

日本高校トップレベル男子短距離競技者の大学生期における記録発達

山元 康平^{*1}

Record development of Japanese top male high school sprinters during university periods.

Kohei YAMAMOTO^{*1}^{*1} Faculty of Sports and Health Sciences, Department of Sports and Health Sciences

The purpose of this study was to investigate the characteristics of the record development of top Japanese male high school sprinters at university period. For 847 male competitors (100m: 296, 200m: 275, 400m: 276) ranked in the top 100 of the Japanese high school rankings for boys 100m, 200m and 400m in 2014-2018, we examined their high school personal best record (high school PB), university PB and record development during university. The main results were as follows: (1) For 100 m, high school PB: 10.63 ± 0.10 s, university PB: 10.62 ± 0.22 s, record development during university: 0.00 ± 0.20 s, probability of breaking a PB during university: 54.7% (162 out of 296). (2) For 200 m, high school PB: 21.49 ± 0.20 s, university PB: 21.52 ± 0.51 s, record development during university: -0.04 ± 0.47 s, probability of breaking a PB during university: 49.5% (136 out of 275). (3) For 400 m, high school PB: 47.97 ± 0.51 s, university PB: 48.14 ± 1.22 s, record development during university: -0.17 ± 1.09 s, probability of breaking a PB during university: 48.2% (133 out of 276). These results suggest that the first goal of coaching university sprinters should be to break their high school PBs.

Key Words : Sprint event, High school, University, Record development

1. 緒 言

日本陸上競技連盟は、生涯を見通し長期的展望に立った競技者育成の方向性を具体的に示すことを目的に、「競技者育成指針」(JAAF Athlete Development Model : JADM)を策定した⁽¹⁾。このJADMにおいて、「普及・育成・強化プロセスの問題」として、日本人競技者は世界トップレベル競技者と比較して、生涯最高記録(Personal best record, 以下, PB)の達成年齢が早いことや、高い競技レベルの維持期間が短い傾向等の生涯にわたる競技力の発達傾向が異なることが指摘されている。具体的には、日本人競技者は、高校生期から大学生期にかけて急激にパフォーマンスを高め、以降は徐々に低下する「山型」の競技力の発達傾向を示したのに対して、世界トップレベル競技者は、26歳あたりまで緩やかにパフォーマンスを高めながら30歳代に至るまで高いPB達成率を維持する「丘型」であったと報告されている。このように、ジュニア年代からシニア年代に接続する大学生年代のパフォーマンス発達過程を明らかにすることは、日本代表レベルをみすえた競技者育成のビジョンにも影響する極めて重要なアプローチといえる。

実際に、我が国の陸上競技の大学生年代における記録発達について検討した研究として、山元ほか⁽²⁾が男女短距離およびハードルについて、犬井ほか⁽³⁾が男女の走高跳について、山元ほか⁽⁴⁾および山元・内藤⁽⁵⁾が男女の走幅跳および三段跳について検討を行っている。短距離種目に着目すると、山元ほか⁽²⁾は、日本トップレベル男子短距離競技者の大学生年代の記録の伸びは、100m : 0.22 ± 0.14 秒, 200m : 0.68 ± 0.37 秒, 400m : 1.46 ± 0.54 秒であったと報告している。これらの具体的な数値は、大学生競技者のコーチングを行う上で、大学4年間での目標設定や、コーチング結果の評価を行う上での重要な指標となることが期待できる。

* 原稿受付 2023年5月8日

^{*1} スポーツ健康科学部 スポーツ健康科学科

E-mail: kyama@fukui-ut.ac.jp

一方で、これらの先行研究の調査では、日本歴代上位記録を達成した日本トップレベル競技者を対象に調査が行われている。すなわち、高校卒業後の大学生年代および大学卒業後のシニア年代においても記録を向上させることができた競技者が調査対象となっている。しかしながら、全ての競技者が高校卒業後以降も順調に記録が向上するわけではなく、大学生年代で記録をあまり向上させることができない競技者や、大きく記録が低下してしまう競技者も少なくないことは想像に難くない。実際に、U18年代で世界トップレベルであった短距離および跳躍競技者を対象とした研究において、U18年代で世界トップレベルであった競技者が、その後十分にパフォーマンスを向上させることができていない場合があることが報告されている⁽⁶⁾⁽⁷⁾。したがって、先行研究のように大学生年代以降も記録が向上した競技者のみを対象とするのではなく、高校卒業後に記録を向上させることができなかった競技者も含めた調査を行い、記録を更新できた者とできなかった者の比較や、高校生期の記録と大学生期の記録や記録の伸びとの関係について検討を行うことで、より指導現場の実態に即した大学生期における記録発達の特徴について検討することができると考えられる。さらに、陸上競技の中でも男子短距離種目は、リレー種目を中心に世界大会の活躍が期待される日本陸連の強化方針においても重視される種目であり⁽⁸⁾、これらの種目の現状や具体的指標を示すことは、トップレベル競技者および大学生競技者のコーチングおよびトレーニングに資する重要なアプローチであると考えられる。

