

走運動に関する研究

(技術指導面からみたスタート動作について)

横浜市立大学 体育医学教室

片 尾 周 造

I ま え が き

運動の基本動作としては、従来から走 (run)、跳 (jump)、投 (throw・push) の三種類に大別されている。走運動の際短距離走においては、スタート動作の良否が、走行結果に大きな影響をおよぼすものであることは、多くの人々により検討されている⁽³⁾⁽⁷⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾。筆者等は、走運動の際のスタート動作について、まず基本となる疾走時間の測定の方法を検討し報告したが⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁶⁾、今回は、高速度写真撮影 (8mm 映画) による動作の分析と技術指導の立場から検討を試みた⁽⁴⁾⁽⁵⁾。

II 実験方法および被検者

図1は⁽³⁾⁽⁵⁾スタート動作の測定装置で、ピストルの合図で被検者が動作を開始すると同時に、マイクロホンを通じて、電子ストップウォッチ (Electronic Stop Watch・NEC 101 型) が働くよう操作しておき、電子ストップウォッチは、合図のピストルの音をマイクロホンが捉えると同時に作動がはじまる。さらにピストルの合図で、スタートした被検者が5m地点において、光電管の光束を切るようにした。また8mmカメラを用いて、合図のピストルからゴール地点に被検者が達するまですなわち被検者がスタートから疾走しゴールに達するまでの経過を連続撮影した。

