

サッカーパフォーマンスと選択反応時間及び生物学的成熟度の関係

The interaction among soccer performance, selective reaction time and biological maturity

三好健夫¹⁾ 広瀬統一²⁾ 福林徹³⁾
T, Miyoshi¹⁾ N, Hirose²⁾ T, Fukubayashi³⁾

¹⁾早稲田大学大学院人間科学研究科

²⁾東京女子体育大学

³⁾早稲田大学スポーツ科学学術院

¹⁾ Graduate School of Human Science, Waseda University

²⁾ Tokyo Women's College of Physical Education

³⁾ Faculty of Sport Sciences, Waseda University

キーワード: TDS、選択反応時間、生物学的成熟度、成長期サッカー選手

Key words: Talent diagnose System, Selective reaction time, Biological maturity, Adolescent soccer player

抄 録

スポーツのパフォーマンスレベルと反応時間には関係があると言われている。また、反応時間の1つの規定因子である中枢での情報処理能力は成長期に発達するが、成長期には成熟度の個人差が大きく現れるため、この成熟度の個人差が中枢情報処理能力の発達に影響すると考えられる。本研究はパフォーマンスレベルにより選択反応時間が異なること、および、生物学的成熟度と選択反応時間の関係を明らかにすることを目的とした。方法は10~12歳の某Jリーグ下部組織に所属する男子サッカー選手(S群)、S群に比して競技レベルの劣る一般的なサッカーチームに所属するサッカー選手(LS群)、および一般児童(NS群)を対象とし、Talent Diagnose System(TDS、KEG社製)を用いて選択反応時間を測定した。さらにS群とNS群の生物学的成熟度を評価するため身長成長速度曲線をもちいて、Phase分けを行なった。その結果、サッカー熟練者群は、非熟練者群およびコントロール群と比較して、有意に速い反応時間を有していた。また、手足の協調運動や足の運動といったサッカーの競技特性であると考えられる運動の選択反応時間においても、熟練者群はコントロール群より有意に速かった。

一方、本研究では、生物学的成熟度と選択反応時間の間には明らかな関連は見られなかった。

スポーツ科学研究, 2, 128-136, 2005 年, 受付日:2004 年 10 月 19 日, 受理日:2005 年 12 月 12 日

連絡先:三好健夫、〒359-1192 埼玉県所沢市三ヶ島 2-679-15 早稲田大学人間科学研究科

Tel/Fax: 04-2947-6930、e-mail: tm_revolution21@ruri.waseda.jp

I. 緒言

スポーツにおいて、周囲の状況を瞬時に判断し、処理し、運動を発現することは重要な能力である。Montés-Micóらは鍛錬された身体的および技術的な能力に加えて、高度に洗練された視覚的能力がアスリートに必要であると述べている⁽¹³⁾。特に球技においては、周囲の状況からできるだけ速く、より正確にアクションを起こす必要があるため、この能力は欠かすことのできない能力のひとつである。このように、中枢で

の情報処理能力と身体運動(パフォーマンス)とは密接に関係しており、外的状況の経時的変化に適切に対応することがパフォーマンスに大きく影響する。ただし、ここでの「中枢での情報処理」とは、特に刺激の弁別や運動様式の決定という過程に関与すると考えられる大脳皮質内での情報処理のことを表す⁽⁹⁾。

先行研究では、反応時間は中枢神経の情報処理能力を反映する⁽¹³⁾⁽²⁰⁾としている。また、単一の音刺激や光刺激に対してジャンプ動作を行なうというよう

な反応時間の測定がなされており^{(1) (13) (17)}、スポーツ選手の技術水準の高さと反応時間の短さとの間に有意な関係をみいだした⁽²⁾。しかし、これらの研究では、単一刺激に対して起こした行動に対する反応時間の測定であり、そのような単一の刺激に反応して行動を起こすといった状況は、実際のスポーツ場面では限定されている。多くのスポーツ場面においては複数の刺激の中から適切な情報を素早く、正確に処理する能力が求められる。サッカーにおいてもこのことは例外ではなく、経時的な状況変化の中で、適切に情報を処理し、適切な時間に適切な場所で身体の協調運動を行なう能力が要求される。そのため、中枢情報処理能力の高さが、優れたパフォーマンスを行うための 1 つの要因となると考えられる。先行研究によると、10 歳～12 歳の高いパフォーマンスレベルにあるサッカー児童は、同年代のより低いパフォーマンスレベルにあるサッカー児童よりも選択反応時間が短縮する傾向があり、その短縮傾向は手足同時の複合運動において、より顕著であるとしている⁽⁵⁾。このことは、高いパフォーマンスレベルと中枢情報処理能力の高さの関係を支持している。

さらに、中枢での情報処理能力は成長期に発達するが、成長期には成熟度の個人差が大きく現れるため、この成熟度の個人差が中枢情報処理能力の発達の個人差に影響すると考えられる。このため、より適切な時期に適切な刺激を与えることができれば、さらなるトレーニングの効果が生み出されるのではないかと考えられる。

