

スポーツタレント発掘・育成事業におけるジュニア選手と一般小学生の疾走能力, 敏捷性能力, 跳躍能力に関する縦断的研究

矢野琢也¹⁾, 賀屋光晴²⁾, 長野崇³⁾, 村田和隆⁴⁾, 鷗木秀夫⁵⁾, 平川和文⁶⁾

¹⁾兵庫大学健康科学部

²⁾兵庫医療大学共通教育センター

³⁾大阪国際大学人間科学部

⁴⁾神戸大学大学院

⁵⁾兵庫県立大学国際商経学部

⁶⁾神戸大学

キーワード: 発育発達, アジリティ, 20m 走, RJ 指数, タレント発掘

【要 旨】

本研究の目的は, 種目非特化型のタレント発掘育成事業(TID)に選出された小学生 4-6 年生を対象に, TID 参加者と一般小学生を同時期に同一方法で運動能力を 3 年間縦断的に測定し, それらの変化を TID 参加者と一般小学生別, 男女別で比較・検討することで, TID 参加者の運動能力の特徴と体格・運動能力発達の男女差について明らかにすることとした. 対象者は, 兵庫県タレント発掘育成事業生(HJSA)4-6 年生 68 名と(男子 32 名, 女子 36 名), 一般小学生 4-6 年生 132 名(男子 62 名, 女子 70 名)とした. 運動能力は, 20m 走, リバウンドジャンプ(RJ), ドロップジャンプ(DJ), 垂直跳び, ステッピングを計測した. 身体計測は身長, 体重とした. HJSA と一般小学生の 3 年間の縦断的比較では, 身長は HJSA の女子が全て有意に高く, 男子は 4 年時のみ HJSA が有意に高かった. 一方, 体重は男じゅう女とも両群間に有意差はなかった. 運動能力は男女共全て HJSA が有意に高かった. HJSA の男女間では, 女子の方が男子よりも身長は有意に高く, 体重も女子の方が一部で有意に重い結果で女子の体格の優位性が明らかとなった. 運動能力では, 20m 走と DJ の一部を除いて HJSA では男女差がみられないことが明らかとなった.

スポーツパフォーマンス研究, 12, 655-676, 2020 年, 受付日: 2019 年 12 月 20 日, 受理日: 2020 年 11 月 2 日

責任著者: 矢野琢也, 加古川市平岡町新在家 2301, takuyano@hyogo-dai.ac.jp

Comparison of the running speed, agility, and jumping performance of children participating in a Talent Identification and Development (TID) program with the performance of children not participating in the program

Takuya Yano ¹⁾, Mitsuharu Kaya ²⁾, Takashi Nagano ³⁾, Kazutaka Murata ⁴⁾,
Hideo Ikarugi ⁵⁾, Kazufumi Hirakawa ⁶⁾

¹⁾Hyogo University

²⁾Hyogo University of Health Sciences

³⁾Osaka International University

⁴⁾Graduate School, Kobe University

⁵⁾University of Hyogo

⁶⁾Kobe University

Key words: children's growth and development, agility, 20-m run,
rebound jump (RJ) index, talent identification

【Abstract】

The present study investigated changes in the athletic ability and physical development of children who were in the 4th grade of elementary school at the start of the study. On the basis of measures of their athletic performance, 68 elementary school students (32 males and 36 females) were selected to participate in a Talent Identification and Development (TID) program conducted at the Hyogo Junior Sport Academy (HJSA). The study compared them to 132 elementary school students (62 males and 70 females) who were not selected because their scores on the athletic performance measures did not qualify them for the program. Changes in both groups of children were measured 3 times a year for 3 years in the 20-meter run, rebound jump (RJ), drop jump (DJ), vertical jump, and stepping. The physical measures included height and weight. Gender differences were also examined. Comparison of the 3 years of data from the students in the special program and the students who had no special training showed that the girls in the special program were significantly the tallest of all the participants, whereas the boys in the special group were significantly taller only when they were in the 4th-grade. No significant difference was found in weight between the two groups for either the boys or the girls. The boys and the girls in the special group scored significantly higher on the measures of athletic ability than did the children who did not participate in the special program, as they had at the time of selection for the program. Within the special group, the girls were significantly taller than the boys, and some of the girls weighed significantly more. These data suggest that girls of this age may be physically superior to boys. However, significant differences between the boys and the girls in the special group on the measures of athletic ability were found only for the 20-meter run and drop jumps.

I. 緒言

2004年に日本オリンピック委員会と国立スポーツ科学センターの連携のもと福岡県でタレント発掘・育成事業(Talent Identification and Development:以下, TID)が開始されてから, 今日全国各地において同様の事業が多数展開されている. それら TID は身体能力における選考を経た運動能力の高い小・中学生を対象としており, 対象者は一般の児童と比較して非常に高い運動能力を有していることが報告されている(谷所ほか, 2011).

兵庫県においても 2009 年より「種目非特化型」として TID(ひょうごジュニアスポーツアカデミー:以下, HJSA)が実施されており, 県内の小学生 4-6 年生を対象に毎年 4 月に選考会を行っている. HJSA は, 県の教育委員会, 体育協会, および兵庫体育スポーツ科学学会の 3 つの組織が連携して運営するプログラムである. 選考会では, 身長と体重, 運動能力として 30m 走, 立ち三段跳び, メディシンボール投げ, 反復横跳び, T 字ランテストを実施している. 選考に際しては, 運動能力に相対年齢効果が大きいことを考慮して月齢で補正する方法を採用し相対年齢効果の最小化を試みている(嶋木ほか, 2017; 矢野・嶋木, 2017). 加えて競技成績等も加味し総合的に各学年 25 名程度を選考している. HJSA は, 約 2 週間に 1 回の頻度(年間 25 回程度)で, 1 回約 90 分程度の運動プログラムを受講する. 運動プログラムの内容は, コーディネーション能力の向上を目的とした内容とスピード, アジリティ, クイックネスの向上を目的とした内容である. HJSA の詳細に関しては, ひょうごジュニアスポーツアカデミー報告書に記載している(ひょうごジュニアスポーツアカデミー実行委員会, 2013,2014,2015). HJSA では, 運動能力の変化を調査する目的で参加者に対して定期的に年 3 回の運動能力測定を行い, そのデータを適宜まとめて報告しており, 谷所ほか(2017)の報告では, 疾走能力と敏捷性能力の関連が低いことなどが明らかとなっている. しかし, 全国で展開されている TID に参加するジュニア選手の運動能力に関する詳細な報告は未だほとんどみられず, その基本的データはもとより発育発達に伴う運動能力の縦断的研究についての報告もほとんどみられない. 一方, 一般小学生に関して, 文部科学省の体力・運動能力調査データから, 体力トレーニングにおける最適時期が存在すること, その年齢は従来の考えよりも時期が早いこと, 大きな性差が存在することなどが報告されている(大澤, 2015). また体力要素では, 形態発育と筋力発達などの関係が重要であり, 体力要素ごとにトレーニングの最適時期が異なり, 特に女子においては, 体脂肪量の増加による体重との関係から性差が大きくなることが報告されている(鳥居, 2017). また一般小学生と合わせて TID でも男女の体力発達の傾向が異なることが報告されている(吉田ほか, 2016; 竹村ほか, 2018; 畑中ほか, 2018). このようにこの年代では, 身長と体重の増加, 体力要素の変化, 最大発育速度, 性差等の複数の要素が複雑に影響し合うことが明らかとなっており, これらのことは TID プログラム参加者の身体能力の発達においても影響を及ぼしているものと考えられる.

そこで本研究は, HJSA に選考された小学生 4-6 年生を対象に, TID 参加者と一般小学生を同時期に同一方法で運動能力を 3 年間縦断的に測定し, それらの変化を TID 参加者と一般小学生別, 男女別で比較・検討することにより, TID 参加者の運動能力の特徴と体格・運動能力発達の男女差について明らかにすることを目的とした. これによって, TID 実施におけるプログラムの考え方, 男女の指導上の留意点に関して貴重な情報が得られるものと考えられる.

II. 方法

1. 対象者

TID 参加者 (HJSA)

対象者は県内全域の全小学校 4-6 年生で毎年 4 月に公募・選考会を実施して選考された小学生である。本研究の対象とした HJSA は、2012 年度から 2015 年度に上記 HJSA で選考された小学 4 年生で、6 年時までの 3 年間アカデミー活動を継続し、全ての運動能力測定を受けた 58 名 (男子 29 名, 女子 29 名) である。彼らの月齢は、男子 132.9 ± 11.4 ヶ月, 女子 133.7 ± 11.3 ヶ月であった。測定は、年 3 回定期的に実施した。本研究では、4 年生時 5 月 (以下, 4 年 5 月), 4 年生時 3 月 (以下, 4 年 3 月), 5 年生時 3 月 (以下, 5 年 3 月), 6 年生時 3 月 (以下, 6 年 3 月) の測定値を分析対象とした。

一般小学生

HJSA と比較するため、本研究の主旨を理解して頂いた兵庫県 I 町の 2 つの小学校の 4 年生 132 名 (男子 62 名, 女子 70 名) を対象 (以下, 一般小学生) とした。HJSA と同じ方法によって、各学年終了時期の 3 月に測定を実施した。月齢は、男子 133.8 ± 11.1 ヶ月, 女子 132.7 ± 11.5 ヶ月で、男女とも有意な違いは認められなかった。

