

資料

早稲田大学競走部短距離ブロックにおけるトレーニング事例：
科学的データの活用による“考える学生アスリート”の育成を目指して

欠畑岳¹⁾，田村優²⁾，礪繁雄¹⁾

¹⁾ 早稲田大学スポーツ科学学術院

²⁾ 早稲田大学本庄高等学院

キーワード：陸上競技，短距離走，パフォーマンス評価，フィードバック，トレーニング事例

【抄録】

陸上競技の短距離走は、タイムという指標により勝敗が決定される測定スポーツである。そのため、トレーニングを進める上で、タイムを正確に測定し評価する必要があるといえる。そこで、本稿では、早稲田大学競走部短距離ブロックが取り組んでいるパフォーマンス評価方法について、フィードバック資料やトレーニング動画を併せて研究資料という形で提示することを目的とした。本文では、短距離走において重要である最高走速度について、光電管およびハイスピードカメラを用いた評価方法について解説した。併せて、区間タイムより導き出される走速度と100m走の換算表を示した。また、走速度の規定因子であるピッチやストライドの捉え方についても実際の資料や動画と共に示した。また、コロナ禍におけるオンライン勉強会によるデータフィードバックの実践例や、2020年および2021年シーズンにかけて大きな成果を上げることができた、男子4×100mリレーチーム(2020年、2021年日本インカレ男子4×100mリレー2連覇)の取り組みについてもその事例を報告した。

陸上競技はタイムという絶対的指標があり、トレーニングではそのタイムを正確に測定し評価する必要があるだろう。科学的背景から自身のパフォーマンスを理解することで、具体的なレース戦略やトレーニングプランの立案に繋げることが可能となる。本稿の事例報告が、アスリートの競技力向上に寄与する第一歩となれば幸いである。

スポーツ科学研究, 19, 33-41, 2022年, 受付日:2022年3月31日, 受理日:2022年7月15日

連絡先: 欠畑 岳 359-1192 所沢市三ヶ島 2-579-15 早稲田大学スポーツ科学学術院

gakuwaseda@gmail.com

I. はじめに

陸上競技の短距離走は、タイムという指標により勝敗が決定される測定スポーツである。そのため、トレーニングを進める上で、タイムを正確に測定し評価する必要があるといえる。そこで、本稿では、早稲田大学競走部短距離ブロックが取り組んでいるパフォーマンス評価方法について、実際のフィードバック資料やトレーニング動画を併せて研究資料という形で提示することを目的とした。

第II章では、短距離走において重要である最高走速度について、光電管およびハイスピードカメラを用いた評価方法について解説した。併せて、区間タイムより導き出される走速度と100m走の換算表を示した。また、走速度の規定因子であるピッチやストライドの捉え方についても実際の資料や動画と共に示した。

第III章では、コロナ禍におけるオンライン勉強会によるデータフィードバックの実践例を示した。

第IV章では, 2020年および2021年シーズンにかけて大きな成果を上げることができた, 男子4×100mリレーチーム(2020年, 2021年日本インカレ男子4×100mリレー2連覇)の取り組みについてその事例を報告した。

II. パフォーマンス評価～定期的なデータ測定の方法とその活用～

近年, ハイスピード撮影に対応したスマートフォンやタブレット端末が広く普及したことにより, トレーニング現場でもこれらのデバイスを駆使した即時的なフィードバックが可能となっている。アスリートが自身の映像を確認すると共に, コーチの助言をかみ砕きながら, 次の運動を修正する, というプロセスがトレーニングでは一般的である。コーチによる言語フィードバック, キューイングにより, アスリートのパフォーマンスが改善されることが先行研究でも指摘されている(Benz, Winkelmann, Porter, & Nimphius, 2016; Ille, Selin, Do, & Thon, 2013; Mallett & Hanrahan, 1997; Porter, Wu, Crossley, Knopp, & Campbell, 2015)。

現場におけるアスリートとコーチのやり取りは, 両者の主観的感覚に基づく対話が重要である一方で(Benz et al., 2016), 客観的指標と照らし合わせることで, アスリートとコーチの主観と客観はどの程度のずれがあるかを認識することが可能となり, 正確なパフォーマンス評価に繋がる。いうまでもなく, 陸上競技はタイムを競う種目特性である