そこで、本研究は、小学校高学年児童のサッカーパフォーマンスレベルによって、もしくはサッカーという競技のトレーニングを行うことによって、選択反応時間が異なること、および、生物学的成熟度と選択反応時間との関係を明らかにすることを目的とした。

II. 方法

II-1 被験者

熟練者群 (Skilled、以下 S 群)として、某 Jリーグ下部組織に所属する競技レベルの高い男子サッカー児童 110 名 (4 年生 34 名、5 年生 35 名、6 年生 41 名)、非熟練者群 (Less-Skilled、以下 LS 群)として、一般的なサッカークラブに所属する S 群と比して競技レベルの低い男子サッカー児童 34 名 (4 年生 8 名、5 年生 14 名、6 年生 12 名)、その他に、コントロール群 (Non-Skilled、以下 NS 群)として、週 2 日以下のサッカー以外のトレーニングを受けている、もしくはトレーニングを何も受けていない一般男子小学生 31 名 (4 年生 12 名、5 年生 18 名、6 年生 15 名)を対象とした。S 群はセレクションを受けて 4 年生の段階で選抜されるため、少なくともサッカーの能力としては一般より優

れていると考えられるが、LS 群は特にそのようなセレクションを設けていないため、サッカー能力的には一般に近いグループと考えられる。S 群と LS 群の週あたり練習日数はそれぞれ 3.2 ± 0.6 日と 3.4 ± 0.5 日で有意差はみられなかった。また、それぞれの週あたりの練習時間も 6.3 ± 1.3 時間と 6.7 ± 1.0 時間で有意差がみられなかった。NS 群には数名相撲、剣道、空手、水泳のトレーニングを週 2 日以下行なっているものも含まれるが、S 群の 3.2 日、LS 群の 3.4 日に比べ少ない日数であるため、コントロール群として加えた。これらのトレーニングに参加しているものも、特にセレクションなどを受けていないため、より一般的な集団であると考えられる。

被験者は全員裸眼もしくはコンタクトレンズを着用した上で、視力に問題を訴えていない者であった。本研究を実施するに際して被験者と保護者には実験方法と目的を十分に説明し、実験参加の同意を得た。

II-2 選択反応時間の測定

選択反応時間は Talent-Diagnose-System (TDS: Werthner Sports Consulting, KEG 社製)を用いて測定した。TDS は上・下肢用のリアクションボード、インターフェイス、モニターを含むノート型パソコン (PowerBook 2400, Apple 社製)によって構成されている (図 1)。



図 1: Talent-Diagnose-System による
選択反応時間測定図

図 1 に示すように被験者は、リアクションボードの前で最も素早く反応できる任意の姿勢をとった。ディスプレイ上に左右上・下肢を表す 4 つの四角が表示される (図 2)。それぞれの四角は、左上から、左上肢を表し、順次、時計回りに右上肢、右下肢、左下肢を表す。

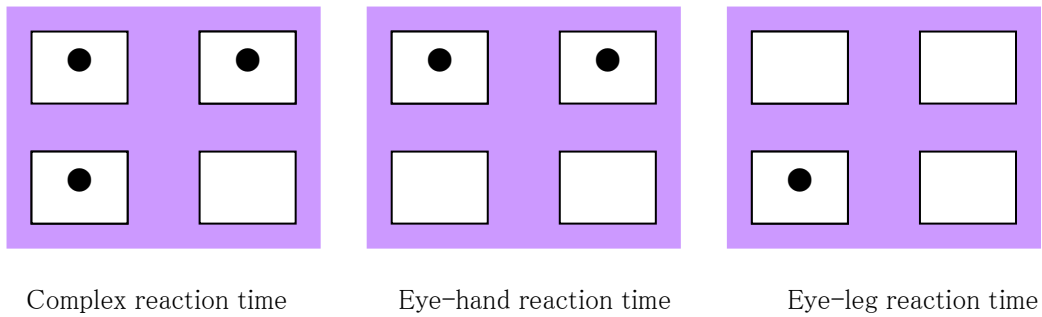


図 2: ディスプレー上に表示される 4 つの四角と、CRT、LRT、HRT の呈示刺激

この四角の中にランダムにドットが出現するので、表示されたドットに反応し、出来る限り素早くアクションボードを叩く、あるいは踏むように被験者に指示した。1 試行につき 32 回の反応刺激が呈示され、刺激間のインターバルは、呈示された刺激に対して被験者が正確にアクションボードを叩いた(踏んだ)後に次の刺激が呈示されるように設定した。以上のような課題に対し、上肢および下肢を同時に反応させたときの反応時間を Complex Reaction Time (CRT)、上肢のみの反応時間を eye-Hand Reaction Time (HRT)、下肢のみの反応時間を eye-Leg Reaction Time (LRT)として各々評価した。つまり、図 2 中の左の図では、左右上肢および左下肢の動作指令を表し、それに反応した時間が上肢・下肢同時の反応時間 (CRT)となり、中の図では左右上肢の動作指令を表し、上肢のみの反応時間 (HRT)となる。最後に、右の図は左下肢の動作指令を表し、下肢のみの反応時間 (LRT)となる。