これらのことから本研究では、日本高校トップレベル男子短距離競技者の大学生期における記録発達の特徴について検討することで、学生陸上競技者のコーチングの目標設定および評価のための指標の作成を試みた。

2. 方 法

2.1 分析対象者

分析対象者は、男子 100m、200m および 400m の 2014-2018 年度の 5 年間における日本高校ランキング 100 位以内の男子競技者とした。大学における記録が確認できない者は、分析対象から除外した。分析対象者数は、延べ 847 名（100m : 296 名、200m : 275 名、400m : 276 名。種目間で同一競技者が重複している場合がある）であった。

2.2 データの収集および分析項目

データの収集は、国内のランキング web サイトにおいて行った⁽⁹⁾。対象者の高校生期における自己最高記録（以下、高校 PB）および大学生期における自己最高記録（以下、大学 PB）を収集した。高校 PB および大学 PB をもとに、大学生期における記録の伸び（以下、大学伸び）を算出した。なお、対象者の浪人、編入、大学院進学等によって、高校卒業後 4 年以上経過している記録は分析対象から除外した。大学伸びは、絶対値および伸び率（記録の伸び／高校 PB・100、%）を算出した。

また、各種目の大学生期に高校 PB から PB を更新した対象者（以下、PB 更新者）数をカウントし、全対象者のうち、大学生期において自己記録を更新できた確率（PB 更新確率：PB 更新者数／対象者数・100、%）を算出した。

2.3 群分けおよび統計処理

各分析項目の平均値および標準偏差（以下、Standard Deviation : SD とする）を算出した。対象者は、PB 更新者群（以下、PB 更新群）と、大学生期に高校 PB から PB を更新できなかった対象者群（以下、PB 非更新者および PB 非更新群）に群分けした。また、各種目の高校 PB の中央値をもとに、高校 PB 上位群および高校 PB 下位群に群分けした。群間の有意差検定には、対応のない t 検定を用いた。効果量（Effect Size : ES）は Cohen's d を算出し、0.2、0.5 および 0.8 を基準に、それぞれ Small（効果量小）、Medium（効果量中）、Large（効果量大）と解釈した⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾。また、項目間の関係を検討するために pearson の積率相関係数を算出した。相関係数の効果量は、Hopkins et al.⁽¹²⁾ を参考に、0.1、0.3、0.5、0.7 および 0.9 を基準に、それぞれ small, moderate, large, very large および extremely large と解釈した。統計処理には SPSS Statistics 29.0（IBM 社製）を用い、有意水準は 5%とした。

3. 結 果

3.1 対象者全体の傾向

表1は、各種目の高校PB、大学PB、大学伸びおよび伸び率の対象者全体の平均値を示したものである。100mは、高校PB：10.63±0.10秒、大学PB：10.62±0.22秒、大学伸び：0.00±0.20秒、伸び率：0.0±1.9%、PB更新確率：54.7%（296名中162名）であった。200mは、高校PB：21.49±0.20秒、大学PB：21.52±0.51秒、大学伸び：-0.04±0.47秒、伸び率：-0.2±2.2%、PB更新確率：49.5%（275名中136名）であった。400mは、高校PB：47.97±0.51秒、大学PB：48.14±1.22秒、大学伸び：-0.17±1.09秒、伸び率：-0.4±2.3%、PB更新確率：48.2%（276名中133名）であった。

図1は、各種目における高校PBと大学PBとの関係を示したものである。いずれの種目においても有意な相関関係が認められ（100m： $r=0.45$, $p<0.001$, 200m： $r=0.41$, $p<0.001$, 400m： $r=0.45$, $p<0.001$ ）、効果量はいずれも moderate であった。また、図2は、各種目における高校PBと大学伸びとの関係を示したものである。いずれの種目においても有意な相関関係は認められなかった（100m： $r=0.04$, $p=0.513$, 200m： $r=-0.01$, $p=0.863$, 400m： $r=-0.03$, $p=0.597$ ）。