ことから, トレーニング場面でのタイム計測が重要である。選手へのフィードバックは早く, 正確に行うことが望ましいため, 競走部では, 光電管システム(Brower Timing System)を用いたタイム計測(1/1000s単位)でパフォーマンス評価をしている。特に, 100m走や200m走の場合, レース中の最高走速度とタイムには強い相関関係があることが知られている(松尾, 広川, & 柳谷, 2008)。そのため, トレーニングでは, この最高走速度を正確に評価するために, 任意の距離に要したタイムを光電管で測定している。具体的な評価方法として, 競走部が取り入れているタイムおよび走速度と100m走の換算表を報告する(表1)。この表は, 先行研究のデータに基づいており(松尾 et al., 2008), 任意の10mあるいは11m区間タイムから, 100m走のタイムを予想でき, 現場で簡便に選手のパフォーマンスを評価することが可能である。男子100m走の場合, 日本インカレ参加標準記録が10.55sであることから, 走速度11m/s(10mタイム:0.91s, 11mタイム:1.00s)を超えることをトレーニング中のひとつの目標と定めている。一方, 女子の日本インカレ参加標準記録は12.15sであるため, 同様に10mタイム:1.07s, 11mタイム:1.18sが目標ということになる。このように, 目標とする100m走のタイムから, 基準となるタイムおよび走速度が決まるため, 明確な目標タイムを意識しながらトレーニングに臨むことができる。

表 1. 区間タイムの走速度および 100m 走の換算表



距離別のタイム→走速度の変換と100m予想タイム



距離(m)	タイム(秒)	走速度(m/s)	100mタイム(秒)
10	0.85	11.76	9.9
10	0.86	11.63	10
10	0.87	11.49	10.1
10	0.88	11.36	10.2
10	0.89	11.24	10.3
10	0.9	11.11	10.4
10	0.91	10.99	10.5
10	0.92	10.87	10.6
10	0.93	10.75	
10	0.94	10.64	10.7
10	0.95	10.53	10.8
10	0.96	10.42	10.9
10	0.97	10.31	11
10	0.98	10.20	
10	0.99	10.10	
10	1.00	10.00	11.2
10	1.01	9.90	11.5
10	1.02	9.80	11.6
10	1.03	9.71	11.7
10	1.04	9.62	11.8
10	1.05	9.52	11.9
10	1.06	9.43	12
10	1.07	9.35	12.1
10	1.08	9.26	12.2
10	1.09	9.17	12.3
10	1.10	9.09	12.4
10	1.11	9.01	
10	1.12	8.93	
10	1.13	8.85	
10	1.14	8.77	
10	1.15	8.70	
10	1.16	8.62	
10	1.17	8.55	
10	1.18	8.47	
10	1.19	8.40	
10	1.2	8.33	
10	1.21	8.26	

距離(m)	タイム(秒)	走速度(m/s)	100mタイム(秒)
11	0.85	12.94	
11	0.86	12.79	
11	0.87	12.64	
11	0.88	12.50	
11	0.89	12.36	9.5
11	0.9	12.22	9.6
11	0.91	12.09	9.7
11	0.92	11.96	9.8
11	0.93	11.83	9.9
11	0.94	11.70	10
11	0.95	11.58	
11	0.96	11.46	10.1
11	0.97	11.34	10.2
11	0.98	11.22	10.3
11	0.99	11.11	10.4
11	1.00	11.00	10.5
11	1.01	10.89	10.6
11	1.02	10.78	
11	1.03	10.68	10.7
11	1.04	10.58	10.8
11	1.05	10.48	
11	1.06	10.38	10.9
11	1.07	10.28	11.1
11	1.08	10.19	11.3
11	1.09	10.09	
11	1.10	10.00	11.4
11	1.11	9.91	11.5
11	1.12	9.82	11.6
11	1.13	9.73	11.7
11	1.14	9.65	11.8
11	1.15	9.57	11.9
11	1.16	9.48	12
11	1.17	9.40	
11	1.18	9.32	12.1
11	1.19	9.24	12.2
11	1.2	9.17	12.3
11	1.21	9.09	12.4

走速度(m/s)は、ストライド(m)とピッチ(Hz)で規定される(図 1)。ピッチは接地から次の接地までの時間(ランニングサイクル)に要した時間なので、接地と離地の瞬間を判別することで計算できる。そのため、ハイスピードカメラで走動作を撮影しておくことで、前述のタイムおよび走速度だけでなく、その規定因子となるピッチおよびストライドについて定量し選手のパフォーマンスを評価することが可能となる。先行研究においてピッチとストライドには負の相互作用があることが知られており(Hunter, Marshall, & McNair, 2004), パフォーマ