なお、複数個のドットが出現した場合の反応時間は刺激呈示から四肢の中で最後にタッピングプレー

トを叩くあるいは踏むまでの時間とした。方法に習熟するため、1 試行 (32 回) の練習を行なった後に本試験を 2 試行実施し、その 2 試行を平均化した後に統計処理を行なった。

II-3 生物学的成熟度

生物学的成熟度の指標として、身長成長速度曲線を利用した⁽¹⁴⁾。図 3 のように、横軸に学年、縦軸に年間身長増加量をとり Phase 分けした。Phase1 < 2 < 3 < 4 の順で成熟度が増加・促進することを示す。現在の身長については当測定当日の身長ではなく、当測定日から 1~2 ヶ月以内に測定したメディカルチェック等のデータをもとにしている。また、過去の身長については、メディカルチェック等の過去のデータをもとにしている。なお、Phase 分けの検討については、S 群の 4 年生 10 人、5 年生 10 人、6 年生 11 人、NS の 4 年生 12 名、5 年生 18 名、6 年生 15 名を対象としており、残りの S 群の 79 名、LS 群の 34 名については身長のデータが存在せず、現時点では入手困難な状態となってしまっているため除外した。

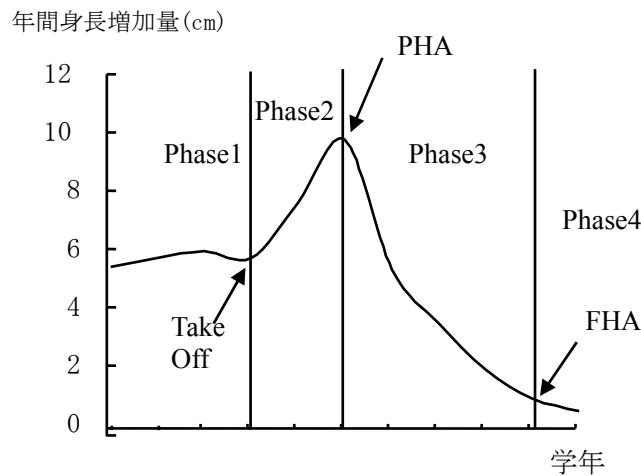


図 3: 身長増加の評価(村田⁽¹⁴⁾を一部改変)

II-4 統計処理

TDS における全てのデータは平均±標準偏差で表記した。年齢区分のない3群間の選択反応時間の平均値差は一元配置分散分析を用い、また、学年別の選択反応時間の平均値差は、群と学年の二要因の二元配置分散分析を用いて SPSS によって統計処理を行った。有意差が認められたものを対象に多重比較検定の Scheffe テストを用いて分析した。S 群と NS 群の Phase の割合については、ノンパラメトリック検定のクラスカル・ウォリステストを用いて分析した。統計学的有意水準は1%未満および、5%未満とした。

III. 結果

III-1 3群の選択反応時間の比較

S 群、LS 群、NS 群それぞれの CRT、HRT、LRT を図4に示す。

S 群の CRT は 794 ± 127 msec (平均値±標準偏差、以下同じ) であるのに対し、LS 群が 930 ± 119 msec、NS 群が 935 ± 162 msec であり、S 群が、LS 群と NS 群より有意に短い反応時間を有していた (F 値 = 24.378, $df=2$, $p < 0.01$)。しかし、LS 群と NS 群では有意な差はみられなかった。HRT (S 群・ 584 ± 84 msec、LS 群・ 642 ± 80 msec、NS 群・ 673 ± 102 msec; $F=17.495$, $df=2$, $p < 0.01$)、LRT (S 群・ 688 ± 87 msec、LS 群・ 768 ± 90 msec、NS 群・ 794 ± 124 msec; $F=23.421$, $df=2$, $p < 0.01$) についても CRT と同様の結果が得られた (図 4)。

