。さらに，競技歴の少ない選手には目視させるような即時的フィードバックに加え，監督・コーチなどより疾走中に掛け声などをかけることでより大きな効果があることが推測された。

表 2　フィードバック前後の記録と意識

被検者	1 回目	2 回目に向けての注意	2 回目	結果	測定後の意識
M. O.	11″ 08	中間疾走へのスピード移行の意識	10″ 85	↑	スムーズに行えたが力みが出た
A. W.	10″ 93	スムーズな加速を意識，後半のスピード維持	10″ 72	↑	イメージ通りの走りが出来た
Y. N.	10″ 95	中間で脚が流れないようにした	10″ 90	↑	50－60m までスピードが維持出来た
K. Y.	11″ 42	脚が流れないようにした	11″ 43	＝	イメージ通りの走りが出来た
S. N.	11″ 14	スムーズな中間疾走	11″ 14	＝	50m 地点のスピード上昇
T. O.	11″ 32	50m と 90m 付近のスピード維持	11″ 19	↑	イメージ通りの走りが出来た
K. K.	11″ 93	40m でのスピード維持、後半のひきつけ	11″ 92	＝	意識地点は良いがギクシャクしていた
T. Y.	11″ 08	スムーズな加速とスピード維持	10″ 98	↑	高いスピードが維持出来た
H. H.	12″ 74	40－60m 付近のスピード維持（声をかける）	12″ 60	↑	イメージ通りの走りが出来た

表 2 は被検者全員の「フィードバック前後の記録と意識」を示したものである。

表は左より，1 回目の測定記録，2 回目に向けての注意点（被検者とコーチとのディスカッションの簡単なコメント），2 回目の測定記録，1 回目と 2 回目の記録比較，測定後における各被検者の意識調査の要点を示している。

各被検者共に，1 回目の測定後に行ったアンケート調査では，測定前に抱いていた自己のランニングイメージと実際のランニング結果との差を感じとっていたようである。被検者の多くは，スムーズな疾走，中間疾走でのスピードの維持ができなかったことを反省点として上げていた。1 回目の測定後直ちに手渡されたスピード曲線とビデオ映像により，ランニングにおける長所，短所がより正確に把握できたと述べている被検者が多かった。1 回目と 2 回目の記録の比較では，9 名中 6 名が明らかな記録の向上を示していた。記録の向上が認められなかった 3 名も 1 回目と 2 回目の記録に大きな差は認められなかったが疾走イメージは目標通りにできたことを報告している。測定後に行った意識調査では，記録の向上が認められた 6 名全員から，今回の測定において，即時的フィードバックの効果が充分に示されたとの報告を受けた。また記録的に向上が認められなかった 3 名からもフィードバックの効果が期待できるという報告を受けた。

以上の結果から，競技歴の長い選手においても，また短い選手においても疾走後にイメージが残っているときに，監督・コーチなどから適切なアドバイスと，本研究で使用した光電管でのスピード曲線やストライド，ピッチなどの情報をより

早く与え，ランニグイメージの修正をすることが競技力向上への一手段であり，効果と実用性あることが明らかとなった。走り終わって瞬時にフィードバックされる測定結果は，スプリントトレーニングにおける現場への科学的アプローチとして，または実践的トレーニングとしても大きな手助けとなることが推測された。

ま と め

スプリント技術習得の為には，ビデオ映像による疾走フォームの確認とタイム分析が，現場において瞬時に行われることが必要である。本研究で行った分析は 100 m 疾走後直ちに疾走内容が区間ごとの結果として分析され，最高スピードや通過タイムが算出される為，疾走後数分で被検者（選手）へのフィードバックができることが特徴である。今回の測定では，被検者 9 名全員から，疾走データの即時的フィードバックの効果を観ることができ，測定後のアンケート調査からも，被検者全員から，スプリントトレーニングにおけるランニングイメージ修正にプラスになったとの意見があった。記録の向上という視点から見ても 9 名中 6 名が明らかな向上を示した。残る 3 名も 1 回目とほぼ変わらぬ記録を示しており，この結果は何よりも即時的フィードバック効果の現れであると推測される。

陸上短距離選手にとっては，自分の疾走データを得ることでモチベーションはより高く，また，即時的フィードバックされるデータから読み取れる個人のパフォーマンスが，翌日からのトレーニングの指標として充分に役立つものと思われる。

今後は，フィードバックを行った者とそうでない者や他の陸上競技種目の比較を実施し，即時的フィードバックの効果をより明らかにして行きたい。

引用文献

1) Marey, E. J: Le Mouvement, Paris. (1894)
2) A. V. Hill: The dynamics of Sprint Running, Proc. Roy. Soc. Loond, B, 102, (1928)
3) 鈴木義男：小学校児童の短距離疾走運動に関する研究，千葉医学会雑誌，15，7（1937）
4) 猪飼道夫・芝山秀太郎・石井喜八：疾走能力の分析，体育学研究，第 7 巻，第 3 号（1963）