

回帰手法による 4 × 100m リレータイム向上の要因分析

2020sc016 廣瀬優希

指導教員：河野浩之

1 はじめに

陸上競技に限らず、近年のスポーツ界では様々な練習法の研究が進み、効率的なトレーニングが確立されている。本研究では陸上競技における 4 × 100mR に着目し、各走者の走力やバトンパスなどの技術面、走順などの戦略面からリレータイムを決定づける要因分析を行う。

2 4 × 100mR のリレータイムやバトンパスに関する研究

山本ら [1] は 4 × 100mR におけるパフォーマンスを分析し、各走者のシーズンベスト (SB) や平均 30m 区間タイムはリレータイムに大きく影響することを提示した。また、バトンパスの重要性についても示唆したが、問題点としてバトンパスの受け走者のみに着目しており、渡し走者の動作に着目していなかった。

また、Ewa ら [2] はバトンパスが 20m ほどの加速段階の後に行われると、受け走者は最大速度の 89 % を達成することを示した。しかし、バトンパス交換時間に対するバトンパス完了位置は有意とはみなされているもののそこまで強い相関があるわけではないことから、テイクオーバーゾーンの滞在時間やバトンの受け渡し地点以外の要因が存在しているのではと考察している。ここで、テイクオーバーゾーンとはバトンパス可能区間を指し、以下 TOZ と表記する。

これらを踏まえて 4 × 100m リレータイム向上の要因を、バトン渡し走者のシーズンベスト (SB) や渡し走者と受け走者のバトンパス完了までの歩数、渡し走者が TOZ の入口を通過してから受け走者が TOZ 出口を通過するまでの時間 (TOZ 区間タイム) 等、バトン渡し走者の拳動も含めた回帰によって考察する。

3 重回帰分析を用いたリレーパフォーマンス分析手法

3.1 リレータイムを目的変数とした分析手法提案

本研究で提案する手法は TOZ 内の拳動に着目した重回帰分析であり、これにより回帰式を確立しその妥当性を確認することを目的とする。また、バトンパスによる利得タイム向上の要因を渡し走者の拳動を含めて考察する。

重回帰分析を行うにあたり、用いる説明変数はデータベースと自身で撮影した映像から抽出したものをを用いた。そこからデータ整形を施した後、重回帰分析を行い回帰式の確立をする。回帰式の妥当性の確認は、第 100 回関西学生陸上競技大会の 4 × 100mR 決勝の映像を用い、必要な項目を導いた回帰式に当てはめ適しているか検証する。

3.2 映像分析手法の比較と撮影対象レース

今回撮影したレースは、令和五年度愛知県高等学校新人陸上競技大会名古屋南北支部予選会における男子 4 × 100mR 予選である。今回の対象レースは例年の愛知県高等学校新人陸上競技大会と比較して最も遅いチームのレースタイムが少し早い程度であった。

撮影した映像を解析するソフトは多々存在するため、スポーツの映像解析に適した代表的なソフト比較を表 1 に示す。料金等を考慮し、今回は無料版が存在しながら高フレーム対応可能な PowerDirector を用いる。

表 1 映像分析ソフトの比較

ソフト名	概要
・ Power Director	・ スローモーション等が可能
・ DaVinci Resolve	・ 高解像度編集対応 ・ PC への要求スペックが高い
・ Dartfish Express (無料版が存在せず高価格)	・ スポーツ映像に特化 ・ スマホから簡単に分析可能
・ FL-UX (無料版が存在せず高価格)	・ スポーツ映像に特化 ・ 映像にタグ付可能で見やすい

3.3 陸上競技に関連するデータベースの比較

バトンパスに関連する項目は自身の撮影した映像から判別し、データベースからは個々の走力に関する項目を収集する。表 2 は陸上競技に関連する代表的なデータベースをまとめたものである。陸上ランキングは、各選手の種目ごとの SB、プレイヤーベスト (PB)、またそのレースタイムを記録した年度などを詳しく掲載しており、本研究に最適であると判断したためこちらのサイトを利用する。

表 2 陸上競技関連のデータベース

サイト名	概要
・ 日本陸上競技連盟公式サイト	・ 大会記録や有名陸上選手等を詳しく紹介
・ オリンピック日本代表選手記録検索	・ 歴代日本代表選手団の全記録を検索可能
・ 陸上ランキング	・ 多数の記録を個別に掲載
・ 陸上競技モバイル	・ ニュースや大会結果を掲載

4 実験

4.1 リレータイムを目的変数とした重回帰分析

陸上ランキングや映像分析より、リレータイムの要因になりうるものやバトンパスの拳動に付随するデータを収集

し、データ整形済の 36 チームを用いて重回帰分析を行った結果を表 3 に示す。

表 3 重回帰分析結果

分析結果	係数	P 値
第一走者 SB	0.815	0.004
第二走者 SB	0.705	0.047
第三走者 SB	0.850	0.001
第四走者 SB	0.294	0.170
第二コーナー TOZ タイム	2.527	0.002
第三コーナー TOZ タイム	1.092	0.055
第四コーナー TOZ タイム	0.966	0.204