被検者は、男子高校生、大学生の短距離選

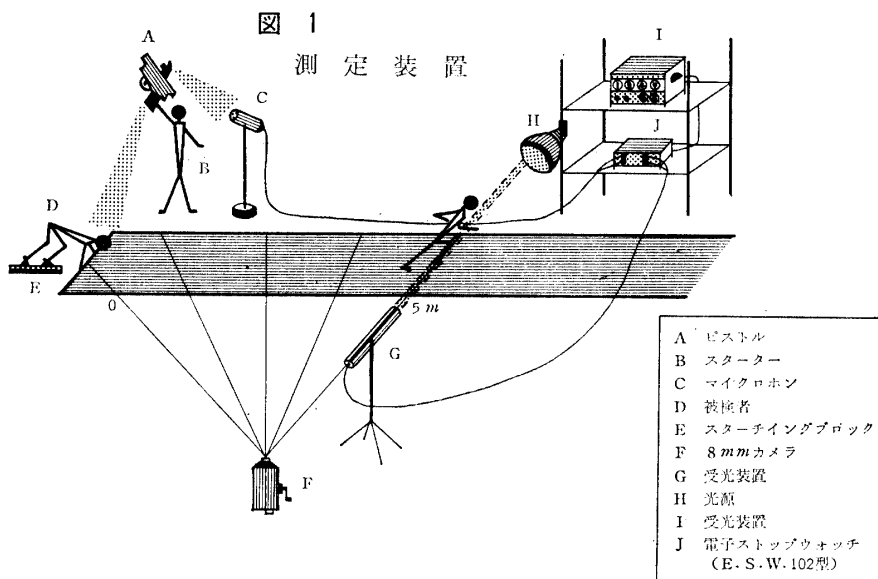


図 2

スタートの際に発進動作と音のどちらに意識を集中するか？

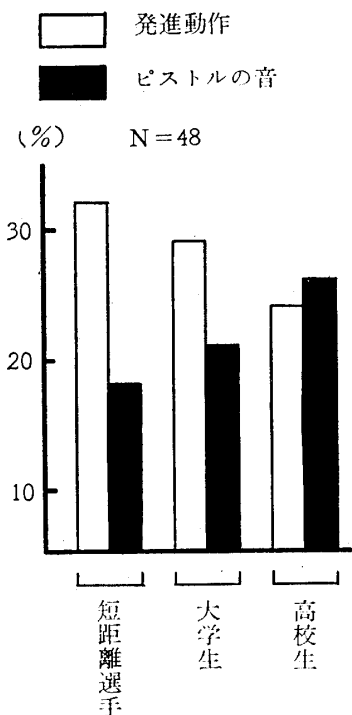


図 3

スタートの際に左右どちらの足に意識を集中するか？

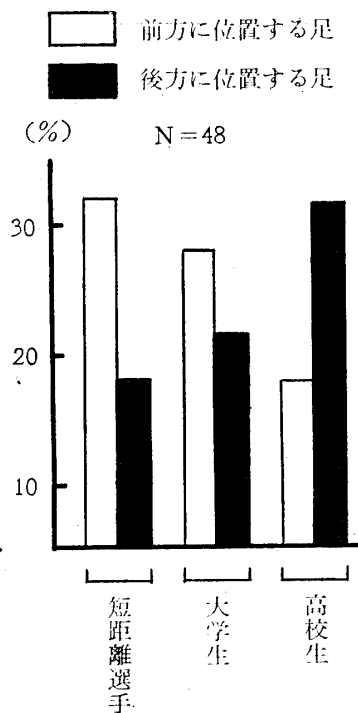
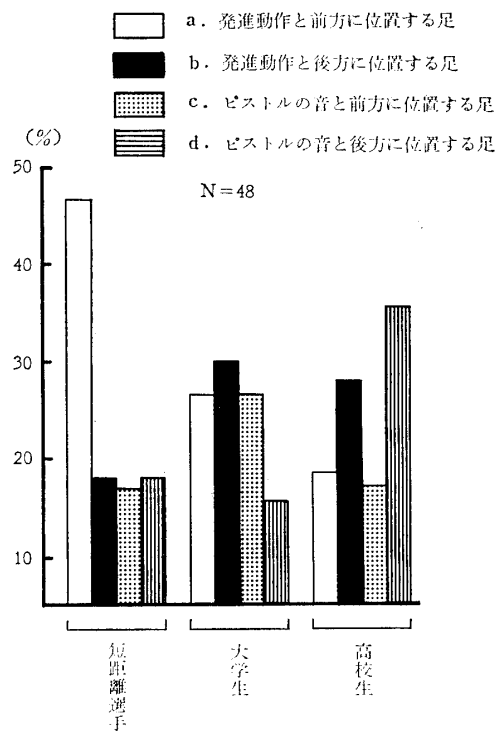


図 4

次の 4 種類の意識集中のうちどれを最もよいと考えるか？



手（陸上競技部員），および特に走運動の習熟者でない学生（以下「未熟練者」とよぶ）で，総被検者数は 48 名である。

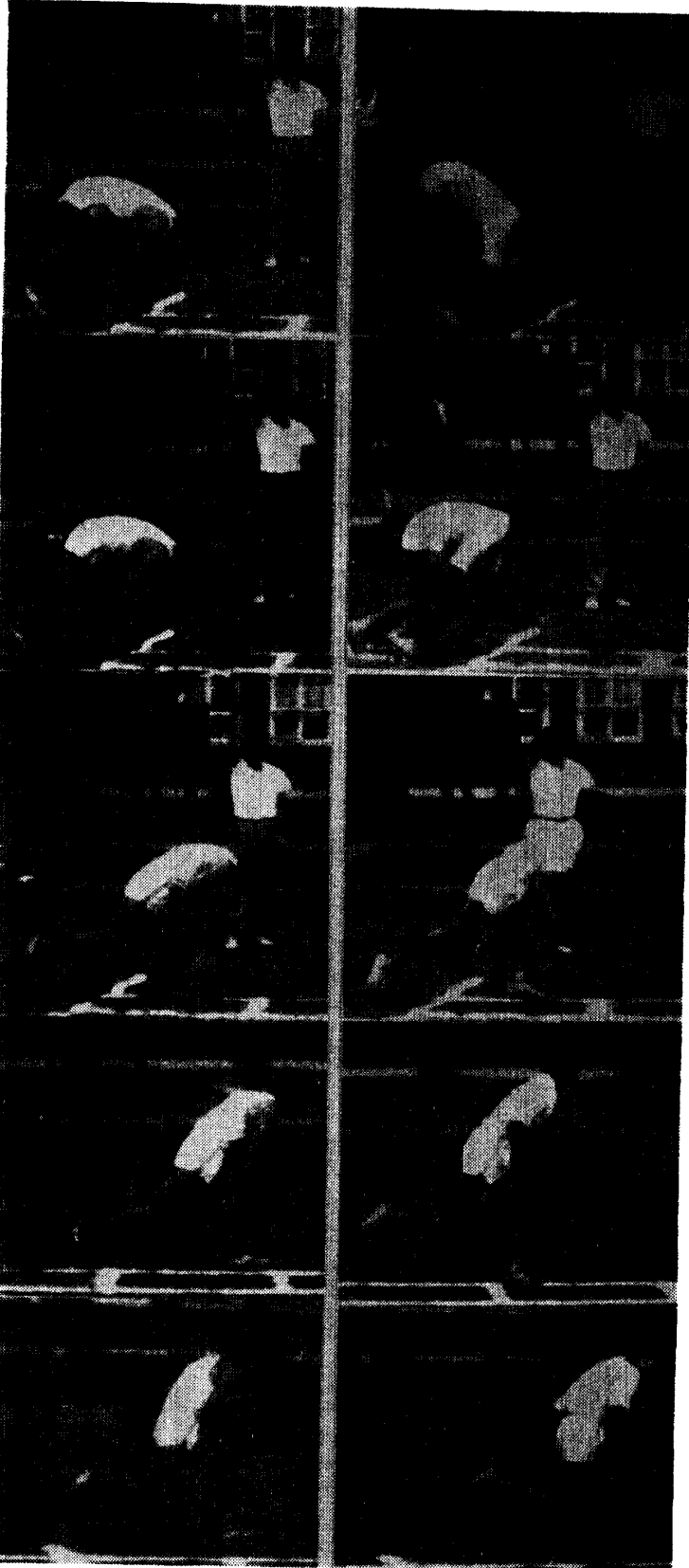
Ⅲ 実験結果と考察

スタートの際被検者は，スターティングブロックに両足をつき，両手を地上においてスターティングポジションをとり，用意の合図からピストルの号音までの間に，この走運動をよりよく実施するために，被検者各自が，どのような自覚した意識をもっているかを，実験にさきだって調査してみた。用意の合図から，ピストルの号音までの時間は 1.8～2.0 秒であるが，この短い時間の中に各自がどのような点に意識を集中しているかについて，質問事項を与えて回答を求めた。

