慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	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
Sub Title	A study of standerdization of the motor coordination test based on Eye-Head coordination reaction time
Author	近藤, 明彦(Kondo, Akihiko)
Publisher	慶應義塾大学体育研究所
Publication year	1994
Jtitle	体育研究所紀要 (Bulletin of the institute of physical education, Keio university). Vol.34, No.1 (1994. 12) ,p.1- 19
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00135710-00340001-0001

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

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

近　藤　明　彦*

1．は　じ　め　に
2．全身選択反応テストの開発
3．全身選択反応時間の加齢にともなう発達的変化
4．鍛錬効果が全身選択反応時間におよぼす影響
5．調整力テストとしての全身選択反応時間の妥当性・信頼性
6．全身選択反応テストノルムの作成
7．ま　と　め

1．は　じ　め　に

1—1．調整力テストとしての反応時間

体育・スポーツの場面では「運動技能」の優劣が絶えず問題にされている。Random House Dictionary of the English Languageによれば[17]，「技能（skill）は，知識・訓練・才能などから生じる手腕・腕前」と記述されており，これは，「何らかの技術についての知識であり，その知識を実際に活用するための熟練した能力」と言い換えることができる。体育・スポーツ活動は技能そのものか，いくつかの技能を含んで構成されたものであると考えられ，その現場で運動技能の優劣が問題にされることも当然のことである。

このような技能を獲得するためには，その課程に一定期間の「学習（練習）」が必要となる。そして運動学習の結果として起こる行動の変化，すなわちパフォーマンスの変化は，持続性があり簡単には忘れ去られないものである。一例としては自転車の技能が挙げられよう。一度自転車に乗れた者ならば，比較的長い間自転車に乗ることがなくとも，またすぐに乗ることができることは周知の事実である。このような運動の学習に関してシンガー（Singer, R.N.）は，「学習はパフォーマンスにおける比較的永続的な変化として，あるいはその場面における練習または過去の経験から生じる行動の潜在性として定義される」[19]と述べている。このように運動技能

*慶應義塾大学体育研究所助教授

は学習(練習)によって獲得されるものであり，学習された内容は個人の潜在的能力として保持される。

実際の運動場面においては，多くの場合，空間の知覚とタイミングの正確さによってその技能水準の高さが決定される。テニスにおいてプレーヤーは，ボールをよく見て，適当な瞬間に有効な方法でボールを打たなければならない。すなわち，空間的要因と時間的要因が複雑に絡み合っているのである。

ジョンソン（Johnson, H.W.）[12]は，技能を構成するそれぞれの要因について以下のように述べている。

技能＝速度×正確性×フォーム×適応力

「多くの技能は時間的制限の中で遂行されるものであり，それ故に速さが重要である。正確さは成功の如何の評価を決定するものであり，フォームはその技能遂行の経済性に関連する。最後に熟練した個人は適応力があり，多様な予測できない状態の下でも効率的に技能を遂行することができる。」

このように，技能を構成する要因間の関係を述べているが，中でも時間的要因が大きな位置を占めることは見逃せない事項である。

さて，体力を構成する要因の１つとして敏捷性が取り上げられている。敏捷性は英語ではAgility，独語ではGewandtheitにあたり，Woerterbuch der Sportwissenshaft-Deutsch, Englisch, Franzoesisch[24]によれば「運動の協調と柔軟性からなる体力因子の一つとして定義され，その運動経過そのものに関わっている」と述べられている。この辞書を邦訳した日独英仏対照スポーツ科学辞典[16]において，渡辺は「巧みさ」の邦訳語を与えている。すなわち，敏捷性として従来表現されてきた体力的因子は，運動技能を遂行するために個人が持っている潜在的な能力としてとらえることができる。運動技能がある特殊な課題に対するパフォーマンスで表されるとすれば，敏捷性・巧みさは，より一般化・普遍化された個人の潜在的能力を示すものである。この，敏捷性・巧みさで示されるような個人の能力に対して近年「調整力」という用語を用いるようになってきている。この調整力という用語は，シェリントン(Sherington, C.)[18]の言う神経系の統合作用(Integration)という生理的概念が深く関わるものであり，(財)体育科学センターでの調整力研究委員会では次のように定義した。[11]