一般小学生の身長・体重を兵庫県 (平成 30 年度学校保健統計調査報告書 (兵庫県, 2018)) の同年齢児童の結果と比較した。学校保健統計調査報告書の調査時期は 4 月～6 月の間であることから、本研究の測定時期を考慮し測定時期がそれぞれ近い値で比較検討した。その結果、本対象者が身長で男女とも約 1cm 程度低く、体重で男子が約 1.5kg 軽く、女子はほぼ同等であった。これらの結果から兵庫県の平均に近く、本研究の一般小学生は兵庫の一般児童と同様な体格と推察された。

本研究では両群の参加児童ならびに保護者に対して事業の目的、計画、危険性、測定データの学術的活用について口頭ならびに書面にて十分説明し、同意書を得た上で実施した。倫理規定に関しては、兵庫大学研究倫理委員会の承認を得た上で規定に則って実施した。

2. 測定項目

測定項目は、疾走能力の評価として 20m 走、伸長-短縮サイクル (stretch-shortening cycle: SSC) 能力の評価としてリバウンドジャンプと 30cm の台からのドロップジャンプ、跳躍能力の評価として垂直跳び、敏捷性能力の評価として立位による 10 秒間のステッピングとした。体格的要素としては身長と体重を測定した。身長は 1/10cm, 体重は 1/10kg で記録した。

1) 20m 走

疾走能力の指標として用いた。光電管システムによる計測で実施した (TPN-02, 玉川商店)。スタートはスタンディングスタートの姿勢でスタートライン前に位置し、光電管システムと接続した光刺激の合図でスタートし、20m のゴールライン上に配置した光電管を通過することでストップウォッチが止まり計測を終了した。試技が正確に実施できるようにいずれの対象者も事前に十分練習を行わせた上で実施した。測定は 1 回とし、スタートミスなど明らかな支障が生じた場合は、再度計測を行った。1/100 秒まで記録した。

2) リバウンドジャンプ (以下, RJ)

跳躍能力ならびに SSC 能力の指標として用いた。マットスイッチによる計測で実施した(マルチジャンプテスト, DKH 社製)。対象者は、マットスイッチの上に立ち、手は腰の位置で固定し両腕の振込動作を排除して 6 回連続のジャンプをおこなった。対象者には、できるだけ短い接地時間でできるだけ高く跳ぶように指示をした。マルチジャンプテスト(DKH 社製)を用いて滞空時間と接地時間を計測し、これらの測定値から先行研究に基づいて跳躍高を算出し、さらに跳躍高を接地時間で除することで RJ 指数を算出した。測定に当たり十分練習を行った上で 1 回の測定とした。明らかな支障が生じた場合は、再度計測を行った。RJ 指数は 6 回の値の平均値を用いた。1/1000 まで記録した。

$$\text{跳躍高 (m)} = 1/8 \cdot 9.81 \cdot \text{滞空時間}^2 (\text{s}^2) \quad (9.81 \text{ は重力加速度を示す})$$

$$\text{RJ 指数 (m/s)} = \text{跳躍高 (m)} / \text{接地時間 (s)}$$

3) ドロップジャンプ (以下, DJ)

SSC 能力ならびに下肢の筋パワーの指標として用いた。台高 30cm からのドロップジャンプとし、手は腰の位置で固定し両腕の振込動作を排除しておこなった。対象者には出来るだけ短い接地時間で高く跳び上がるように指示した。また試技が正確に実施できるようにいずれの対象者も事前に十分練習を行わせた上で実施した。試技回数は 2 回とし、高い値を用いた。明らかな支障が生じた場合は、再度計測を行った。測定にはマルチジャンプテスト(DKH 社製)を用いて滞空時間と接地時間を計測した。これらの測定値から、先行研究に基づいて跳躍高を算出し、さらに跳躍高を接地時間で除することで DJ 指数を算出した。1/1000 まで記録した。

$$\text{跳躍高 (m)} = 1/8 \cdot 9.81 \cdot \text{滞空時間}^2 (\text{s}^2) \quad (9.81 \text{ は重力加速度を示す})$$

$$\text{DJ 指数 (m/s)} = \text{跳躍高 (m)} / \text{接地時間 (s)}$$

4) 垂直跳び

跳躍能力の指標として用いた。立位姿勢から反動動作(膝関節屈曲角度の制限を設けない)を用いて実施し手の動作は自由とした。2 回測定し値の高い方を用いた。測定にはジャンプ MD(竹井機器製)を用いた。1/10cm まで記録した。

5) ステッピング

敏捷性能力の指標として用いた。対象者は、2 枚のマットスイッチにそれぞれ左右の足を乗せて立ち、測定者の合図で 10 秒間最大限の努力で両足を左右交互に素早く上下にステップする。対象者にはステップの高さは自由でステップの速さを最大にするよう指示した。測定にはマルチジャンプテスト(DKH 社製)を用いて左右のステップ数の合計を計測した。測定に当たり十分練習を行った上で 1 回の測定とした。明らかな支障が生じた場合は、回復の時間を十分とった後に再度計測を行った。1/1 回で記録した。

3. 統計処理

各項目の測定値は、平均±標準偏差で示した。統計解析には、統計ソフト SPSS Statistics Ver.26 を用いた。HJSA の男女間ならびに HJSA と一般小学生間での平均値の比較は二元配置分散分析を用いて検討し、有意差がみられた場合は Tukey を用いて多重比較をおこなった。統計的有意水準はすべて 5%未満とした。

III. 結果

HJSA と一般小学生との比較を図 1-7 に示した。体格は学年進行と共に両群とも有意な変化がみられた。男子の身長は 4 年 3 月のみ HJSA が一般小学生と比較して有意に高い値となったが(p<0.05), それ以降では有意差はみられなかった。女子の身長は全ての学年で HJSA の方が一般小学生と比較して有意に高い値(p<0.01,p<0.001)となり、男女で大きな違いがみられた(図 1)。

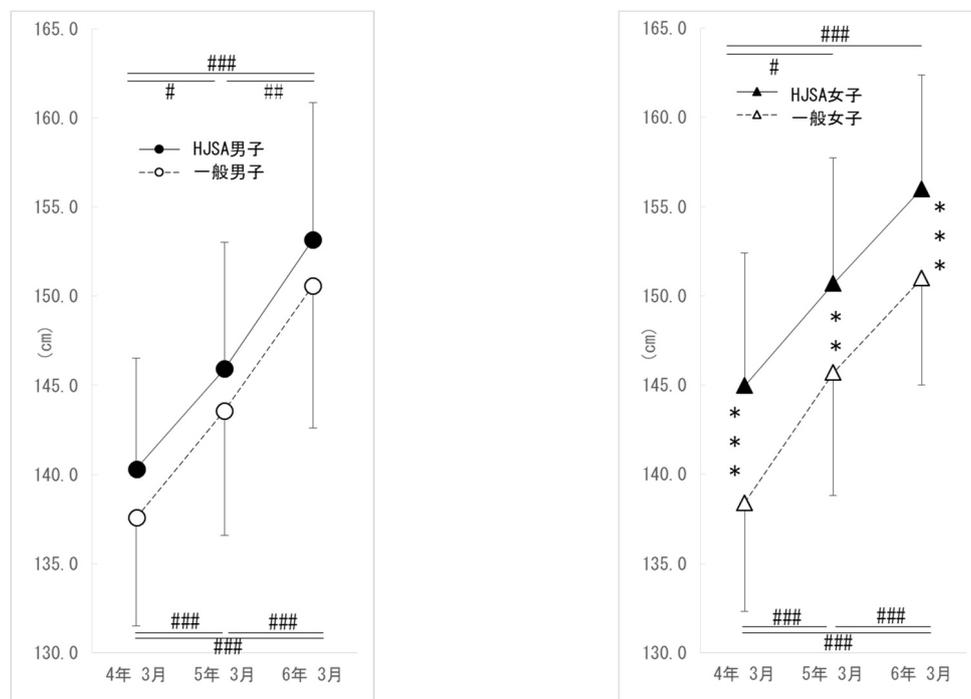


図 1. HJSA 群と一般小学生群における身長の経年変化の比較。男子(左図), 女子(右図)
*p<0.05, **p<0.01,***p<0.001, #p<0.05, ##p<0.01, ###p<0.001

分散分析の結果、女子の身長に対照群と測定時期の間で交互作用がみられた。体重は、学年進行と共に男女とも有意な変化がみられたが、男女とも HJSA と一般小学生の間に有意差はみられず、身長とは異なる結果となった(図 2)。運動能力では、HJSA の 20m 走は、4 年 3 月に男子が 4.05±0.19 秒、女子が 4.11±0.13 秒と一般小学生男子の 4.62±0.35 秒、一般小学生女子の 4.93±0.4 秒と比較して有意に速く、その結果は 6 年 3 月まで同様であった(p<0.001)(図 3)。その他、垂直跳び、RJ 指数、DJ 指数、ステップングでも HJSA は一般小学生と比較して男女とも 4 年 3 月から 6 年 3 月まで全てで有意に高い値を示した(p<0.001)(図 4-7)。分散分析の結果、男女の 20m 走、男子の DJ にそれぞれ対照群と測定時期の間で交互作用がみられた。

