

ジュニア競泳選手の泳速度と筋量の関係

The Relationship Between the Swimming Velocity Japanese Top Junior Swimmers and Their Muscle Mass According to Growth Development

須藤 明治

Akiharu SUDO

Abstract

This study examined the relationship between the swimming velocity Japanese top junior competitive swimmers and their muscle mass according to growth development. With swimmers involved in a swimming club as subjects, at the site of a Japan Swimming Club Association-held swimming tournament (all-Japan inter-block tournament), measurements were taken for body composition (weight, amount of body fat, amount of muscle in and bilateral difference between arms/legs/body trunk, etc.). The subjects were comprised of 502 between the ages of 11 and 18. For the swimming records, the records officially recognized by the Japan Swimming Federation for this tournament were used. Physical attributes of swimmers participating in this tournament were grouped by age and gender, and with regards to the swimming records, four swimming styles (Free/butterfly/backstroke/breaststroke) were used for 50m, and muscle mass (body trunk/arms (bilateral) /legs (bilateral)) measurement values were comparatively examined. Results showed that for height, values were high compared to the national average for those aged 13 and under, and for those above 13 years old the values showed tendencies similar to the national averages. With differences in amounts of body fat between genders in particular, males showed body fat amounts of 10% or less for those aged 15–16 years old. Also, regarding differences in upper limb muscle mass between genders, males showed high values from age 15 and above. On the other hand, while there were differences between genders with regards to lower limb muscle mass, gradual increases in accordance with age were displayed. Additionally, results of the examination of the relationship between swimming records and muscle mass showed that for males, a significant direct correlation among the four swimming styles was recognized, but those tendencies were only observed in the

butterfly stroke for females. In particular, for females direct correlations between lower limb muscle mass and swimming velocity were recognized in all swimming styles. Particularly for the females' freestyle, backstroke, and breaststroke, it can be considered that the increasing of upper limb muscle mass is an important factor in the improvement of competition power.

Key words; swimmers, top junior, muscle, velocity

I. はじめに

水泳は、技術のある程度習得しなければ泳げるようにはならないが、初心者は泳ぎか速くなるほど、1ストロークの時間は速くなる。その1ストロークの時間は、12歳のグループでも20歳の一流選手でもおよそ0.6秒に近いことが知られている⁵⁾。また、このような、くり返しを伴うリズムカルな動作の調節は、5～10歳程度の比較的幼年時期に習得できることが知られている⁹⁾。更に、脳神経の発育年間量は、7～8歳がピークといわれていることからこの時期にリズムカルな動作を習得することが望ましい⁶⁾。そこで、本研究は、日本のトップジュニア競泳選手の泳速度と発育発達に即した筋量との関係を検討した。発育発達に応じたトレーニングの基礎資料としたい。

II. 方法

スイミングクラブに通っている水泳選手を対象に社団法人日本スイミングクラブ協会主催水泳大会（全国ブロック対抗競技会・JSCA新年フェスティバル等）の会場にて、身体組成（体重、体脂肪量、上肢・下肢・体幹の筋肉量と左右差など）の測定を施した。身長は身長計で、体重などの体組成はインピーダンス法を用いた体組成計によって測定した。

測定は、被験者（出場選手）に水着になってもらい、身長から測定を行った。その後、体組成計にのり、性別・年齢・身長を入力し、グリップを

握ることで体組成を測定した。被験者は、11歳から18歳までの502名であった。競泳記録は、本大会で実施された日本水泳連盟の公式認定記録を用いた。これらの大会に参加した選手の身体的特徴を年齢別及び性別に分類し、比較検討した。また、泳記録については、50mの4泳法（クロール・バタフライ・背泳ぎ・平泳ぎ）を取り上げ、筋量（体幹・上肢（左右）・下肢（左右））の測定値と比較検討した。

III. 結果

1) 競泳選手の身体的特徴について

図1に11歳～18歳の身長の変化を示した。男子が12歳～18歳まで女子より高値を示した。特に、男子では15歳、女子では16歳に身長の伸びのピークがあった。

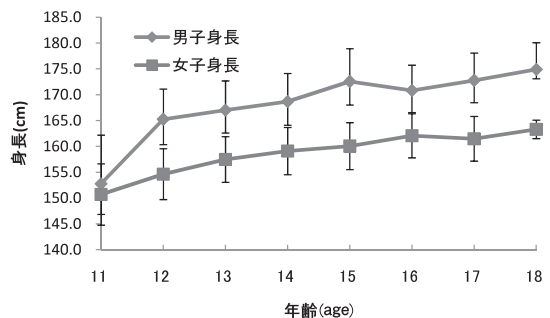


図1 年齢に伴う身長の変化

図2に11歳～18歳の体重の変化を示した。男子は15歳と18歳にピークがみられ、女子では緩やかに上昇し15、16歳でピークを迎え、18歳に向かって減少する傾向にあった。