Table1 High school PB, University PB, Record development during university and Rate of record development for each event

		100m			200m			400m		
		Ave ± SD	Max	Min	Ave ± SD	Max	Min	Ave ± SD	Max	Min
High school PB	sec.	10.63 ± 0.10	10.77	10.23	21.49 ± 0.20	21.80	20.77	47.97 ± 0.51	48.71	46.38
University PB	sec.	10.62 ± 0.22	11.50	10.07	21.52 ± 0.51	23.39	20.40	48.14 ± 1.22	52.48	45.35
Record development during university	sec.	0.00 ± 0.20	0.53	-0.84	-0.04 ± 0.47	0.95	-2.09	-0.17 ± 1.09	2.72	-4.59
Rate of record development	%	0.0 ± 1.9	5.0	-7.9	-0.2 ± 2.2	4.4	-9.8	-0.4 ± 2.3	5.6	-9.6

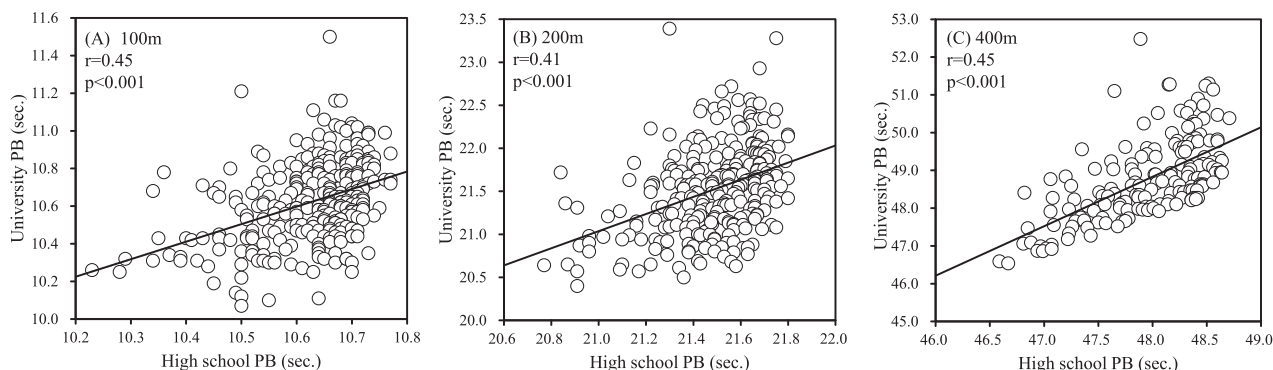


Fig.1 Relationship between high school PB and university PB in each event

3.2 PB更新群とPB非更新群の比較

表2はPB更新群とPB非更新群における各種目の高校PB、大学PB、大学伸びおよび伸び率の平均値を示したものである。100mにおいて、高校PB（ $p=0.393$ ）には有意な差は認められなかったが、大学PB（ $p<0.001$ ）、大学伸び（ $p<0.001$ ）および伸び率（ $p<0.001$ ）は群間に有意な差が認められ、いずれも効果量は大であった。200mにおいて、高校PB（ $p=0.370$ ）には有意な差は認められなかったが、大学PB（ $p<0.001$ ）、大学伸び（ $p<0.001$ ）および伸び率（ $p<0.001$ ）は群間に有意な差が認められ、いずれも効果量は大であった。400mにおいて、高校PB（ $p=0.337$ ）には有意な差は認められなかったが、大学PB（ $p<0.001$ ）、大学伸び（ $p<0.001$ ）および伸び率（ $p<0.001$ ）は群間に有意な差が認められ、いずれも効果量は大であった。