ンスを向上させるためには、個々人に適切なピッチとストライドの組合せを理解する必要がある(Kakehata, Kobayashi, Matsuo, Kanosue, & Iso, 2020; Salo, Bezodis, Batterham, & Kerwin, 2011)。図 2 には、走速度、ピッチ、ストライドの関係性を示したフィードバック資料の一例を示す。横軸がピッチ、縦軸がストライド、破線が走速度を示す。選手間で同一走速度であっても、ピッチが高い選手とストライドが大きい選手とその特徴は個々人によって様々であることがわかる(いわゆる、ピッチ型かストライド型かを判別できる)。例えば、A 選手

は 100m を専門とする選手であり、ピッチは 4.90Hz, ストライドは 2.29m で走速度が 11.22m/s である. これは, 換算表(表 1)より予想 100m タイムは 10.3s という計算になる. 実際に, A 選手は 2021 年の日本インカレで 10.35s で 3 位に入賞を果たした選手であるが, 今後, A 選手が世界大会を目指すうえで必要となる参加標準記録 10.05s を目指すには, 走速度 11.58-11.70m/s が必要になる. 先行研究より, 日本トップレベルの選手のストライドは 2.30-2.40 m でピッチは 4.5-5.0 Hz であることが報告されている(松尾 et al., 2014). また, 世界トップレベルにある 9 秒台選手のピッチは日本選手と同様に 4.5-5.0 Hz 程度であるが, ストライドは 2.50 m に達し, ウサイン・ボルトは 2.70 m を超える(松尾, 持田, 法元, 小山, & 阿江,

2010). そのため, 既に高いピッチの向上を求める戦略でなく, ストライドをいかにして向上させるかというトレーニングが重要であると考えられる. このように, フィードバック資料をもとに, 自身の課題はピッチの向上あるいはストライドの向上にあるかを認識することが可能となり, 個々人のトレーニング戦略の立案に繋げている. このようなタイム測定および映像分析による定期的なパフォーマンス評価を通じパフォーマンスの向上を目指している. 最後に, 実際のトレーニング動画を報告する. 個々人の走速度, ピッチ, ストライドのデータを走りの動画と共に振り返ることができるように編集し, 選手達へフィードバックしている. 以下の URL より閲覧が可能である.