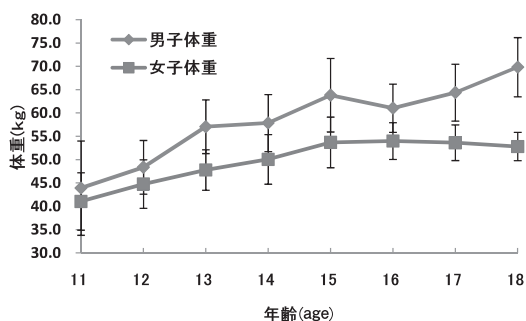


図2 年齢に伴う体重の変化

図3に11歳～18歳の体脂肪の変化を示した。男子は14歳から減少する傾向がみられ、女子は11歳から緩やかに上昇する傾向にあった。

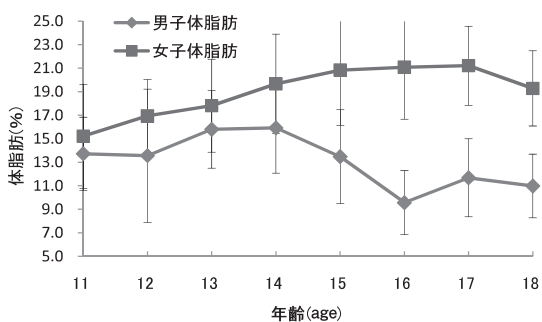


図3 年齢に伴う体脂肪の変化

図4に11歳～18歳の脂肪量の変化を示した。男子は16歳において最も低い値を示した。女子は年齢とともに緩やかに上昇する傾向にあった。

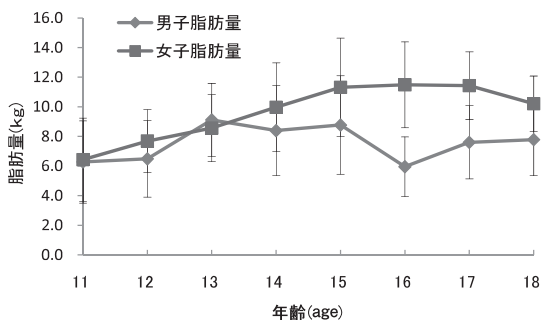


図4 年齢に伴う脂肪量の変化

図5に11歳～18歳の除脂肪量の変化を示した。男女共に11歳から上昇する傾向がみられ、18歳において最も高値を示した。

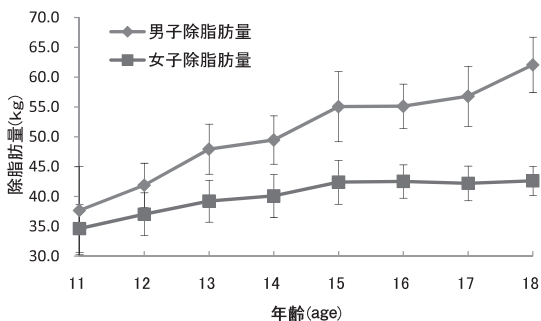


図5 年齢に伴う除脂肪量の変化

図6に11歳～18歳の筋肉量の変化を示した。男子は11歳～18歳まで上昇する傾向が見られた。女子は11歳～15歳まで男子よりも緩やかに上昇する傾向が見られた。

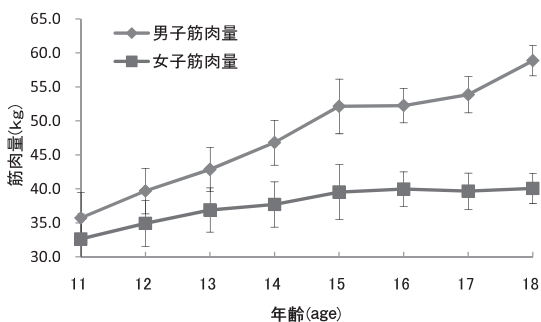


図6 年齢に伴う筋肉量の変化

図7に11歳～18歳の体水分量の変化を示した。男子が11歳～18歳まで女子より高値を示した。女子は15、6歳でピークを迎え、18歳に向かって減少する傾向にあった。