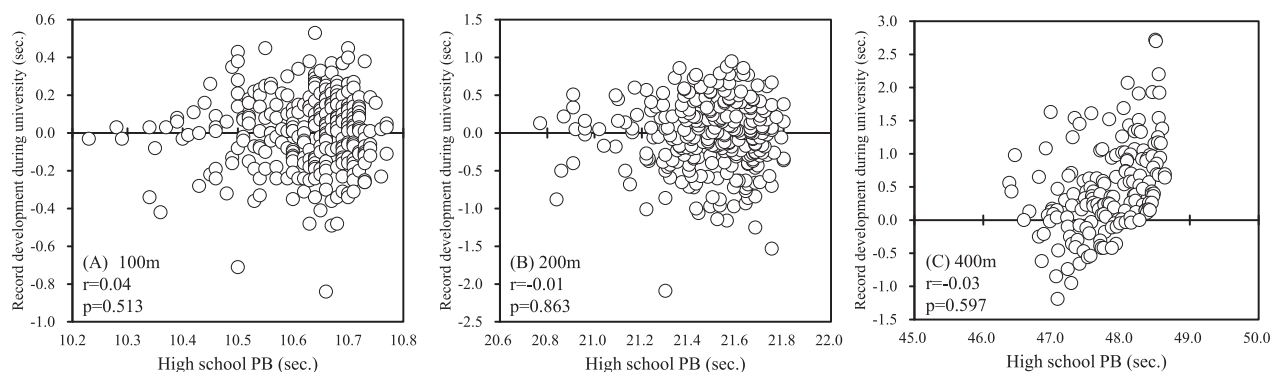


Fig.2 Relationship between high school PB and record development during university in each event

Table2 Comparison of high school PB, university PB, record development during university and rate of record development in each event between PB-breaking group and PB non-breaking group

	n	100m				200m				400m			
		PB-breaking group	PB non-breaking group	p	ES	PB-breaking group	PB non-breaking group	p	ES	PB-breaking group	PB non-breaking group	p	ES
High school PB	sec.	10.63 ± 0.09	10.62 ± 0.10	0.393	0.10	21.47 ± 0.22	21.50 ± 0.19	0.370	0.11	47.94 ± 0.54	48.00 ± 0.49	0.337	0.12
University PB	sec.	10.48 ± 0.14	10.79 ± 0.17	<0.001	1.87	21.14 ± 0.31	21.89 ± 0.39	<0.001	2.15	47.25 ± 0.69	48.96 ± 1.02	<0.001	1.96
Record development during university	sec.	0.15 ± 0.11	-0.17 ± 0.13	<0.001	2.61	0.33 ± 0.24	-0.40 ± 0.34	<0.001	2.48	0.69 ± 0.57	-0.97 ± 0.83	<0.001	2.31
Rate of record development	%	1.4 ± 1.0	-1.6 ± 1.3	<0.001	2.61	1.6 ± 1.1	-1.8 ± 1.6	<0.001	2.47	1.4 ± 1.2	-2.0 ± 1.7	<0.001	2.31

3.3 高校 PB 上位群と高校 PB 下位群との比較

表 3 は高校 PB 上位群と高校 PB 下位群における各種目の高校 PB, 大学 PB, 大学伸びおよび伸び率の平均値を示したものである。100m において, 高校 PB ($p<0.001$, 効果量大) および大学 PB ($p<0.001$, 効果量中) において有意な差が認められたが, 大学伸び ($p=0.748$) および伸び率 ($p=0.750$) においては有意な差は認められなかった。200m において, 高校 PB ($p<0.001$, 効果量大) および大学 PB ($p<0.001$, 効果量中) において有意な差が認められたが, 大学伸び ($p=0.928$) および伸び率 ($p=0.902$) においては有意な差は認められなかった。400m において, 高校 PB ($p<0.001$, 効果量大) および大学 PB ($p<0.001$, 効果量中) において有意な差が認められたが, 大学伸び ($p=0.932$) および伸び率 ($p=0.912$) においては有意な差は認められなかった。

Table3 Comparison of high school PB, university PB, record development during university and rate of record development in each event between the superior high school PB group and the inferior high school PB group

	n	100m				200m				400m			
		Superior high school PB group	Inferior high school PB group	p	ES	Superior high school PB group	Inferior high school PB group	p	ES	Superior high school PB group	Inferior high school PB group	p	ES
High school PB	sec.	10.55 ± 0.09	10.69 ± 0.03	<0.001	2.25	21.33 ± 0.17	21.64 ± 0.07	<0.001	2.42	47.55 ± 0.40	48.39 ± 0.15	<0.001	2.79
University PB	sec.	10.55 ± 0.22	10.69 ± 0.20	<0.001	0.66	21.37 ± 0.50	21.68 ± 0.48	<0.001	0.63	47.72 ± 1.09	48.55 ± 1.22	<0.001	0.72
Record development during university	sec.	0.00 ± 0.20	0.01 ± 0.19	0.748	0.04	-0.04 ± 0.47	-0.03 ± 0.47	0.928	0.01	-0.17 ± 0.98	-0.16 ± 1.21	0.932	0.01
Rate of record development	%	0.0 ± 1.9	0.1 ± 1.8	0.750	0.04	-0.2 ± 2.2	-0.1 ± 2.2	0.902	0.02	-0.4 ± 2.0	-0.3 ± 2.5	0.912	0.01

