

平成 22 年 5 月 21 日現在

研究種目：若手研究（B）  
 研究期間：2007～2009  
 課題番号：19700510  
 研究課題名（和文） 生物学的成熟度を考慮した球技系トップアスリートのタレント発掘指標  
 研究課題名（英文）Talent Identification for junior top athletes regarding the biological maturation  
 研究代表者  
 広瀬 統一（HIROSE Norikazu）  
 早稲田大学・スポーツ科学学院・講師  
 研究者番号：00408634

研究成果の概要（和文）：本研究では選択的全身反応時間のタレント発掘指標としての有用性と、選択的全身反応時間の発達に対する生物学的成熟度の影響について明らかにすることを目的とした。その結果、中学生年代の選択反応時間の遅速は、短期的なサッカー選手のキャリアに影響するだけでなく、長期的にも優れた選択反応能力を持つ児童がプロ選手になる可能性が高いことが示唆された。一方小学生年代とは異なり、中学生年代では選択的全身反応時間の発達に対し、生物学的な成熟の影響は少ないものと考えられた。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study was to examine the usage of choice reaction time (CRT) as a predictor of talent identification. In addition, we investigated the influence of biological maturation on the development of CRT. Our findings suggest that adolescent soccer players with faster CRT are likely to have more successful careers in soccer.

On the other hand, no remarkable development of CRT was recognized during adolescence. Because of this developmental characteristic of CRT, biological maturation had a significant influence on the development of CRT during childhood; we could not find this relation in adolescent soccer players.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,266,000	0	1,266,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,566,000	390,000	2,956,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学／スポーツ科学

キーワード：タレント発掘、発育発達、認知科学、スポーツ科学

## 1. 研究開始当初の背景

近年トップアスリート育成の方策として、一

貫指導の重要性が論じられているが、トップアスリートの「タレント発掘の指標」や「タ

レント育成方法」については明らかではない。その一要因として成長期の成熟度の個人差が大きいことが挙げられている。このことはサッカーのような球技においても言える。また、これまでタレントを評価する際に個人の成熟度の遅速が考慮されていないために、体格やパワーで勝る早熟な児童が優遇され、晩熟な児童が早期にドロップアウトするという現状も見られる。しかし、これらの生物学的成熟度の個人差は、16～18歳頃には均一化されるため、晩熟な児童も早熟な児童に体格やパワーで追いつく可能性が高い。したがってトップアスリートとして活躍できる選手が成長期に有する生理学的特徴を把握し、成熟度に影響されることのないタレント発掘の指標を明確にすることは、将来性の高い選手を優れたトレーニング環境で一貫指導を行ううえで非常に重要な情報となる。

これまでサッカー選手のタレント（資質）指標に関する先行研究は数多く見られる。これら先行研究で指摘されている課題として、多くがレトロスペクティブスタディであるため、いまだ明確な指標は得られていないことが挙げられる。一方成長期の生理学的要素と将来的なパフォーマンスレベルの関係についてプロスペクティブに検討した研究は、各々有酸素・無酸素能力に関する研究（Jankovic, 1997）、ジャンプ・パワーに関する研究（Panfil, et. al., 1997）、そして30mシャトルランニングのようにスピードおよび敏捷性に関する研究である（Janssen et. al., 1998）。これらの研究の問題点として、評価した体力要素が成熟度の個人差の影響を受けやすいことと、資質よりもトレーニングなどにより後天的に獲得したものである可能性が高いことが指摘されている。そのためタレント発掘の指標として用いるのは困難であると報告されている。また、これらの生理学的要素は成長期中・後期に発達するため、タレント発掘の指標として用い、一貫指導を行うにはトレーニング期間が短いという問題点も有している。したがって成長期前段階に発達する体力要素を用い、成熟度の個人差を考慮したうえでタレント発掘指標を明らかにする必要がある。

## 2. 研究の目的

本研究では以上の問題点を踏まえた上で、タレント発掘の指標として中枢情報処理能力に着目した。中枢情報処理能力は、事象関連電位、F-MRIなどの指標によって評価できるが、侵襲性が低く、簡便に評価できる指標として選択反応時間が挙げられる。選択反応時間は中枢情報処理に要する時間と筋収縮時間（運動指令が下行する時間を含む）の総体であり、課題が複雑であるほど前者の影響が