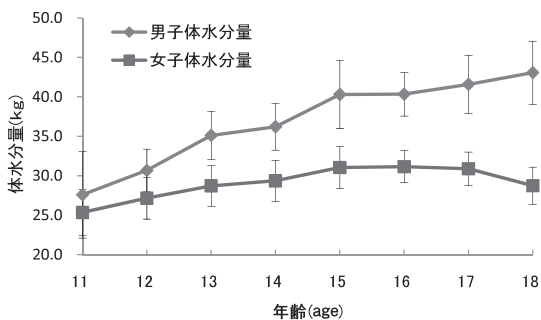


図7 年齢に伴う体水分量の変化

図8に11歳～18歳のBMIの変化を示した。男子は18歳において最も高値を示し、女子は15歳でピークを迎え、18歳に向かって減少する傾向にあった。

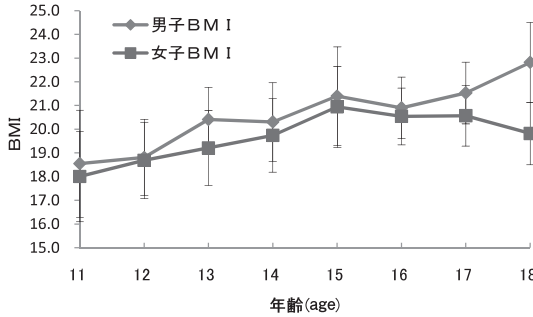


図8 年齢に伴うBMIの変化

図9に11歳～18歳の推定骨量の変化を示した。男子が12歳～18歳まで女子より高値を示した。男女共に15歳に伸びのピークがあった。

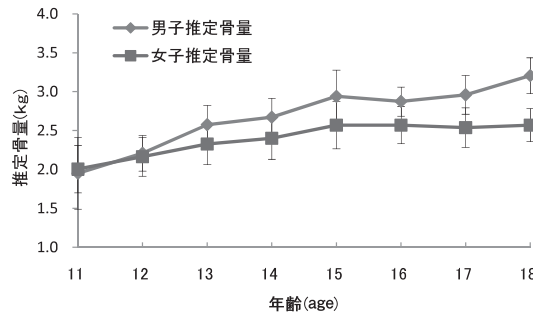


図9 年齢に伴う推定骨量の変化

図10に11歳～18歳の体幹筋肉量の変化を示した。男子は15歳と18歳にピークがみられ、女子は15歳においてピークを迎えた。

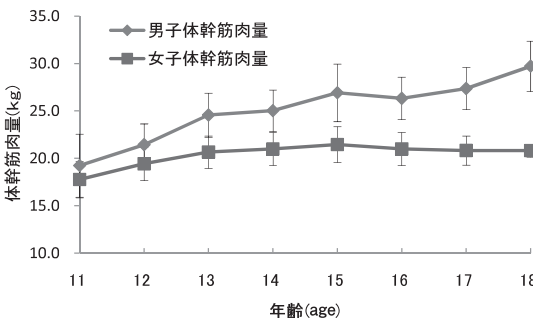


図10 年齢に伴う体幹筋肉量の変化

図11に11歳～18歳の右腕筋肉量の変化を示した。男子14～18歳に上昇する傾向が見られた。女子は16歳において最も高値を示した。

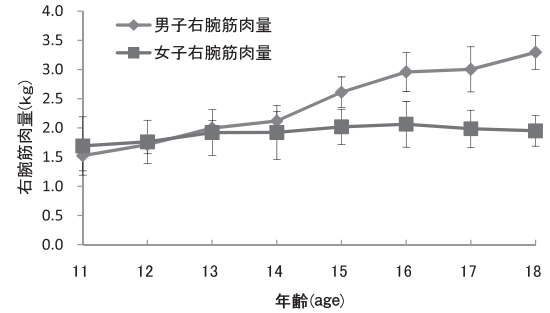


図11 年齢に伴う右腕筋肉量の変化

図12に11歳～18歳の左腕筋肉量の変化を示した。男子は18歳において最も高値を示し、女子は15歳において最も高値を示した。

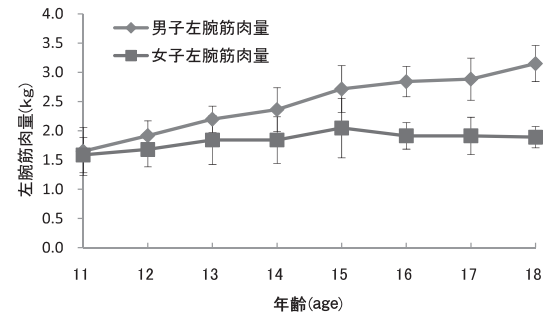


図12 年齢に伴う左腕筋肉量の変化

図13に11歳～18歳の右足筋肉量の変化を示した。男子は11歳～18歳まで上昇する傾向が見られた。女子は男子よりも緩やかに上昇する傾向にあった。

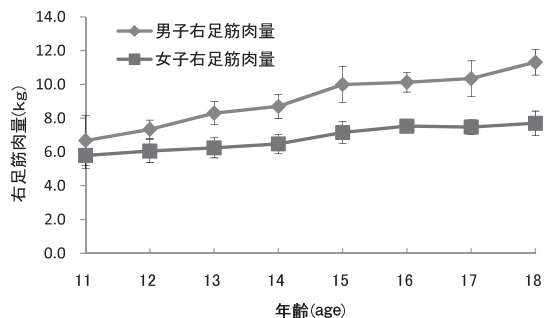


図13 年齢に伴う右足筋肉量の変化

図14に11歳～18歳の左足筋肉量の変化を示した。男女共に右足筋肉量と同様の傾向を示した。

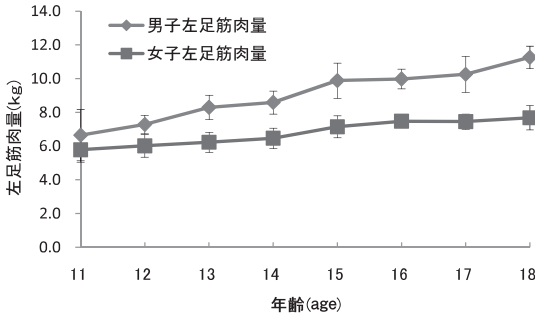


図14 年齢に伴う左足筋肉量の変化

図15に11歳～18歳の体幹脂肪量の変化を示した。男子は14～18歳において女子よりも低い値を示した。女子は11歳から15歳まで緩やかに上昇した。

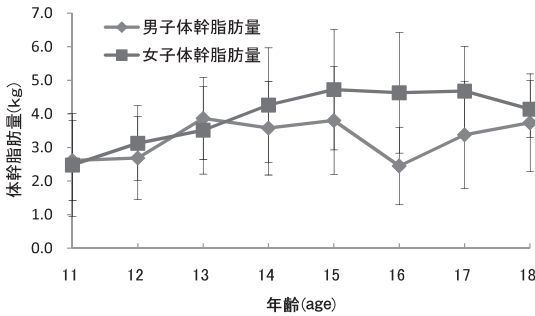


図15 年齢に伴う体幹脂肪量の変化

図16に11歳～18歳の右腕脂肪量の変化を示した。男子が11歳～18歳まで女子より低い値を示した。女子は15歳で伸びのピークを迎え、18歳に向かって減少する傾向にあった。

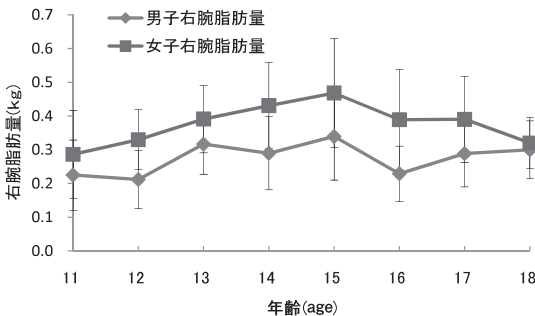


図16 年齢に伴う右腕脂肪量の変化

図17に11歳～18歳の左腕脂肪量の変化を示した。男女共に右腕脂肪量と同様の傾向がみられた。

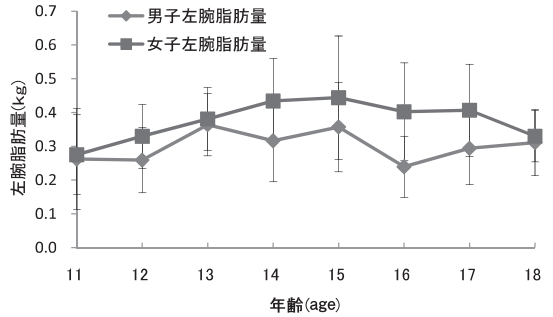


図17 年齢に伴う左腕脂肪量の変化

図18に11歳～18歳の右足脂肪量の変化を示した。男子は13歳で最も高値を、16歳で低値を示した。女子は16歳でピークを迎え、18歳に向かって減少する傾向にあった。