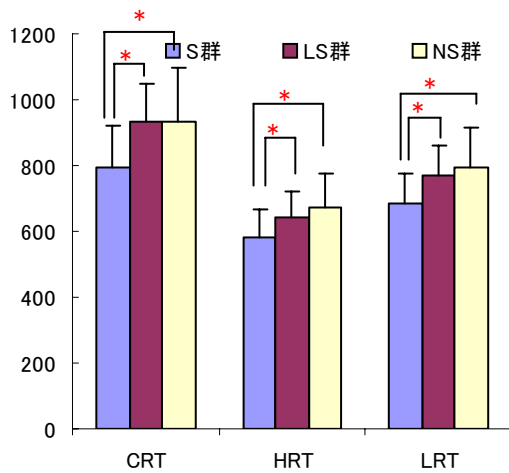


図 4: S 群、LS 群の CRT、HRT、LRT の比較

III-2 3群間の学年ごとの CRT、HRT、LRT の比較

図 5a~c に CRT、HRT、LRT を学年ごとに表すグラフを示す。また、表 1 にはそれぞれの値の平均値と標準偏差を示す。

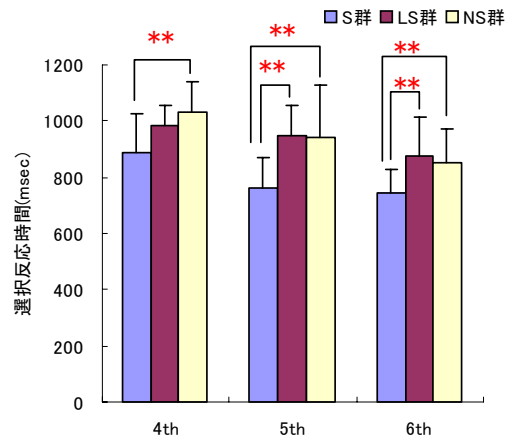


図 5a: 3 群の学年ごとの CRT の比較
** : $p < 0.01$

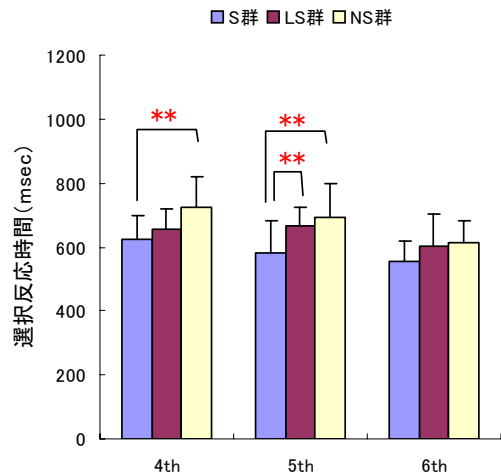


図 5b: 3 群の学年ごとの HRT の比較
** : $p < 0.01$

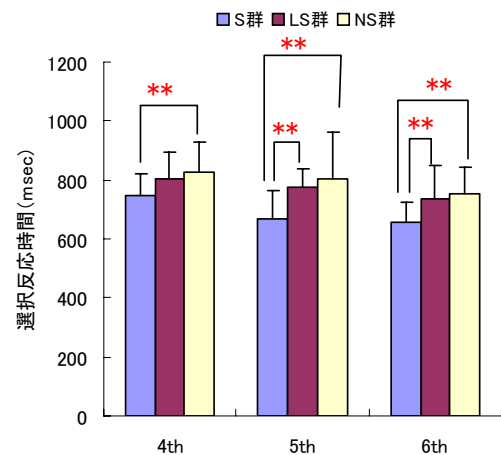


図 5c: 3 群の学年ごとの LRT の比較
** : $p < 0.01$

4 年生 (F=6.786, df=2)、5 年生 (F=18.258, df=2)、6 年生 (F=8.170, df=2) の各学年群別の CRT を比較すると、5 年生と (p<0.01) と 6 年生 (p<0.01) で、LS 群に比べ S 群が有意に短かった。また、4 年生 (p<0.01)、5 年生 (p<0.01)、6 年生 (p<0.01) で NS 群に比べ S 群が有意に短かった (図 5a)。

次に、4 年生 (F=6.645, df=2)、5 年生 (F=12.074, df=2)、6 年生 (F=3.543, df=2) の各学年群別の HRT を比較すると、5 年生 (p<0.05) で LS 群に比べ S 群が有意に短かった。また、4 年生 (p<0.01)、5 年生 (p<0.01) で NS 群に比べ S 群が有意に短かった

(図 5b)。

最後に、4 年生 (F=3.695, df=2)、5 年生 (F=16.036, df=2)、6 年生 (F=8.026, df=2) の各学年群別の LRT を比較すると、5 年生 (p<0.01) と 6 年生 (p<0.05) で、LS 群に比べ S 群が有意に短かった。また、4 年生 (p<0.05)、5 年生 (p<0.01) と 6 年生 (p<0.01) で、NS 群に比べ S 群が有意に短かった (図 5c)。

一方、CRT、HRT、LRT のどれにおいても、すべての学年間で LS 群と NS 群の間に有意な差はみられなかった。

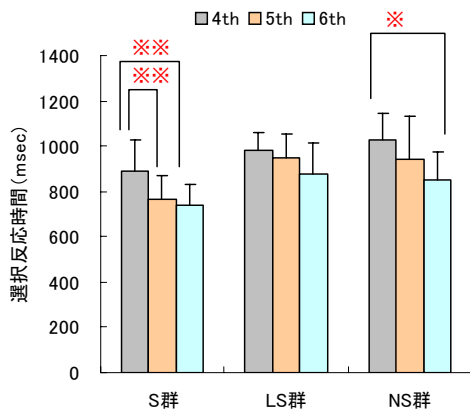
表 1: 3 群間の各学年における CRT、HRT、LRT の平均と標準偏差

学 年		CRT (msec)	HRT (msec)	LRT (msec)
4 年生	S	889±138	624±72	748±98
	LS	984±74	656±65	803±89
	NS	1030±112	725±92	825±103
5 年生	S	765±104	582±99	667±64
	LS	946±110	666±58	777±61
	NS	943±187	691±108	806±154
6 年生	S	741±88	553±67	655±69
	LS	876±139	605±101	734±113
	NS	851±123	611±71	755±90

