

大学生の短距離走授業での 速度曲線測定に対する分析結果について

伊 藤 宏

On the Analysis and Text Results of Speed Curve Lines
by the Students in Sprint Classes
in University Physical Education Lessons

Hiroshi ITO

2016 年 11 月 18 日受理

抄 録

The purpose of this study was to objectively catch the speed curve lines which occurs in the 50m sprint class, and to mining statistically about their comments so as to be accurately recognized. Participants were 35 students (19 boys and 16 girls). In order to look at the performance of this study, 50m sprint times, sprint speed, maximal speed, acceleration and comments about the speed curve were analyzed. In such analysis, Participants were separated in 50m sprint time by three groups(high, middle and lower group). The main findings are summarized as follows:

1. As for the 50m sprint times, maximal speed, there were significant differences between the three groups. The high group was more higher than the middle and lower group but there were no significant differences between the three groups as for the step frequency and step length from the start to the goal.
2. The words that were extracted by the text mining method for the comments for the speed curve were “speed down” and “cannot get on speed”.
3. According to the words network analysis the words that were extracted in conjunction with “speed”were “think”, “speed”, “acceleration”, “down”, “10m section”, “20m section”. From these results, It was proved to say that the student could not run to speed the first half of the sprint from 10m to 20m section.

Key word: 50m sprint, maximal speed, the text mining method for the comments

1. 緒言

小学校から高校までの短距離走指導では、児童・生徒を対象に、体育授業の指導で、いかに速く走れるか、競争して友達に勝てるかを効率的に教えることに第一義が置かれてきたと思われる。それは、中学校学習指導要領解説保健体育編（文部科学省 2008）の陸上競技の指導では、「記録に挑戦したり、相手と競争したりする楽しさや喜びを味わうために、短距離走の技能として、滑らかな動きで速く走ること、自己の最大スピードを高めたり、スピードを生かしたバトンパスでリレーをしたりして、個人やチームのタイムを短縮したり、競走したりできるようにする」と提示されているからである。

しかし、本大学での専門科目としての陸上競技の実技科目は、上記で述べた学習内容を踏まえながら、小・中・高校の授業とは性格を異にしており、将来教師になるために児童・生徒に短距離走を教えるという立場に立ち、教師として短距離走の学習内容を指導する立場から、指導内容及び指導方法を学ぶという立場になる。

このような捉え方から、今回の研究では、上記の指導要領解説で述べられている「自己の最大のスピードを高める」という内容に着目し、自分の走りの中で、どの区間でどの程度の最高速度を示しているのかを、疾走中の速度曲線を求めることによって各自が速度変化をどのように捉えているかという観点で分析・考察を試みた。

2. 方法

1. 対象および期日

本研究における対象は、私立 TKH 大学教育学部生涯スポーツ専攻 2 年生 35 名（男子 19 名と女子 16 名）で、測定は専門科目陸上競技の第 3 回から 4 回目の授業で行った。授業は 2014 年（平成 24 年）4 月 24 日と 31 日にかけて行った。

2. 測定項目

測定項目は、疾走中の速度、歩数（ピッチ；1 秒間での歩数）、歩幅（ストライド；1 歩の長さ）、疾走タイム、最高速度、加速度そして速度曲線に対する学生のコメントであった。測定場所は TKH 大学グラウンドで、走路は全天候型であった。

3. 疾走速度とピッチ、ストライドの測定方法

学生の 50m 走はビデオカメラで撮影し、学生一人ずつ走り、図 1 のように行った。スタートから 50m 地点の側方 35m 離れた地点からビデオカメラ（パナソニック社製；HDS-SD9, 撮影条件；毎秒 60 フィールド，露出時間 1/1000 秒）を用いてスタート合図をカメラに映し込み、各走者のスタートからゴールまでの各通過地点（5・10・20・30・40・50m）をパンニング撮影した（加賀谷，1992；伊藤，2007；伊藤，2013a；伊藤，2013b）。