4.2 回帰式の確立と妥当性の確認

重回帰分析によって得た回帰式の妥当性を判断するべく、第 100 回関西学生陸上競技大会の 4 × 100mR 決勝のうち、映像解析が容易であったチーム A,B のデータを以下の回帰式に当てはめた。

$$\begin{aligned} \cdot R \text{ タイム} = & 0.815 \times \text{第一走者 SB} + 0.705 \times \text{第二走者} \\ & \text{SB} + 0.850 \times \text{第三走者 SB} + 0.294 \times \text{第四走者 SB} + 2.527 \\ & \times \text{第二コーナー TOZ タイム} + 1.092 \times \text{第三コーナー} \\ & \text{TOZ タイム} + 0.966 \times \text{第四コーナー TOZ タイム} \\ & - 2.2392 \end{aligned}$$

チーム A,B の実際のタイムがそれぞれ 38.91, 39.40 であったのに対し、予測タイムはそれぞれ 39.07, 39.69 となった。秒数の誤差も少なく、得られた決定係数も 0.955 であったため妥当なモデルと言える。

4.3 リレータイムに寄与する他の要因

リレータイムを考察する上で、バトンパスが深く関係する利得タイムとの関係は必ず示すべきである。リレータイムを目的変数、利得タイムを説明変数として単回帰分析を行った結果、相関係数-0.46 という負の相関が見られた。つまり、利得タイムの大きいチームはある程度リレータイムも早くなりそうである。利得タイムとはバトンパスにより短縮されて得ることのできる秒数であるから、利得タイムの短縮がリレータイム向上に繋がるといえる。

リレータイムを向上させる過程で利得タイム向上を目指すことは有意義であると分かったため、その利得タイム向上の具体的な要因を考察する。利得タイムはバトンパスが深く関わっているため、バトンパス受け渡し可能区間である TOZ 区間タイムとの相関を明らかにすることとした。各チームの TOZ 区間平均タイムを説明変数として単回帰分析を行った結果、相関係数-0.57 の関係がみられ、チームで TOZ 区間の平均タイムを縮めることは利得タイム短縮に繋がることがわかった。

TOZ 区間タイム短縮の要因分析では、受け手がスタートを切ってからバトンを貰うまでの歩数、渡し手と受け手の SB 差に着目して TOZ 区間タイムを考察する。TOZ 区間

タイムを目的変数、歩数を説明変数とした単回帰分析の結果、各コーナーにて一貫した結果は得られなかった。結果が線形に適していない可能性も考慮し、非線形モデルでも対応可能な決定木による検証も行ったが結果は同じであった。

次にバトン受け走者と渡し走者の SB 差と TOZ 区間タイムとの単回帰分析の結果、コーナー間で多少の差異はあるものの相関が見られた。ただし弱い相関であるため、戦術における優先度は低いと思われる。

5 まとめと考察

有意水準を 2.5 % として重回帰分析を行った結果、第一、第三走者の p 値は 0.025 を下回り、レースタイムに有意であった。しかし、第二走者、第四走者の SB では帰無仮説が採択される形となった。また、第二コーナー TOZ 区間タイムのみ p 値が 0.025 を下回り、他の TOZ 区間タイムでは帰無仮説が採択される形となった。これらより、第一、第三走者に走力の高い選手を配置し、第二コーナー TOZ 区間タイム短縮に注力することで序盤からチームに勢いが増し、レースタイムの向上に繋がっているという予測が立つ。

次に利得タイムとレースタイムの相関関係の観点から、利得タイムの大きいチームというのはある程度レースタイムも良さそうである。また、各チームの利得タイムの差が 2.48 秒であったことから、相関関係という観点以外からも、利得タイムはレースタイム向上に非常に大切である。その利得タイムを伸ばすには、TOZ 区間をいかに早くバトン保持走者が駆け抜けるかであり、TOZ 区間タイムの向上は利得タイム獲得に寄与することは明白である。そのために、バトン受け走者と渡し走者の SB 差を意識すると良い。

総括として、リレータイム向上には序盤から中盤に走力の高い選手を配置し、尚かつ第二コーナーでの TOZ 区間タイム短縮に注力することが良いとわかった。この際、受け渡し走者の走力差を意識することで TOZ 区間タイム短縮につながり、利得タイムやリレータイムの向上が期待できる。

参考文献

- [1] 山本大輔, 三宅庸平, “4 × 100mR における疾走能力およびバトンパスに関する要因がレースタイムに及ぼす影響,” 天理大学学報 248, vol.69, no.3, pp.1-7, Feb.2018.
- [2] Ewa A. Zarebska, Krzysztof Kusy, Michal Wlodarczyk, Tadeusz Osik, Jacek Zielinski, “EFFECTIVE BATON EXCHANGE IN THE 4 × 100 M RELAY RACE,” Acta Kinesiologicala, vol.15, pp.27-31, April.2021.
- [3] 高橋恭平, 小林海, 山中亮, 大沼勇人, 松林武生, 綿谷貴志, “オレゴン世界選手権における男子および女子 4 × 100m リレー日本代表チームのレース分析,” 陸上競技研究紀要, vol.18, pp.129-132, 2022.