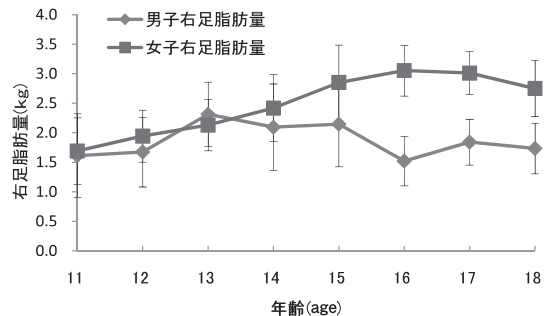


図18 年齢に伴う右足脂肪量の変化

図19に11歳～18歳の左足脂肪量の変化を示した。男女共に右足脂肪量と同様の傾向を示した。

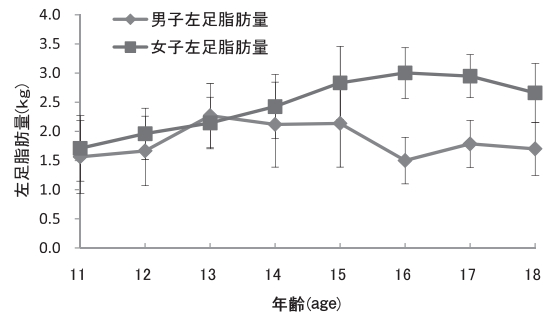


図19 年齢に伴う左足脂肪量の変化

図20に11歳～18歳の立位体前屈の変化を示した。男子は18歳において最も高値を示した。女子は11歳～16歳まで男子より高値を示した。

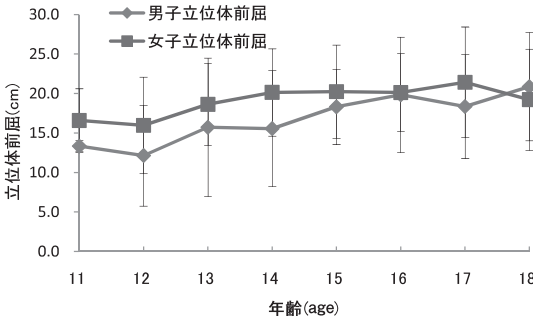


図20 年齢に伴う立位体前屈の変化

図21に11歳～18歳の上肢筋肉量の変化を示した。男子は11歳～18歳まで上昇する傾向が見られた。女子は11歳～15歳まで上昇する傾向が見られた。

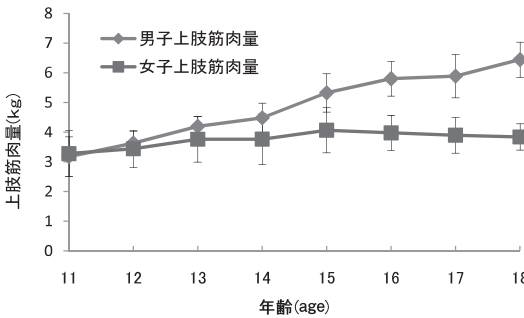


図21 年齢に伴う上肢筋肉量の変化

図22に11歳～18歳の下肢筋肉量の変化を示した。男子は11歳～18歳まで女子より高値を示した。女子は11歳～18歳まで男子より緩やかに上昇する傾向にあった。

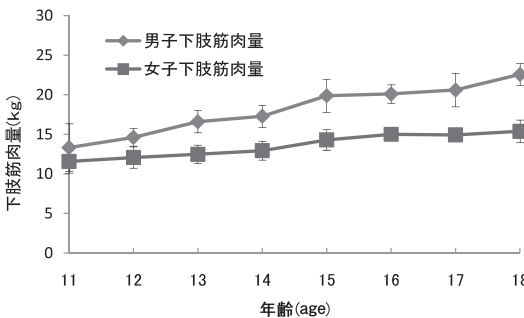


図22 年齢に伴う下肢筋肉量の変化

図23に男子身長における全国平均との比較を示した。11歳～13歳までは全国平均より高値を示したが、14歳からはほぼ同様の傾向を示した。

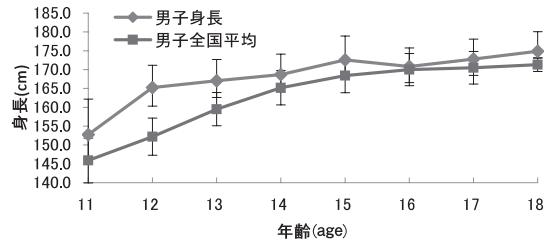


図23 男子身長における全国平均との比較

図24に女子身長における全国平均との比較を示した。11歳～14歳までは全国平均より高値を示したが、15歳からはほぼ同様の傾向を示した。