図 2 はスタートの際に発進動作と音のどちらに意識を集中するか。図 3 はスタートの際に左右どちらの足に意識を集中するか。さらに図 4 は次の 4 種類の意識集中のうちどれを最もよいと考えるかについて，その結果を集計してみると次のようである。図 2 はスタートの際に発進動作とピストルの音のいずれを意識するかということであるかを質問したのであるが，短距離選手と一般の大学生では，発進動作に重点をおく例の多いことを示している。図 3 はスタートの際前後に位置する足のどちらに意識を集中させるかということ，短距離選手と大学生では，前方に位置する

図 5 スタート動作の8mmフィルムによる分析
短距離選手 未熟練者 A

I 用意の合図の時点
II 左右の手が地表より離れる時点
III 1歩踏み出した時点
IV 3m時点
V 5mスタートラインより



解 説
(短距離選手) (未熟練者 A)

- | | |
|----------------|-----------------|
| ○からだ全体のバランスがよい | ○重心が高い |
| ○重心が低い | ○前方の脚の膝が伸びきっている |
| | ○姿勢が小さく緊張している |
| ○前傾をよく保っている | ○頭があがりすぎる |
| ○重心が低い | ○推進力に欠ける |
| | ○重心が高い |
| ○第1歩の踏み出しがよい | ○上体が起きすぎる |
| ○目の位置がよい | ○推進力に欠ける |
| ○背が曲っている | ○右脚は良く伸びている |
| ○腕の振りがよい | ○上体が起きすぎる |
| ○脚の引きつけがよい | ○腕の振りが小さい |
| ○股の開きがよい | |
| ○全体に動作が小さい | ○頭があがりすぎる |
| ○推進力がある | ○腕の振りが小さい |
| | ○推進力に欠けている |

図 6 スタート動作の 8mm フィルムによる分析
短距離選手 未熟練者 B

解 説
(短距離選手) (未熟練者 B)

I 用意の合図の時点
II 左右の手が地表より
離れる時点
III 1歩踏み出した時点
IV 3m時点
V 5mスタートラインより



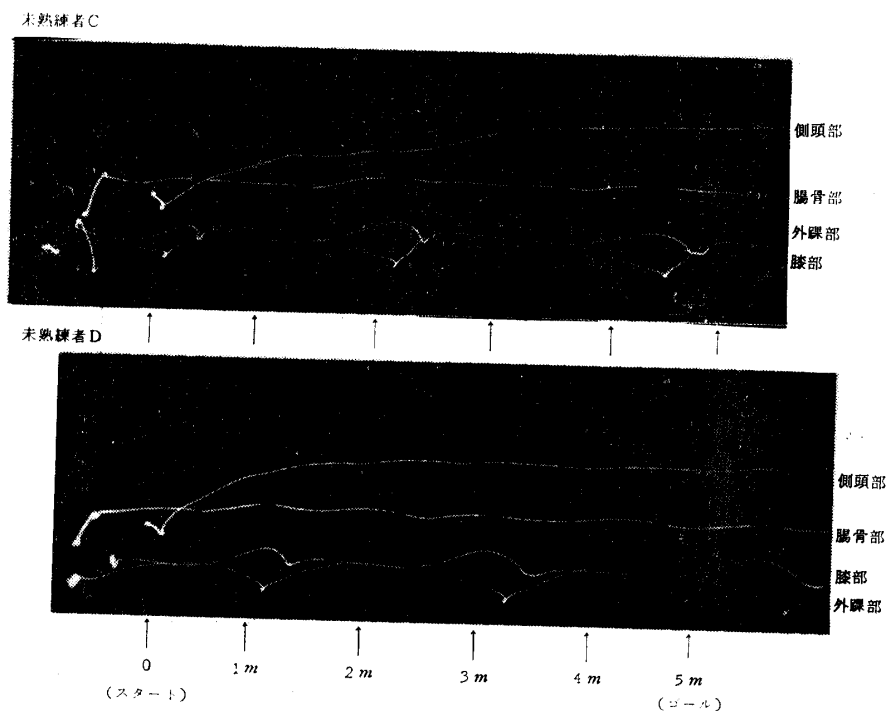
- からだ全体のバランスがよい
- 重心が低い
- 前傾をよく保っている
- 重心が低い
- 第1歩の踏み出しがよい
- 目の位置がよい
- 背が曲っている
- 腕の振りがよい
- 脚の引きつけがよい
- 股の開きがよい
- 全体に動作が小さい
- 推進力がある
- 重心が高い
- 姿勢が小さく緊張している
- 重心が高い
- 前方の足のバランスがわるい
- 目はやや前方をみる
- 重心が高く、とびあがった状態
- 上体が曲っている
- 右脚が完全に伸びきっていない
- 重心が高い
- 腕振りが小さい
- 歩幅が小さい
- 腰がひけている
- 上体が曲っている
- 腕の振りがわるい
- 股の開きが小さい