大きい（Fontani, 1999）。したがって本研究では選択的全身反応時間を用いて中枢情報処理能力を評価する。また、選択反応時間の発達は10～12歳頃までにほぼ成人値に達し、その後は緩やかに短縮することが明らかとなっている（Johnson, 1989）。このように成長期前段階で発達する能力であるため、一貫指導を行うためのスクリーニングとして用いるには有用であると考えられる。これまで行われたレトロスペクティブな研究では、パフォーマンスレベルの高いサッカー選手が優れた反応時間を有していることも報告されており、本指標がタレント発掘の指標となりうる可能性は高い（Montes-Mico et al. 2000; Ando et al. 2001）。一方これまで選択的全身反応時間の発達と生物学的成熟度について検討した例はなく、成熟度の個人差がどの程度選択的全身反応時間の遅速に影響するかは明らかになっていない。そこで本研究では、選択的全身反応時間のタレント発掘指標としての有用性についてプロスペクティブに検討し、選択的全身反応時間の発達に対する生物学的成熟度の影響について明らかにすることを目的とする。そしてサッカー選手のタレント発掘指標および育成年代のトレーニング処方について検討する。

## 3. 研究の方法

### 研究

#### (1) 被験者

対象は某Jリーグ下部組織に所属する成長期男子サッカー選手56名（12.0～14.9歳）とした。

#### (2) 測定項目

##### 選択反応時間

Talent-Diagnose-System (TDS, KEG社製)を用いて評価した。ディスプレイ上に手、足、手足同時の3条件の視覚刺激が提示される。その刺激に対して被験者はフット・ハンドプレートを押すあるいは踏む。32回の刺激がランダムに提示され、それぞれの条件の平均値を選択的全身反応時間として評価した。1回の練習試行の後本試験を2試行行い、その平均値をデータとして用いた。

##### ステップング

TDSを用いて評価した。フットプレート上で20秒間最大努力でのステップングを行う。スタートから6秒間の単位時間当たりステップング回数をステップングスピード、7秒から20秒までの単位時間あたりステップング回数をステップングスピードで除した値をステップングエンデュランスとして評価した。2試行行い、それぞれの平均値をデータとして採用した。

### 骨年齢/暦年齢

左手関節・手部のレントゲン写真から Tanner-Whitehouse 法の RUS スコアを用いて骨成熟度を評価した。RUS スコアを村田らによる日本人標準骨年齢換算表を用いて骨年齢を算出した。暦年齢は生年月日をもとにして、測定日までの年齢を小数点第一位まで評価した。

### 身長/体重

身長はスタジオメーター (YL 65S, ヤガミ社製) を用いて 0.1cm 単位で測定した。一方体重はデジタル体脂肪測定器 (TBF 551, タニタ社製) を用いて 0.1kg 単位で測定した。

### 研究デザイン

図 1 に示すように対象選手は 15 歳でのパフォーマンスレベルによってアカデミー-U18 群 (n=26) と Regional 群 (n=30) に分けられ、アカデミー-U18 群はさらに 18 歳でのパフォーマンスレベルによって Professional 群 (n=7; J1=6, J2=1) と Collegiate 群 (n=19) に分類された。地域群の選手で 18 歳の時点でプロ契約した選手はいなかった。成長期に有していた生理学的特徴とその後のパフォーマンスレベルの関係についてプロスペクティブに検討した。

### 研究

研究 では、12 歳から 14 歳まで縦断的に測定を行った選手を対象としてその後のパフォーマンスレベルとの関係について検討し、タレント発掘の指標としての各種生理学要素が対象年齢群でどのように発達するのかを検討した。

#### (1) 被験者

被験者は研究 に参加した選手のうち 31 名であった。初年度の対象群の平均暦年齢は 12.1 から 13.0 歳 (平均:  $12.7 \pm 0.4$  歳) だった。