各通過点の通過時間（通過とは画像で走者の胸部前面が各地点の左右のカラーコーンを通過した時点を指す）を読み取るため、ビデオカメラと走路の真中の各通過地点とを結ぶ仮想線分の延長線上に高さ 80 cm のカラーコーンを走路両脇に設置した。測定の方法を図 1 に示した。撮影したビデオ画像をコンピューターに取り込み、画像分

析ソフト Silicon coach Pro7（フォーアシスト社）で各走者の各通過地点時間と各区間における左足から右足へ、または右足から左足へとどちらかの一步の所用時間を読み取り、各区間距離をその区間の所要時間で除して各区間の平均速度を求めた。各区間の歩数（ピッチ）は一步の所要時間の逆数で求めた。さらに、各区間の歩幅（ストライド）はその各区間の平均速度を歩数（ピッチ）で除して求めた。最高速度は、スタートからゴールまでの各区間で最も速い速度を採用した（渋谷，1969；阿江・藤井 2007）。

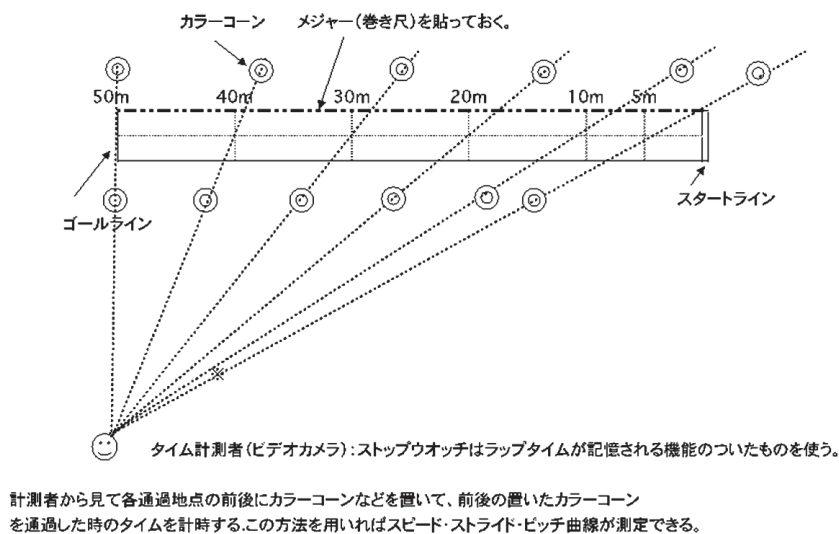


図1 ビデオカメラによる各地点の通過タイム(ストライド・ピッチ)の測定法

走路が全天候型の走路でなく土の走路で、Silicon coach Pro7（フォーアシスト社）のソフトを所有していない場合は（特に、小・中・高校の授業では走路が土の場合が多いと思われる）、図1のビデオカメラの位置にビデオカメラではなく、ライップタイムの計測機能付きのストップウォッチで、各通過地点を計測し、さらに各区間に児童・生徒を配置し、各区間の一步または二歩の歩幅をメジャーで測り（二歩の場合はその平均値）、それらを各区間の一步の長さをストライドとし、その区間の平均速度をそのストライドで徐することによって、その区間の平均ピッチ数を求めることができる。この一連の速度、ストライド、ピッチ数の求め方を図2に表した。