「調整力とは体力の一要因であって，神経系の働きをバックグランドとした，しかもメンタルな要素を含んだ動きを規定するPhysical resourcesである」

この定義におけるPhysical resourcesはPhysical energyを意味しperformanceとは異なるものである。それはpeformanceとして表される人間の運動をCoordinateしIntegrateする能力であり，Neural Systemに深い関連を持った体力と考えられる。

このような用語の定義についての問題はまだ残るが，本稿では体力因子として定義されるより一般化・普遍化した個人の潜在的能力を「調整力（Coordination and Integration of Human Movement）」の用語を用いて表すこととする。

従来，敏捷性という体力要素は，一定の時間内においてどれだけの作業を達成できるかという方法で通常は測定されてきた。しかし，より厳密な測定方法として反応時間の測定を提唱する文献も多い。これは，先に述べてきた運動技能においては時間的要因が重要であるということからも理解できる。そして，この反応時間の測定は，調整的技能を的確に表す指標の一つとして大きな可能性を含むものと考えられる。しかしながら，これまで述べてきた運動技能あるいは調整力の構造を考慮した場合，従来の反応時間測定法では，先に述べたような空間知覚等の要因は含まれておらず，さらに，体育・スポーツの場で重要視される選択的な運動課題も充分なものとはいえない。運動技能・調整力の指標として反応時間を用いるとするならば，ジョンソンの指摘するような要因を包含する方向性，また調整力の定義より考えられる神経系の要因をさらに考慮して改良する必要があると考えられる。

1－2．反応時間測定の歴史的背景

人間の反応が即時的でないという事実が最初に問題とされたのは，1795年のことであり，グリニッジ天文台長であったマスケライン（Maskelyne, N.）が助手の一人を解雇したことから始まった。彼は，従来子午線を通過する天体の測定には1/10秒遅れがあることを経験的にわかっていたし，この事実を信じていた。しかし，この解雇された助手の測定値はマスケラインの測定値とは異なり，天文台員としては不適格だとされたのである。その後ベッセル(Bessel, F.W.)は，この問題を取り上げこの測定値には個人差があることを明らかにし，これを個人方程式（personal equation）と名付けた。さらに，ヘルムホルツ（Helmhorz, H.）は，神経衝動の伝達速度が個人によって異なるのではないかと考えその測定を試みたが，これは反応時間研究における生理心理学的実験研究の最初である。ブント（Wundt, W.）[25]らのグループによってその研究は大きく進められた。すなわち，精神過程に要する時間を測定する方法として反応時間を用いるというオランダの生理学者ドンデルス（Donders, F.C.）の研究を発展させたのであった。そして，「反応時間」という名称が与えられたのは1873年のエクスナー（Exner, S.）[5]の論文が始めてであった。

スポーツにおいて，たとえば陸上競技の短距離走においてはピストルの音とともに迅速にスタートしなければならないことはもちろん，剣道・ボクシング等の対人競技でも状況に応じて速やかに適切な運動を行うことが要求される。さらに，バスケットボール・サッカーなどのチームゲームでは，より複雑な状況の変化に対応した運動が要求される。前者は単純反応であり，

後の2者は選択反応の形式によるものであるが，多くのスポーツにおける成功には，迅速な動作の生起やその変化が重要な要因になっていることは言うまでもない。したがって，スポーツにおける反応時間の研究も既に早くから内外の研究者によって取り上げられている。

松井[14]は，これらの反応時間を「スポーツ技術の向上に貢献するためのもの」と「スポーツマンの反応時間を測定しようとするもの」の2群に分けてその概要を展望している。スポーツ技術の向上に関連する反応時間研究はほとんどがスターティングタイムに関するものであり，1931年のウェスターランド（Westerland, J.H.）[23] 1933年のタットル（Tuttle, W.W.）[20] 1928年の中村[15]らの報告がある。また，ウォーカーら（Walker, T.C. and Hayden, G.A.）[21]は，用意の合図から発砲までの時間間隔を変化させて1.4秒の時，反応がもっとも早くなることを明らかにしている。