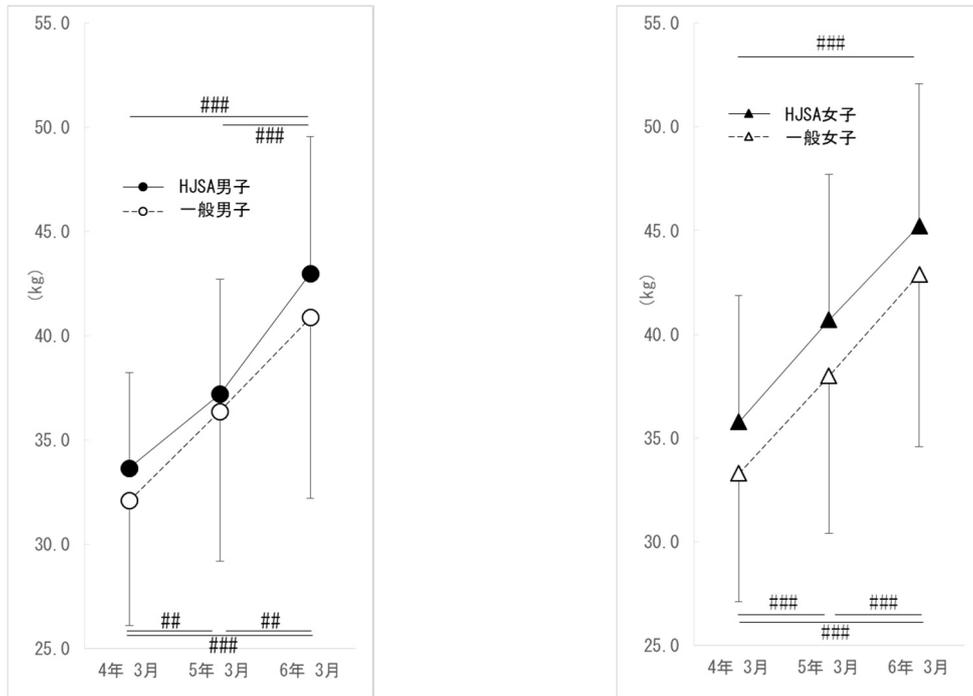


図 2. HJSA 群と一般小学生群における体重の経年変化の比較. 男子(左図), 女子(右図)
##p<0.01, ###p<0.001

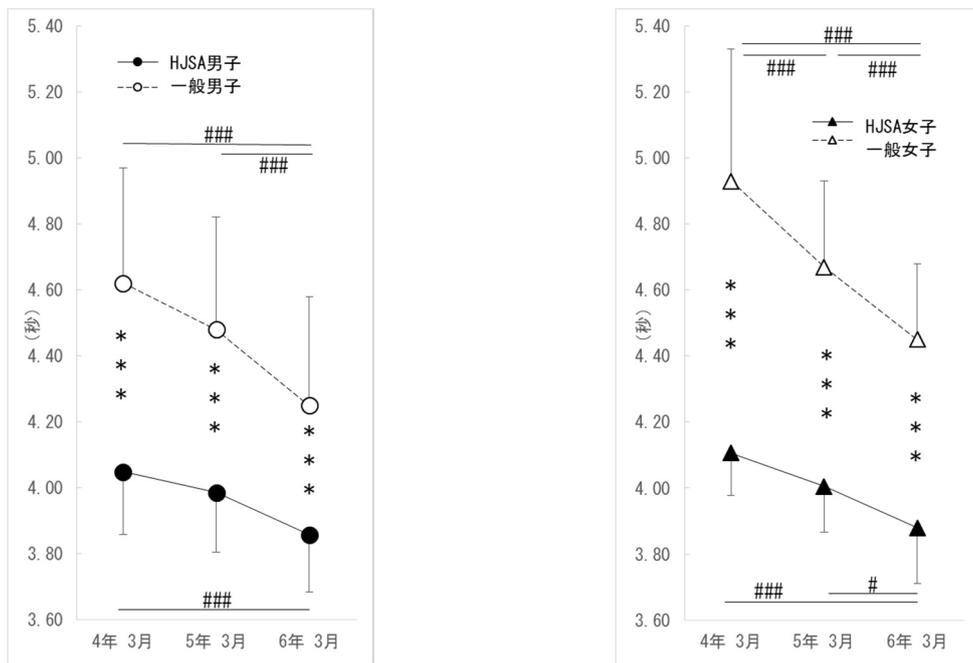


図 3. HJSA 群と一般小学生群における20m 走の経年変化の比較. 男子(左図), 女子(右図)
***p<0.001, #p<0.05, ###p<0.001

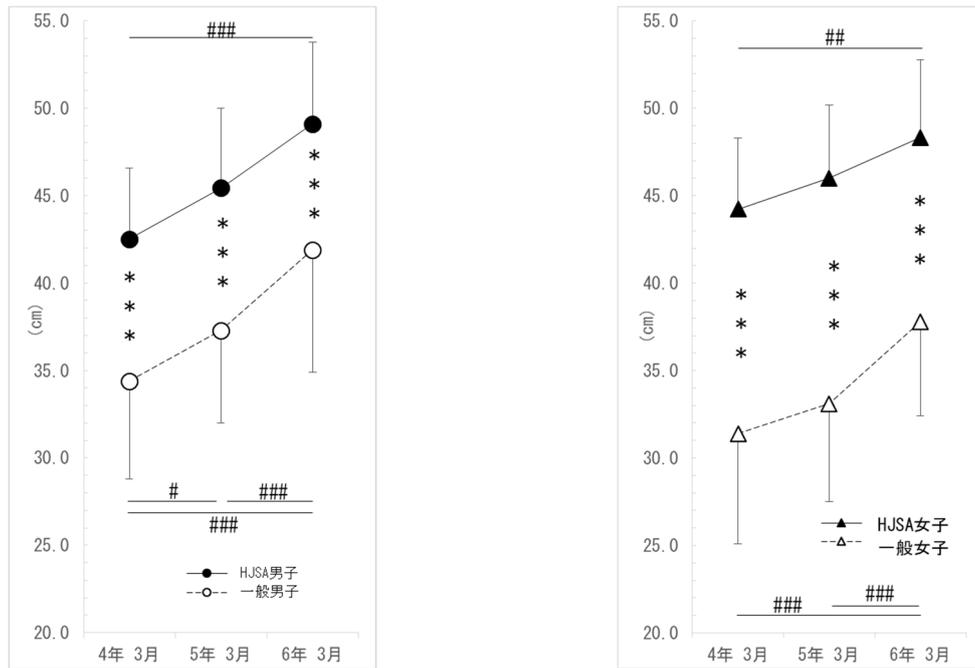


図 4. HJSA 群と一般小学生群における垂直跳びの経年変化の比較. 男子(左図), 女子(右図)
*** $p < 0.001$, # $p < 0.05$, ## $p < 0.01$, ### $p < 0.001$

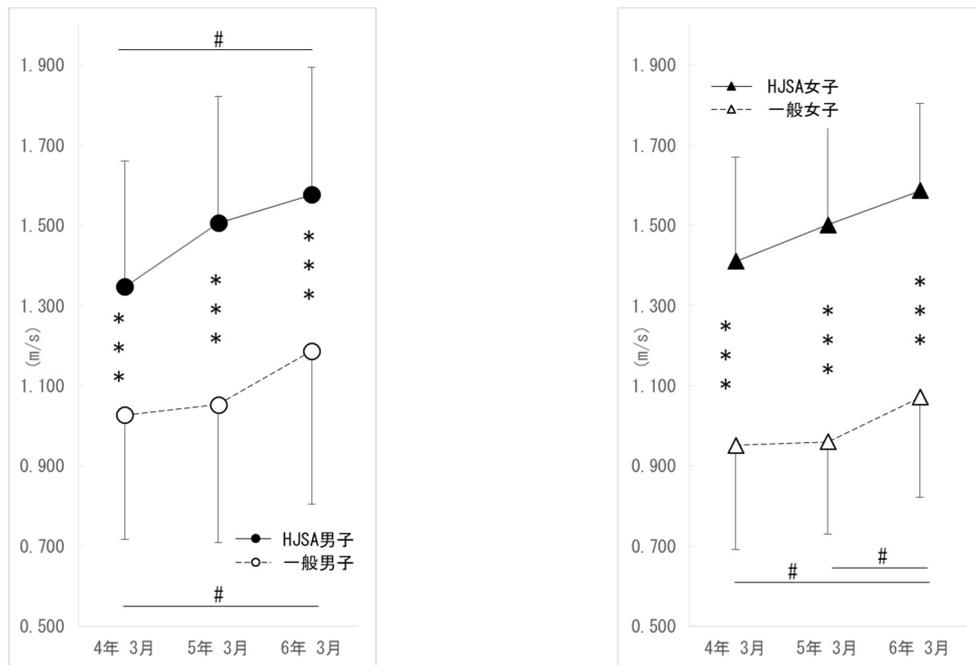


図 5. HJSA 群と一般小学生群におけるRJ 指数の経年変化の比較. 男子(左図), 女子(右図)
*** $p < 0.001$, # $p < 0.05$

