

100m走における加速時のパワー発揮の分析 — 加速時に段階的なパワー発揮はあるのか? —

金高宏文¹⁾, 秋田真介²⁾, 松田三笠³⁾, 瓜田吉久⁴⁾

The analyzing of acceleration power courses during the 100m of sprint events

Hirofumi KINTAKA, Shinshuke AKITA, Mikasa MATSUDA, Yoshihisa URITA

Abstract

In this study, acceleration power courses during the 100m of sprint events in competition were examined with the use of the laser velocity-measuring device (LAVEG). Analyzed data were each the three best trials in measured data of six senior sprinters having the best record from 10.25 to 10.80 second. In each sprinter, because acceleration power courses under about 8m/sec were seen more than two peaks, it suggested that acceleration power courses consist of several components phased on increasing velocity. But, the point of distance phased in the next component were not consistent among sprinters. Maximum acceleration power was showed highly relationship between the 100m sprint time ($r=-0.850$, $p<0.0001$) and the maximum velocity ($r=0.813$, $p<0.0001$). It suggested that maximum acceleration power where developed from first to third step of the start were important to the 100m performance.

KEY WORDS: *the 100m, acceleration power courses, component, analysis*

I. はじめに

100mの記録は、疾走中に発揮される最大疾走速度に大きく影響される。従って、100m走のトレーニングについて考える場合、最大疾走速度に影響する疾走速度の変化を知ることは極めて有益なことであろう。特に、スタートから60m付近までの疾走速度の変化、つまり加速の特性、例えば加速時のパワー発揮がどのように行われ、最大疾

走速度を達成しているかを知ることは、トレーニングの課題や方法を考える上で有益な情報となる。加速時のパワー発揮の仕方は、宮丸⁶⁾や村木⁷⁾によれば、経験的に「自動車の発進と同じことであり、最初は大きな力が出るローギアのパワーを出し、加速につれてセカンドギアからサードへ、そしてトップギアへとギアの切り換えをして、すばやくトップスピードへ達する・・・」と比喩し、加速時のパワー発揮が幾つかの段階を

¹⁾ 鹿屋体育大学スポーツトレーニング教育研究センター

²⁾ 鹿屋体育大学大学院

³⁾ 筑波大学大学院

⁴⁾ 鹿屋体育大学体育学部

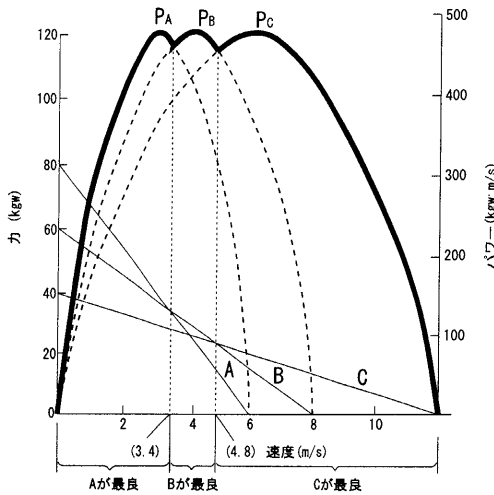
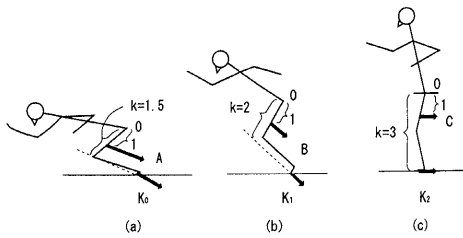


図1. 走行姿勢の変化に伴う「速度×キック力※」特性の変化 (小林(1999)を一部修正)
 ※下段の図中のA, B, Cは上段の図の(a), (b), (c)での走行姿勢の筋出力(≒キック力)特性を示しており, P_A, P_B, P_C は各筋出力特性で発揮されるパワー(≒キックパワー)を示している。