足に重点をおく例が多かった。次に技術向上に役立つ資料を求めようと考え、a. b. c. dの4項目、すなわちa. 発進動作と前方に位置する足、b. 発進動作と後方に位置する足、c. ピストルの音と前方に位置する足、d. ピストルの音と後方に位置する足について、各自がどの項目を重視するのがよいかを考えさせてから、回答を求めたものである。その結果を集約すると図4のとうりで、短距離選手では、aの項目をあげているものが多く、このことは発進動作と前方に位置する足に意識を集中させることにより、発進動作を容易にし、次の疾走態勢への移行をスムーズにするためのものといえよう。この理解は短距離走のスタート動作が、疾走態勢にはいるために、軀幹を支持し、前進させるために瞬発的な下肢の筋力がよりよい疾走力をうみだす条件となることを示唆しているものといえよう。

なお高校生、大学生の末熟練者では、発進動作には全く関心なく、ピストルの音に意識が集中しているよに思われる。次にスタートの際の各動作の順序を、被検者3名を対象に調べてみた。被検者は短距離選手1名、末熟練者Aおよび末熟練者Bの2名で、撮影されたスタート動作の8mmシネフィルムの連続写真から、Ⅰ. 用意の合図の時点、Ⅱ. 左右の手が地表より離れる時点、Ⅲ. 1歩踏み出した時点、Ⅳ. 3mの時点、Ⅴ. スタートラインより5m時点を図5、図6に示した。

図5および図6では、各時点における短距離選手1名と末熟練者(A・B)2名のスタート動作を8mmフィルムから見たものである。図5および図6に示されるように、両図とも図の左に短距離選手、図の右に末熟練者A(図5の右)と末熟練者B(図6の右)を示したものである。図5、図6とも左は短距離選手、図5の右は末熟練者A、図6の右は末熟練者Bのスタート動作である。図中短距離選手と末熟練A、

図7 スタート動作の軌跡の変化



者A, Bの比較はI~Vまでの時点の各動作について検討してみたが、特に未熟練者2名の被検者では、「重心の位置」および「重心の移動」が短距離選手に比して悪い。また「推進力」も劣っているようで、スタートの際の前方に位置した足、すなわち「支点」となる下肢の膝部が写真にみられるように十分伸びきらず、腕と脚相互のバランスがとれていない点が特に指摘できる。図5および図6の被検者とは異なるが、側頭部、腸骨部、膝部および外踝部に豆電球を装置し、

5m走の軌跡の変化を35mmカメラで撮影したものが図7である。

被検者2名(未熟練者C, 未熟練者D)は両者とも身長164~167cm, 体重55~59kgの範囲でほぼ似た体型である。両者とも前方になる足は左で、後におかれる足は右である。未熟練者Cと未熟練者Dのスタート姿勢では、図に示すようになんかはっきりとした軌跡の差を示しており、未熟練者Cは、腸骨部が高くなり膝部を後に引いた軌跡を示し、側頭部が3m時点まで低く、それ以後は急激に高くなり、バランスを欠いている傾向がみられる。未熟練者Dでは、側頭部、膝部および外踝部の軌跡はバランス