Ⅲ-3 3 群間の CRT、HRT、LRT の学年間比較

図 5 a~c のグラフを群ごとに並べ替えたものを図 6a~c に示す。対応する値は図 5 a~c と同じである。

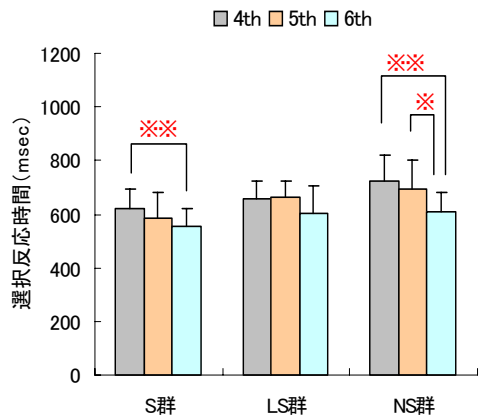
CRT では、S 群 (F=15.213, df=2) で 4 年生と 5 年生 (p<0.01)、および 4 年生と 6 年生 (p<0.01) の間に有意な短縮がみられた。一方、NS 群 (F=7.295, df=2) では 4 年生と 6 年生 (p<0.05) の間に有意な短縮がみられた。LS 群 (F=2.103, df=2) には有意な短縮がみられなかった (図 6a)。



※※: p<0.01, ※: p<0.05

図 6a: 3 群の CRT における学年間比較

HRT では、S 群 (F=6.766, df=2) で 4 年生と 6 年生 (p<0.01) の間に有意な短縮がみられた。一方、NS 群 (F=7.068, df=2) では 4 年生と 6 年生 (p<0.01) および 5 年生と 6 年生 (p<0.01) の間に有意な短縮がみられた。LS 群 (F=1.914, df=2) には有意な短縮がみられなかった (図 6b)。



※※: p<0.01, ※: p<0.05

図 6b: 3 群の HRT における学年間比較

LRTでは、S群(F=10.635、df=2)で4年生と、5年生(p<0.01)および4年生と6年生(p<0.01)の間に有意な短縮がみられた。一方、NS群(F=2.197、df=2)、LS群では(F=1.465、df=2)には有意な短縮がみられなかった(図6c)。

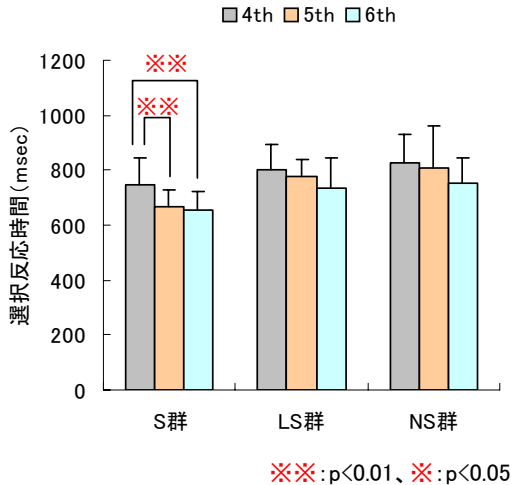


図6c: 3群のLRTにおける学年間比較

どちらの群においても、4年生、5年生で各Phaseにおける人数の有意な差はみられなかったが、6年生では危険率7%でS群はNS群に比べて5年生から6年生にかけてPhase2、つまり発育のスパート開始に入る者が増加する傾向が見られた。(表2)。

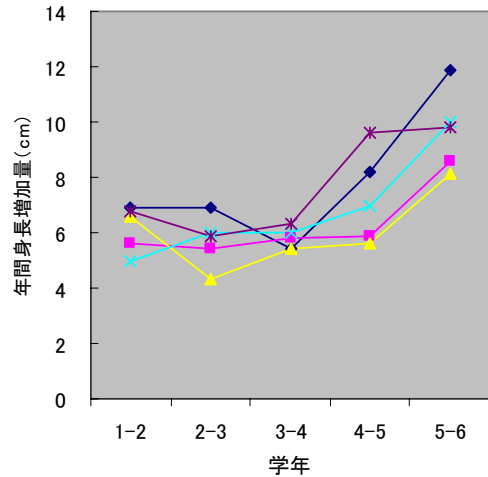


図7b: S群6年生の身長成長速度曲線 (Phase2の5名)

III-4 身長成長速度曲線

S群の測定時の身長は4年生(10):139.4±4.7cm、5年生(10):148.6±6.1cm、6年生(11):159.9±8.7cmであった。一方、NS群の身長は、4年生(12):133.4±4.7cm、5年生(18):141.7±6.7cm、6年生(15):147.5±8.7cmであった。

S群とLS群の各学年における身長成長速度曲線の典型例を図7a、bおよび図8a~cに示す。S群において、Phase2だと考えられる児童が4年生で0人、5年生で3人(30%)、6年生で5人(45%)であった。一方NS群においては、4年生で1人(8%)、5年生で2人(11%)、6年生で2人(13%)であった。