有していることを指摘している。そして、これらのパワー発揮の要素の効率的なシフトがより高い疾走速度へと導くとしている。また、小林⁵⁾によれば、加速時のパワー発揮の変化は、図1の上図のように加速時の走行姿勢の変化によって生じる筋出力の特性(下図の直線A, B, C)の変化によるものと仮説的に説明している。そして、それぞれの筋出力特性から発揮されるパワーは、曲線 P_A, P_B, P_C のように示され、疾走速度の上昇ともなつて幾つかのピーク波形を示しながら段階的に移行することを示している。

しかし、これまでのところ上述のような短距離走における段階的な加速時のパワー発揮について実証的に明らかにした研究は見あたらない。生田²⁾や猪飼¹⁾の行った50m走や100m走中の疾

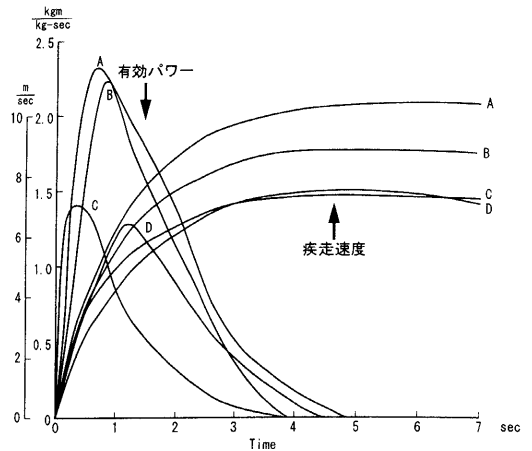


図2. 50m走中の疾走速度と体重当たりの有効パワー (生田ら, 1972)
 ※図中のA~Dは被験者を示している。各被験者の50m走のタイムは、A:5.9秒, B:6.9秒, C:7.9秒, D:8.3秒であった。

走速度を手がかりとした客観的な加速時のパワー分析からは、図2に示されるようなスタート後0.5~1.5秒の間に最大のパワーが発揮され、その後は急激に減少することが示されているだけで、セカンドギアやサードギアといったパワー発揮の要素の変化を小林が示したような波形データの重なりとして見いだせていない。生田らや猪飼らの研究では、加速時の最大パワーや最大加速度の分析に多くの関心が寄せられていたことや加速時のパワーの算出が1歩毎のストライドとピッチより算出した疾走速度からの数値微分より行われていたことからセカンドギアやサードギアといったパワー発揮の特性について算出あるいは言及できなかったのかもしれない。

そこで、本研究では、50Hzで選手の経時的な疾走速度の測定が可能なレーザー速度測定器を用いて、シニア短距離選手の競技会での100m走中の疾走速度を測定し、加速時のパワー発揮について分析を行い、加速時の段階的なパワー発揮の有無について検討した。

II. 方法

競技会における100m走中の疾走速度の測定は、レーザー速度測定器(JENOPTIK社製:Laveg-Sport, 50Hz)を用いて、選手の後方より行った

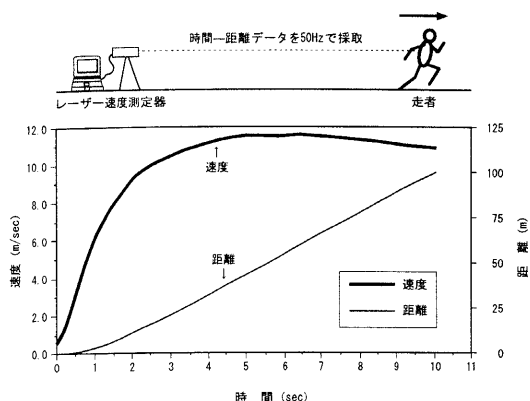


図3. レーザー速度測定器で計測される100m走中の時間-距離及び時間-速度の一次データ例

表1. 疾走速度の測定を行った競技会

測定期日	測定試合名	測定高度(m)
1999.10. 3	日本陸上競技選手権大会	2.40
1999.10.25	熊本国民体育大会	10.90
2000. 4.29	織田記念陸上競技大会	11.22
2000. 6.24	日本学生種目別陸上競技選手権大会	3.00
2000. 7. 8	鹿屋体育大学第2回短距離記録会	1.00
2000. 7.16	南部記念陸上競技大会	1.57
2000. 7.30	鹿屋体育大学第2回強化記録会	1.00
2000.10.24	九州学生陸上競技選手権大会	2.50

(図3参照). 疾走速度を測定した競技会は, 表1に示した.