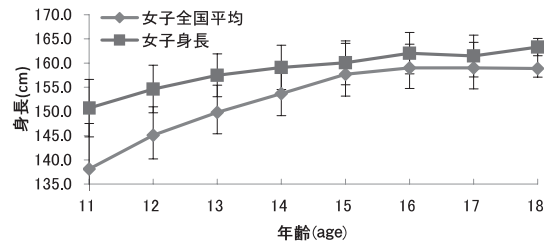


図24 女子身長における全国平均との比較

図25に男子体重における全国平均との比較を示した。11歳～18歳において、全国平均とほぼ同様の傾向を示した。

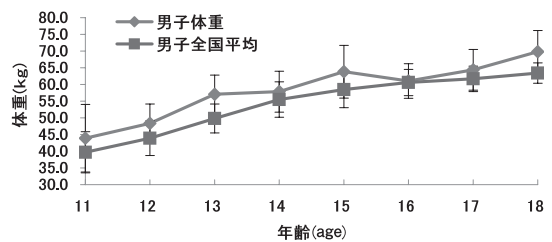


図25 男子体重における全国平均との比較

図26に女子体重における全国平均との比較を示した。男子同様、11歳～18歳において、全国平均とはほぼ同様の傾向を示した。

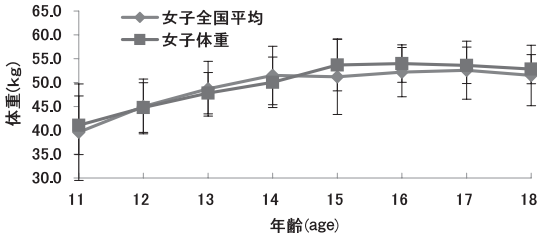


図26 女子体重における全国平均との比較

2) 泳速度と筋量の関係について

図27に男子における体幹筋量と速度の関係を示した。aにクロール、bにバタフライ、cに背泳ぎ、dに平泳ぎを示した。4種目とも正の相関を示した。

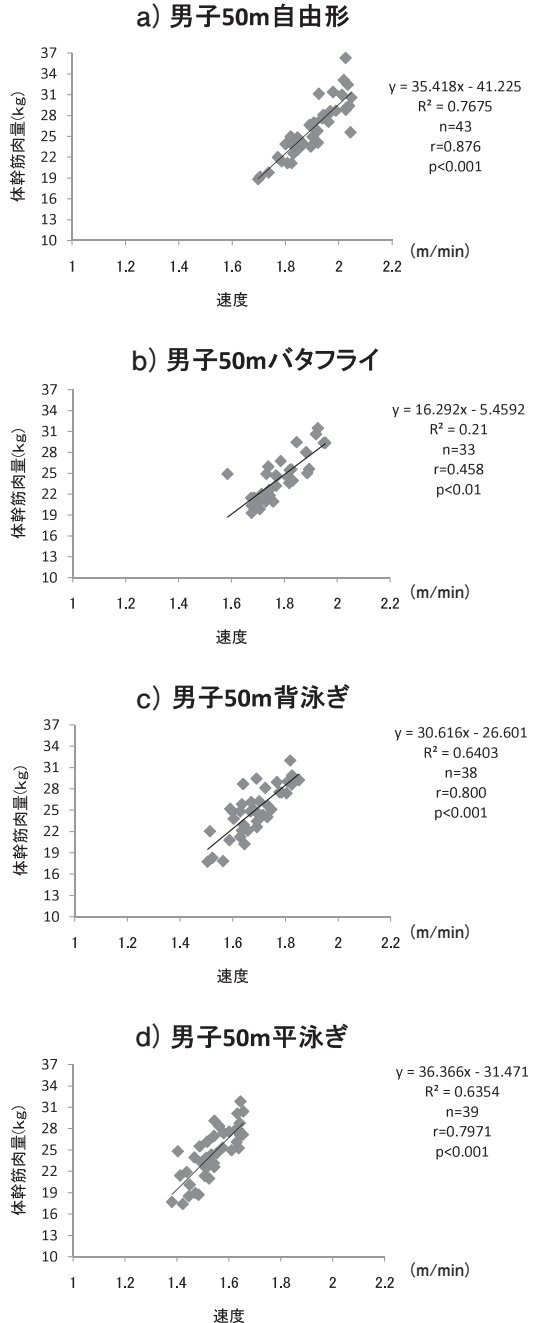


図27 体幹筋量と速度の関係 (男子)

図28に女子における体幹筋量と速度の関係を示した。a)にクロール、b)にバタフライ、c)に背泳ぎ、d)に平泳ぎを示した。クロール、バタフライにおいて正の相関を示した。

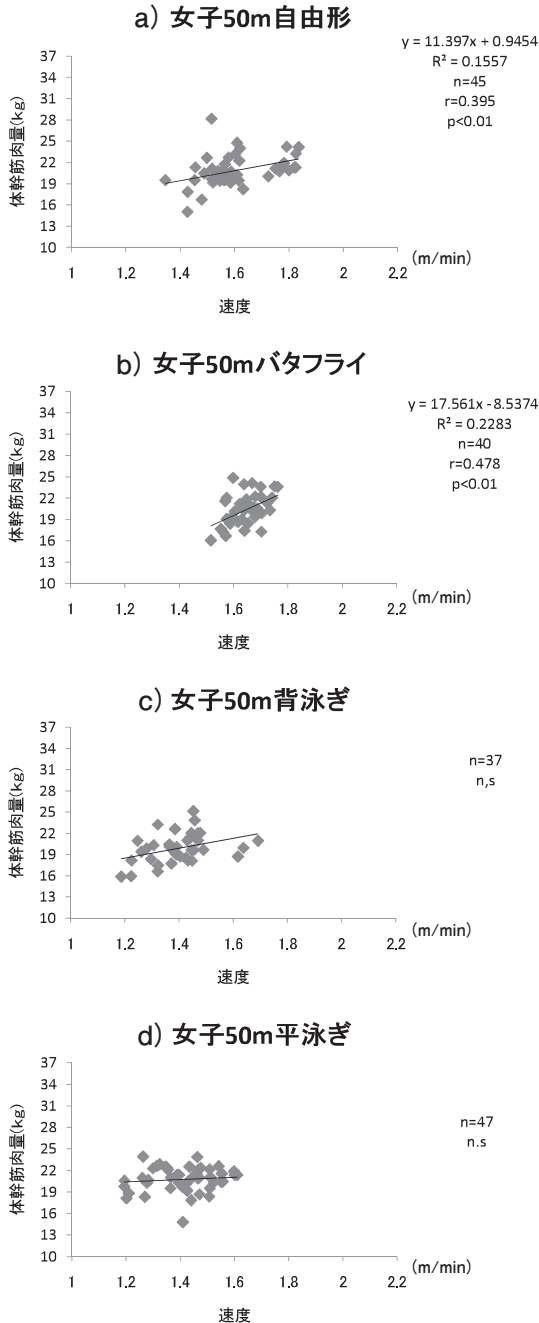


図28 体幹筋量と速度の関係 (女子)

図29に男子における上肢筋量と速度の関係を示した。a)にクロール、b)にバタフライ、c)に背泳ぎ、d)に平泳ぎを示した。4種目とも正の相関を示した。

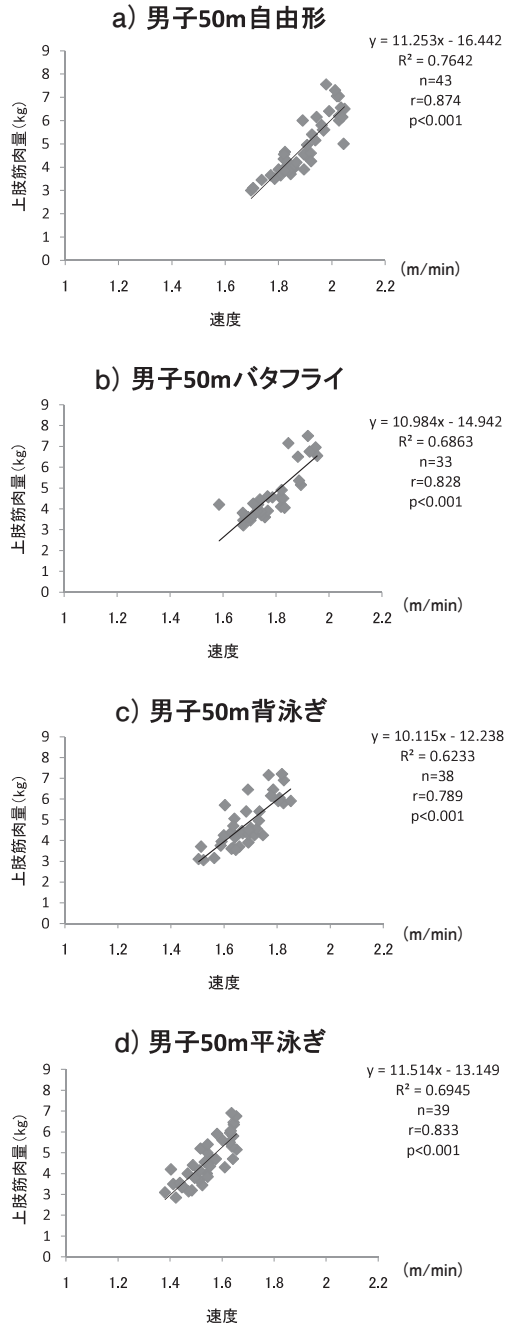


図29 上肢筋量と速度の関係 (男子)