また，反応時間と動作時間関連についての報告も数あるが，種々異なる方法で測定されているためその関係に一定の法則性を見いだすことはできない。

後者に関しては，特に注目されるのがキュアトン（Cureton, T.K.）[4]の提案である。彼は，スポーツ種目別に特殊な方法によって特殊な運動の反応時間を測定するよりも，むしろ多くのスポーツ種目に一般的に共通する反応時間の測定を認め，1951年に垂直跳の反応時間（Vertical Jump Reaction Time）を測定することを発案した。しかし，彼の用いた方法では全体の反応時間を測定することはできてもその中に含まれる2つの要素，すなわち，神経系に関わる要素と筋系に関わる要素を分類するまでには至らなかった。

そこで，猪飼ら[10]はストレインゲージを跳躍台に貼付し，被験者が跳躍する際の跳躍台のひずみ変化によって生じるストレインゲージの抵抗値の変化を捕えこれをオシログラフに記録する方法を考案した。そして，オシログラフに記録された結果から，先の2要素を読みとり，合図の刺激から動作の開始までを神経伝導時間，動作開始より跳躍台から足が離れるまでを筋収縮時間と名付け，この反応時間測定法を全身反応時間（Whole Body Reaction Time）とした。そして日本のトップスプリンターの反応時間の経時的な測定から全体の反応時間短縮の要因は筋収縮時間の短縮によるものであることを明らかにしている。

以上の反応時間に関する研究のうちスポーツに関するものの多くは，単一刺激に対する単一の反応という形の単純反応の形式であり，猪飼らの考案した方法においても，先に述べた調整的技能を示す指標としては不十分である。より多くのスポーツ種目に共通した反応時間の測定には選択反応の形式が不可欠であると考えられる。そこで，筆者らは調整力の指標としての観点から，従来の反応時間測定方法の問題点を改め，新たな形式での測定方法を開発しその測定を行なってきた。

本稿では，新たな形式の反応時間の測定法の開発，その発達的変化・鍛錬効果および評価ノ

ルムの作成について概説する。

2．全身選択反応テストの開発

2－1．反応型式のデザイン

キュアトン・猪飼らの方法に示唆を受け筆者らは，選択反応の形式を持った実際のスポーツ場面に近い形の反応場面の開発を行おうとした。特にバスケットボール・サッカーなどのフィールドで行われるボールゲームなどの場合，相手・味方・ボール等の視覚情報として与えられる刺激を正確にとらえ，すばやい決断のもとにその場にもっとも適応した反応を起こすことが要求される。そこで，このような特性を反応場面に取り入れようとして視覚情報収集過程を含む選択反応場面を設定し，ボールゲームのような複雑な運動技能に求められる調整機能の内容を推測しようとした。

全身選択反応テストは2種類の矢印による系列的な反応事態の組み合わせから構成されている（図1）。赤色の発光ダイオードを用いた第1刺激により次に捕えるべき刺激の方向が指示され，左右どちらかの方向を向くという第1の反応を行う。次に，その方向に提示されている