分析対象とした選手は, 10.25~10.80秒のベスト記録を持つ男子のシニア短距離選手6名で, 採取できたデータのうち100m走のタイムの上位3

表2. 各選手の分析試技の特性

選手	分析数	選手の最高記録(秒)*1	測定時の100mの記録:*2			測定時の最大疾走速度:*2		
			最高記録(秒)	最低記録(秒)	記録幅(秒)	最高速度(m/s)	最低速度(m/s)	速度幅(m/s)
A	3	10.25	10.12	10.35	0.23	11.55	11.10	0.45
B	3	10.27	10.28	10.34	0.06	11.32	11.21	0.11
C	3	10.25	10.31	10.43	0.12	11.08	10.93	0.15
D	3	10.48	10.48	10.51	0.03	11.19	10.90	0.29
E	3	10.70	10.74	10.94	0.20	10.72	10.50	0.22
F	3	10.80	10.97	11.24	0.27	10.45	10.14	0.31

*1) 測定終了時の各選手の公認最高記録を示した

*2) 追い風参考記録も含む

試技について分析を行った(表2参照).

疾走速度及び加速度は, レーザー速度測定器より得られる一次データの時間-距離データを3点デジタルフィルターを用いて0.5Hzで平滑化し, 5点移動2次近似による数値微分法より求めた¹⁾. 加速時のパワーは, 渋川⁸⁾や生田ら²⁾と同様に以下の式より, 疾走中の空気抵抗を0とみなし, 体重で除したものを求めた.

$$P = FV - R$$

$$\approx FV \quad [F = mA = (W/g) \cdot A]$$

$$= W \cdot A \cdot V / g$$

$$p = A \cdot V / g$$

(P:パワー, F:力, V;疾走速度,
R:空気抵抗=0, W:体重, A:加速度,
p:体重当たりの加速のパワー, g:重力加速度=9.81m/sec²)

III. 結果及び考察

本研究では, 男子のシニア短距離選手の競技会での100m走中の疾走速度を測定し, 加速時のパワー発揮について分析を行い, 加速時の段階的なパワー発揮の有無について検討した.

図4は, 各選手毎の100m走中の時間-速度及び時間-パワーの変化を示したものである. 疾走速度は, 各選手ともスタート後約5~7秒で最大となり, ほぼ同様な変化パターンを示していた. 一方, パワーが0となる最大疾走速度獲得までの加速時のパワーは, 各選手ともスタート後0.5~1.24秒(第1歩目の接地時~第3歩目の接地時,