https://www.youtube.com/watch?v=sNnp6hXu_1o

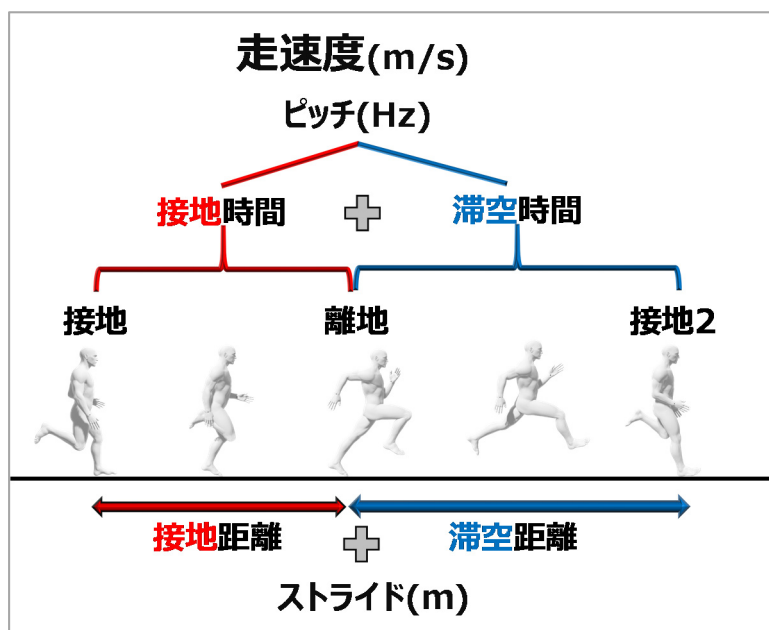


図 1. 走速度の規定因子-ピッチとストライド

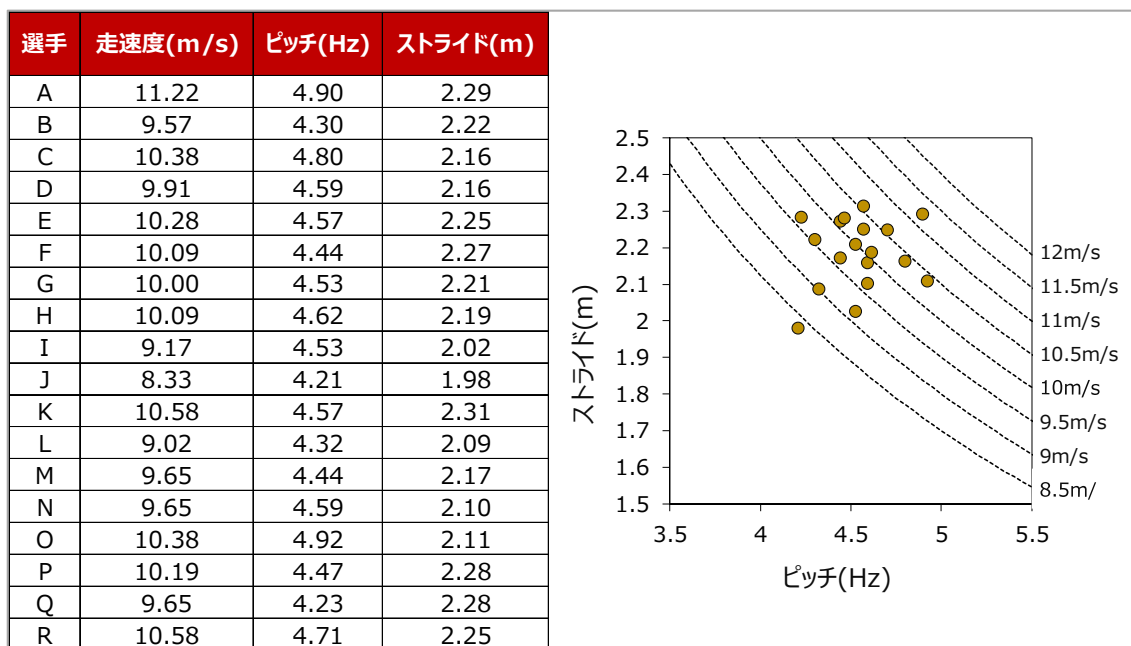


図 2. 走速度, ピッチ, ストライドのフィードバック資料の一例

Ⅲ. コロナ禍における“考える陸上競技”の実践

本章では, コロナ禍において取り組んだデータ活用の事例を報告する. 2020 年, 新型コロナウイルスの感染拡大により, 4 月から 6 月の試合が相次いで延期・中止となった. その期間, 合宿所の解散や各自練習を余儀なくされ, 全体的なモチベーションの低下が伺えた.

そこで, 学内のみで開催が許された 4 回にわたる早稲田大学競技会(7 月 4 日, 7 月 26 日, 8 月 15 日, 9 月 2 日)において, 走運動・コーチング科学研究所の大学院生の協力を仰ぎながら, 「科学委員会」を導入させた. 具体的には, レース分析を実施できるよう各レーンにコーンを設置しハイスピードカメラ(機種:Panasonic DMC FX-300, フレーム数:240fps, シャッター速度:1/1000)で走動作を追従撮影する(図 3). そして, ハイスピード映像を動画再生ソフト(QuickTime Player)に取り込み, コーンの通過の時刻を入力する. またピッチは接地から次の接地までの時間(ランニングサイクル)に要した時間であるため, 接地, 離地の時間情報も併せて入力することで, 区間ごとのタイム, 走速度, ピッチ, ストライドといった基本的なパフォーマンスを定量するものである(図 3). このレース分析は, 出場した選手一人ひとりが自身の手で

実施し, そのデータを大学院生やコーチが連携してフィードバック資料としてまとめ, オンライン勉強会において共有した(図 4). ここで, 個々人の課題について議論しながら, 次の試合へのトレーニング戦略を練り上げるといった, “考える陸上競技”を意識した取り組みを実施した. このように, 学内競技会では「科学委員会」を導入させることで, 自身の専門種目について科学的視点から考える能力を醸成させることを狙っている. また, レース分析の過程では基本的な PC スキル(Excel 操作など)や内省報告の記述に伴う文章表現の能力, ディスカッションにおいて自身の意見を簡潔にまとめる能力などの総合的な学びのトレーニングにもなる. これは, 早稲田大学の競技スポーツセンターが掲げる早稲田アスリートプログラムの「就学支援」という点も担保する競走部の取り組み事例といえるだろう. そして, この取り組みは, コロナ禍における部員同士, そしてコーチ陣を繋ぐコミュニケーションツールとしても機能し, コロナ禍のモチベーション維持に大きく貢献した. このような, 科学的データを基にした“考える陸上競技”を目指した一連の取り組みによって, コロナ禍に実施された計 4 回の早稲田大学競技会では, 15 個もの自己記録が生まれることになった. また, 近年の男

女 400m ハードルにおける, 2020 年日本選手権
女子 400m ハードル 4 名決勝進出, 2021 年日本
インカレの男女 6 名決勝進出 & アベック優勝, 東