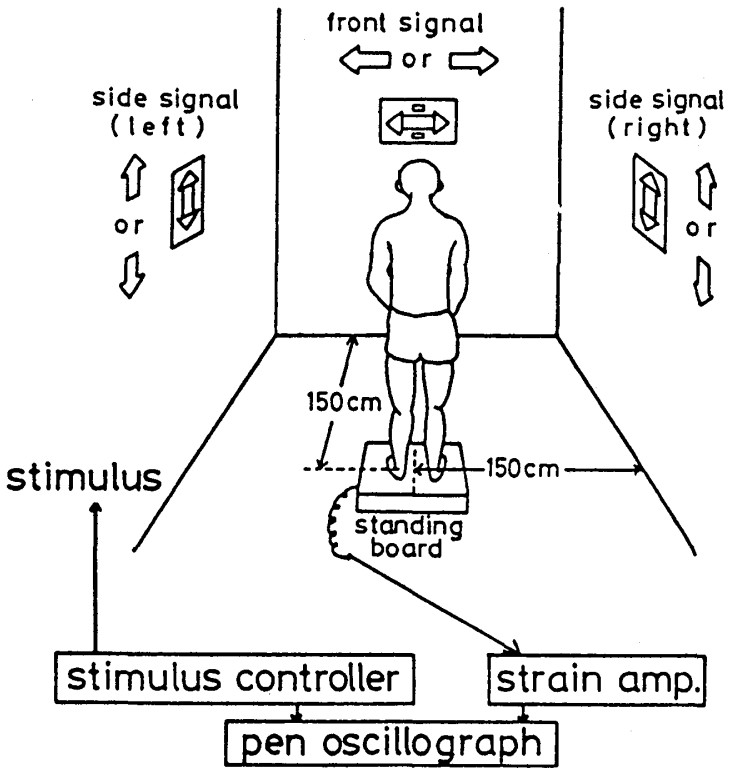

図1　全身選択反応テストのレイアウト

第2刺激に従って跳躍あるいはしゃがみ込みという上下方向への反応動作を選択し第2の反応を行なうというものである。すなわち,「刺激の受容に関わる反応」と,「大筋活動を用いた全身反応」を系列的に組み合わせたものである。

第2刺激に対する反応の形態は猪飼らの示唆に基づくものであり,床圧変化をストレインゲージによって捕えることにより分析が可能である。そして,第1刺激に対する反応である「刺激の受容に関わる反応」の形態は,フィールド型スポーツに多く見られる選択的眼・頭位協応反応の形式であり,その制御に関しては反射的メカニズムと中枢におけるプログラミングが複雑に絡み合って調整されるというビッツィ(Bizzi, E)[1),2),3)],蕨ら[22)]による報告にヒントを得たものである。すなわち,目標に対する信号がでた場合,眼球はその方向に急激な跳躍運動(Saccade)を行ない,次に数10msec遅れて質量の大きな頭部が同じ方向に眼球を追いかけるように運動を開始する。眼球は目標の映像を網膜の中心窩にとらえると,引き続く頭部の運動に対して相対的に反対方向の補償的回転運動(Compensatory Eye Movement)を行い目標の注視を継続するというものである。そして,この眼球の補償的回転運動の開始時点が第2刺激受容開始時点となる。この眼球運動の様態は,両眼の外角に電極を貼付することにより,眼球運動によって生じる網角膜電位の変化を捕えることにより分析することが可能である。

そこで,測定の指標としてE. O. G.(Electro-oculogram)および床圧による歪変化曲線を用いることにより第1刺激の提示から反応の終了までの全身選択反応時間を次の4つの時間相に分類した(図2)。