図8 スタート各動作における所要時間

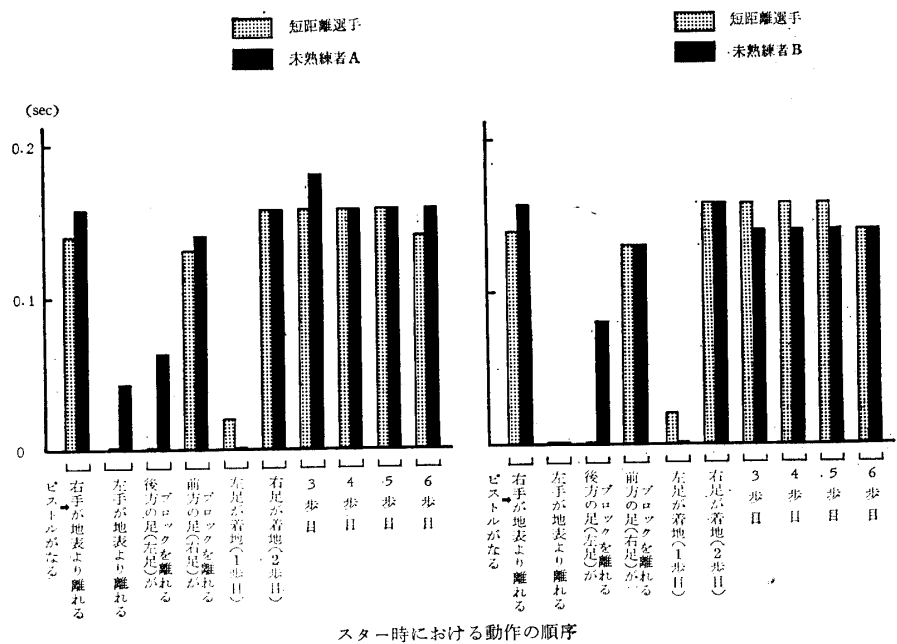
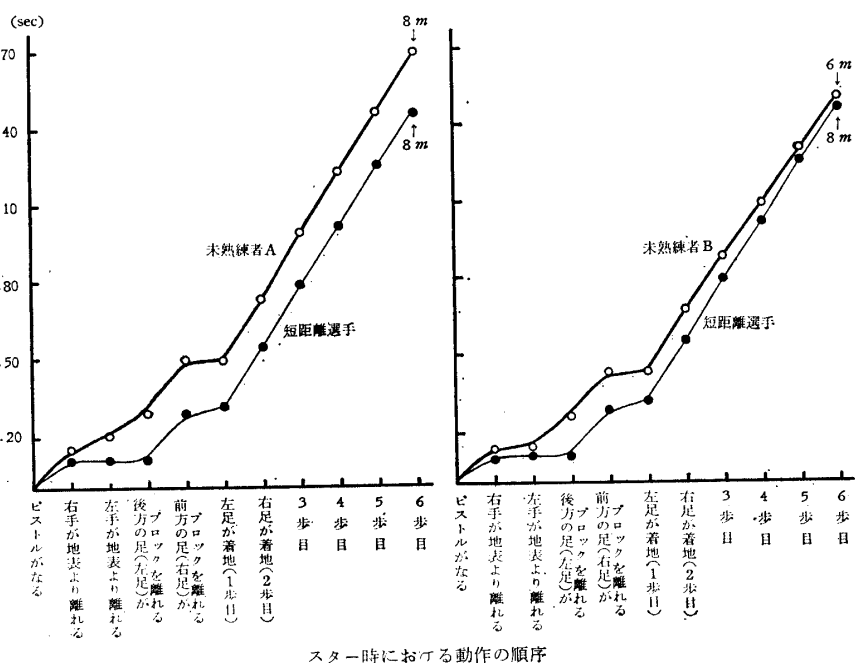


図9 スタート動作の所要時間



が良く、特に後方におかれた足（右側）の踏みだしには、かなりの伸びを認めることができ、短距離選手のスタート時の態勢に類似した傾向を示している。

図8の左は、短距離選手と末熟練者Aを示し、図の右は、短距離選手と末熟練者Bの各動作の所要時間をプロットしてヒストグラムにしたものである。図の左および右の短距離選手（同一被検者）では、手が地面より離れる時間が速く、また後方になった足が、図からも判然としている。さらに第1歩目（左側の足）の着地に要する時間が長くなっていることは、上述のように前方の支点となる下肢の膝部が、十分伸びきっていることに起因するものと考えられる。

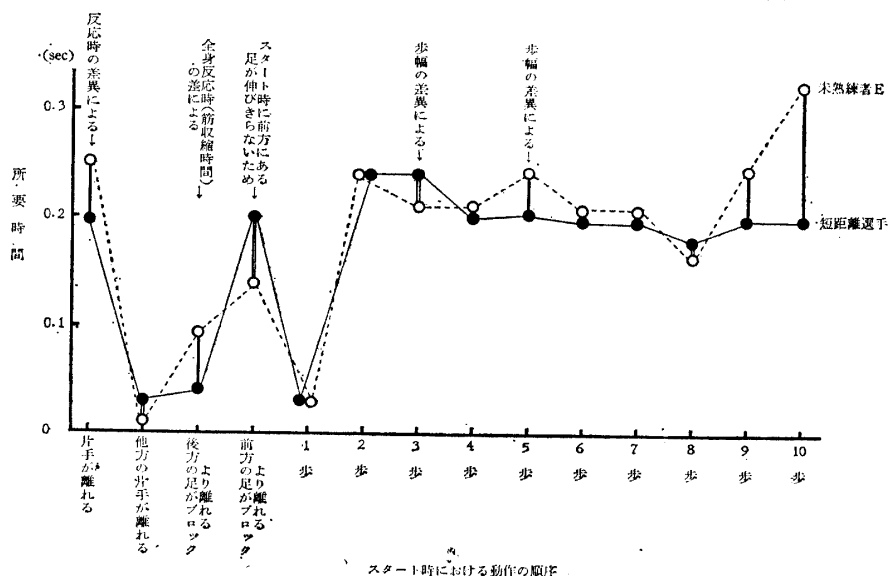
末熟練者AとBでは、後方の足がスターティングブロックから離れる時間が長く、また第1歩目（左側の足）の着地に要する時間が短かく、このことは短距離選手とは、逆の結果となっており、スタート態勢の際特に要求される推進力が、スタート時のバランスの変化に影響されて発揮できないところに、原因があるものと思われる。以上のような各動作の所要時間を累積的にみると、図9に示す結果となる。