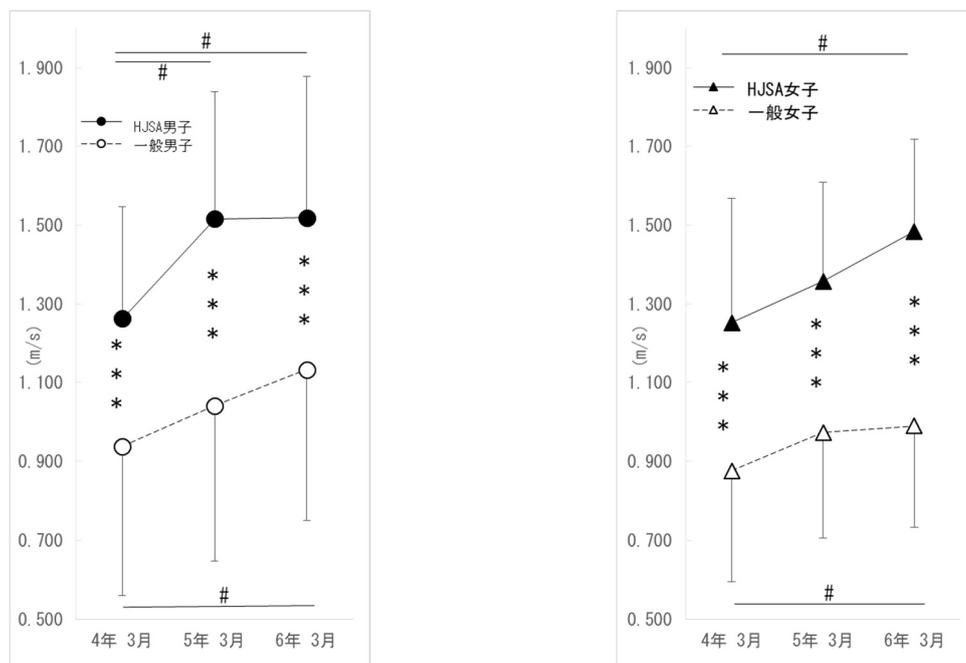


図 6. HJSA 群と一般小学生群における DJ 指数の経年変化の比較. 男子(左図), 女子(右図)
***p<0.001, #p<0.05

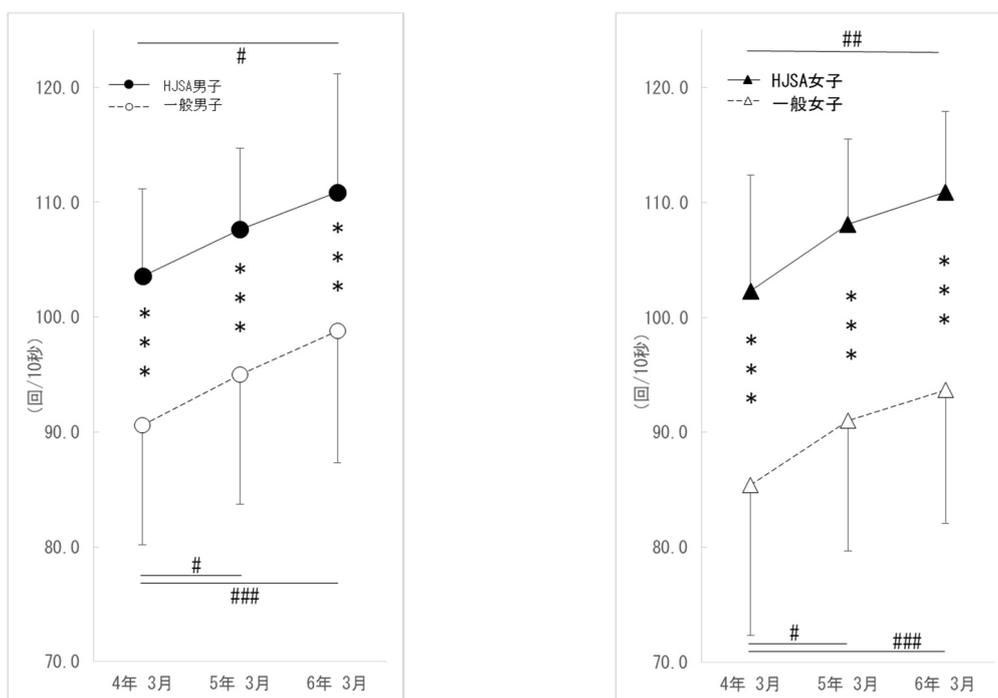


図 7. HJSA 群と一般小学生群におけるステップングの経年変化の比較. 男子(左図), 女子(右図)
***p<0.001, #p<0.05, ##p<0.01, ###p<0.001

HJSA の身長ならびに体重の推移を図 8, 9 に示した. 学年が進むごとに身長と体重はそれぞれ有意に向上し, 身長体重ともに女子の方が男子よりも値が高く, 身長では 4 年 5 月, 4 年 3 月, 5 年 3 月で, 体重では 5 年 3 月が有意に高い値となった ($p<0.05$). 分散分析の結果, 身長と体重にそれぞれ対照群と測定時期の間で交互作用がみられた. HJSA の各運動能力の結果を図 10-14 に示した. 20m 走

の推移では, 4年5月の男子が 4.19 ± 0.17 秒, 女子が 4.32 ± 0.15 秒で4年5月に男女間で有意差がみられた ($p < 0.01$) (図 10). 男女とも学年が進むごとにそれぞれ有意な向上がみられ, 4年3月以降は男女間の有意差はみられなくなった. 分散分析の結果, 20m 走に対照群と測定時期の間で交互作用がみられた. 垂直跳びの推移では, 4年5月の男子が 39.7 ± 5.5 cm, 女子が 40.7 ± 4.4 cm が, 6年3月に男子が 49.1 ± 4.7 cm, 女子が 48.3 ± 4.4 cm となり, 男女とも学年が進むごとに有意な向上がみられた. 男女間で有意差はみられなかった(図 11). RJ 指数の推移では, 4年5月の男子が 1.264 ± 0.225 m/s, 女子が 1.335 ± 0.225 m/s, 6年3月では男子が 1.557 ± 0.317 m/s, 女子が 1.587 ± 0.218 m/s となり, 男女とも学年が進むごとに有意な向上がみられた. 男女間で有意な差はみられなかった(図 12). DJ 指数の推移では, 4年5月の男子が 1.189 ± 0.305 m/s, 女子が 1.175 ± 0.300 m/s であったが, 6年3月では男子が 1.519 ± 0.359 m/s, 女子が 1.484 ± 0.234 m/s となり, 男女とも学年が進むごとに有意な向上がみられた. 男女間では, 5年3月において男子 1.516 ± 0.323 m/s, 女子 1.357 ± 0.253 m/s となり有意差がみられた ($p < 0.05$) (図 13). ステッピングの推移では, 4年5月の男子が 94.7 ± 9.2 回/10 秒, 女子が 92.7 ± 9.9 回/10 秒が, 6年3月では男子が 110.9 ± 10.3 回/10 秒, 女子が 110.1 ± 6.9 回/10 秒となり, 男女とも学年が進むごとに有意な向上がみられた. 男女間で有意差はみられなかった(図 14).

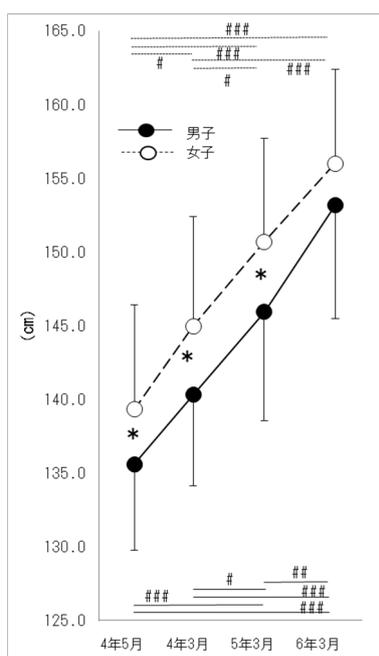


図 8. HJSA 群における身長 of 経年変化の男女差
 * $p < 0.05$ 男女間の有意差 # $p < 0.05$, ## $p < 0.01$, ### $p < 0.001$

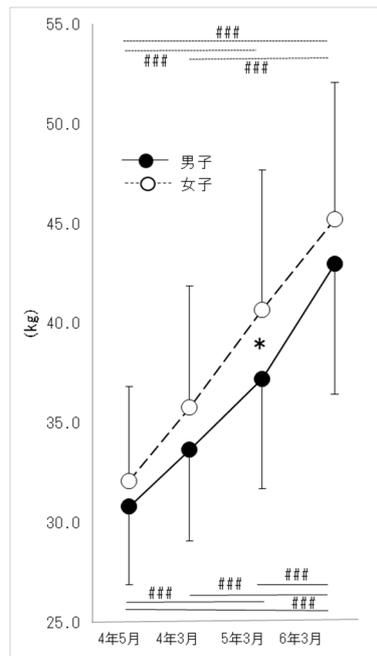


図 9. HJSA 群における体重の経年変化の男女差
* $p < 0.05$ 男女間の有意差 ### $p < 0.001$

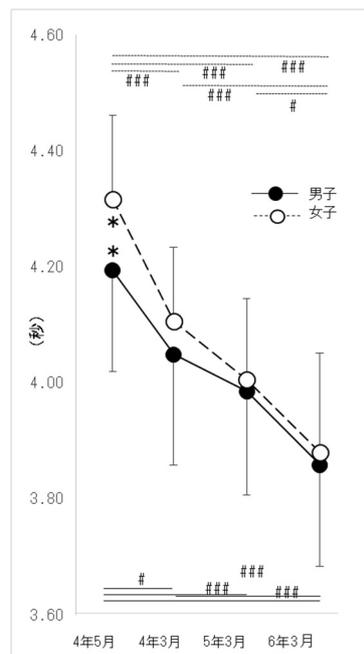


図 10. HJSA 群における 20m 走の経年変化の男女差
** $p < 0.01$ 男女間の有意差 # $p < 0.05$, ### $p < 0.001$