4. 考 察

本研究では、日本高校トップレベル男子短距離競技者の大学生期における記録発達の特徴について検討することで、学生陸上競技者のコーチングの目標設定および評価のための指標の作成を試みた。以下では、対象者全体の傾向、PB 更新者と非更新者の比較、高校 PB 上位者と下位者の比較の観点から考察を進める。

4.1 対象者全体の傾向

まず、対象者全体の結果をみると（表 1）、大学伸びおよび伸び率は、100m は、大学伸び： 0.00 ± 0.20 秒、伸び率： $0.0 \pm 1.9\%$ 、200m は、大学伸び： -0.04 ± 0.47 秒、伸び率： $-0.2 \pm 2.2\%$ 、400m は、大学伸び： -0.17 ± 1.09 秒、伸び率： $-0.4 \pm 2.3\%$ であった。すなわち、いずれの種目においても、全体の平均値では、年間的高校ランキング 100 位以内に入っていた競技者は、大学生期において高校生期の PB を更新できていないことが示された。一方、PB 更新確率は 100m：48.2%（276 名中 133 名）、200m：54.7%（296 名中 162 名）、400m：49.5%（275 名中 136 名）であり、いずれの種目においても約半数の対象者が大学生期において PB を更新していた。山元ほか²⁾は、日本歴代 30 位以内のトップレベル競技者を対象に、大学生期における記録の伸びについて、100m： 0.22 ± 0.14 秒、200m： 0.68 ± 0.37 秒、400m： 1.46 ± 0.54 秒であったことを報告している。このように、日本トップレベル競技者のみを対象とした場合、大学生期の記録の伸びは非常に大きくなる。一方で、本研究で行った調査のように、PB を更新できなかった競技者を含めて調査をした場合、上述したように PB 更新確率は 50%前後であるとともに、全体の平均値では大学生期の記録は低下する傾向にある。このことから、大学生期において自己記録を更新できない競技者や大きく記録を低下させてしまう競技者が少なくなく、自己記録を更新し、記録を向上させることは容易ではないという指導現場の実態により即したデータを、本研究では示すことができたと考えられる。これらの結果から、日本高校トップレベルの男子短距離競技者の大学生期におけるコーチングにおいては、4 年間で高校生期の PB を更新することが目標と設定できるとともに、コーチングの評価においては、PB を更新することができたかが評価の基準になると考えられる。

4.2 PB 更新者と非更新者の比較

次に、高校トップレベルであった競技者における PB 更新者の特徴について検討する。上述したように、全体の傾向ではいずれの種目でも PB を更新する者は全体の半数程度であり、大学生期において記録を向上させることは容易ではないことが伺える。しかし、山元ほか²⁾の日本トップレベル競技者の結果からも、大学生期において大きく記録を向上させる競技者も実際には少なくない。また、PB を更新できなかった競技者の中には、怪我やトレーニング不足等が原因で記録を向上させることができなかった競技者も少なくないことは想像に難くない。そのため、PB を更新した競技者を対象に記録の伸びを検討することで、大学生期における記録の伸びの目標値を示すことが期待できる。PB 更新群の大学伸びおよび伸び率は、100m は、大学伸び： 0.15 ± 0.11 秒、伸び率： $1.4 \pm 1.0\%$ 、200m は、大学伸び： 0.33 ± 0.24 秒、伸び率： $1.6 \pm 1.1\%$ 、400m は、大学伸び： 0.69 ± 0.57 秒、伸び率： $1.4 \pm 1.2\%$ であった。上述したように、大学生期のコーチングにおいては、まずわずかでも高校 PB を更新することが目標となるが、次の目標として、これら PB 更新群の記録の伸びレベルの記録の向上が目標になると考えられる。また、上述した山元ほか²⁾の日本トップレベル競技者の記録の伸びと比較すると、日本トップレベル競技者は、PB 更新群の平均値+1SD 以上レベルの記録の伸びを達成していることがわかり、日本トップレベルに到達するためには、大学生期において大きく記録を向上させることが重要になることが伺える。具体的には、高校トップレベルであった競技者の大学生期における記録の伸びについて、日本トップレベル競技者を対象とした山元ほか²⁾の報告および本研究の PB 更新群の平均値+1SD から、100m：0.25 秒以上、200m：0.5 秒以上、400m：1.2 秒以上が、目標値になると考えられる。