#### (2) 測定項目

研究 に準ずる。

#### (3) 研究デザイン

31 名の選手を 18 歳時点でのパフォーマンスレベルにより、Professional 群 (n=7)、collegiate 群 (n=12)、地域群 (n=12) の 3 群に分類し、各測定項目の 3 年間の縦断的变化を比較検討した。

### 研究

本研究で指標としている選択的全身反応時間の変化が著しい年齢を明らかにするために、低年齢からの発達過程を縦断的に検討する。

#### (1) 被験者

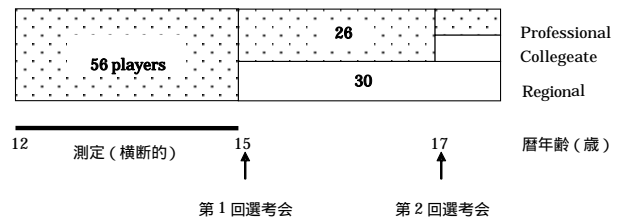


図 1 : 研究 1 の研究デザイン

10 歳 ~ 13 歳の成長期男子サッカー選手 11 名。

#### (2) 測定項目

研究 に順ずる。

#### (3) 研究デザイン

測定項目を 10 歳 ~ 13 歳までの CRT を縦断的に追跡調査し、その発達過程について検討する。

### 研究

生物学的成熟度の評価法として研究 ~ では骨年齢を用いた。しかし骨年齢は軽度の被爆という問題と、熟練した技術者でなくては評価が困難であるという問題点を有している。したがって簡便に成熟度を評価する指標開発のため、以下の点を検討した。

身長、体重、座高を用いた成熟度評価法 (Maturity Offset 法: MO 法) と骨年齢の関係から、MO 法の妥当性を検討

成熟を考慮した際の運動能力が、ジュニア球技系選手の選抜評価に影響することを検討

#### (1) 対象と測定項目

小学 6 年生サッカー選手 63 名 (平均年齢  $12.2 \pm 0.3$  歳) を対象とし、形態測定 (身長、体重、座高)、MO 値、骨年齢 (TW2 法の RUS ス

表 1 : 3 群間の各種測定項目の平均値 ± 標準偏差

Measurements		Professional	Collegiate	Regional	(F value)
ronological age (CA)		$13.3 \pm 1.2$	$13.1 \pm 1.2$	$13.2 \pm 1.2$	0.066
Skeletal age (SA)	yrs	$13.8 \pm 1.0$	$13.7 \pm 1.5$	$13.8 \pm 1.3$	0.039
SA-CA		$0.6 \pm 1.1$	$0.6 \pm 0.9$	$0.6 \pm 0.8$	0.004
Height	cm	$164.2 \pm 7.0$	$160.1 \pm 10.0$	$156.7 \pm 9.5$	0.653
Weight	kg	$55.4 \pm 9.3$	$49.9 \pm 9.5$	$50.2 \pm 9.2$	0.986
CRT		$561.6 \pm 59.7$	$612.6 \pm 59.7$	$692.3 \pm 120.0$	7.104**
HRT	msec	$488.1 \pm 76.8$	$504.9 \pm 35.0$	$533.7 \pm 78.9$	1.879
FRT		$572.9 \pm 65.3$	$581.4 \pm 47.1$	$620.5 \pm 75.7$	2.778
STF	rep./sec	$11.1 \pm 0.7$	$10.8 \pm 1.2$	$11.3 \pm 1.2$	1.227
STE	%	$82.5 \pm 5.0$	$84.1 \pm 4.3$	$82.1 \pm 5.7$	0.877

コア)、運動能力(40m走、5段とび)を測定した。MO値とRUSスコアの相関はピアソン相関分析で検討した。また、63名を競技レベルの高い選抜群15名と、非選抜群48名に二分し、各パラメータの平均値を成熟度(骨年齢-暦年齢)を共変数とした共分散分析で比較した。

#### 4. 研究成果

##### 研究

表1に示すように、3群間で骨年齢および骨年齢から暦年齢を引いた成熟度に有意な差は認められなかった。体格面ではProfessional群は他の群と比較して身長が高く、体重が重い傾向にあったが、統計的に有意な差ではなかった。STFおよびSTEにも群間差は認められなかった。