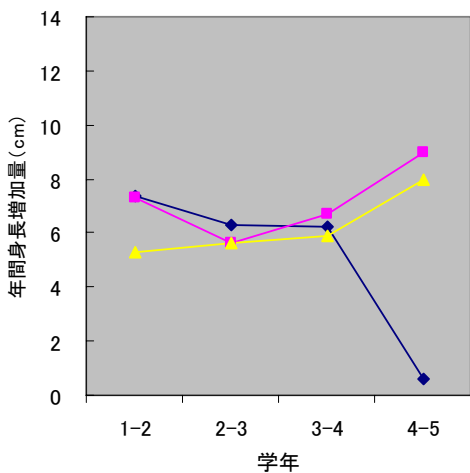


図7a: S群5年生の身長成長速度曲線 (Phase2の3名)

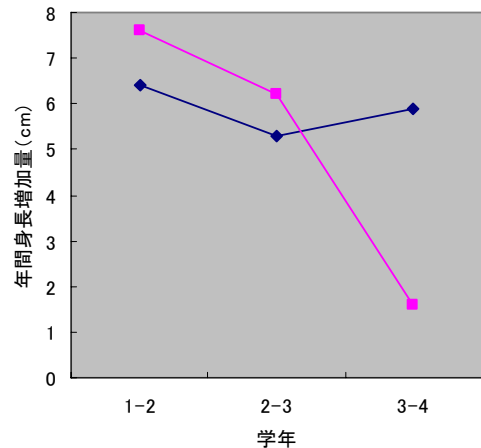


図8a: NS群4年生の身長成長速度曲線 (phase1とPhase2)

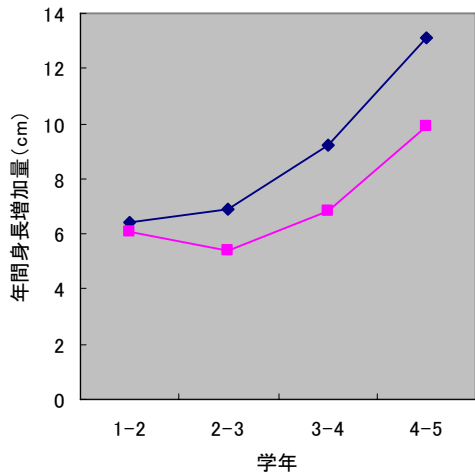


図 8b: NS 群 5 年生の身長成長速度曲線 (Phase2 の 2 名)

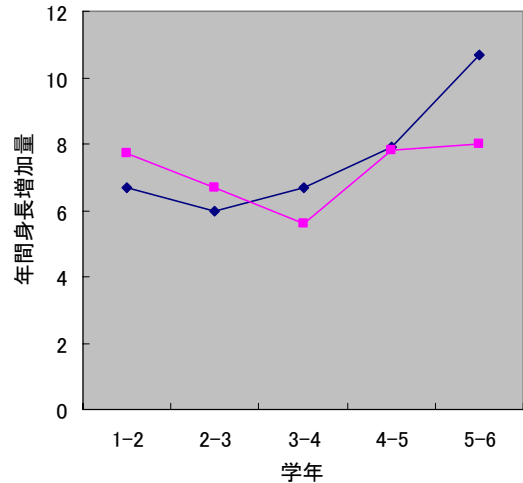


図 8c: NS 群 6 年生の身長成長速度曲線 (Phase2 の 2 名)

表 2: S 群と NS 群の Phase の割合

		Phase1 人数(%)	Phase2 人数(%)			Phase1 人数(%)	Phase2 人数(%)
学年(人数)				学年(人数)			
S	4 年生 (10)	10 (100)	0 (0)	N	4 年生 (9)	11 (92)	1 (8)
群	5 年生 (10)	7 (70)	3 (30)	S	5 年生 (9)	16 (89)	2 (11)
	6 年生 (11)	6 (55)	5 (45)	群	6 年生 (13)	13 (87)	2 (13)

IV. 考察

CRT、HRT、LRT 全てにおいて、熟練者群(S 群)が非熟練者群(LS 群)、コントロール群(NS 群)に対して有意に短い反応時間を示した。これは、先行研究と同様の結果となり^{(4) (5) (8) (12) (13)}、パフォーマンスレベルの高いスポーツ選手が、パフォーマンスレベルの低い選手や非鍛錬者よりも、短い選択反応時間を有するということと一致している。しかし、これまでの研究では、光や音に対する単純反応を測定したもの^{(1) (13) (17)}が多く、本研究のような多数の選択肢の中から選択する選択反応時間によって、認知・判断を評価したものは少ない。だが、実際のスポーツ現場では、さまざまな刺激の中から適切な反応を選択することが要求される。特にサッカーなどの目まぐるしく展開の変化するスポーツでは素早い適切な判断はパフォーマンス決定因子の 1 つであると言える。そのため本研究のような選択反応時間の比較においても、サッカーの熟練者群が非熟練者群やコントロール群よりも短い反応時間を示したということは、より現場に適した条件下でもパフォーマンスレベルの高いものがより速い反応時間を示すことが明らかとなった。