また、興味深いことに、いずれの種目においても高校 PB は PB 更新群と非更新群との間に有意な差は認められなかった。一般的に、高い記録レベルからさらに高い記録レベルへの向上は容易ではなく、中学生や高校生で好記録を出した競技者がその後伸び悩む事例は枚挙にいとまがない。しかしながら本研究の結果からは、PB 更新群と非更新群との間に高校 PB に有意な差は認められなかったことから、高校 PB の高低が大学生期において PB を更新できるかとは必ずしも関係しないことが示された。

4.3 高校 PB 上位群と下位群の比較

このような高校期の記録レベルの違いが、大学期における記録の伸びに及ぼす影響について検討するために、高校 PB 上位群と下位群との比較を行った (表 3)。その結果、いずれの種目においても、大学 PB には有意な差が認められたが、大学伸びおよび伸び率には有意な差は認められなかった。さらに、高校 PB と大学 PB および大学伸びとの関係を検討したところ (図 1, 2)、いずれの種目においても、高校 PB と大学 PB との間には中程度の相関関係がみられ、高校 PB と大学伸びとの間には有意な相関関係は認められなかった。これらのことをまとめると、高校生期の記録は、大学生期の記録にある程度影響を及ぼすものの必ずしも強い関係とはいえず、また高校生期の記録と大学生期の記録の伸びには関係が認められなかった。すなわち、高校生期に高い記録を達成した競技者が大学生期においてさらに記録を伸ばすことは十分可能であるとともに、高校生期の記録が低い競技者が大学生期に大きく記録を向上させることも十分可能であり、当然逆もまた然りである。先行研究でも指摘されているように、日本人競技者は世界トップレベル競技者に比して高校卒業後の大学生期における記録の向上が小さく、その原因として、高校生期までの過剰なトレーニングの問題および大学生期以降の専門的トレーニングへの移行の問題が指摘されている⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾。今後は、本研究で示した具体的数値を目標設定および評価基準としながら、より大きく記録を向上させた競技者やチームの事例を調査することで、大学生期における適切なコーチングの方法論を構築していくことが望まれる。

最後に、本研究の限界と今後の課題について確認する。本研究では、各年代のランキング 100 位以内の高校生トップレベル競技者を対象としているため、さらに低い記録レベルの競技者を含む場合、結果が異なる可能性がある。また、本研究では、男子短距離競技者のみを対象としているため、他の種目や女子競技者では結果が異なる可能性がある。今後は、男女の中長距離、跳躍、投擲等全ての種目を網羅的に検討することで、陸上競技の大学生期における記録向上の目標値およびコーチングの評価基準の指標を示すことが課題である。

5. 結 論

本研究では、日本高校トップレベル男子短距離競技者の大学生期における記録発達の特徴について検討することで、学生陸上競技者のコーチングの目標設定および評価のための指標の作成を試みた。男子 100m, 200m および 400m の 2014-2018 年度における日本高校ランキング 100 位以内の男子競技者 847 名 (100m : 296 名, 200m : 275 名, 400m : 276 名) を対象に、高校 PB, 大学 PB, 大学伸びおよび伸び率を調査した。