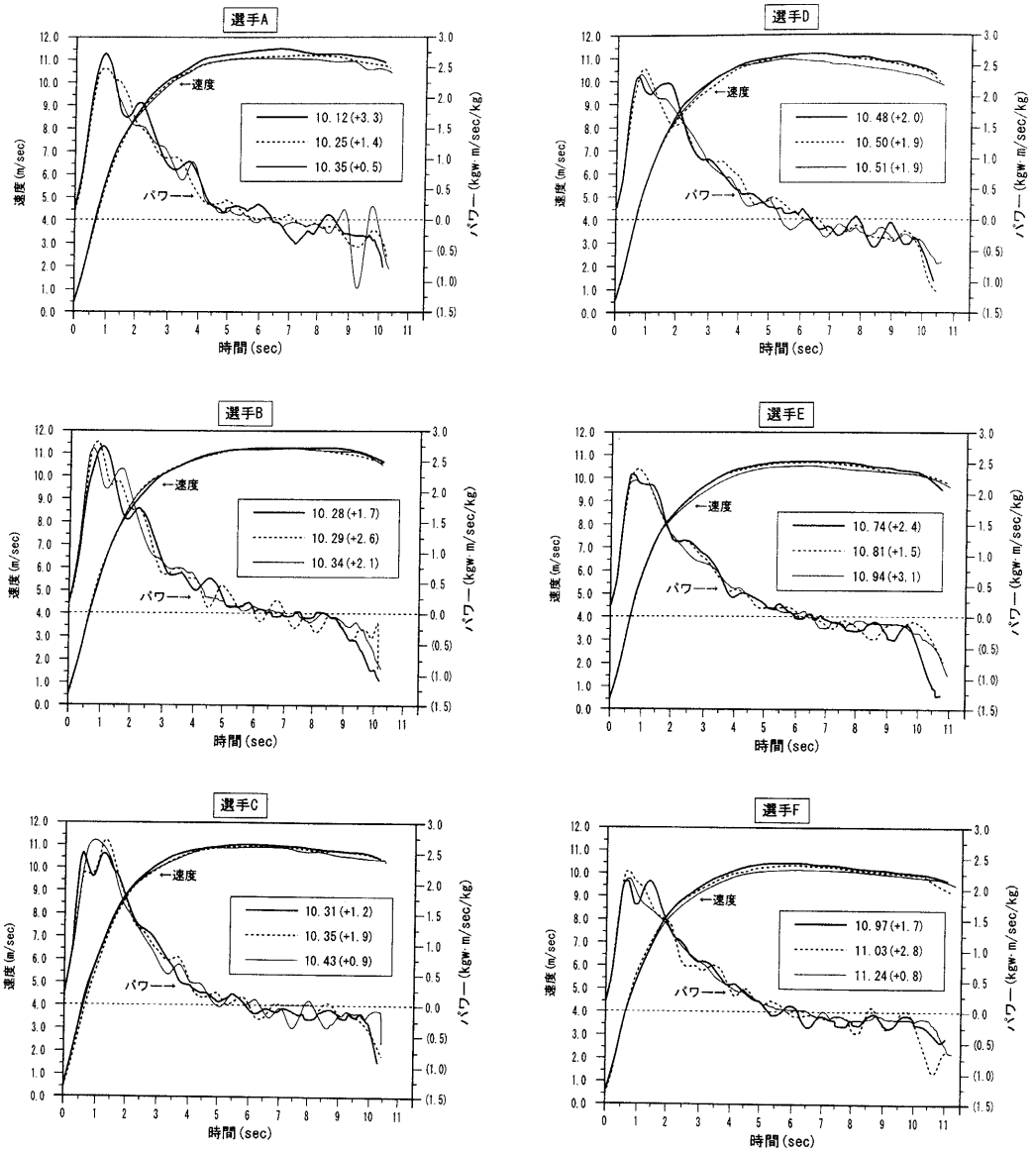


図4. 各選手における100m走中の疾走速度及びパワーの変化

スタート地点より1.05~4.79m)以内に最大値を示したが、それ以後の変化では単純に減少せず様々な様相を呈していた。選手A, Bは生田らが示した図2のような最大ピーク後、滑らかに減少せず、再度増加しながら減少するといった大きく波打つような変化の傾向を示した。一方、選手C, D, E, Fの選手では、スタート直後に発揮された最大ピークの直ぐ後にほぼ同じ程度の大きなピーク

波形が生じ、その後は選手A, Bのように大きく波打つことないが、段階的に減少していた。このことは、実際の100m走中の加速時のパワー発揮が、生田らが図2に示したような単一のピーク波形で示されるものではなく、時間的な位相のズレがあるものの複数のピーク波形で示されることを示している。そして、この複数のピーク波形の存在は、複数の要素による加速時のパワー発揮の存