京五輪男子 400m ハードル準決勝進出などの大
きな成功に繋がっている。

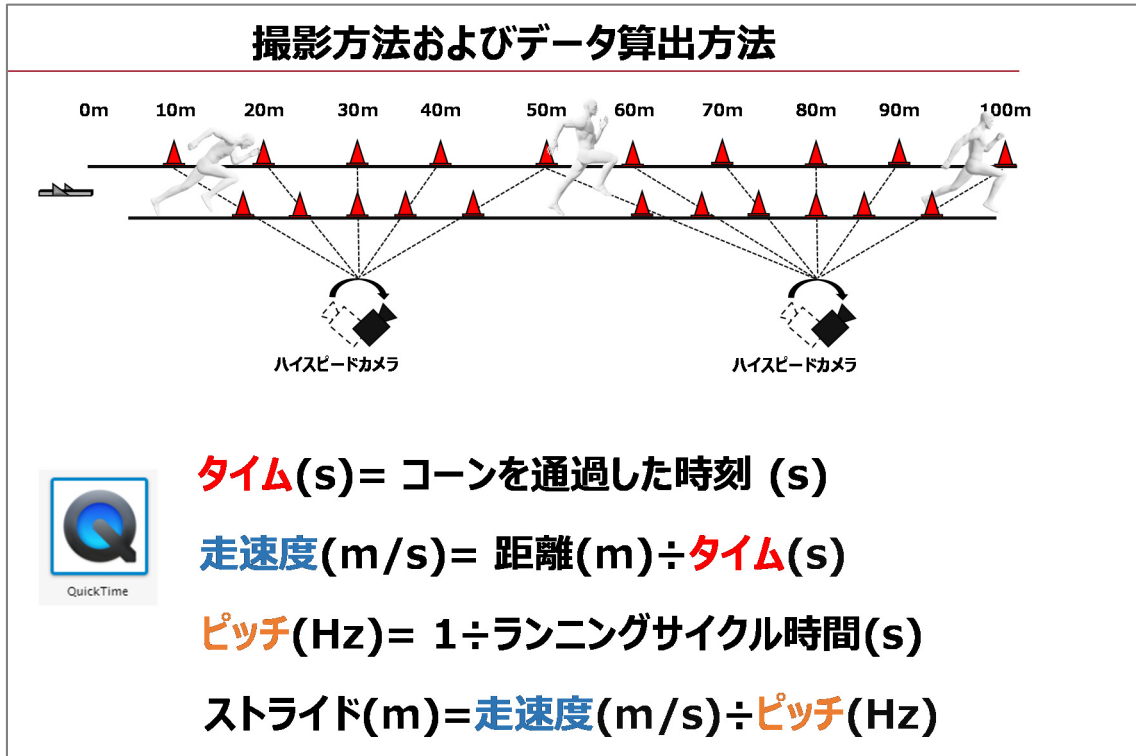


図 3. レース分析のための撮影方法とデータ算出方法の概略図

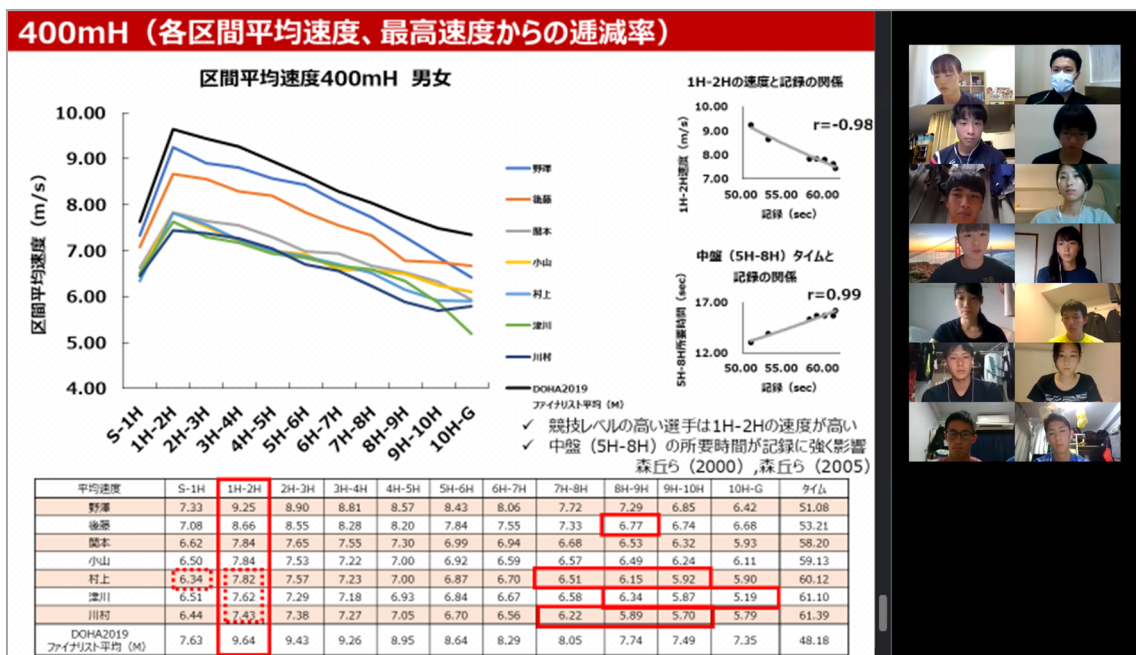


図 4. 早稲田大学競技会(2020年7月4日)の400mハードルブロックのオンライン勉強会

IV. 4×100m リレーチームの取り組み

早稲田大学競走部の男子 4×100mリレーは、関東インカレ通算 21 回、日本インカレ通算 20 回、日本選手権通算 21 回の優勝を誇る(2022 年 3 月現在)。2020 年と 2021 年の日本インカレにおいて、同種目連覇を達成することができたが、ここでも科学的データを用いたトレーニングが功を奏した。本章では、4×100mリレーチームにおける具体的なトレーニング方法を報告する。

リレー種目では、バトンの「渡し手」と「受け手」のスムーズなバトンパスが鍵となる。そのため、日々のバトン練習では日本陸上競技連盟の科学委員会の報告書を参考に(広川 et al., 2014), バトンパスの受け渡しがなされる 30m バトンパス区間に、「受け手」が走り出す 10m タイムをプラスした 40m 区間タイムを測定している。この 40m 区間タイムを単純に 10 倍した値を、実際の 4×100mリレーの予想タイムと仮定しバトン練習の出来栄を評価している。