図9は、短距離選手と、末熟練者（A・B）の疾走時間中の各動作の所要時間を累積的に示したものである。図の左は、各動作とその所要時間を示しているが、この図から明らかなように、6歩目の時点では短距離選手と末熟練者Aの両者は、ともに8mであるが、その所要時間をみると短距離選手では、末熟練者Aに比較し、0.16秒速くなっている。次に図の右では、図の左と同様各動作とその所要時間を示したもので、6歩目の時点を見ると、短距離選手は8mで、末熟練者Bは6mでその差は2mある。6歩目の時点における所要時間は、1.58~1.56秒と両者はほぼ近似である。したがって図の左において、末熟練者Aは、歩幅は大きいにもかかわらず、スピードの不足が著明で

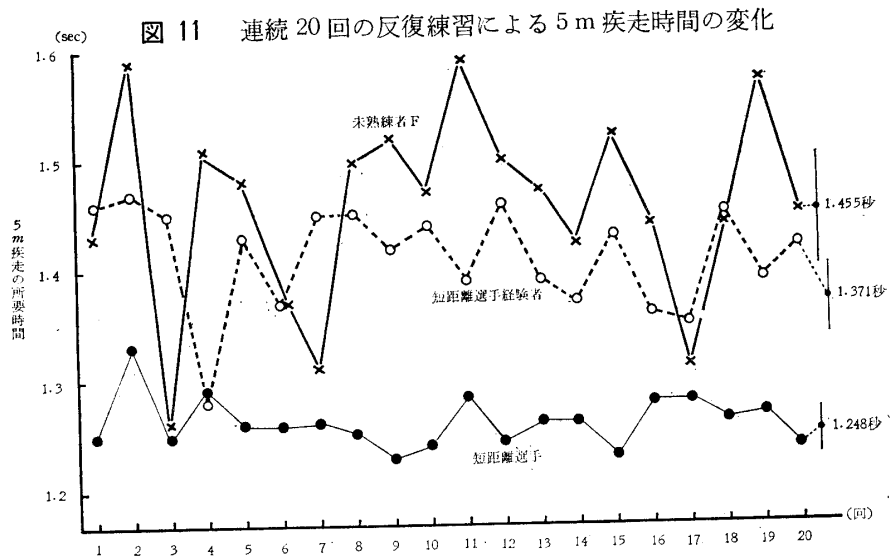
あり、図の右では末熟練者Bは、歩幅は狭い点が挙げられ、スタートならびに疾走時の態勢を検討し、技術指導の必要なことが認められるようである。

図10は図8、図9の被検者とは異なり、短距離選手（100m 最高記録11.0秒の陸上競

図10 短距離選手と末熟練者のスタート時の各動作の所要時間の比較

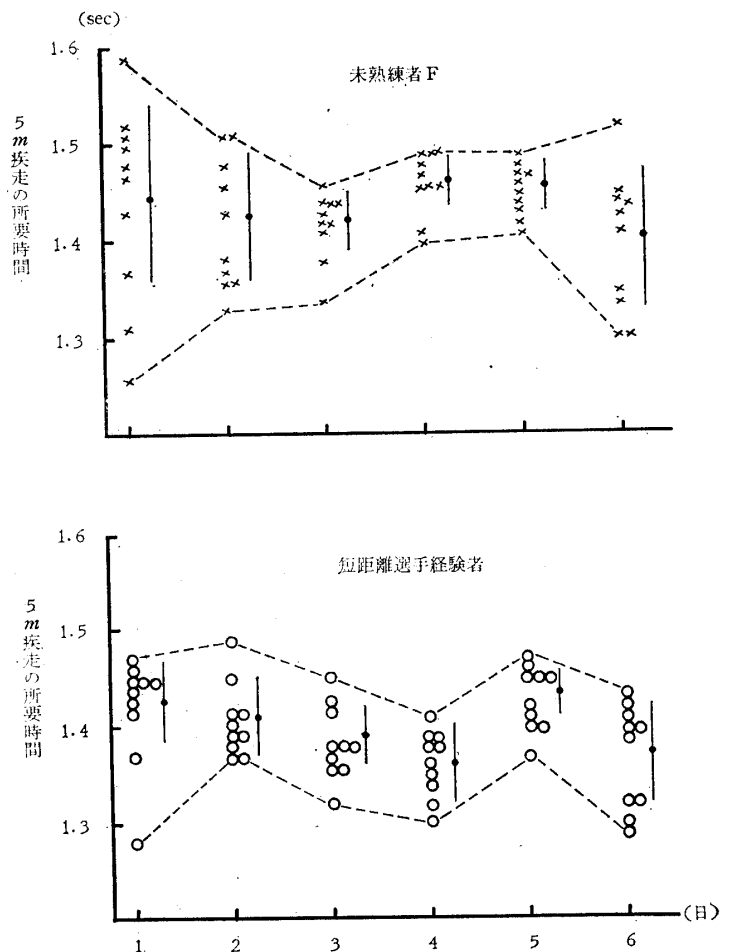


技部員)と、末熟練者Eの各動作における所要時間の差のみを示したもので、両者ともにスタートの位置についての場合、前方に位置する足は「右」であり後方に位置する足は「左」である。ピストルの合図で反応動作の