3. 結果と考察

1. 50m 走タイム、最高速度、加速度について

表1に、50m 疾走中の50m 走タイム、最高速度そして加速度の各群別の平均値と標準偏差値を示した。各測定項目については、50m 走タイムの平均値と標準偏差が

大学生の短距離走授業での速度曲線測定に対する分析結果について

学年		氏名									
疾走速度、歩幅、歩数の求め方											
名前	5m	10m	20m	30m	40m	50m					
通過タイムを記入(ストップウォッチで計測)							↳ ストップウォッチで測った通過時間を記入する ↳ 計算式				
各区間の所用時間(各通過タイムの差)	5m	t10=(10m-5m)	t20=(20m-10m)	t30=(30m-20m)	t40=(40m-30m)	t50=(50m-40m)	↳ 10m区間の所要時間の求め方は10mの通過時間から5mの通過時間を引く				
速度(区間距離を区間時間で除す)m/sec	s5=5/t5	s10=5/t10	s20=10/t20	s30=10/t30	s40=10/t40	s50=10/t50	↳ 速度は、区間距離をその所要時間で割って求められる				
歩幅の測定(各区間の中間地点)	かかと つま先	かかと つま先	かかと つま先	かかと つま先	かかと つま先	かかと つま先	↳ 巻き尺で測ったかかとつま先の長さを記入する ↳ 一步の長さ				
歩幅: 1歩の長さ(つま先からかかとを引く)m											
歩数頻度(速度を歩幅で除す)f/sec	f5=s5/歩幅5	f10=s10/歩幅10	f20=s20/歩幅20	f30=s30/歩幅30	f40=s40/歩幅40	f50=s50/歩幅50	↳ 計算式 速度=ピッチ×ストライドの公式から ピッチ=速度÷ストライドでピッチを求める。				
ヒント: 100m10秒0の場合、毎秒10.0m/sec、毎分600m/min、時速36km/h 自分のスピードとストライド・ピッチ曲線について観察分析結果を書いて下さい。 最高速度は、どれくらいですか。 最高速度はどの区間で出ていますか。											
下記のグラフにスピードとストライドとピッチ曲線を書いて下さい。 スピードは●、歩幅は○、歩数は□で書く。											
●速度(m/秒) ○歩数(回/秒) □歩幅(m)											
11											
10											
9											
8											
7											
6											
5											
4											
3											
2											
1											
0											
	5m	10m	20m	30m	40m	50m					

図2 疾走速度、歩幅、歩数、速度曲線に対する分析・コメント

ら上・中・下位群の三群に分け、三群間の分散分析(参加者間計画)を統計ソフトJs-STAR(中野・田中 2012a)で行い、主効果に有意差が認められた場合には、多重比較を行い、HSD法(Turkey-Kramer法)を適用し比較を行った(田中 1996; 中野・田中 2012b)。

その結果、50m走能力には、三群間で有意差が認められた($F(2,16)=26.26, p<.01$)。HSD法を用いた多重比較によると、上位群と中位群、中位群と下位群、上位群と下位群間に有意な差が見られた($Mse=0.0182, p<.01$)。最高速度についても、三群間で有意差が認められた($F(2,16)=5.75, p<.05$)。HSD法を用いた多重比較によると、上位群と中位群、上位群と下位群間に有意な差が見られ、中位群と下位群間に有意な差が見られなかった($Mse=0.0182, p<.05$)。この最高速度については、その出現区間を表1と図3から見てみると、上位群が30m区間で、中・下位群は40m区間で出現していたことが判明した。加速度について小林(1967)によれば、速度が時々刻々変化する運動では、速度の変わり方が速いかを表す必要がある。単位時間あたりの速度の変化量(m/sec^2)を加速度(acceleration)という。

表 1 50 m疾走中の 50 m走タイムと最高速度の比較

50 m走タイム				最高速度 (m / 秒)				加速度 (m /sec ²)			
	平均値	標準偏差	F 値	出現区間	平均値	標準偏差	F 値	出現区間	平均値	標準偏差	F 値
上位群 n=6	6.67	0.16		30m	8.65	0.24		5m	3.74	0.33	
中位群 n=7	6.95	0.03	26.26**	40m	8.20	0.22	5.75*	5m	3.72	0.51	0.95ns
下位群 n=6	7.23	0.18		40m	8.09	0.43		5m	3.18	1.15	