図30に女子における上肢筋量と速度の関係を示した。aにクロール、bにバタフライ、cに背泳ぎ、dに平泳ぎを示した。バタフライにおいてのみ正の相関を示した。

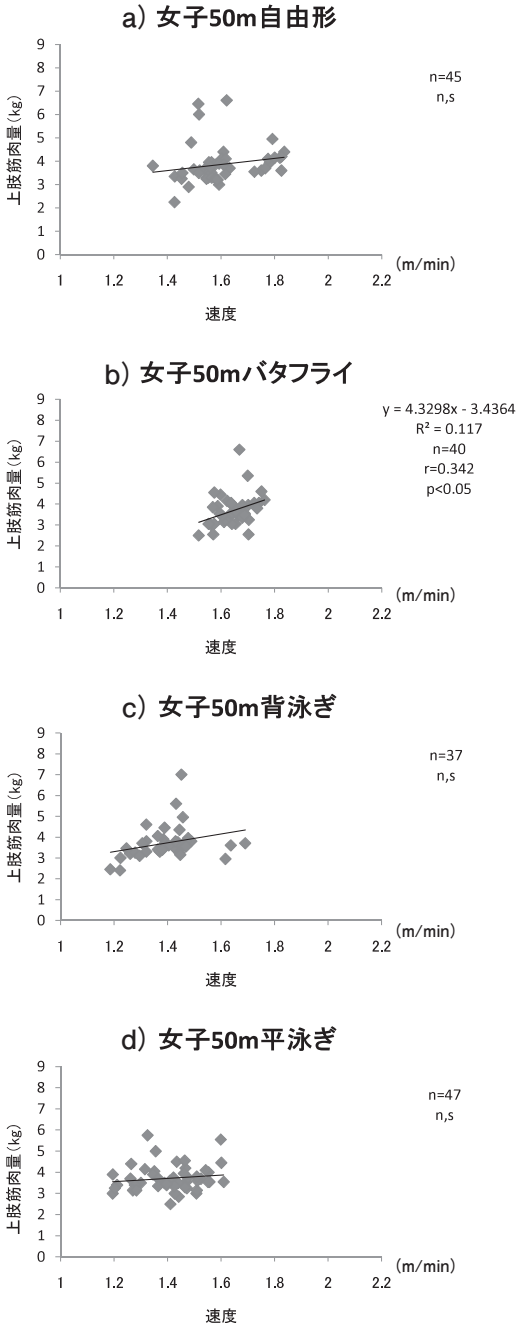


図30 上肢筋量と速度の関係 (女子)

図31に男子における下肢筋量と速度の関係を示した。aにクロール、bにバタフライ、cに背泳ぎ、dに平泳ぎを示した。4種目とも正の相関を示した。

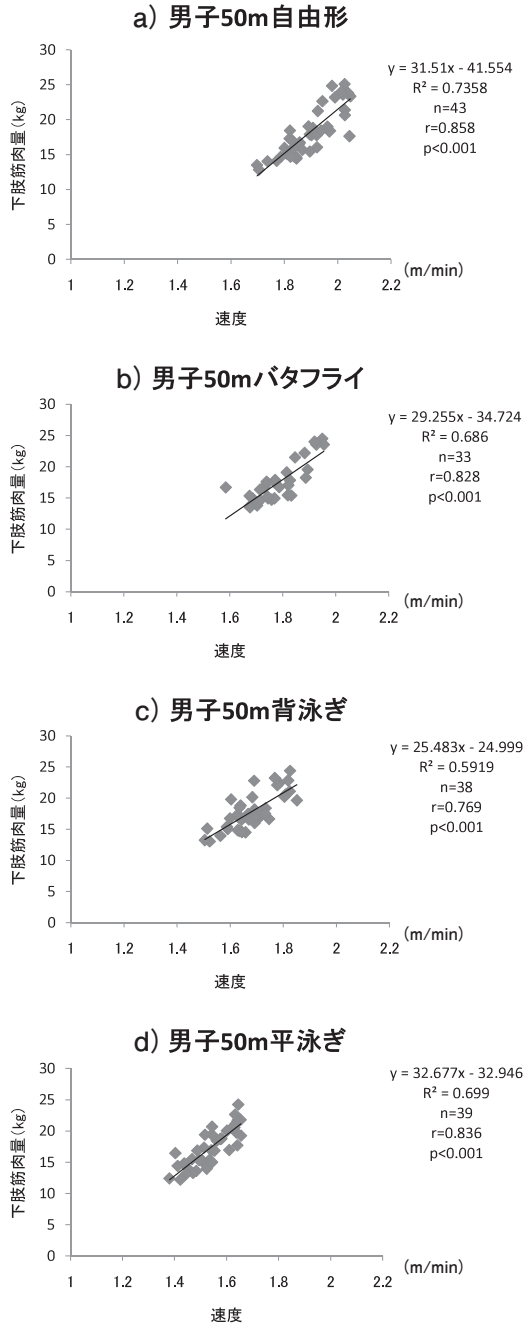


図31 下肢筋量と速度の関係 (男子)