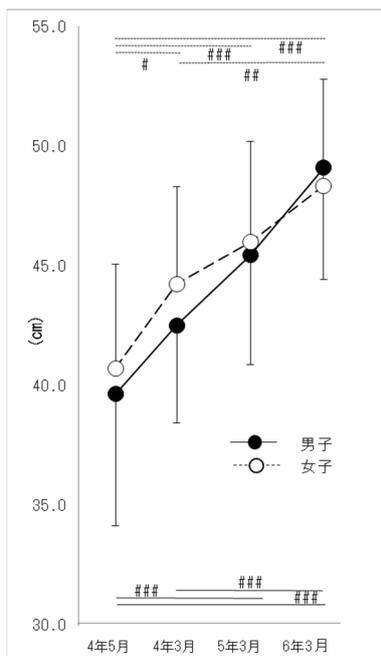


図 11. HJSA 群における垂直跳びの経年変化の男女差
$p < 0.05$, ## $p < 0.01$, ### $p < 0.001$

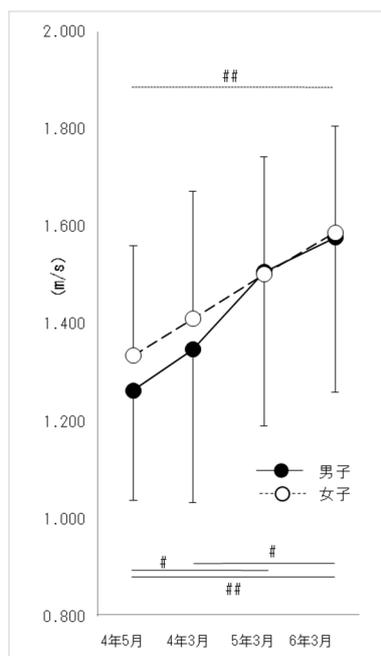


図 12. HJSA 群におけるRJ 指数の経年変化の男女差
$p < 0.05$, ## $p < 0.01$

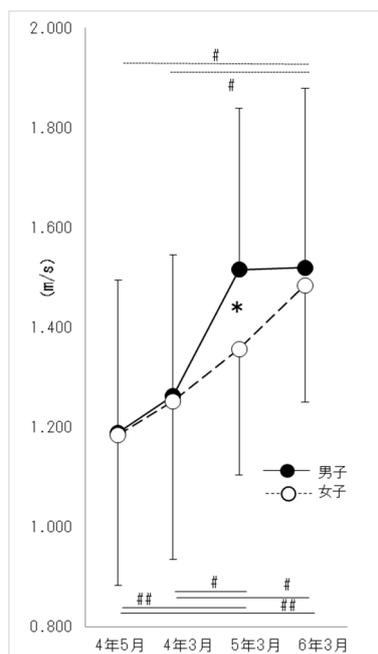


図 13. HJSA 群における DJ 指数の経年変化の男女差
* $p < 0.05$ 男女間の有意差 # $p < 0.05$, ## $p < 0.01$

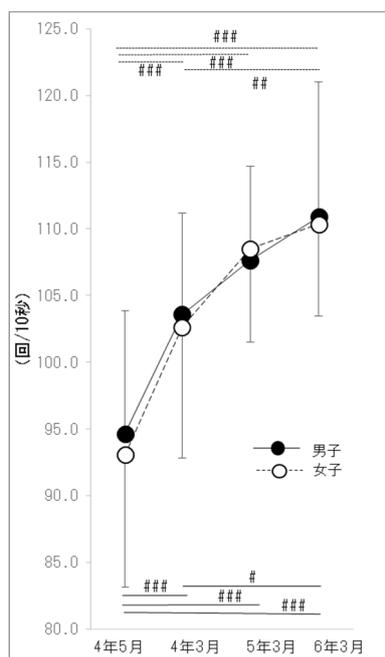


図 14. HJSA 群におけるステッピングの経年変化の男女差
$p < 0.05$, ## $p < 0.01$, ### $p < 0.001$

IV. 考察

1. HJSA と一般小学生との比較

本研究で HJSA が一般小学生と比較して体格に有意差がみられたのは、女子の身長では全ての学

年であったのに対し、男子では4年3月の身長のみで、男女で異なる結果となった。一方で体重では男女とも全てにおいて一般小学生と有意差がみられない結果となり、体格において身長と体重では異なる結果となった。一般的にこの年代では、同学年内において優れた体格を持つ児童が運動能力にも秀でている傾向が強く、TIDにおける先行研究でも体格は一般の小学生より1学年程度大きいことや同時に早熟傾向であることが報告されている(谷所ほか, 2011; 谷所ほか, 2017)。一方で、TIDの選考会において男女とも合格者と不合格者の身長と体重はほぼ等しいことが報告されていることから(竹村ら, 2018)、運動能力がある程度高い児童においては、体格と運動能力との関係は少ない可能性が示唆される。この点に関してHJSAでは、選手の選考段階において相対年齢効果の最小化を試みることを目的に2009年度から測定値を月齢によって補正する選考方法を採用しており、早熟の影響はいくらか補正されているものとする(鶴木ほか, 2017)。特に本研究の身長と体重の結果から、男子にその影響が強くみられた可能性が高いと考える。一方、女子では男子の身長とは異なり、HJSAが一般小学生と比較して全て有意に高い値であったことは非常に特徴的である。この結果から女子は、応募の段階で既に一般より運動能力が優れた上に身長が高い者が多い可能性が示唆され、それは補正による選考を行った後でも男子より影響が強い可能性が示唆された。また一般小学生女子は、5-6年生間でも有意な身長の伸びが見られたが、HJSA女子では見られていない。一般的に女子の成長スパートは11歳頃とされ、男子と比較して成長が早いことから(能瀬, 2017)、HJSA女子の身長にその影響がみられた可能性も考えられる。また一般的に体重の増加に伴い筋量も増加することから、筋力発揮に依存する体力要素は伸びること、それは女子よりも男子に影響が強いことが報告されている(鳥居, 2017)。一方、本研究の結果ではHJSAと一般小学生との間では、男女とも体重に有意差がみられない中、運動能力は男女ともHJSAが一般小学生より全て有意に高い値を示していることから、HJSAの特性が明らかになったと考えている。この点に関しては、単なる体重ではなく筋肉量などの変化による影響が強いことが推察されることから、今後は体組成計を用いた詳細な検討が必要であると考えられる。

一般小学生ならびにHJSAの20m走は、学年進行と共にその能力が向上し、HJSAが男女共に有意に速く疾走能力の高さが明らかとなった(図3)。その上でHJSA男子は4-6年生間でのみ有意差が見られたのに対し、一般小学生男子は5-6年生間でも有意差が見られた事、HJSA女子は4-5年生間では有意差が見られなかったのに対し、一般小学生女子では全ての学年間で有意差が見られたなど、群間や男女間で変化に違いが見られた。一般的にジュニア選手においては、疾走能力が高いほど競技力も高く、疾走能力はこの年代における運動能力全体を表す1つの指標となっている(Reilly et al., 2000; Wong et al., 2009)。本研究では一般小学生と比較してHJSAの男子が平均で約0.4-0.6秒、女子が平均で約0.6-0.8秒速い結果となり、女子の能力差が大きいことも明らかとなった。この点に関しては、HJSAが受けているコーディネーショントレーニングやSAQトレーニングの影響が考えられる。元々有意に高い疾走能力が、それらのトレーニングを定期的受講することで、継続的に疾走能力が向上したと考えられる。また、日誌等から各自が実施している日頃の運動習慣等の影響も考えられる。合わせて女子は、身長が一般小学生よりも全ての学年において有意に高い値であったことから、体格による影響が強く出た可能性も考えられる。星川ほかの報告では、20m走には生まれ月や早熟傾向が有利に働く可能性を示唆していることから、その影響も考えられるが詳細は不明である(星川ほか, 2012)。HJSAと一般小学生の差は、学年進行と共に男子4年で0.57秒から6年で0.39秒、女子4年

で 0.82 秒から 6 年で 0.57 秒と小さくなる傾向がみられたが、男女とも HJSA の疾走能力が有意に高いことには変わりがなかった。

一般小学生ならびに HJSA の垂直跳びは、学年進行と共に跳躍高が向上し、HJSA は全学年で男子が約 8cm、女子が 10cm 以上有意に高い結果となった(図 4)。また、学年進行と共に HJSA と一般小学生の差は、男子 4 年で約 8.1cm から 6 年で約 7.2cm、女子 4 年で約 12.8cm から 6 年で約 10.5cm と小さくなり、20m 走と同様の傾向がみられた。垂直跳びと疾走能力との関連では、同年代を対象とした先行研究で高い相関関係であったことが報告されている(関谷ほか, 2018)。本研究でも HJSA の男女は垂直跳びと 20m 走が一般小学生より著しく高く、変化の傾向も似ていることから同様の結果が得られたと考えている。