起る最初は、両者とも手であるが、短距離選手についてみると、図にみられるような順序で動作が起っている。すなわち「右」手が、ついで「左」手が地表より離れる。末熟練者Eでは、最初は「左」手、次に「右」手が離れる。足の動作は手に続くが、初め両者とも後方にある「左」足が、スターティングブロックより離れ、つぎに前方に位置する「右」足が離れている。したがって前方の「右」足が、スターティングブロックより離れたのち、後方に位置していた「左」足が第1歩となり、ついで前方にあった「右」足が第2歩となる。このように反応開始の初動作である「左」手あるいは「右」手が、地面から離れる時間では、短距離選手の方が末熟練者Eより0.04秒速い。この両者の相異は、反応時間の差や予測される動作に対しての始動時間の速さの差(フライング等も含めて考

図 12 スタート練習を毎日行なったときの 5m 疾走時間の逐日的変化 (毎日 20 回の反復練習 6 日間) 20 回反復練習の前半 (1~10 回) の成績



えられる)などがもたらした、結果に

よるものと思われる。

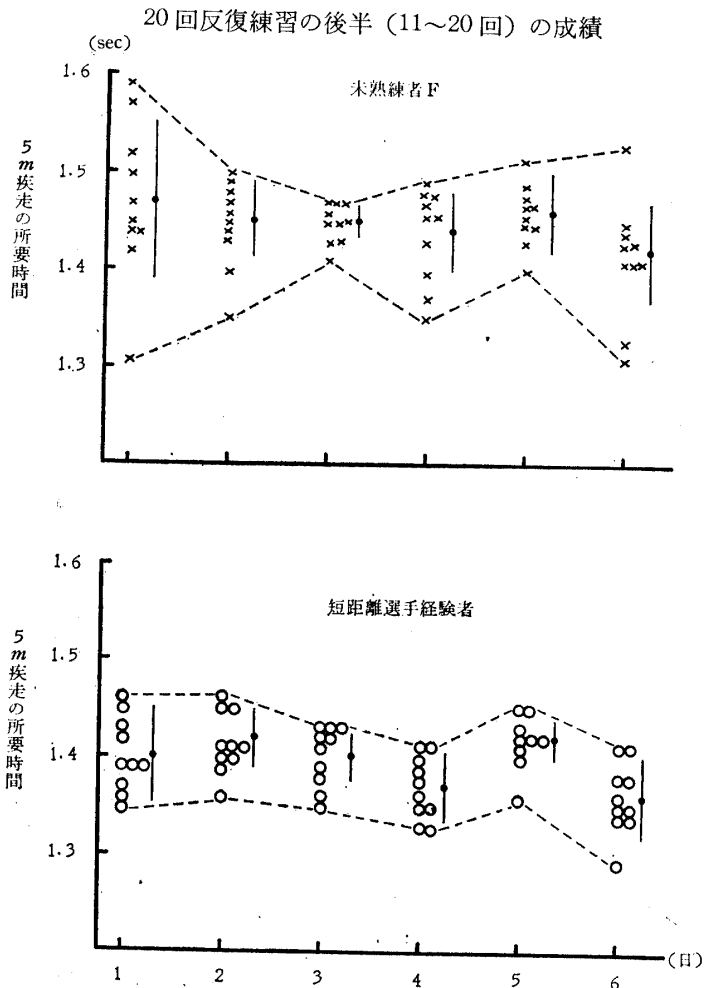
次に「左」足がスターティングブロックを離れる時間でも、短距離選手の方が0.05秒速くなっている。これは反応開始の初動作につづく、筋収縮時間の差によるものと思われる。また「右」足がスターティングブロックより離れる時間は、短距離選手の方が速くなっているが、これは図8においても述べたように、末熟練者でスタート動作の際、前方になる「右」足の膝部が十分伸びきらないことに起因するものと考えられる。

図11は、スタート動作を同一被検者が1日連続20回繰り返し実施した際に、ピストルの合図から5m地点までの時間(5m疾走時間)の変動と、平均値および標準偏差を示したものである。図に示されるように被検者3名

について、その変動をみたもので、図の下段の細い実線は、短距離選手を示し、また中段の点線は、短距離選手経験者で、両者とも20回(短距離選手経験者の4回目を除く)の全過程は、ほぼコンスタントな時間を示している、上段の太い実線は、末熟練者Fの変動を示しているが、5m疾走時間は、20回ともまちまちで図にみられるように大きな変動を示している。

