

1. はじめに

本研究では陸上競技を数理統計モデルを用いて分析することを試みる。スポーツを対象とした OR は米国でさかんに研究されている。国内では野球やバレーボールの作戦に OR が応用されている。陸上競技を対象とした研究は[1]や[2]において報告されているが、研究事例は少ない。

本研究では記録更新による①選手の成長, ②能力の向上の数値化, ③記録更新のための要因について分析を試みた。本稿ではこのうち①について報告する。

2. 記録更新の確率モデル

今, ある選手のある種目の「自己新記録」に注目する。もしその選手の競技力の水準に変化がなく各競技の自己新記録が同一の連続分布に従うものとすれば*i*回目の記録が自己新記録である確率は $\frac{1}{i}$ となる(何故なら*i*回の競技のうち自己新記録になる確率は等確率となるからである)したがって, 確率変数 X_i を

$$X_i \begin{cases} 1 & i \text{ 回目の記録が自己新であるとき} \\ 0 & \text{そうでないとき} \end{cases}$$

と定義すると, それは互いに独立で

$$P_r\{X_i = 1\} = \frac{1}{i}, \quad P_r\{X_i = 0\} = \frac{i-1}{i}$$

となる。期待値と分散値は

$$E(X_i) = P_r\{X_i = 1\} = \frac{1}{i}$$

$$V(X_i) = E(X_i^2) - E(X_i)^2 = P_r\{X_i = 1\} - P_r\{X_i = 1\}^2 = \frac{i-1}{i^2}$$

である。

次に*n*回の新記録数を R_n とすると

$$R_n = X_1 + X_2 + \dots + X_n$$

であるので

$$E(R_n) = 1 + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n} \cong \log n + \gamma \quad (1)$$

$$V(R_n) = 1 + \frac{1}{2^2} + \dots + \frac{1}{n^2} - 1 - \frac{1}{2^2} - \dots - \frac{1}{n^2} \\ \cong \log n + \gamma - \frac{\pi^2}{6} \quad (2)$$

ただし γ はオイラーの定数(0.5772...)である。

3. 理論値と実データとの比較

表 1 の理論値では式(1), (2)で求めた $E(R_n)$ と $V(R_n)$ である。 r_n^* は R_n の従う確率分布より求めた有意水準 5%で棄却される有意点の値である。表の実績値にはある選手の過去 8 年間の各競技種目における競技回数と記録更新回数を示す。この記

録は高体連と高専大会での公式記録のみを対象としている。

表 1. 理論値と実データの比較

競技種目	理論値				実績値 記録更新数
	競技回数	期待値	分散値	有意点	
100m	40	4.28	2.65	8	8
200m	6	2.45	0.958	5	4
400m	19	3.55	1.954	8	5
800m	47	4.44	2.814	8	11
400mH	23	3.73	2.13	7	6

最初に 100m について見てみよう。データを取得した競技回数は 40 回であり, このときの新記録の期待値は 4.28 回である。これに対して実数値は 8 回であり, 競技の水準に変化がないという仮説は有意水準 5%で棄却される。したがって選手の競技力が向上していると結論してよい。

800m は有意点 8 に対して実績値は 11 なので 100m 以上に競技力が向上していると考えてよい。一方, 200m と 400m は実績値が期待値より大きいものの有意点を下まわっており, 800m や 100m よりも競技力が向上していないことがわかる。

4. まとめ

本研究では数理統計モデルによる陸上競技の分析を行った。統計モデルを用いて期待値, 有意点を計算し, 実際の競技回数, 更新回数の比較を行った。どの種目の競技力が向上しているのかどうかを判断した。結果として種目ごとの競技力が向上しているかどうかの傾向がわかった。

今回の分析は一人の選手を対象として分析を行ったので, 一般的な陸上選手の傾向と結論することはできない。またデータの取得には大きな問題があった。大会は年間単位なので, 一人の選手を注目していないと入手がむづかしいと思われる。

文 献

- [1] 廣津 信義, 仲村 明, 金子今朝秋, “箱根駅伝予選会での予選通過に関する確率計算”, オペレーションズリサーチ誌, Vol.57, No.1, pp.5-10, 2012
- [2] 竹内 啓, 藤野和建, “スポーツの数理科学”, 教立出版株式会社, 1988
- [3] 廣津 信義, 奥野 浩, “リレー競技の走者の選定に関する数理的一手法”, 順天堂大学スポーツ健康科学研究第 11 号, pp.1-9, 2007
- [4] 森丘 保典, 杉田 正明, 松尾 彰文, 岡田 英孝, 阿江 通良, 小林 寛道, “陸上競技男子 400m ハードル走における速度変化特性と記録との関係: 内外一流選手のレースパターン分析から”, 体育学研究 45, pp.414-421, 2000