過去 10 シーズン分の戦績より(図 5 上), 39.2 秒以内をマークした年度において、インカレあるいは日本選手権において 3 位以内の成績が見込まれることから、40m 区間タイムについて 3.92 秒をノルマと定めて日々のバトン練習を実施している。図 5 は、男子 4×100m リレーチームで共有している「モチベーション資料」であり、

主要四大会における成績とチームベスト記録、上位者 5 名の 100m 走のベスト記録(もしくは、200m 走のベスト記録の半分)の平均値を示す。当然、チーム全体の 100m 走タイムが良ければ、リレーも好タイムが期待できる(図 6)。また、リレーメンバーとして実際に走ることができるのは 4 名であるが、5 番手の選手が控えていることで、チーム力の底上げに繋がるという考えのもと上位者 5 名のタイムを掲載することとしている。そのため、このフィードバック資料は、リレーメンバー候補選手のレースを終えた直後に更新させ、すぐに共有するようにし、チーム全体のモチベーション向上に繋げている。

図 7 は、2021 年の日本インカレの大会一週間前におけるバトン練習における実際のフィードバック資料である。40m 区間タイムだけでなく、ハイスピード映像による詳細な分析によって、「渡し手」と「受け手」の走速度の変化、バトンパスの完了位置、「受け手」の挙手時間についてもフィードバックしている。また、バトンパスの課題点や全体的な評価点についてコメントを含めフィードバック資料として選手達へ共有している。併せて、実際の練習動画と共に確認できるように編集した動画についても報告する。以下の URL より閲覧が可能である。