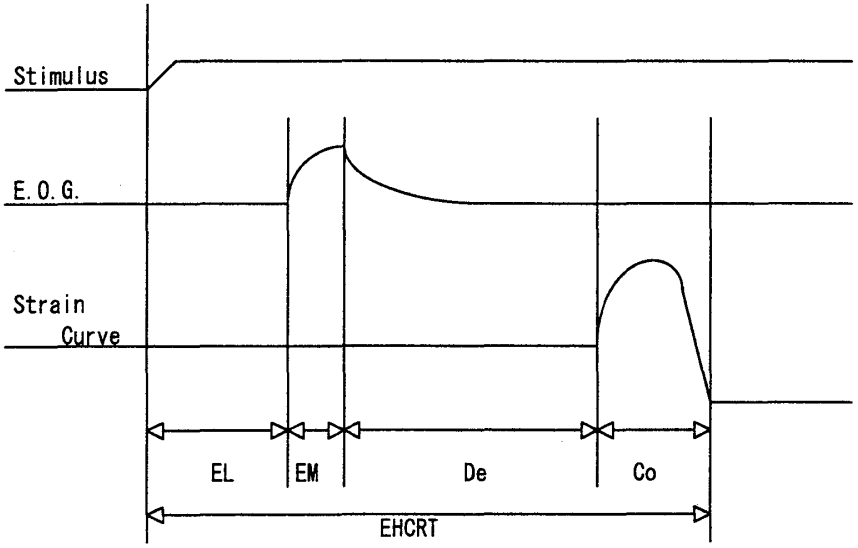

図2　全身選択反応時間の処理方法

全身選択反応時間

EHCRT (Eye-head coordination reaction time)：第1刺激の提示より跳躍台から足が離れるまでの全体の反応時間

反応時間を構成する各相

EL (Latency of eye movement)：第1刺激の提示から眼球の跳躍運動が生じるまでの時間

EM (Eye movement time)：眼球の跳躍運動が生じてから眼球が第2刺激を捕えて補償的回転運動を起こすまでの眼球運動時間

De (Decision time)：第2刺激を受容してから跳躍のための運動が開始されるまでの決断時間

Co (Contraction time)：跳躍のための運動が開始されてから抗重力筋の収縮により足が跳躍台から離れるまでの動作時間

2－2．測定対象および測定期日

測定対象は5歳から15歳までの健康な男子児童・生徒，および男子大学生である。測定は1979年～1993年までの期間で，東京近郊の幼稚園3園，小学校1校，中学校1校および大学2校の協力を得て行なわれた。

被験者数は各年齢で以下のとおり，合計1079名でありその内訳は次の通りである。

（児童・生徒）

5歳：24名	11歳：159名
6歳：81名	12歳：92名
7歳：109名	13歳：45名
8歳：110名	14歳：40名
9歳：128名	15歳：18名
10歳：107名	

（大学生）

非鍛錬者 (Na)：82名　　鍛錬者 (At)：84名

3．全身選択反応時間の加齢にともなう発達的変化

3－1．加齢にともなう全身選択反応時間の変化

図3は，5歳から15歳にいたるまでの各年齢の全身選択反応時間EHCRTの変化および

EHCRT を構成する各時間相の発達的変化を示したものである。＊印は各年齢間の EHCRT の差の有意性を示している。

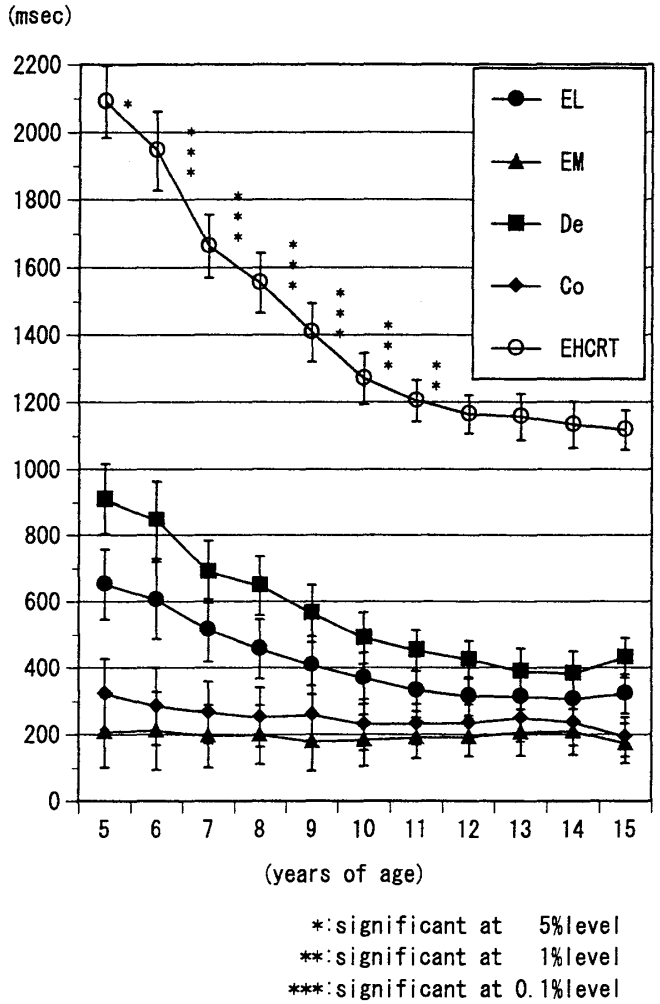

図 3　加齢に伴う全身選択反応時間の発達的変化

5 歳において全身選択反応時間の平均値は2089msec でるが，15歳においては1117msec と約 1 秒近く短縮されていることが示されている。加齢にともなう短縮の傾向を各年齢間の EHCRT の差から検討すると次のようになる。

5 歳から12歳までの各年齢間の EHCRT は各年齢間とも大きな短縮の傾向を示し，その差に有意性が認められる。しかし，12歳から15歳までの年齢間では反応時間は緩やかな短縮の傾向を示すものの，各年齢間の差に有意性を認めることはできなかった。