また、熟練者群と非熟練者群およびコントロール群を 4 年生から 6 年生までの学年ごと分けて反応時間を見た場合、熟練者群・非熟練者群間において 5 年生および 6 年生の CRT と LRT で有意に熟練者群の方が短い反応時間を示した。一方、4 年生では有意な差は認められなかった。また、HRT にも 5 年生のみ有意な差が認められた。熟練者群は 4 年生以降セレクションを受けより専門的なトレーニングプログラムの中でトレーニングを開始する。サッカーはボールの運動や相手の動作などの複雑な刺激変化に対して目-頭位協応運動を迅速かつ的確に行なうと見え、全身的な動作で迅速かつ的確に反応するというトレーニング過程⁽³⁾を経ると考えられる。熟練者群はより高いレベルの集団でトレーニングをしているため非熟練者群よりもより迅速な目-頭位協応運動や全身的な動作をトレーニングもしくはゲームで求められるため、1 年間そのような刺激を受けた 5 年生以降差がみられると考えられる。さらに、CRT と LRT で特に有意差が認められたということはサッカーの競技特性である足を使った動き、もしくは手と足の協調運動が特に刺激された結果であると言える。

次に、非熟練者群とコントロール群を比較すると有意な差は認められなかった。表 1 で非熟練者群 (LS) とコントロール群 (NS) を比較すると 4 年生から 6 年生にかけて、平均値で両群間の差が短縮している。CRT では逆にコントロール群が非熟練者群を上回っている。成長の早い段階でサッカーを行なった少年たちの神経系の発達発達の早期化がはかられたものである⁽¹⁰⁾とされるように、一般的にサッカーを行なっている者は多くが比較的早い段階からトレーニングを始める。今回の非熟練者群も例外ではないと考えられる。非熟練者のコントロール群に比べて短かった選択反応時間はコントロール群の成長とともに差がみられなくなる。しかし、非熟練者群は熟練者群ほどの強い刺激をトレーニング中に受けたいため 5 年生、6 年生の段階には平均値でコントロール群とほぼ差がなくなった、もしくは逆転されたのではないかと考えられる。

同様に熟練者群とコントロール群間比較でも 4 年生と 5 年生で有意な差のあった HRT において、6 年生では有意な差が認められなくなった。

以上のことから考えると、成長の早い段階ではスポーツの刺激を受けたものがより早い選択反応時間を有するが、思春期ころになるとよりの高いレベルの刺激(トレーニングによるものやゲームによるもの)を受けることによりさらに短縮すると言える。

また、今回の被験者の小学校 4 年生から 6 年生とといった時期は形態的な大きさだけではなく機能的な成長の度合いも個人個人で大きな差がある⁽⁹⁾ため、その形態的、機能的な成長の個人差が神経系にも影響を及ぼし、選択反応時間に影響を与えると考えられる。そこで、それぞれの群内で学年ごとの選択反応時間の変動を見た場合、熟練者群では CRT および LRT で 4 年生から 5 年生にかけて有意に短縮していることがわかる。一方、コントロール群では CRT と HRT で 5 年生から 6 年生にかけて有意に短縮していることがわかる。そこで、身長成長速度曲線の Phase 分けをみると有意な差は認められなかったが熟練者群では 5 年生から 6 年生にかけて Phase2 がコントロール群よりも増加する傾向が見られた ($p=0.74$)。これは熟練者群が 5 年生から 6 年生にかけて発育のスパートに入る者が増加することを示す。一般的に神経系の発達は 10 歳頃までには大人のレベルに達すると言われているが暦年齢の 10 歳というのは成長のばらつく時期である。そのため選択反応時間のような中枢の処理が必要となる課題に対してもばらつきが表れるということは十分考えられる⁽⁵⁾。そこで、本研究では生物学的指標として身長成長速度曲線を用いて選択反応時間との関係を見た。仮説としては選択反応時間の短縮と発育のスパートへ入る時期が同期すると考えられたが、本研究ではそのような仮説通りにはならなかった。これは本研究では非鍛錬者群の身長のデータが欠けていたということと、また、身長のデータを縦断的に追うことのできた選手が少なかったた

め被験者数が少なかったということが仮説通りの結果にならなかった原因であるかもしれない。一方で、サッカー選手に早熟な選手が多い⁽¹¹⁾⁽¹⁶⁾ということも言われているが、本研究では有意な差は認められなかったものの熟練者群において 6 年生で発育スパートに入るものが多くなる傾向が認められた。そのため、身長成長速度曲線の雑把な Phase 分けでは明らかにならなかったが 4 年生や 5 年生でも熟練者群には比較的早熟な選手がおり、その影響で熟練者群の CRT と LRT が 4 年生から 5 年生にかけて短縮したのかもしれないが、この点については憶測の域をでない。今後、年間身長速度曲線のような雑把な指標ではなく、骨年齢のような指標を利用してより詳細に生物学的成熟度を追っていく必要があると考えられる。