ns:no signihicant difference*;p<0.05 **;p<0.01

この定義に従って、各区間の加速度を求め、最高値がスタート直後の 5 m 区間で出現し出現し、三群間を比較したが有意差は見られなかった。

2. 速度曲線, 歩数曲線, 歩幅曲線, 加速度曲線について

図 3, 図 4, 図 5, 図 6 に速度曲線, 歩数曲線, 歩幅曲線, 加速度曲線を示した。これらの結果を踏まえて被験者である学生の 50m 走の走り方の考察を試みた。速度曲線から三群を相互に比較してみると上位群が 30m 区間以降ゴールまで中位・下位群より有意に高い水準でゴールまで走り通していたことが判明した。中位・下位群はスタートからゴールまで同程度の水準で走っていた。その走り方を歩数頻度と歩幅とを関連させて考察すると、どちらかの変数要因に影響力があるのではなく、それぞれの特性を示していることが判明した。それは、歩数頻度は 5 m 区間からゴールまで三群とも毎秒 4.0 回から毎秒 4.5 回の範囲で推移しており、歩幅は 5 m 区間から 1 m 前後の歩幅から徐々に伸長しゴール付近では 1.8m から 1.9m を示していた。速度の加速度の変容から、スタートから 10m 区間までは、毎秒毎秒 3.5m を示し、30m 区間以降はほぼ速度の増加を示さない走り方であった。これらの事から、学生の走り方は、スタート直後は、毎秒毎秒 3.5m で走り出し、毎秒 4.0 回の歩数頻度で走り続け、歩幅を 1 m 前後から徐々に伸長し徐々に伸張させて走っていたことが判明した。

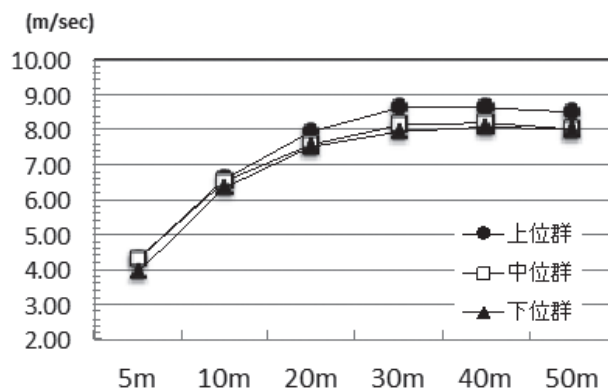


図 3 速度曲線

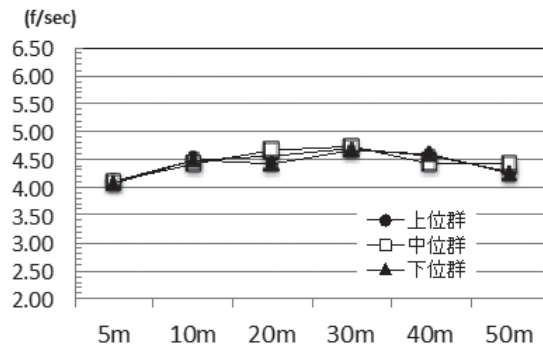


図4 歩数（ピッチ）曲線

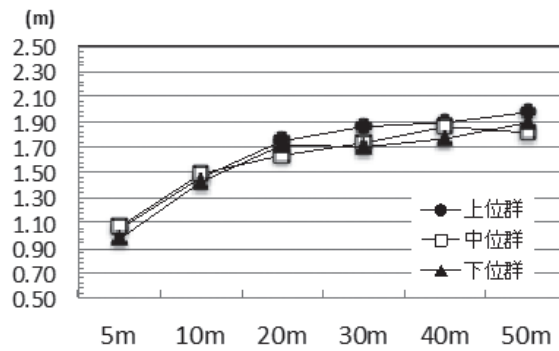


図5 歩幅（ストライド）曲線

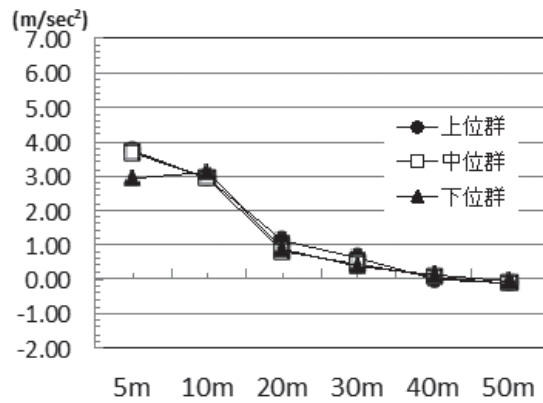


図6 加速度曲線

3. 速度曲線に対するコメントのテキストマイニングについて

各自の速度曲線について、学生自ら分析し、この結果について短めのコメント（自由記述文）を記述してもらった。これらのコメントに対してテキストマイニングソフト（数理システム社製）を用い、彼らが自身の走り方にどのように分析し考察を行なったのかを求めた。