https://www.youtube.com/watch?v=_oOo0B8NIZ4

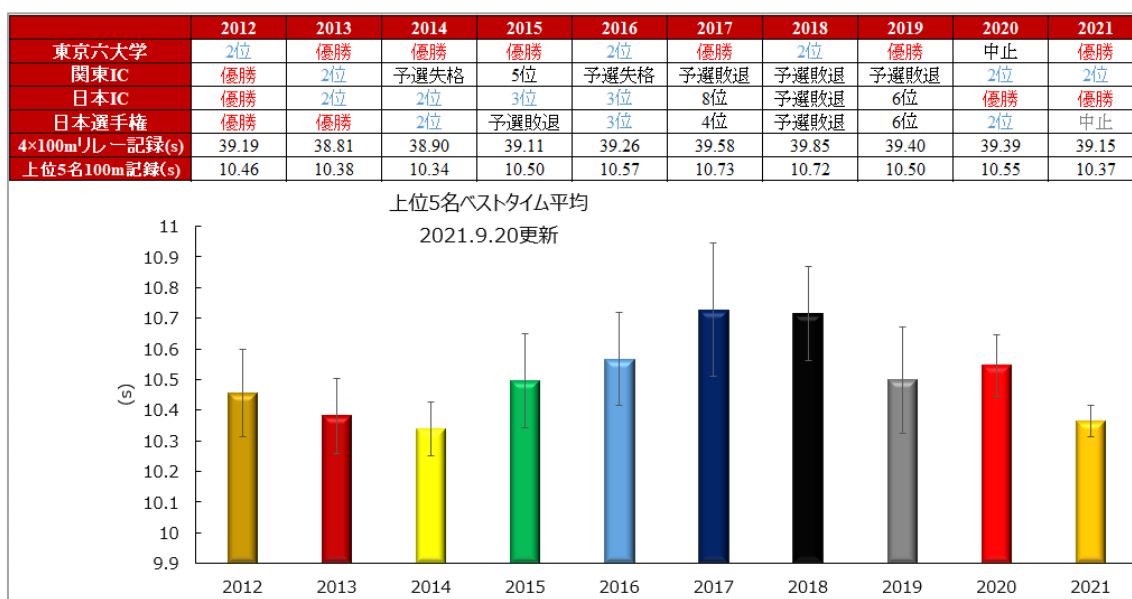


図 5. 男子 4×100m リレーチームの「モチベーション資料」

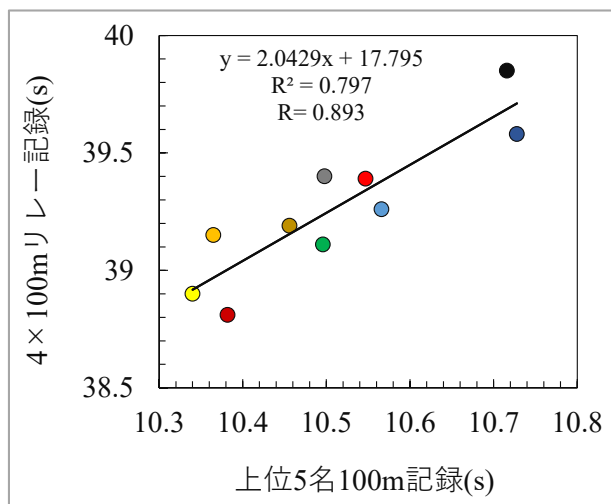


図 6. 上位者 5 名の 100m 走記録と 4×100m リレー記録の関係
(プロットの色は図 5 と対応している)