一方選択反応時間を比較すると、CRTは、Professional群( $p < 0.01$ )とCollegiate群( $p < 0.05$ )はRegional群よりも有意に優れたCRTを有していた( $F = 7.104, p < 0.01$ )。一方HRT( $F = 1.879, p = 0.103$ )とFRT( $F = 2.778, p = 0.071$ )においてもCRTと同様の傾向が認められたが、統計的に有意な差ではなかった。

本研究の結果から中学生年代を対象とした際に、選択反応時間の遅速は短期的なサッカー選手のキャリアに影響し、長期的にも優れた選択反応能力を持つ児童がプロ選手になる可能性が高いことが示唆された。従ってコーチは成長期を通して選手の単純なスピードや持久性のみではなく、中枢情報処理能力も高める必要があると考えられる。特に成長期前段階では中枢情報処理能力は急激に発達するため、この時期のトレーニングは、判断の要素を含まない単一的な反復練習だけでなく、判断の要素を多く含んだ練習を積

極的に取り入れる必要がある。また、本研究において、異なる競技レベルでの成熟度の差は認められなかった。この結果を説明するものとして、小学生から中学生年代へのセレ

表2: 体格・成熟度の各群における平均値 ± 標準偏差と統計結果

	yrs.	Pro.	Collegiate	Regional	Interaction (Column)
Skeletal age	1st	13.1 ± 1.0	13.0 ± 0.9	13.6 ± 1.0	0.06
	2nd	14.0 ± 1.0	14.1 ± 1.0	14.5 ± 1.0	
	yrs. 3rd	14.7 ± 0.8	14.9 ± 0.8	15.3 ± 0.9	(3.03)
SA-CA ratio	1st	0.7 ± 1.0	0.4 ± 0.8	0.8 ± 0.8	0.08
	2nd	0.5 ± 1.1	0.4 ± 0.9	0.7 ± 0.8	
	yrs. 3rd	0.2 ± 0.8	0.2 ± 0.8	0.6 ± 0.7	(1.55)
Height	1st	158.1 ± 7.5	156.9 ± 6.8	159.8 ± 8.0	0.33
	2nd	164.9 ± 7.0	163.4 ± 4.8	164.8 ± 5.8	
	cm 3rd	170.9 ± 4.2	168.6 ± 3.3	168.4 ± 5.3	(0.66)
Weight	1st	48.7 ± 8.5	46.7 ± 8.2	48.5 ± 8.8	0.04
	2nd	56.4 ± 9.5	53.1 ± 5.9	54.5 ± 7.6	
	kg 3rd	62.4 ± 7.4	58.0 ± 5.5	59.2 ± 6.7	(2.88)

クシオン過程で、晩熟な選手がすでに排除されている可能性が推察される。今後対象群の年齢を下げて、より詳細な検討を進める必要があると考えられた。

##### 研究

本研究結果において、骨年齢、成熟度、身長、体重、STF、STEの平均値および3年間の変化に3群間に統計学的有意差は認められなかった(表2・3)。

一方、選択反応時間をみると、初年度にはProfessional群、Collegiate群のCRTがRegional群よりも有意に速い値であった( $F = 4.80, p < 0.05$ )。そしてこの傾向は2年目、3年目により大きな差となっていた(図2:  $2^{nd}/F = 7.47, p < 0.01, 3^{rd}/F = 6.83, p < 0.01$ )。