図32に女子における下肢筋量と速度の関係を示した。aにクロール、bにバタフライ、cに背泳ぎ、dに平泳ぎを示した。4種目とも正の相関を示した。

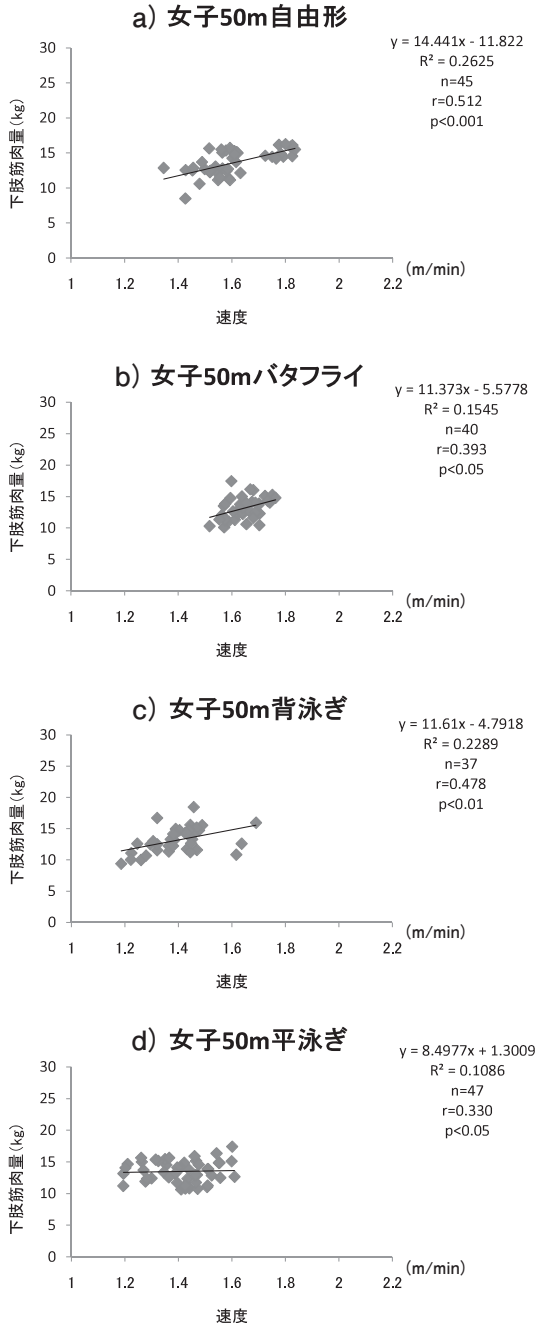


図32 下肢筋量と速度の関係 (女子)

IV. 考 察

発育発達の先行研究にスキヤモンの臓器別発育曲線 (1930) がある。20歳を成熟到達と考え、その値を100とした時の増加量の大きさを示している。一般型とは、身長、体重、筋量、骨格 (頭部を除く)、呼吸器系、心臓血管系、消化器系などの発育の様子を現している⁴⁾。一般型の代表的な例が身長や体重であるが、出生直後と思春期の2回にわたって急激な増加がみられる。神経型とは、脳・神経系、眼、上部顔面、頭蓋上部などの発育の様子を現している。神経型の代表的な例が脳重量であるが、男子では15歳、女子では9歳頃にほとんど完成する。生殖型とは、男子では精巣、性嚢、前立腺、陰茎、女子では卵巣、卵管、子宮、膣などの発育の様子を現している。生殖型の代表的な例が男子の睾丸重量であるが、12～15歳の思春期にかけて急激な増加がみられ、20歳頃に成熟する。リンパ型とは、リンパ節、胸腺、扁頭、消化管の組織リンパなどの発育の様子を現している。リンパ型の代表的な例が胸腺重量であるが、10歳頃に成人の約2倍程度までピークとなるが以後低下する傾向を示すと言われている⁴⁾。脳の重さは、5歳～6歳頃までに成人の90%に達し、脳神経系の著しい成長は、乳幼年期の体のはたらきの特徴である。そして、体の動かし方が神経系の成長を示している。3歳までに歩行運動を習得、3～5歳で協応・平衡機能が伸び始める。この時期からの働きかけが重要となる。6～8歳 (学童前期前半) は、からだのバランスもよく、脳神経系もほぼ完成に近づき、からだの形とはたらきの両面において非常に安定しているので、この時期にいろいろな運動を経験させ、運動基本動作を習得させるのに適している⁸⁾。筋持久力について、最大筋力の3分の1の負荷で反復運動をさせた場合、6～18歳までで、反復回数は同じで年齢による差はないことがわかっている。つまり、最大筋力は増加するが、筋持久力はほとんど変わらないことを示している。6～9歳の時期は、身長・

体重・胸囲・座高は直線的となっている。体の成長曲線としては安定した時期である。10歳～成長が完了するまでを思春期とする。この時期に、男女差が現れる。9歳～10歳あたりで女子の成長が男子の値を超えてくるが、男子の成長曲線は11歳～12歳ころから盛んになる。女子は15歳前後でほとんどピークを向かえ、男子は、身長と座高は17歳ころまでに成長を終えるが、体重と胸囲については17歳をすぎても増加がみられる。身長成長がピークに達する年齢は12歳～15歳であり、その間約3年の開きがあり、そのピーク値も7cm～14cmと差がある。これらのことから、思春期は成長の面で非常に個人差が大きい時期なので、この時期の運動は、特に成長段階に応じた個人差に注意する必要がある。男子の皮下脂肪断面積（上肢・下肢）は、7～12歳で年齢とともに増加するが、12～14歳にかけては減少し、14歳以降再び増加する傾向を示す。一方、女子は、11～14歳にかけて急激に増加するがそれ以降に増加は認められない。男子の筋断面積（上肢・下肢）は、12歳以降の増加が著しく、その増加傾向は18歳まで続く。一方、女子は、年齢と共に増加するが、14歳以降はほぼ一定の値を示す。その原因として、女子において、男性ホルモン（17-ケステロイド）は12歳以降に減少し、女性ホルモン（エストロゲン）は12歳以降急激に増加する。握力について、男子は6歳～12歳まで比較的安定した伸びを示し、13歳以降に急激な増加を起こす。女子は、10歳頃から増加が急激になり、14歳でピークを向かえる。これらの要因として、思春期以降、男女ともに体重の増加を示すが、その内容は男子は筋肉が主で女子は脂肪が主になっている。思春期前児童における筋力トレーニングは、最大筋力の向上及び筋横断面積の向上が認められているが、発育発達過程での骨格系器官への障害となる可能性が高いことが明らかにされている。更に、暦年齢よりも生物学的年齢にパワーは依存していることがわかっている。次に、最大酸素摂取量は、男女とも3歳から