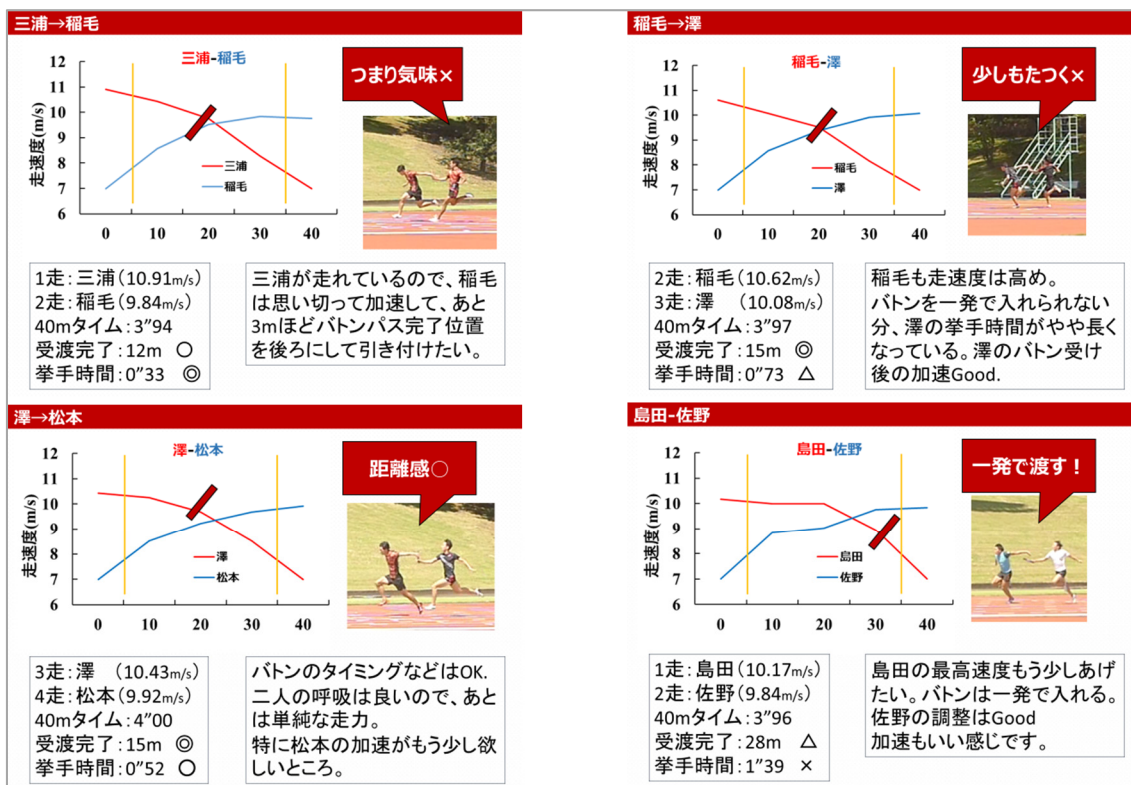


図 7. 2021 年日本インカレ 1 週間前におけるバトン練習の
フィードバック資料(2021 年 9 月 10 日)

V. まとめ

本稿では、早稲田大学競走部短距離ブロックの“考える学生アスリート”の育成を目指した、科学的データを導入した近年の取り組み事例を示した。陸上競技はタイムという絶対的指標があり、トレーニングではそのタイムを正確に測定し評価

する必要がある。本稿では、それらの具体的な測定方法や評価方法、その実例について報告した。このように、科学的背景から自身のパフォーマンスを理解することで、具体的なレース戦略やトレーニングプランの立案に繋げることが可能となる。本稿の事例報告が、アスリートの競技力向上に寄

与する第一歩となれば幸いである。

VI. 参考文献

- Benz, A., Winkelmann, N., Porter, J., & Nimphius, S. (2016). Coaching Instructions and Cues for Enhancing Sprint Performance. *Strength & Conditioning Journal*, 38(1), 1-11. doi:10.1519/ssc.0000000000000185
- Hunter, J. P., Marshall, R. N., & McNair, P. J. (2004). Interaction of step length and step rate during sprint running. *Med Sci Sports Exerc*, 36(2), 261-271. doi:10.1249/01.MSS.0000113664.15777.53
- Ille, A., Selin, I., Do, M. C., & Thon, B. (2013). Attentional focus effects on sprint start performance as a function of skill level. *J Sports Sci*, 31(15), 1705-1712. doi:10.1080/02640414.2013.797097
- Kakehata, G., Kobayashi, K., Matsuo, A., Kanosue, K., & Iso, S. (2020). Relationship between subjective effort and kinematics/kinetics in the 50 m sprint. *Journal of Human Sport and Exercise*, 15(1), 52-66. doi:10.14198/jhse.2020.151.06
- Mallett, C. J., & Hanrahan, S. J. (1997). Race Modeling: An Effective Cognitive Strategy for the 100 m Sprinter? *The Sport Psychologist*, 11(1), 72-85. doi:10.1123/tsp.11.1.72
- Porter, J. M., Wu, W. F., Crossley, R. M., Knopp, S. W., & Campbell, O. C. (2015). Adopting an external focus of attention improves sprinting performance in low-skilled sprinters. *J Strength Cond Res*, 29(4), 947-953. doi:10.1097/jsc.0000000000000229
- Salo, A. I., Bezodis, I. N., Batterham, A. M., & Kerwin, D. G. (2011). Elite sprinting: are athletes individually step-frequency or step-length reliant? *Med Sci Sports Exerc*, 43(6), 1055-1062. doi:10.1249/MSS.0b013e318201f6f8
- 広川龍, 松尾彰, 松林武, 小林海, 山本真, 高橋恭, 土江寛(2014). 男子ナショナルチーム・4 × 100m リレーのバイオメカニクスサポート研究報告(第 4 報). 陸上競技研究紀要, 第 10 巻, 100-103.
- 松尾彰, 広川龍, 柳谷登(2008). 男女 100m レースのスピード変化 (特集 世界陸上アスリートのパフォーマンス--東京大会から 16 年後の大阪大会). *バイオメカニクス研究*, 12(2), 74-83. Retrieved from <https://ci.nii.ac.jp/naid/40016292180/>
- 松尾彰, 広川龍, 柳谷登, 松林武, 山本真, 高橋恭, 杉田正 (2014). 男女 100m レースにおける記録と, スピード, ピッチおよびストライドの関係について. 陸上競技研究紀要, 第 10 巻, 64-74.
- 松尾彰, 持田尚, 法元康, 小山宏, 阿江通 (2010). 世界トップスプリンターのストライド頻度とストライド長の変化. 陸上競技研究紀要, 第 6 巻, 56-62.