表 3：選択反応時間・ステッピングパフォーマンスの各群の平均値 ± 標準偏差と統計結果

	yrs.	Pro.	Collegiate	Regional	Interaction (Column)
CRT	1st	707.4 ± 151.3	640.5 ± 94.2	769.6 ± 72.1	0.65
	2nd	585.6 ± 81.4	578.0 ± 60.5	679.2 ± 70.0	
	3rd	545.0 ± 57.8	553.5 ± 45.6	630.4 ± 70.3	
FRT	1st	620.0 ± 79.4	600.3 ± 101.4	676.0 ± 85.9	0.40
	2nd	550.9 ± 45.5	537.8 ± 51.6	592.8 ± 57.7	
	3rd	556.7 ± 65.5	563.2 ± 31.8	591.4 ± 34.3	
HRT	1st	554.3 ± 88.9	504.4 ± 72.7	555.9 ± 60.4	0.63
	2nd	487.9 ± 45.0	476.2 ± 56.8	506.0 ± 58.5	
	3rd	468.3 ± 65.9	480.1 ± 37.8	508.8 ± 48.2	
STF	1st	10.6 ± 1.1	10.8 ± 1.4	10.3 ± 1.1	0.35
	2nd	11.6 ± 0.7	11.4 ± 1.4	11.6 ± 0.8	
	3rd	12.0 ± 0.6	11.8 ± 0.8	11.5 ± 0.9	
STE	1st	83.0 ± 5.5	85.0 ± 4.7	83.2 ± 5.3	0.18
	2nd	83.2 ± 3.5	85.6 ± 6.2	81.8 ± 3.8	
	3rd	84.1 ± 3.6	86.1 ± 3.8	84.5 ± 8.2	

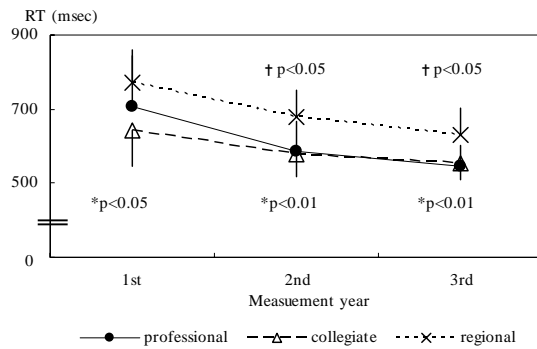


図 2：CRT の 3 群における縦断的变化

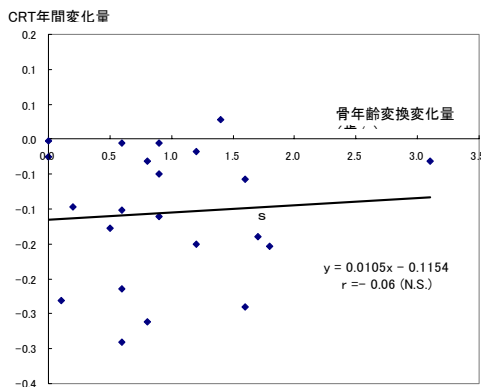


図 3：骨年齢と CRT の年間変化量の関係

本研究の結果は、選択反応時間に表されるような中枢情報処理能力の発達は、思春期以降には発達が緩やかになることを示しており、先行研究の結果を支持するものと考えられる。しかしながら、Professional 群の CRT の短縮が有意な変化ではないが経年的に短縮

することも示された。本研究の参加者は、日常的にサッカー競技を行っているものである。サッカーはいわゆるオープンスキルが要求され、競技特性として視覚あるいは聴覚情報をもとに判断・反応することが繰り返される。このような練習中の刺激が選手の選択反応時間の短縮に貢献したものと考えられる。

初年度の CRT 初期値において Collegiate や Professional 群が Regional 群よりも速いことや、Professional 群の CRT がトレーニングを通じて経年的に短縮することを考慮すると、**サッカーのようなオープンスキルが要求される球技系アスリートにとって、選択反応が反映する中枢情報処理能力の遅速は、その後のパフォーマンスやスポーツキャリアに少なからず影響することが推察される。**また、優れた中枢情報処理能力をもった選手は、日常的なトレーニングにおいても判断することが習慣化されているため、そうでないものとの差が経年的に拡大する可能性も推察された。