主な結果は、以下のとおりである。

- (1) 各種目の高校 PB, 大学 PB, 大学伸び, 伸び率の対象者全体の平均値および PB 更新確率は、100m は、高校 PB : 10.63 ± 0.10 秒, 大学 PB : 10.62 ± 0.22 秒, 大学伸び : 0.00 ± 0.20 秒, 伸び率 : $0.0 \pm 1.9\%$, PB 更新確率 : 54.7% (296 名中 162 名), 200m は、高校 PB : 21.49 ± 0.20 秒, 大学 PB : 21.52 ± 0.51 秒, 大学伸び : -0.04 ± 0.47 秒, 伸び率 : $-0.02 \pm 2.2\%$, PB 更新確率 : 49.5% (275 名中 136 名), 400m は、高校 PB : 47.97 ± 0.51 秒, 大学 PB : 48.14 ± 1.22 秒, 大学伸び : -0.17 ± 1.09 秒, 伸び率 : $-0.4 \pm 2.3\%$, PB 更新確率 : 48.2% (276 名中 133 名) であった。
- (2) 高校 PB と大学 PB との間に、いずれの種目においても有意な相関関係が認められ (100m : $r=0.45$, $p<0.001$, 200m : $r=0.41$, $p<0.001$, 400m : $r=0.45$, $p<0.001$), 効果量はいずれも moderate であった。また、高校 PB と大学伸びとの間には、いずれの種目においても有意な相関関係が認められなかった (100m : $r=0.04$, $p=0.513$, 200m : $r=-0.01$, $p=0.863$, 400m : $r=-0.03$, $p=0.597$)。
- (3) PB 更新群と PB 非更新群の比較では、いずれの種目においても、高校 PB に有意な差は認められなかったが、大学 PB ($p<0.001$), 大学伸び ($p<0.001$) および伸び率 ($p<0.001$) は群間に有意な差が認められ、いずれも効果量は大であった。
- (4) 高校 PB 上位群と高校 PB 下位群の比較では、いずれの種目においても、高校 PB ($p<0.001$, 効果量大) および大学 PB ($p<0.001$, 効果量中) において有意な差が認められたが、大学伸びおよび伸び率においては有意な差は認められなかった。

以上の結果から、年間ランキング 100 位に入る日本高校トップレベルの男子短距離競技者の大学生期におけるコーチングにおいては、4 年間で高校生期の PB を更新することが目標および評価の基準となり、その上で、PB 更新群の大学伸び（100m : 0.15 ± 0.11 秒, 200m : 0.33 ± 0.24 秒, 400m : 0.69 ± 0.57 秒）が目標値になると考えられる。

参考文献

- (1) 日本陸上競技連盟, “競技者育成指針” <http://www.jaaf.or.jp/development/model/> (参照日 2023 年 4 月 1 日)
- (2) 山元康平, 山田航平, 内藤景, “宮代賢治陸上競技学会誌世界および日本トップレベル男女短距離・ハードル競技者の記録発達の特徴”, 陸上競技学会誌, Vol. 20, (2022), pp. 77-87.
- (3) 犬井亮介, 柴田篤志, 山元康平, 村山凌一, 杉浦澄美, 福地修也, 木越清信, “世界および日本トップレベル男女走高跳競技者の記録発達の特徴”, 陸上競技研究, Vol. 123 (2020), pp.22-31.
- (4) 山元康平, 柴田篤志, 犬井亮介, 広瀬健一, 前田奎, 木越清信, 尾縣貢, “世界および日本トップレベル女子水平跳躍競技者の記録発達の特徴”, 陸上競技研究, Vol. 118 (2019), pp.22-31.
- (5) 山元康平, 内藤景, “世界および日本トップレベル男子水平跳躍競技者の競技的発達の特徴”, 福井工業大学研究紀要, Vol. 50 (2020), pp.206-213.
- (6) Boccia, G., Cardinale, M., Brustio, P.R. “World-Class Sprinters' Careers: Early Success Does Not Guarantee Success at Adult Age”, *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, Vol. 16, No. 3 (2020), pp.367-374.
- (7) Boccia, G., Cardinale, M., Brustio, P.R. “Performance progression of elite jumpers: Early performances do not predict later success”, *Scand. J. Med. Sci. Sports*, Vol. 31, No. 1(2021), pp.132-139.
- (8) 麻場一徳, シニア競技者の強化, 競技者育成プログラム(2019), pp. 31-36. 公益財団法人日本陸上競技連盟
- (9) 陸上競技マガジン記録編集部, “陸上競技ランキング” <https://rikumaga.com/> (参照日 2023 年 4 月 1 日)
- (10) Cohen, J. “A power primer”. *Psychol Bull*, Vol. 112 (1992), pp.155-159.
- (11) 水本篤, 竹内理“研究論文における効果量の報告のために: 基本的概念と注意点”, 関西英語教育学会紀要 英語教育研究, Vol. 31(2008), pp. 57-66.
- (12) Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., Hanin, J. “Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science”, *Medicine and Science in Sports Exercise*, Vol. 41(2009), pp. 3-13.

(2023 年 8 月 3 日受理)