また，EHCRT を構成する各時間相をみると EL，De という刺激の受容から反応の生起にいたるまでの刺激の弁別・認知および神経伝導に関わる時間相がその主たる要因であることが認

められる。それに対して，EM，Co という動作時間に大きな短縮傾向は認められない。

以上の結果は，全身選択反応時間の加齢にともなう短縮傾向は神経系の機能の発達によるものであることを示唆するものである。そしてこの発達的変化の傾向は12歳までが大きく，その後は緩やかに短縮するものと推測される。

3－2．加齢にともなう反応時間短縮の決定要因

図4・5・6・7は，5歳から15歳にいたるまでの全被験者の測定値をもとに，全身選択反応時間 EHCRT とそれを構成する各相の相関関係をそれぞれ示したものである。これは，先の全身選択反応時間の発達的変化において示唆された反応時間を構成する各時間相の反応時間全体に対する影響を明らかにしようとするものである。

EL と EHCRT の間の相関係数 r は0.89，EM と EHCRT の r は0.27，De と EHCRT の r は0.94，Co と EHCRT の r は0.53という結果であった。特に EL・De の時間相と EHCRT の相関は非常に高く，図2および図4からも明らかなように，EHCRE の遅速の決定要因は EL・De といった中枢における刺激の弁別・認知・判断等に要する時間を含む，神経系に関わる時間相によるものであることが示されている。すなわち，左右のどちらを向くかという視覚情報収集のための決断に関わる時間相と，跳躍するかあるいはしゃがむかというジャンプの様式を決定するための時間相が全体の反応時間の遅速を決定する要因となっていることを示している。また，EM・Coの両相に関しては，EL・Deの2相に比較して全体の反応時間に与える影響は