V.まとめ

本研究では成長期男子児童のパフォーマンスレベルの違いによって選択反応時間が異なっていることを検討することを目的として Talent-Diagnose-System によって測定を行ない、さらに、選択反応時間と身長成長速度曲線を利用した生物学的成熟度の関係を明らかにすることを目的とした。その結果、

1. 熟練者群は、非熟練者群に比べて短い反応時間を有していた。
2. サッカーの熟練者群は、非熟練者群およびコントロール群と比較して特に 5 年生と 6 年生において、手と足の協調と足運動に短い反応時間を有していた。これはトレーニング(ゲーム)によるより高いレベルの刺激による影響であると考えられた。
3. そのため、手足同時、手のみ、足のみの 3 パターンの選択反応時間の中で、手足の協調運動や足の運動といったサッカーの競技特性を反映したものがより短い反応時間を有していたと考えられる。
4. 一方、非熟練者群はコントロール群と比較して差がみられなかった。これは 2 群の差が成長によって縮まったのではないかと考えられる。
5. 本研究では、身長成長速度曲線を利用した、生物学的成熟度と選択反応時間の明らかな関連性はみられなかった。今後、より細かい生物学的指標を利用する方が詳細な検討を加えることが考えられた。

文献

- (1) Cureton T K(1951) Physical Fitness of Champion Athlete. Urbaba, University of Il, 94-102
- (2) 藤井厚、河合一武、長澤郁子(1989) 眼球と頭部の協応を伴った全身選択反応動作によるスポーツタレント発掘テストの研究. 1990 年度日

- 本体育協会スポーツ科学研究報告集 Vol.2, 74-82
- (3) 藤田厚他(1983) 幼児の適正運動量—眼-頭位協応運動を伴う全身反応の発達におよぼす影響について—, 体育科学 11,95-105
- (4) G, Durst L, Harbin D (1989) Evaluation of oculomotor response in relationship to sports performance. *Med Sci Sports Exerc*, 21(3), 258-262
- (5) 広瀬統一(2004) 成長期サッカー選手の選択反応の発達と生物学的成熟度の関係, 東京大学大学院総合文化研究科生命環境化学系博士論文,
- (6) Ikai, M.(1996) Work capacity of the Japanese related to age and sex. *J Sports Med Phys Fitness*, 6, 101-105
- (7) Kang- young Song, Jeong- Deok An(2004) Premotor and Motor Reaction Time of Educable Mentally Retarded Youths in a Taekwondo Program. *Perceptual and Motor Skills*, 99,711-723
- (8) Kioumourtzoglou E, kouttessis T, Michalopoulou M, Derri V(1998) Differences in several perceptual abilities between experts and novices in basketball, volleyball and water-polo. *Percept Motor Skills*, 86(3 Pt 1),899-912
- (9) 蔵田潔(1997) 運動制御の情報処理機構. 運動制御と運動学習, 初版, 宮本省三 沖田一彦選, 協同医学出版社, 東京, 3-22
- (10) 小林寛道他(1990) 幼児の発達運動学, 初版, ミネルヴァ書房, 東京, 100~110
- (11) Malina RM, Bouchard C(1991) Growth, Maturation and Activity. *Champagne, IL, Human Kinetics*, 199-203
- (12) Mero A, Kauhanen H, Peltola E, Vuorimaa T, Komi PV(1990) Physiological performance capacity in different prepubescent athletic group. *J sports Med Phys Fitness*, 30(1), 57-66
- (13) Montes-Mico R, Bueno I, Candel J, Pons AM(2000) Eye-hand and eye-foot visual reaction times of young soccer players, *Optometry*, 71(12) 775-780
- (14) 村田光範(1993) ジュニア期のトレーニングにおける骨年齢評価および身長成長速度曲線解析の意義. 1993 年度日本体育協会スポーツ科学研究報告集, 1993Vol.2, 9-18
- (15) 筒井達哉(1997) 随意運動の発達. 運動制御と運動学習, 初版, 宮本省三 沖田一彦選, 協同医学出版社, 東京, 137-156
- (16) Pena Reyes MR, Cardens- Barahona E, Malina RM(1994) Growth, physique, and skeletal maturation of soccer players 7-17 years of age. *Humanbiologia Budapestinensis*, 25, 453-458
- (17) Soichi Ando, Noriyuki Kida, and Shingo Oda(2001) Central and Peripheral Visual Reaction Time of Soccer Players and Nonathletes. *Perceptual and Motor Skills*,92, 786-796
- (18) Tanner JM, Whitehouse RH, Cameron N(1983) Assessment of Skeletal Maturity and prediction of Adult Height (TW2 Method) (2nd Edition). London, Academic Press, 54-89
- (19) V. Zisi, V.Derri, V.Hatzitaki(2003) Role of perceptual and motor abilities in instep-kicking performance of young soccer player. *Perceptual and Motor Skills*, 96, 625-636
- (20) Weiss AD(1965) The locus of reaction time change with set motivation and age. *Journal of Gerontology* 20, 60-64
- (21) 矢部京之助(1997) 運動発達理論. 運動制御と運動学習, 初版, 宮本省三 沖田一彦選, 協同医学出版社, 東京, 111-136