テキストマイニング（text mining）とは、文字列を対象としたデータマイニングのことである。通常の文章からなるデータを単語や文節で区切り、それらの出現の頻度や共起出現の相関、出現傾向、時系列などを解析することで有用な情報を取り出す、テキストデータの分析方法である（小木, 2008; 小木, 2011）。

1）速度曲線に対する言葉の係り受け頻度分析について

図7に50m 速度曲線に対する学生のコメント（自由記述文；思い・感想）の共起分析結果を示した。この分析はただ単にコメントに表出した言葉・単語の頻度を示したのではなく、単語間の肯定的または否定的な関係を合わせて、その頻度を示し、この分析から学生の速度曲線に対する分析・考察傾向が見えてきた。

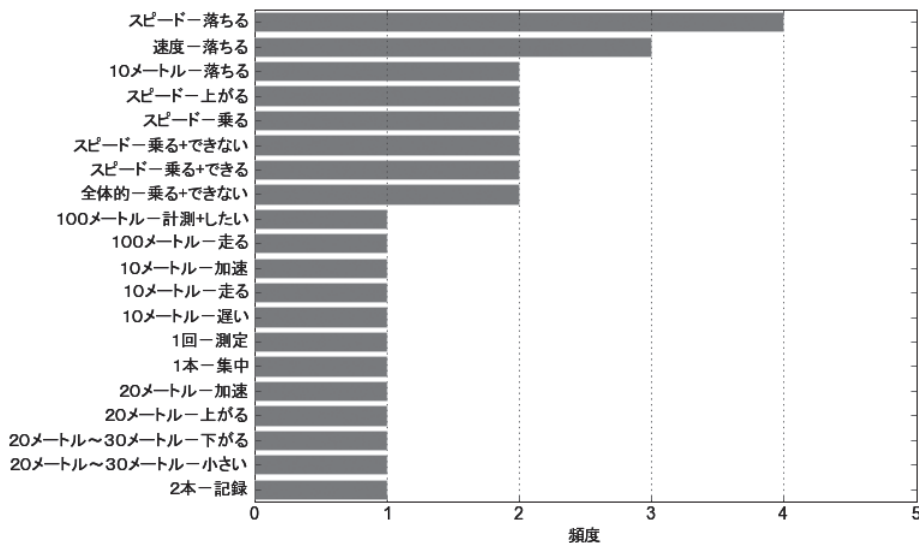


図7 速度曲線に対する学生の言葉の係り受け頻度

係り受け頻度上位20位の上位に挙げられたのは、「スピードが落ちる」、「速度が落ちる」でどちらも疾走速度が低下することを言い表しており、計7回の頻度であった。さらに、上位3位「10m 区間で速度が落ちる」の2回、6位の「スピードに乗ることができない」の2回、8位の「全体的にスピードに乗ることが出来ない」の2回、これらは計6回の頻度で挙げられていた。このように上位8項目のうち5項目が「ス

ピードに乗って走れない」(総合計 13 回)と言いついていた。残り 3 項目は、4 位の「スピードが上がる」(2 回)、5 位の「スピードに乗る」(2 回)、7 位の「スピードに乗ることができる」(2 回)で合計 6 回の頻度であった。

学生の自由記述文と 50m 走タイムと照らし合わせた結果からも、上位群にも「速度に乗れなかった」と述べた学生が数名おり、今回の分析からは、上位群に所属しているから「スピード(速度)に乗れた」とは言えず、走力に関係なく「スピード(速度)に乗れなかった」とコメントしていたことが判明した。