12～13歳までほぼ直線的に増加する。更に、女子は、その後横ばいの傾向を示す。男子は、13～15歳にかけて急激な増加を示す。これを体重当たりの最大酸素摂取量についてみると、男子では10歳、女子では9歳までゆるやかに増加する。思春期に入り一時期停滞あるいは減少するが、男子では15歳まで、女子では13歳まで再び増加傾向となり、その後は低下することがわかっている。近年、思春期成長の発現が年齢的に速くなっていることが明らかにされている¹⁰⁾。つまり、現在においても発育促進現象が進んでおり、2000年生まれの最大発育年齢は男子で12.25歳、女子は10.39歳と予測され、更に2010年生まれの最大発育年齢は男子で12.20歳、女子は10.36歳と予測されている。これらのことから、指導者は個々人の思春期成長の時期を見極めることが運動プログラムを作成する上でとても重要であることがわかる¹⁰⁾。そこで、1年間に何cm背が伸びたか、暦年齢ごとの差をプロットすることで、成長速度曲線を算出し、トレーニング計画に役立てることが重要であることが知られている。この曲線を以下のように分類する。思春期の身長成長促進現象の始まった年齢をtake off age (TOA)とし、それ以前を第1期 (Phase I)、そのTOAから身長最大発育年齢 (peak height age; PHA) までが第2期 (Phase II)、TOAから身長増加が年間1cm未満となった時点 (final height age; FHA) までが第3期 (Phase III)、FHA以降を第4期 (Phase IV) とする¹⁰⁾。特に、ジュニア期のトレーニング計画をする際には、身長が急速に伸び出す前の第1期までに、動きづくりの中で総合的な体力作りを中心に行い、身長の成長速度がピークとなる年齢前後1年が、最大酸素摂取量の伸び率が高い時期にあたることから、この第2期に持続的なトレーニングを行うとより効果的であることが知られている。次に、身長の成長速度のピークが過ぎた第4期から最大筋力を高めるような筋力トレーニングを本格的に取り入れることが基本となる¹⁰⁾。そこで、本研究は、日本のトップジュニア競泳選手の

泳速度と発育発達に即した筋量との関係を検討した。その結果、身長は全国平均と比較して、13歳以下までは高値を示したが、それ以上では全国平均と同様の傾向を示した。特に男女差における年齢に伴う体脂肪量の変化で、男子は15歳から16歳にかけて体脂肪量が10%以下であった。また、上肢の筋肉量は男女差において男子が15歳から高値を示した。一方、下肢の筋肉量は男女差があるものの、年齢とともに緩やかな向上を示した。さらに、泳記録と筋肉量との関係を調べた結果、男子において4泳法では有意な正の相関関係が認められたが、女子ではバタフライのみにその傾向が見られた。特に、女子では下肢筋量と泳速度の関係が全ての正の相関関係が認められた。本研究においても、発育発達場面における先行研究の結果と同様であったが、泳記録との関係においては新たな関係を見ることができた。特に女子の自由形、背泳ぎ、平泳ぎにおいて、上肢の筋量を増加させることが競技力向上を目指すうえで重要な課題であることが考えられた。

V. まとめ

本研究は、日本のトップジュニア競泳選手の泳速度と発育発達に即した筋量との関係を検討した。スイミングクラブに通っている水泳選手を対象に社団法人日本スイミングクラブ協会主催水泳大会（全国ブロック対抗競技会・JSCA新年フェスティバル等）の会場にて、身体組成（体重、体脂肪量、上肢・下肢・体幹の筋肉量と左右差など）の測定を施した。被験者は、11歳から18歳までの502名とした。競泳記録は、本大会で実施された日本水泳連盟の公式認定記録を用いた。これらの大会に参加した選手の身体的特徴を年齢別及び性別に分類し、また、泳記録については、50mの4泳法（クロール・バタフライ・背泳ぎ・平泳ぎ）を取り上げ、筋量（体幹・上肢（左右）・下肢（左右））の測定値と比較検討した。その結果、身長は全国平均と比較して、13歳以下までは高値を

示したが、それ以上では全国平均と同様の傾向を示した。特に男女差における年齢に伴う体脂肪量の変化で、男子は15歳から16歳にかけて体脂肪量が10%以下であった。また、上肢の筋肉量は男女差において男子が15歳から高値を示した。一方、下肢の筋肉量は男女差があるものの、年齢とともに緩やかな向上を示した。さらに、泳記録と筋肉量との関係を調べた結果、男子において4泳法では有意な正の相関関係が認められたが、女子ではバタフライのみにその傾向が見られた。特に、女子では下肢筋量と泳速度の関係が全ての泳法において正の相関関係が認められた。本研究においても、発育発達場面における先行研究の結果と同様であったが、泳記録との関係においては新たな関係を見ることができた。特に女子の自由形、背泳ぎ、平泳ぎにおいて、上肢の筋量を増加させることが競技力向上を目指すうえで重要な課題であることが考えられた。

参考文献

- 1) 服部恒明「体型と身体組成」子どもと発育発達, Vol.2 No.4, 杏林書院, p252-255, 2004
- 2) 勝部篤美「子どもに基本運動を指導する場合の問題点と留意点」子どもと発育発達, Vol.2 No.1, 杏林書院, p40-43, 2004
- 3) 小林寛道「子どもにとって体力とは何か」子どもと発育発達, Vol.1 No.1, 杏林書院, p4-8, 2003
- 4) 小林寛道「子どもの臓器の発育」子どもと発育発達, Vol.1 No.2, 杏林書院, p85-89, 2003
- 5) 宮下充正「スポーツスキルの科学」大修館書店, 1987
- 6) 武藤芳照, 深代千之, 深代泰子「子どもの成長とスポーツのしかた」築地書房, 1985
- 7) 須藤明治「幼児・学童における水泳技術習得の臨界期について」第57回日本体育学会, 弘前, 2006
- 8) 須藤明治「水泳教師教本」大修館書店, 2006
- 9) 須藤明治「子どもの発育発達とスポーツ指導のあり方」国士舘大学 体育・スポーツ科学, 1998
- 10) 上杉憲司「コーチングクリニック」ベースボールマガジン社, 1998