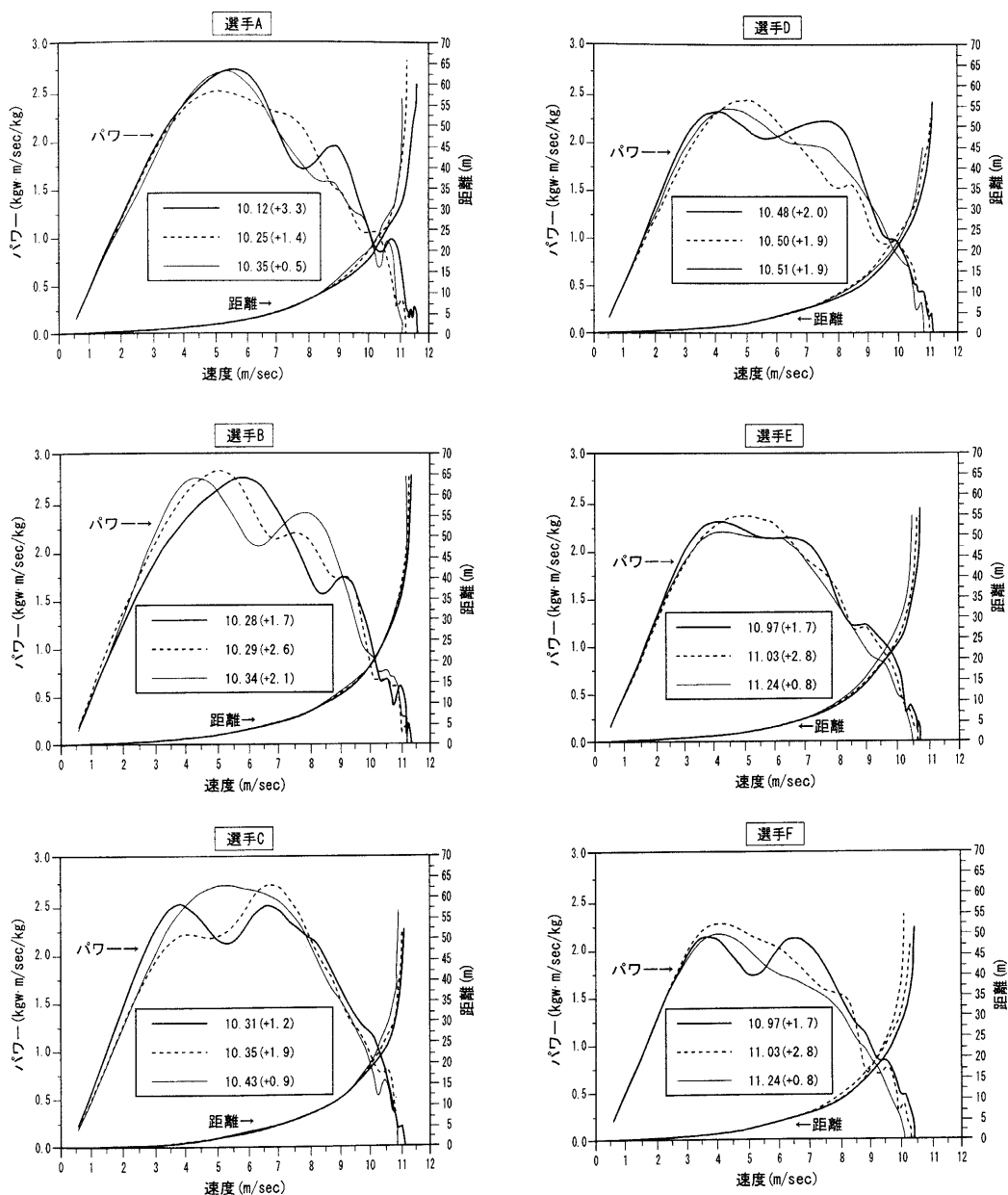


図5. 各選手における最大疾走速度到達までの速度-パワー及び速度-距離の変化

在, つまり段階的に加速時のパワー発揮が行われていることを推察させるものであろう。

さらに, 加速時の段階的なパワー発揮を詳細に検討するために, 小林⁵⁾がモデル的に示した図1のような速度-パワーの関係から検討してみた。

図5は, 各選手毎の100m走中の最大疾走速度発揮までの速度-パワー及び速度-距離の変化を示したものである。各選手に約8m/sec以下の速度域で2つ以上のピークを示す波形が見られた。このことは, 小林⁵⁾が図1で示したようにパワー

を發揮する要素（走行姿勢の違いによる筋出力特性等）が異なることで生じるものであり、速度上昇にともなって段階的にパワー發揮が移行していることを示唆するものであろう。また、各選手で2つ以上のピークが生じている試技とそうでない試技が見られるのは、段階的なパワー發揮の要素がうまく重なり合うことで生じていると考えることが出来よう。パワー發揮の特性が変更されると考えられるパワー曲線のピークとピークの谷間である地点（距離）は、スタート後20m付近までで選手内及び選手間でかなり変動しており、一定のパターンを見いだせなかった。