2) 速度曲線に対する言葉ネットワーク分析について

言葉ネットワーク分析は学生のコメントの中に特徴的な単語が使用されており、その特徴的な単語、今回の分析では「スピード」を特徴的な単語として捉え、この単語との関連性の強い単語を抽出し、「スピード」と関連性の強い単語と属性を結びつけて分析し、その結果を図 8 に示した。

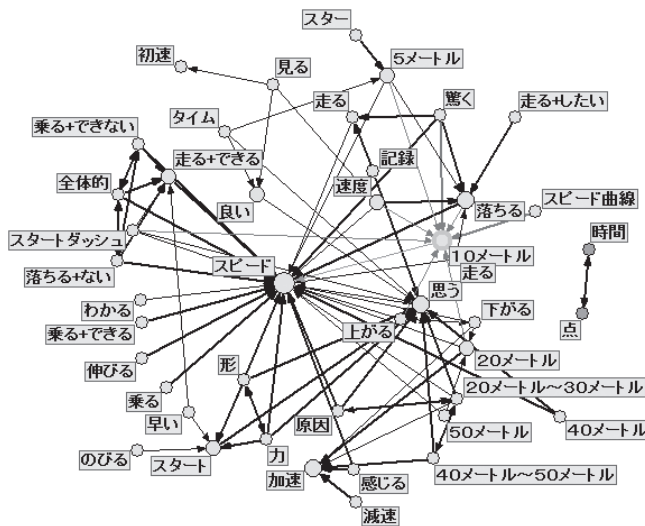


図 8 速度曲線に対する言葉ネットワーク

「スピード」を中心に置くと、それに対する関連性の強い単語には、図中の右側上方にある「落ちる」、そのすぐ下にある「10メートル」、その下方右側にある「思う」、その下方にある「20メートル」、下方左側にある「加速」、その左側下方にある「スタート」、左側上方にある「全体的」の 7 つの単語が挙げられる。

これらの関連性の高い単語は「スピード」の強い関連性を示しながらそれぞれの単語にいくつかの関連性の高い単語と強い関連性を示している。それらの中で代表的で

関連性の高い単語は「思う」である。さらに、この単語に対して関連性の高い単語は、「20メートル」、「20メートル～30メートル」、「40メートル～50メートル」、「原因」、「スタート」、「形」、「良い」、「記録」などの単語が挙げられた。これらのネットワーク分析から「スピード」に対して学生の「思い」は、「良い」「記録」を出すために、その「原因」を考えると「スタート」から「20メートル」へ、そして「20メートル～30メートル」、そして「40メートル～50メートル」まで「形；フォーム」に気をつけて走らなければならないと考察していたことが判明した。

以上の事から、学生のコメントをテキストマイニングしてみると、これまでの短距離走の授業では、同僚と競争したりして勝敗に一喜一憂したり、タイム計測で記録の短縮に意識を注いでいた傾向が見られたが、今回の速度変化を求め、スタートからゴールまで速度がどのように変化し、最高速度がどの区間でどのような水準に達していたのかを自分自身で計測し、考察を試みた。その結果、短距離走の走り方やそのためにはどのような教材やどのように速度を出していけば良いかなどの、これまでに考えたことがなかった新しい課題を見いだしたものと思われる。

4. 結論

本研究の目的は、中学校指導要領体育編解説で述べられている短距離走の指導目標である「自己の最大のスピードを高める」という観点に着目し、学生の50m走の中で、どの区間でどの程度の最高速度を示しているのかを、速度曲線を求めることによって、客観的な資料を求め、さらに各自が速度変化をどのように捉えているのかについてコメントを求め、それらをテキストマイニングすることで、学生がどのような観点で分析・考察をしているか分析した。