一方、生物学的成熟度との関係を見ると、これまでに対象とした小学生年代 (10~12 歳) で見られた骨年齢の変化量と CRT 短縮量の有意な関係は中学生年代において認められなかった。これは中学生年代には選択反応時間の発達が非常に緩やかになることと、骨年齢の変化も暦年齢と同様に年間に 1 歳前後の増加を示すのみであり、顕著な増加を示さないことが影響しているものと考えられる。言い換えると、競技力の高いサッカー選手を対象とした場合、小学校高学年において、急激な生物学的成熟のスパートや、それに伴う情報処理能力の著しい発達がすでに得られているものと推察される。これらの結果を考慮すると、**中学生年代でも緩やかなトレーニングは、小学生年代に積極的に行う必要があると考えられた。**

## 研究

本研究では選択反応時間のなかでも研究において最もパフォーマンスレベル間で差が認められた Complex Reaction Time (CRT) の経年変化を縦断的に検討し、著しい変化が認められる時期を明確にすることで、トレーニングの至適開始時期を検討することを目的とした。

その結果、10 歳から 13 歳にかけて経年的に CRT は短縮するが (F=2.87, p<0.001) 10 歳から 11 歳で有意な短縮が見られた後 (p<0.01) 13 歳までほぼ横ばいの変化傾向

を示した(図4)。研究で示されたように、中学生年代での顕著な短縮が認められないことを考慮すると、球技系アスリートのパフォーマンスやキャリアに影響する中枢情報処理能力の発達は、小学校高学年に著しく、その後思春期では発達が緩やかになることが示唆された。

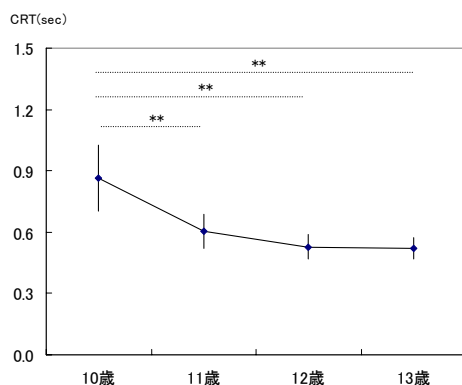


図4: CRTの縦断的变化 \*\*p<0.01

## 研究

本研究において Maturity Offset 値 (MO 値) と RUS スコア間には  $r=0.78$  ( $p<0.001$ ) と強い相関が認められた。また選抜群は非選抜群よりも有意に優れた 40m 走タイムを有することから、成熟の影響を考慮した条件下でも、スピードはジュニア年代の短期的なキャリアに強く影響することが明らかとなった。今後スピードのように選手選抜結果に強く影響する運動能力を評価する際には、成熟度を考慮することで、晩熟であるために能力が劣っていると評価される選手を見過すことなく、より適切な評価が行えるものと推察される。その際に MO 法は、スポーツ現場で簡便に行う成熟度評価法として、ある程度妥当性のある指標であると考えられた。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計4件)

Hirose N., Relationships among birth-month distribution, skeletal age and anthropometric characteristics in adolescent elite soccer players, Journal of Sports Sciences, 査読有り、27(1)、2009、1159-1166

広瀬統一、平野篤、成長期エリートサッカー選手の生まれ月分布と生物学的成熟度の

関係、発育発達研究、査読有り、37、2008、17-24

広瀬統一、福林徹、プロサッカー選手のタレント識別指標の検討、スポーツ科学研究、査読有り、5、2008、1-9

広瀬統一、2008、サッカーのタレント発掘と育成、トレーニング科学、査読なし、20(4)、253-259

[学会発表](計5件)

広瀬統一、成長期サッカー選手の成熟度とタレント発掘、日本発育発達学会定例会、2009年8月、東京

広瀬統一、成長期サッカー選手のタレントセレクションと成熟度、体格の関係、日本フットボール学会、2008年3月、大阪

広瀬統一、Maturity Offset を用いた成長期サッカー選手の成熟度評価と体力要素の変化、日本体力医学会、2008年9月、大分県

広瀬統一、成長期サッカー選手のタレント発掘と成熟度、日本体力医学会、2007年9月、秋田県

Hirose N., The relationship among birth-date, skeletal age and anthropometric characteristics in adolescent elite soccer players, European College of Sports Science, 2007年6月、フィンランド

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

広瀬 統一 (Hirose Norikazu)  
早稲田大学・スポーツ科学学術院・講師  
研究者番号: 00408634