一般小学生ならびに HJSA の RJ 指数は、学年進行と共に高い値となり、HJSA の男子が平均で約 0.32~0.45m/s、女子が平均で約 0.44~0.51m/s と全学年で一般小学生よりも有意に高い結果となった。また、男子は差が 4 年 0.32 m/s、5 年 0.45 m/s と広がった後、6 年で 0.39 m/s とやや差が小さくなったのに対し、女子は 4 年 0.46 m/s、5 年 0.44 m/s、6 年 0.51 m/s と 6 年で差が大きくなり、男女で変化が異なる傾向がみられた(図 5)。垂直跳びでも男子は 6 年で差が小さくなる傾向がみられたことから、RJ でも同様の結果が得られたと考える。一方で女子は、垂直跳びは 6 年で差が小さくなっていたが、RJ 指数は 6 年で差が大きくなっており、跳躍能力でも SSC 能力の影響が強い RJ では、垂直跳びとはやや異なる結果が得られた。RJ は、接地時間が 0.2 秒以内という極めて短い時間で踏切動作が行われる(遠藤ほか, 2007; 図子・高松, 1996)。こうした運動は下肢の筋腱複合体における SSC 運動により遂行され、能力発揮には脚筋力の影響よりもバウンディング能力や硬いバネ特性の影響の方が大きいとされていることからこうした影響も考えられる(荻山, 2017; 有賀, 2017)。HJSA と一般小学生との差に関しては、体格の影響も考えられるが、RJ と体格ならびに形態要因との相関に関しては、幼児を対象とした先行研究では、月齢 50 ヶ月以降の RJ 遂行能力の発達差に対して形態的要因は影響していないと述べている(坂口・図子, 2013)。本研究でも男子では 4 年 3 月の身長以外は体重も含めて一般小学生と HJSA の間に有意差はみられず、RJ 指数は HJSA が全て有意に高い値であったことから、先行研究と同様の結果が得られたと考える。一方、女子では身長は HJSA の方が全て有意に高い状況で、RJ 指数も全て有意に高い結果であったことから、男子とは異なる要因が影響している可能性が考えられる。その点に関しては、RJ 指数の変化と身長の変化に関する相関で男女では影響が異なっていることが報告されている(矢野ほか, 2014)。また RJ と身長発育との関係では、男子学齢期を対象に思春期急増開始年齢(take off age)前後で大きく異なることが報告されており、身長の変化量の影響も示唆されるが、女子に関する報告は無く詳細は不明である(三島ほか, 2012)。この様に RJ と身長の変化に関してはいくつか報告があるが、本研究の様な対象者と一般小学生を縦断的に比較した報告は未だ見当たらないことから詳細は明らかではない。HJSA 女子は、定期的にコーディネーショントレーニングを中心としたトレーニングプログラムを受けていることからその影響も考えられる。ただその影響の程度に関しては、今回の結果から明らかにすることは困難である。よって今後引き続き詳細な検討が必要である。

一般小学生ならびに HJSA の DJ 指数は、学年進行とともに向上がみられ、男女とも HJSA の方が有意に高い値となった(図 6)。本研究では HJSA の男子が平均で約 0.33-0.47m/s、HJSA の女子が平均で約 0.38-0.49m/s 一般小学生よりも高い結果となり、DJ 指数の男女差はほぼ同等であることが明ら

かとなった。また HJSA と一般小学生の差は、男子 4 年の約 0.33 m/s が 6 年で約 0.38 m/s に、女子 4 年の約 0.38 m/s が 6 年で約 0.49 m/s へとやや大きくなる傾向がみられた。DJ 指数における小学 4,5,6 年生を対象とした報告では、男女とも 6 年時において有意な向上がみられ、高学年において能力の獲得が確かになる運動能力であることが示されている(志手・新開, 1995)。DJ は、SSC 運動の遂行能力を高めるプライオメトリックトレーニング方法の 1 つで、運動能力の発揮には、足関節の働きが重要であること(Yoon et al.,2007)、着地前の予備緊張や着地後の踏切前半の伸張反射など一連の運動遂行の関連が適切に機能することが重要であると報告されている(吉田ほか, 2016)。つまり跳躍能力の中でもかなり高度なテクニックやスキルを要する運動能力である。身長、体重で一般小学生と有意差がほぼない HJSA 男子が、DJ 指数で有意に高い値であったのは、これらの影響が強い可能性が考えられる。HJSA ではコーディネーショントレーニングや SAQ トレーニングを実施し、筋力発揮のタイミングや反応速度、バランスなど動きの調整能力を向上させる内容を重点的に実施している。よってこうした取り組みが効果的に運動能力に反映された可能性が推察される。特に HJSA 男子では一般小学生では有意差が見られていない 4-5 年生間で有意な向上が見られたことから、その影響が見られた可能性が考えられる。一方、女子は RJ 指数と同様に身長が一般小学生より有意に高く DJ 指数も高かった要因は、先述の DJ の遂行能力の影響と合わせて体格の優位性を活かした可能性が考えられる。ただ女子の DJ の学年間の変化の違いは HJSA 間と一般小学生間では見られていない。その点に関しては、DJ には多くの要素が関連していることから詳細は不明である。DJ に関する一般小学生の縦断的变化ならびに TID による報告は僅少であることから、引き続き詳細な検討が必要である。

一般小学生と HJSA のステップングは、学年進行とともに回数の増加がみられ、特に男女とも 4,5 年にかけて大きく向上がみられた(図 7)。HJSA と一般小学生との比較では、男子は 10 秒間で約 10 回 HJSA が高い値であったのに対し、女子は約 16 回 HJSA が高い値であったことから、HJSA の女子における動きの質や量、成熟度等の影響が見られた可能性が考えられる。その上で HJSA と一般小学生の増加数は、HJSA 男子が 4-5 年の 4 回から 5-6 年で 3.3 回に、一般小学生男子が 4-5 年の 4.4 回から 5-6 年で 3.8 回にそれぞれ減少した。同様に女子でも HJSA が 4-5 年の 5.8 回から 5-6 年で 2 回に、一般小学生が 4-5 年の 5.6 回から 5-6 年で 2.7 回にそれぞれ減少し、特に女子の減少が大きいことが明らかとなった。この結果に関しては、一般的に神経系の発達にはほぼ 10 歳前後でピークを迎えることが知られており、女子において両群共 5-6 年時で回数の減少が大きいことから、神経系の影響が強い運動能力の特性がみられたと考えている。特に HJSA 女子 5-6 年時の低下が大きい点は、HJSA の 6 年女子は 110.1 回と男子の 110.9 回とほぼ同じ値であることから、能力向上のピークに達している可能性が考えられる。特に、HJSA は男女とも有意差は 4-6 年生間のみであることから、その傾向が強いことが示唆された。HJSA ではコーディネーショントレーニングや SAQ トレーニングで反応速度、敏捷性、巧緻性など神経系の運動能力向上も重点的に実施しているが、ステップングにおいてはその影響は不明である。ただ、男女とも 100 回以上の高いレベルからさらに向上していることから影響があったと考えている。一方、一般小学生は、男子の方が女子よりも全て高く 10 秒間で 4~5 回の差があった。先行研究でも一般小学生 5, 6 年男女を対象とした 5 秒間の測定では、男子が有意に高い値であったことから、一般小学生に関しては先行研究と同様の結果が得られたと考える(仲田ほか, 2018)。今回の HJSA と一般小学生両群の縦断的变化から、性差や運動能力の違いによる変化が明らかとなったこ

とから非常に貴重な知見が得られたと考えている。ただステップングに関する報告は、成人においても非常に少ないことからその変化の詳細は不明な点が多い。さらに TID 対象者に関する運動能力の縦断的变化を検討した報告は見当たらないことや一般の小学生との比較を検討した報告もみられない。よって今後、縦断的な調査検討をおこなうことで能力別変化や能力向上における適時性が明らかになるのではないかと考えており、今後も継続的に検討を行いたい。

2. HJSA 群における 3 年間の男女の経年変化

本研究では、HJSA の身長ならびに体重は、いずれも女子の方が男子よりも平均値は高く、身長は 5 年 3 月まで女子の方が有意に高く、体重は 5 年 3 月に有意に高い値がみられた(図 8,9)。ジュニア選手や TID の報告では、小学生期の男女の身長、体重に関しては有意差がみられないとの報告もある(竹村ほか, 2018)。本研究でも 6 年の身長と 5 年 3 月を除く体重では、有意な男女差はみられなかったことから、先行研究の結果を一部で支持する結果が得られたと考える。TID の先行研究(谷所ほか, 2011)では、体格は一般小学生の 1-2 学年上であるとの報告もあることから、女子の身長にその傾向がみられた可能性が考えられる。さらにこの年代では一般的に女子の方が男子よりも約 1-2 年成長が早いことからその影響も考えられる。HJSA 女子は男子と異なり身長と体重で 5-6 年生間は有意差が見られなかったことからその傾向が見られた可能性が考えられ、体格の変化における男女差が明らかになったと考えている。その上で本研究では、選考段階で月齢によって補正する選考方法を採用しているが、選考段階から女子は運動能力が高くかつ体格に優れた対象者が、男子より多い可能性が示唆された。結果として HJSA の女子は、男子よりも体格で特に身長が優れている傾向にあることが明らかとなった。