その結果、次のような諸点が明らかになった。

1. 50m疾走中の50m走タイム、最高速度そして加速度を50m走タイム速さで上・中・下位群の三群に分けてそれぞれの平均値と標準偏差値を求めた。上位群の最高速度は30m区間で毎秒8.65mを示し、中位群と下位群は40m区間でそれぞれ毎秒8.20m、毎秒8.09mを示し、上位群が中・下位群よりも1%水準で有意な違いを示した。
2. 学生の50m短距離走の走り方は、以下の通りであった。歩数頻度は5m区間からゴールまで三群とも毎秒4.0回から毎秒4.5回の範囲で推移しており、歩幅は5m区間から1m前後の歩幅から徐々に伸長しゴール付近では1.8mから1.9mを示していた。速度の加速度の変容から、スタートから10m区間までは、毎秒毎秒3.5mを示し、30m区間以降はほぼ速度の増加を示さない走り方であった。これらの事から、学生の走り方は、スタート直後は、毎秒毎秒3.5mで走り出し、毎秒4.0回の歩数頻度で走り続け、歩幅を1m前後から徐々に伸展し徐々に伸張させて走っていることが判明した。
3. 速度曲線に対する学生のコメントのテキストマイニング分析から、速度曲線に対する言葉の係り受け頻度分析結果から、上位群は中・下位群よりも有意に高い速度水準を示していたが、上位群に所属していたから「スピード（速度）に乗れた」といえ

ず、走力に関係なく、「スピード（速度）に乗れなかった」とコメントしていたことが判明した。また、速度曲線に対する言葉ネットワーク分析から、「スピード」を特徴的な単語として捉え、「スピード」を中心に置くと、それに対する関連性の強い単語には、「思う」、「落ちる」、「10メートル」、「20メートル」、「加速」、「スタート」、「全体的」の7つの単語が挙げられた。さらに学生のコメントから、次のような解釈が可能になった。それは、「スピード」に対して学生の「思い」は、「良い」「記録」を出すために、その「原因」を考えると「スタート」から「20メートル」へ、そして「20メートル～30メートル」へ、さらに「40メートル～50メートル」まで「形；フォーム」に気をつけて走らなければならないと考察していた。

今後は授業の終わりにもう一度速度曲線を求め、最初のコメントとから、どのような変化が見られたのかを分析し、学ぶ側の意識の変容を明確にすることが求められる。

参考文献

- 阿江通良・藤井範久(2007) スポーツバイオメカニクス 20 講. 朝倉書店: 東京, pp.165-172.
- 伊藤宏 (2007) 小学高学年の望ましい短距離疾走距離についての研究. スプリント研究, 17: 32-40.
- 伊藤宏 (2013) 異なる短距離疾走距離に対する小学校 5 年児童の意識構造. 日本教科教育学会誌, 35-4: 11-20.
- 伊藤宏 (2013) 陸上教室に通う小学校 5 年生の短距離走の成果について. スプリント研究, 22: 87-99.
- 加賀谷瀬彦 (1992) 体育授業の科学. J.J.SPORTS SCI, 11-2: 91-97.
- 小林一敏 (1967) 4 章身体運動の科学 2 運動の法則 1 速度と速さ. 宮畑虎彦ほか著, スポーツ科学講座 8 スポーツとキネシオロジー. 大修館書店: 東京, pp.161-168.
- 文部科学省 (2008) 中学校学習指導要領解説 保健体育編. 東山書房: 京都, pp.58-68.
- 中野博幸・田中敏 (2012a) Js-STAR で統計データ分析. 技術評論社: 東京, pp.144-166.
- 中野博幸・田中敏 (2012b) 1 要因参加者間の分散分析. 技術評論社: 東京, pp.144-151.
- 小木しのぶ (2008) テキストマイニングの実践. 上田太一郎監修, 事例で学ぶテキストマイニング, 共立出版株式会社: 東京, pp.57-69.
- 小木しのぶ (2011) 特許テキストデータを利用した Text Mining Studio チュートリアル特許情報のテキストマイニング. 豊田裕貴・菰田文男編, ミネルヴァ書房: 東京, pp.201-232.
- 渋川侃二 (1969) I 章運動学 2. 速度・加速度. 運動力学. 大修館書店: 東京, pp.2-23.
- 田中敏 (1996) 1 要因分散分析. 実践心理データ解析. 新曜社: 東京, pp.117 - 138.