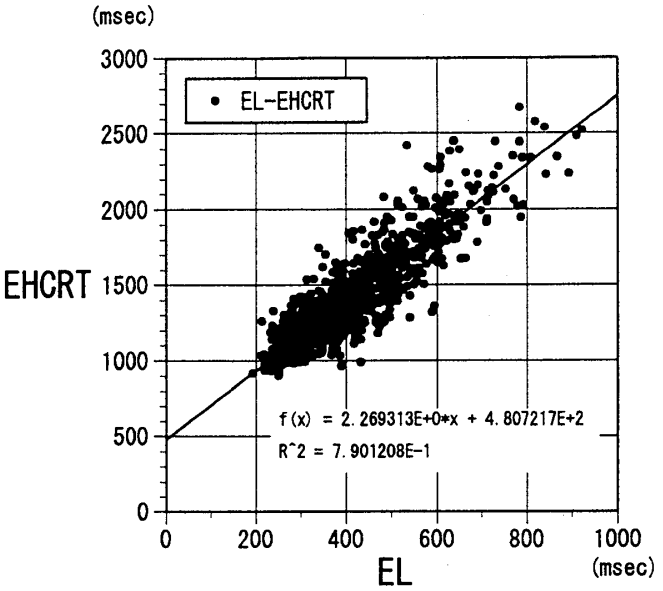

図4　全身選択反応時間 EHCRT と EL との関係（5歳から15歳までのデータから）

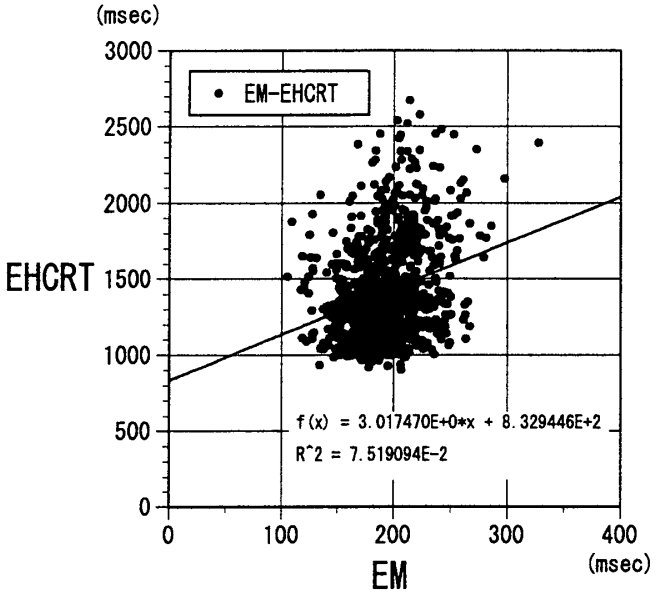

図 5　全身選択反応時間 EHCRT と EM との関係（5 歳から15歳までのデータから）

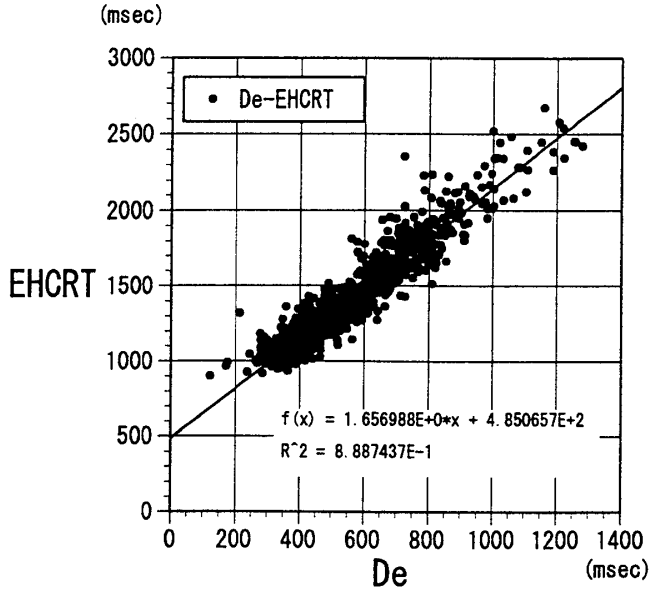

図 6　全身選択反応時間 EHCRT と De との関係（5 歳から15歳までのデータから）

少ないことがわかる。

以上の結果をまとめると次のようになる。眼一頭位協応運動をともなう全身選択反応時間は加齢にともない短縮する傾向が認められ，その要因は刺激の受容から反応の生起にいたるまでの中枢過程での刺激の弁別・認知・判断を含む時間相の短縮であることが確認された。