疾走能力の指標として用いた 20m 走では、4 年 5 月において男子の方が 0.13 秒速く男女間に有意差がみられたが、男女とも学年進行とともにタイムの有意な向上がみられ、その後は有意差はなく、6 年では男女差は 0.02 秒まで短縮した(図 10)。一般的にジュニア選手においては、疾走能力が高いほど競技力も高いとの報告があり、疾走能力がこの年代における運動能力全体を表す 1 つの指標となっている(Reilly et al.,2000;Wong et al.,2009)。この年代の 20m 走に関する報告は僅少であるが、バドミントンのジュニアスポーツ選手を対象に光電管を用いた 20m 走の運動能力測定で、男子 4 年が 4.1 ± 0.3 秒、5 年が 3.9 ± 0.2 秒、6 年が 3.8 ± 0.2 秒、女子 4 年が 4.2 ± 0.2 秒、5 年が 4.0 ± 0.2 秒、6 年が 3.9 ± 0.2 秒であったことを報告している(渡辺, 2012)。スタート方法が異なるが、HJSA の方が男女ともやや速い結果となったことから、疾走能力の高さが明らかになったと考える。また男女差に関しては、宮城県の TID 選考会で、小学 3 年生を対象に光電管によるスタート方法での 20m 走を報告している(竹村ほか, 2018)。学年やスタート方法が本研究とは異なるが、男女差に関して合格者男子が 3.7 ± 0.14 秒、女子が 3.81 ± 0.13 秒と男子の方が約 0.11 秒速いことを報告している。本研究の 4 年時における男女差は 0.13 秒でかなり近い値であることから、同様の結果が得られた可能性がうかがえる。また本研究では 4 年 5 月に平均で約 0.13 秒あった男女差が、6 年 3 月では約 0.02 秒とほぼ同等まで女子が向上していることから、女子の疾走能力向上の大きさが明らかとなった。先行研究で女子の 50m 走と身長増加との高い関連性が報告されていることから、HJSA 女子の身長の影響がみられた可能性がある(鳥居, 2017)。ただこの年代の 20m 走の報告はそれ程多くなく、またスタート方法や測定方法に違い

がみられることや横断的データであることも少なくない。合わせて TID の報告は未だみられないことから比較検討が難しい点もある。HJSA では男女とも共通の SAQ トレーニングならびにコーディネーショントレーニングをほぼ同時期に受講している。よってトレーニングの違いによる影響は考えにくい。よって、別の要因が示唆されるが詳細は不明である。疾走能力に関しては、体格の面から筋量の影響も考えられるが、本研究では体組成計による検討は行っていないため詳細は不明である。今後は縦断的な変化を性差と合わせて比較検討する必要がある。

垂直跳びは、学年の進行と共に男女それぞれ跳躍力の有意な向上がみられるが、この年代では有意な性差がみられないことが明らかとなった。(図 11)。その上で 4 年 3 月まで女子が男子よりもやや高く、6 年 3 月で男子が逆転する傾向がみられた。RJ でも同様の傾向がみられ、TID 対象者の跳躍力における縦断的变化の特徴がみられたと考えている。跳躍力に関しては先行研究で、体重や身長が増加による相関が強いことが報告されており(鳥居, 2017)、本研究でも男女の 6 年時の身長、体重の変化からその影響が推察される。特に男子は女子と比較して身長が 6 年以外は全て有意に低く、体重も 5 年で有意に低いなど体格で不利な状況であるにも関わらず、跳躍力では有意差に至らないことは貴重な結果であった。本研究の対象者は TID に参加する体力的に優れた小学生であることや専門トレーニングを定期的に受けていることから、筋力発揮における能力が非常に高い可能性が考えられる。ただ一般的にこの年代では、男子の方が女子より高い跳躍力で、本研究の一般小学生でも同様の結果であることから、HJSA の女子の筋力発揮能力の高さが明らかになったと考えている。

SSC 能力の指標である RJ 指数は、学年進行に伴って男女とも有意な向上がみられた(図 12)。RJ の横断的研究では、RJ 指数は 9 歳から 16 歳までは、2 歳ごとに有意に増加することが報告されている(遠藤ほか, 2007)。本研究でも男子で 4 年 3 月と 6 年 3 月の間、女子でも 4 年 5 月と 6 年 3 月の間で有意差がみられたことから先行研究とほぼ同様の結果が得られたと考える。ただ本研究では男子の 4 年 5 月と 5 年 3 月の間でも有意差がみられており、対象者の運動能力発達の早さが示唆された。また RJ の変化で男女間の変化に違いが見られた。RJ 指数では、4 年生の間で平均値は女子が男子よりも高い傾向がみられ、5 年で男子が追いつく傾向がみられた。バドミントンのジュニアスポーツ選手を対象にした報告でも 4 年女子が 1.270m/s、5 年女子が 1.398 m/s に対し、4 年男子が 1.117m/s、5 年男子が 1.306 m/s と学年が低い時には女子が高い傾向であったが、6 年で女子が 1.379 m/s、男子が 1.376 m/s とほぼ同等の値となっていることから、横断的研究の結果ではあるが先行研究と同様の変化がみられたと考えている(渡辺, 2012)。先行研究も含めてこれらから、女子の SSC 能力の成熟の早さが示唆される結果が得られたのではないかと考えている。また、RJ の遂行と発育においては、垂直跳びと比較して形態的要因以外の影響が大きいことが報告されている(遠藤ほか, 2007; 遠藤, 2009)。ただ TID 対象者の縦断的变化の報告は未だ僅少であることから引き続き検討が必要である。

SSC 能力ならびに下肢の筋パワーの指標として用いた DJ 指数では、学年進行に伴い男女とも有意な向上がみられ、5 年 3 月では男女間で有意差もみられた(図 13)。小学生児童期における横断的研究では、男子は 6 年が 4 年と 5 年に対して有意に高く、女子は 6 年が 5 年に対して有意に高い値であったこと、有意な男女差が 5, 6 年でみられたことが報告されている(遠藤ほか, 2007; 志手・新開, 1995)。本研究では、男女差も含めて先行研究とほぼ同様の結果が得られたが、男子は 4 年と 5 年の間でも有意差がみられたことや 6 年で男女差がみられなくなったことから、本研究の対象者は、より早い

時期に SSC 能力が著しく向上することが明らかとなった。DJ の運動能力の発揮には、足関節の働きが重要であることや着地前の予備緊張や着地後の踏切前半の伸張反射など一連の運動遂行の関連が適切に機能することが重要であることから、跳躍能力の中でもかなり高度なテクニックやスキルを要する運動能力である(Yoon et al.,2007; 吉田ほか, 2016)。このように DJ は神経系や調整能力の要素が強い能力であることから、成熟度との関係も推察され、男子の 5 年 3 月での著しい向上による男女差はこうした影響も考えられる。また、5 年 3 月では RJ 指数や垂直跳びは、いずれもそれまで女子優位の傾向から男子が追いつきほぼ同等となる結果がみられる中、DJ 指数では男子が有意になっており異なる結果となった。HJSA では男女共 SAQ トレーニングならびにコーディネーショントレーニングをほぼ同時期に受講していることからトレーニングの違いによる影響は考えにくい。ただ、本研究の結果からその影響の出方に性差が見られる可能性が示唆された。ただそれが成熟度によるものか、発育による筋量や筋力発揮能力の影響なのかは不明である。DJ 指数の縦断的報告に関しては、小学生ならびに TID のデータは未だほとんどみられないため、この年代における経年推移については未だ明らかではない。よって先述の RJ 指数と合わせて DJ 指数におけるこの年代の縦断的变化を男女差も含めて詳細に検討する必要があると考えている。

敏捷性能力の指標として用いたステップングは、男子では 4 年時に 10 秒間で約 9 回の向上が、5 年から 6 年では約 3 回の向上、女子では 4 年時に約 10 回の向上が、5 年から 6 年では約 2 回の向上となり、学年が進行するに伴い向上の値が小さくなることが明らかとなった(図 14)。ジュニア男子テニスの横断的研究でもステップングは年齢が高くなるにつれ回数の上はみられなくなっており、神経系の要因が大きい運動能力の変化の特性が報告されている(小屋ほか, 2015)。一般的に神経系の発達には 10 歳前後でほぼ完成に近くなるため、敏捷性や反応動作など神経系の影響が強い運動能力の向上はこの年代ではほぼピークになることが報告されている(Viru et al.,1999; Lloyd and Olver,2012; 近藤, 1994)。国立スポーツ科学センター(以下、JISS)による成人国内一流選手の体力測定データでは、5 秒間のステップング回数で、男子は平均 63.8 回、女子は平均 54.4 回が報告されている(池田, 2011)。JISS の測定時間は我々の 1/2 のため、HJSA のステップング回数を単純に 1/2 にすると 6 年時の男子は約 55.5 回、女子は約 55 回となり、この数値を先程の国内の成人一流選手のデータと比較すると男子が約 86.9%、女子が 101.1%となる。男子もさることながら女子は非常に高い値となることから、神経系の影響が強い運動能力における発達の早さならびに女子の発達の早さが示唆されたと考えている。また男女差に関しては、小学 5、6 年生の陸上競技選手を対象とした報告で、5 秒間のステップングでは男子の方が女子よりも 5.9 回多く男女間に有意差がみられている(仲田ほか, 2018)。一方、本研究では 5、6 年とも男女間は 107.6 回と 108.1 回、110.9 回と 110.1 回とほぼ同数であったことから、改めて HJSA の女子の能力の高さが明らかとなった。ただステップングに関しては、ジュニアに限らず成人も含めて広く用いられている測定項目ではないことや測定時間が異なることから参考となる比較データは僅少のため詳細な検討は難しい。しかし、神経系の要素が強い敏捷性を評価する測定としては、高い運動スキルを必要とするわけではなく測定は比較的簡易である。よって今後は実施報告が増えることを期待したい。

V. まとめと今後の課題

本研究の結果, HJSAと一般小学生との比較では, 体格に関して有意差が男子は4年時の身長, 女子は4-6年時の身長でみられたが, 体重では男女とも有意差はみられなかった. その上で運動能力の全項目ではHJSAの方が有意に高い結果となり, 特にRJやDJでは6年時で25~30%も高い値となり, 本研究TID対象者の特性の一部が明らかとなった. また, HJSAの女子は一般小学生の男子よりも全ての項目で高い運動能力を示した.