なお、加速時の最大パワーと100m走の記録及び最大疾走速度との相関関係は、それぞれ $r = -0.850$ ($p < 0.0001$, $n = 18$), $r = 0.813$ ($p < 0.0001$, $n = 18$) で、スタート後1～3歩での大きな加速のパワー發揮が100m走の記録や最大疾走速度の獲得に極めて重要であることが生田ら²⁾と同様に再確認できた(図6参照)。しかし、最大パワーが發揮された以降の段階的なパワー發揮(波型に

ピークが出現することやその値)と100m走の記録や最大疾走速度との間にある一定の傾向を見出すことはできなかった。

IV. まとめ

本研究では、50Hzで選手の経時的な疾走速度の測定が可能なレーザー速度測定器を用いて、男子のシニア短距離選手6名について競技会での100m走中の疾走速度を測定し、加速時のパワー發揮について各3試技ずつ分析を行い、加速時の段階的なパワー發揮の有無について検討した。

その結果、加速時のパワーは、約8 m/sec以下の速度域で2つ以上のピークを示す波形が見られ、速度上昇にともなって段階的なパワー發揮がなされていることが考えられた。しかし、パワー發揮が変更される地点(距離)は、スタート後20m付近までで選手内及び選手間でかなり変動しており、一定のパターンを見いだせなかった。

また、加速時の最大パワーと100m走の記録及び最大疾走速度との相関関係は、極めて高く、スタート後1～3歩での大きな加速のパワー發揮が100m走の記録や最大疾走速度の獲得に極めて重要であることが再確認された。

文献

- 1) 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, 7(3), pp.59-70, 1963.
- 2) 生田香明, 渡部和彦, 大築立志: 50m疾走におけるパワーの研究, 体育学研究, 42(3), pp.61-67, 1972.
- 3) 金子公宥: パワーアップの科学, 第1版, 朝倉書店, 1988, pp.112-116.
- 4) 金高宏文: レーザ式速度測定器を用いた疾走速度測定におけるデータ処理の検討, 鹿屋体育大学学術研究紀要 22, pp.99-108, 1999.
- 5) 小林一敏: スポーツの達人になる方法, 第1版, オーム社, 1999, pp.72-78.
- 6) 宮丸凱史: 金原勇編著, 陸上競技のコーチング(I), 第7版, 大修館, 1983, pp.200-201.
- 7) 村木征人: 大石三四郎・浅田隆夫編, 現代スポーツ実践講座2・陸上競技(フィールド), ぎょうせい, 1982, pp.225-228.
- 8) 洪川侃二, 運動力学, 第10版, 大修館, 1969, pp.263-269.

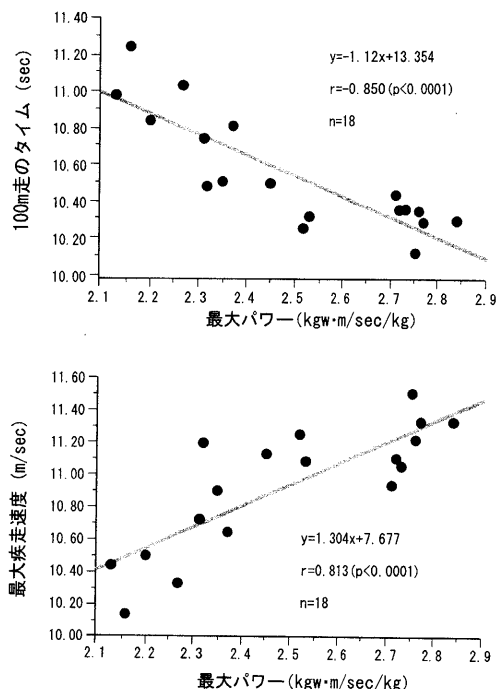


図6. 加速時の最大パワーと100m走のタイム及び最大疾走速度の関係