図12、図13は逐日的にスタート動作を反復練習した結果を示したもので、5m疾走を毎日連続20回6日間反復し、その変動をプロットとし平均値と標準偏差の変動を示したものである。図12は連続20回反復練習の前半10回(1回目~10回目まで)の時間の変動を示したもので、つぎに図13は、連続20回反復練習の後半(11回目~20回目まで)の時間の変動を示したものである。この図に示されるように、短距離選手経験者では、5m疾走時間が6日間コンスタントな時間を示しており、特に連続20回反復練習の後半(11回目~20回目まで)の時間では、顕著に時間変動の幅が小さいことを示しているにもかかわらず、末熟練者では、第1日目は、時間のバラ

図13 スタート練習を毎日行なったときの5m疾走時間の逐日的変化(毎日20回の反復練習6日間)



ッキが非常に大きく、3日目以後ではややコンスタントな時間変動の幅を示しているが、6日目では、第1日と同様バラッキが再び大きくなっているようである。末熟練者でも反復練習の過程では、短距離選手経験者にやや近い傾向を示してくるが、このことは訓練効果の重要性を物語っているものと思われる。この点に関しては、L. E. Smith および J. D. Whitley⁽⁸⁾が述べているように Coordinate neuromotor Program の形式が動作のスピードに大きな寄与を示すことと理解される。

IV 要 約

短距離走におけるスタート態勢の動作では、スタートの位置についた静止の姿勢においては、精神的な安定の要素が必要で、特に意識の集中力が重要な要因となる。

ピストルの合図で発進動作を開始する際、両手をすばやく地面より離すと同時に、後方の足をスターティングブロックより機敏に離すことも修得する必要がある。さらに前方に位置した足を「支点」として、前方の足の膝部が十分伸びきるように留意する。十分膝部が伸びきらない場合には、下肢の筋力の強化にたいする5m疾走の反復訓練が特に重要となる。

スタート動作において、前方への「重心の移動」が悪く「推進力」にも欠けるような動作のときには、運動動作の反復訓練による強化も、走運動の技術指導として必要となり、また走運動でも、疾走時間の長短によって体力が評価される場合もあるから、特に動作の時間経過について、個別的な指導を十分行なうことが必要であろう。

V 参 考 文 献

- (1) 小川義雄, 遊佐清有, 里吉政子, 鈴木辰雄, 片尾周造 (1966): スタート動作について (II), 横浜市立大学紀要, C-47, No. 159, 5。
- (2) Y. Ogawa, S. Yusa, S. Katao and M. Satoyoshi (1965): A Study of Starting Motions, 横浜市立大学紀要, C-45, No. 152, 13。
- (3) J. Kenneth Doherty (1953): Modern Track and Field, Prentice-Hall。
- (4) 片尾周造, 鈴木辰雄, 小川義雄, 遊佐清有, 里吉政子 (1966): スタート動作のスキルトレーニングについて, 第20回日本体力医学会総会報告, 大分。
- (5) 片尾周造 (1968): 走運動に関する研究, 体育研究, 第1巻, 35。
- (6) 片尾周造, 鈴木辰雄, 遊佐清有 (1964): スタート動作に関する研究 (その1), 鍛錬者と非鍛錬者との相違について, 体育学研究, Vol. 9, No. 1, 21。
- (7) 栗本義彦 (1970): 新体育 (歩く, 走る), 新体育社, Vol. 40, No. 12。
- (8) L. E. Smith & J. D. Whitley (1963): Relation between muscular force of a limb, under different starting conditions and speed of movement, Research Quarterly 34, 489-496。
- (9) 東京オリンピックスポーツ科学研究報告 (1965): 財団法人日本体育協会。
- (10) 日本体育学会 (1970): 体育の科学 (体育指導におけるキネシオロジー), 体育の科学社, Vol. xx, No. 6, 351。
- (11) 名取礼二, 小川新吉, 本間茂雄, 笠井恵雄, 金原勇他 11 名 (1966): 運動の習熟機能に関する研究 (I), 東京教育大学体育学部スポーツ研究所報 1。

STUDY OF RUNNING MOTIONS

(From the view point of coaching sprint starts)

Shuzo Katao

It is well known that the starting motions are an important factor for good sprint results.

This study was conducted with coaching sprint starts in mind. Forty eight pupils and students participated in this study.

A high speed movie camera and electronic stop watch were used to analyze the starting motions.

A comparison between the well trained runners and untrained pupils and students was made and the following results were obtained.

In the sprint both hands should leave the ground and the foot furthest back in the starting block should be brought forward to start the running motion as soon as possible after the gun.

Anticipation is also important. On top of this coaching a good sprinter to use his or her forward foot as a fulcrum, extending it as far as possible gives a faster start.

The best way to strengthen the muscles in the lower extremities is to repeat start motions and following five meter run over and over again.