HJSAの男女間では, 体格面で女子の方が男子よりも身長が5年時まで有意に高く, 体重も女子は5年時に有意に高い値を示すなど, 女子の体格の優位性が明らかとなった. その上で, 各運動能力では男女とも学年推移と共に有意な向上がみられ, 20m走やDJで一時期男子が有意に高い値を示したが, それ以外は女子と男子では有意差がみられない結果となった. このような結果に関しては, 本研究TIDプログラムがSAQ, コーディネーション能力の向上をねらいとするオールラウンドな「種目非特化型」であること, 対象者の実施競技も多くが特定化されておらず様々な競技を実施している集団であること, 女子の早熟化の可能性, さらに対象者は選考会で独自の選抜方式を用いている影響も考えられるが詳細は明らかではない. 我々の取り組みもまだ11年を経過したばかりで継続的なデータ分析も始まったばかりである. 加えて未だTIDの運動能力測定の結果は僅少であること, 比較対照とする一般小学生の運動能力の縦断的報告も未だ多くないことから, 引き続き詳細な検討をおこなう必要がある. また, 昨今この年代で検討が進む相対年齢効果についてもデータの蓄積と分析を進める必要がある. 今後は, 他府県で開催されているTIDの情報が公開されることで, TIDに関する研究がより大きく進展すると考えており今後に期待したい.

VI. 謝辞

本研究にあたり多大なるご支援ならびにご協力を賜りました兵庫県教育委員会, 兵庫県体育協会, ひょうごジュニアスポーツアカデミー実行委員会の皆様に深謝申し上げます.

VII. 文献

- ・ 有賀誠司(2017)トレーニングの評価におけるリバウンドジャンプ能力. 体育の科学, 65:243-247.
- ・ 遠藤俊典, 田内健二, 木越清信, 尾縣貢(2007)リバウンドジャンプと垂直跳の遂行能力の発達に関する横断的研究. 体育学研究, 52:149-159.
- ・ 遠藤俊典(2009)子どもから成人, アスリートに至るまでの跳躍能力の発達特性—垂直跳びおよびリバウンドジャンプの遂行能力の発達過程の対比に着目して—. 陸上競技研究, 76:2-13.
- ・ 畑中翔, 児島雄三郎, 船先康平, 本間孝太郎, 衣笠泰介(2018)タレント発掘におけるスクーリング基準の設定. トレーニング科学, Vol.29.4:277-286.
- ・ ひょうごジュニアスポーツアカデミー実行委員会(2013)平成24年度ひょうごジュニアスポーツアカデミー報告書. 1-71. <https://www.hspess.jp/2013/11/07/H24年度HJSA報告書.pdf> (参照日2020年6月16日).
- ・ ひょうごジュニアスポーツアカデミー実行委員会(2014)平成25年度ひょうごジュニアスポーツアカデミー報告書. 1-86. https://www.hspess.jp/project_1/ (参照日2020年6月16日).

- ・ ひょうごジュニアスポーツアカデミー実行委員会(2015)平成 26 年度ひょうごジュニアスポーツアカデミー報告書. 1-47. https://www.hspress.jp/project_1/ (参照日 2020 年 6 月 16 日).
- ・ 兵庫県 (2018) 平成 30 年度学校保健統計 (学校保健統計調査報告書). https://web.pref.hyogo.lg.jp/press/documents/20181221_2_2.prf (参照日 2019 年 9 月 2 日).
- ・ 星川佳広, 飯田朝美, 古森政作, 中馬健太郎, 澁川賢一, 菊池忍(2012)サッカー選手における 20m 走タイムの評価表の試案:ジュニアからプロまでの検討. 体育学研究, 57:249-260.
- ・ 鶴木秀夫, 平川和文, 谷所慶, 矢野琢也, 賀屋光晴, 長野崇, 村田和隆, 高田義弘(2017)兵庫県スポーツタレント発掘・育成事業の先行方法について-相対年齢効果の視点から-. 陸上競技研究紀要, Vol.13.37-42.
- ・ 池田達昭(2011) 日本人一流競技者の形態および一般的体力測定の結果に基づく評価基準表の作成. Japanese Journal of Elite Sports Support, 4: 1-14,
- ・ 荻山靖(2017)各種跳能力におけるリバウンドジャンプ能力の位置づけ. 体育の科学, 65:226-231.
- ・ 近藤明彦(1994)調整力テストとしての全身選択反応時間の測定とノルム作成の試み. 体育研究所紀要, 34:1-19.
- ・ 小屋菜穂子, 北村哲, 梅林薫(2015)男子エリートテニス選手における体力・運動能力の発達に関する横断的研究. コーチング学研究, 28(2):151-162.
- ・ Lloyd RS, Oliver JL(2012) The Youth Physical Development Model: A New Approach to Long-Term Athletic Development. J Strength Cond, 34:61-7.
- ・ 三島隆章, 藤井勝紀, 渡辺英次, 関一誠(2012)相互相関指数から導かれる体脂肪の加齢変化と体力・運動能力発達の類似性について-学齢期男子の解析-. 体力科学, 61:201-210.
- ・ 仲田秀臣, 瀬戸孝幸, 澤井亨, 正見こずえ, 大槻信吾, 岡崎延之(2018)小学生陸上競技選手におけるスプリント能力とリバウンドジャンプ能力およびステップング能力の関係. 大阪産業大学人間環境論集, 17:49-57.
- ・ 能瀬さやか(2017)女性スポーツの選手養成と発育発達. 子どもと発育発達. 14:266-272.
- ・ 大澤清二(2015)最適な体力トレーニングの開始年齢:文部科学省新体力テストデータの解析から. 発育発達研究, 69:25-35.
- ・ Reilly T, Williams AM, Nevill A, Franks A(2000) A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. J Sports Sci, 18(9):695-702.
- ・ 坂口将太, 関子浩二(2013)2 歳から 6 歳までの幼児におけるリバウンドジャンプ遂行能力の発達過程. 体育学研究, 58:599-615.
- ・ 関谷竜成, 春日晃章, 小栗和雄, 東健司, 鈴木裕貴(2018)タレント発掘兼育成事業における選考システムの検証. 岐阜大学教育学部研究報告(自然科学), 42.71-67.
- ・ 志手典之, 新開谷央(1995)小学生児童におけるリバウンドドロップジャンプを用いた跳躍動作のパワー発揮の発達に関する研究. スポーツ教育学研究, 16:39-46.
- ・ 竹村秀和, 内丸仁, 小田桂吾, 山口貴久, 高橋弘彦(2018)小学生を対象としたスポーツタレント発掘・育成事業における最終選考合格者の体力・運動能力特性. 仙台大学紀要, Vol.49.2:121-129.
- ・ 谷所慶, 山下修平, 和久貴洋(2011)ジュニアアスリートと一般児童の身体能力の比較-スポーツタレ

ント発掘事業と児童の体力-。体育の科学, 61(3):195-201.

- ・ 谷所慶, 嶋木秀夫, 矢野琢也, 賀屋光晴, 長野崇, 平川和文(2017) 児童の疾走能力と敏捷性能力に関する縦断的研究:スポーツタレント発掘事業におけるジュニア選手を対象として。体育学研究, 62:455-464.
- ・ 鳥居俊(2017) 体力要素の発達時期と運動器の発育発達。子どもと発育発達, 14:261-265.
- ・ 矢野琢也, 賀屋光晴, 長野崇, 平川和文(2014) ジュニアアスリートの疾走能力とリバウンドジャンプ能力の縦断的变化。体育・スポーツ科学, 23:11-18.
- ・ 矢野琢也, 嶋木秀夫(2017) 兵庫県のタレント発掘・育成事業。子どもと発育発達, 14:315-322.
- ・ Yoon S, Tauchi K, Takamatsu K(2007) Effect of ankle joint stiffness during eccentric phase in rebound jumps on ankle joint torque at midpoint. Int J Sports Med,28:66-71.
- ・ 吉田真咲, 石塚諭, 栗原知子, 水村(久埜)真由美(2016) 小学生児童の体格と体力発達に関する縦断的検討。お茶の水女子大学人文科学研究, 12:395-402.
- ・ 吉田拓矢, 中宗一郎, 荻山靖, 林綾平, 高橋和孝, 関子あまね, 関子浩二(2016) ドロップジャンプにおけるパフォーマンス獲得に至るまでの時系列的な運動連関。体力科学, 65:479-489.
- ・ Viru A, Loko J, Harro M, Volver A, Laaneots L, Viru M(1999) Critical Periods in the Development of Performance Capacity During Childhood and Adolescence. Eur J Phys Educ, 4:75-119.
- ・ 渡辺英次. ジュニアスポーツ選手の体格・運動能力測定実施報告(第2報)(2012). 専修大学社会体育研究所報, Vol.59.44.
- ・ Wong PL, Chamari K, Dellal A, Wisloff (2009) Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. J Strength Cond Res,23(4): 1204-1210.
- ・ 関子浩二, 高松薫(1996) リバウンドドロップジャンプにおける着地動作の違いが踏切中のパワーに及ぼす影響-膝関節角度に着目して-. 体育科学, 45:209-218.