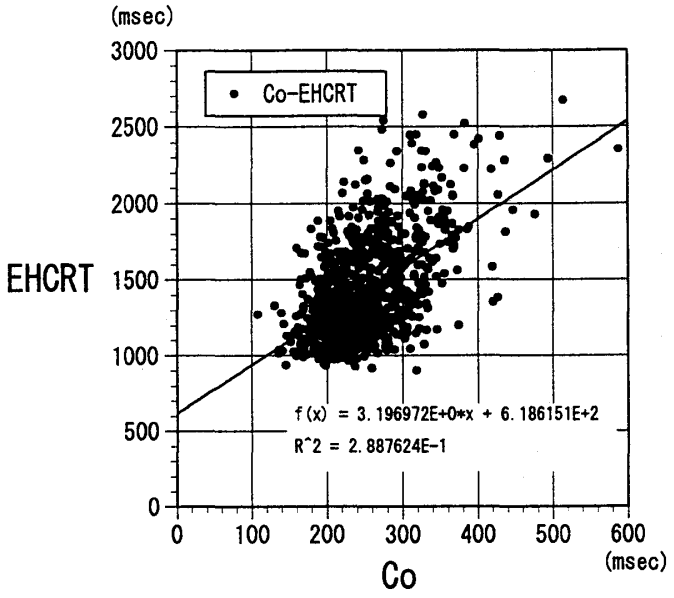

図 7　全身選択反応時間 EHCRT と Co との関係（5 歳から15歳までのデータから）

4．鍛錬効果が全身選択反応時間におよぼす影響

4 — 1．鍛錬効果

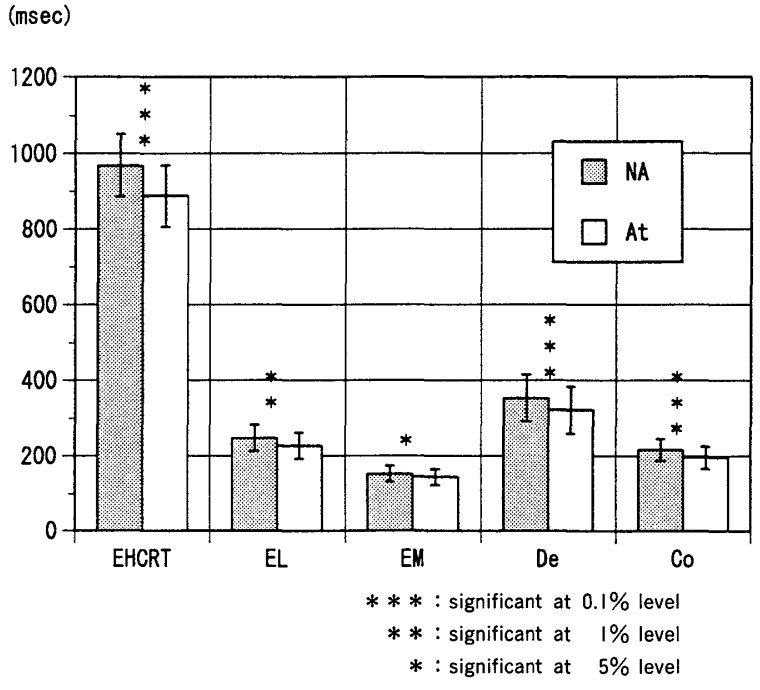

図 8　鍛錬者と非鍛錬者の全身選択反応時間の比較

図8は，大学生男子被験者における鍛錬者と非鍛錬者の全身選択反応時間 EHCRT を比較したものである。鍛錬者の全身反応時間の平均は887msec，非鍛錬者の平均は968msec であり約80 msec 鍛錬者の EHCRT が短く，その差には有意性が認められる。さらに，EHCRT を構成する各時間相についてみると，すべての時間相において鍛錬者が非鍛錬者より短い値を示し，その差に有意性が認められる。

これは，日常のスポーツトレーニングの効果が，刺激の弁別・認知・判断といった中枢過程に関わる相のみならず，ジャンプ反応に関わる筋収縮の速さなどの末梢の課程に対する効果をもたらしている結果と認められる。

4 — 2．成人における全身選択反応時間の遅速の決定要因

先の発達的変化にともなう反応時間遅速の要因は，EL・De といった中枢過程に関わる時間相の影響によるものであった。しかし，成人における鍛錬効果をみると鍛錬者の反応時間は非鍛錬者に比べ短く，反応時間全体を構成する4つの時間相すべてにおいて鍛錬者が短いという結果を得た。このことは，成人の場合，先の発達的変化では認められなかった EM・Co という末梢の過程に関わる時間相も反応時間の遅速を決定する要因となるのかが問題となってくる。そこで，成人における全身選択反応時間 EHCRT とそれを構成する各時間相の関係を見たところ次のような結果を得た。

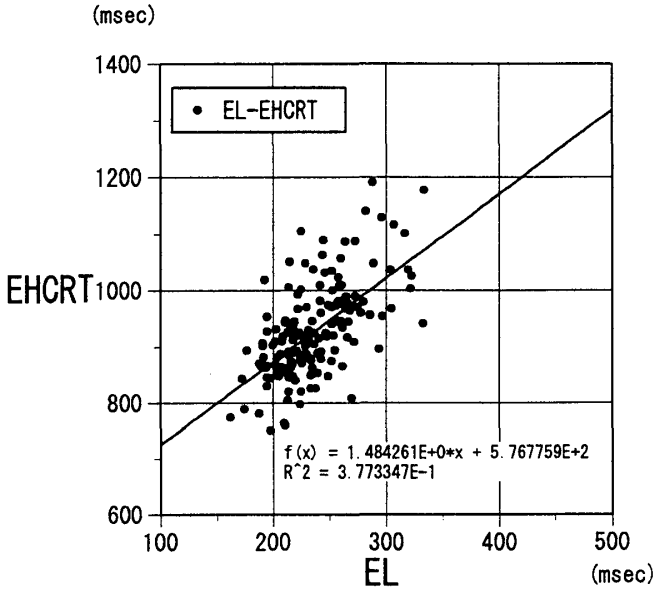

図9　全身選択反応時間 EHCRT と EL との関係（成人のデータから）

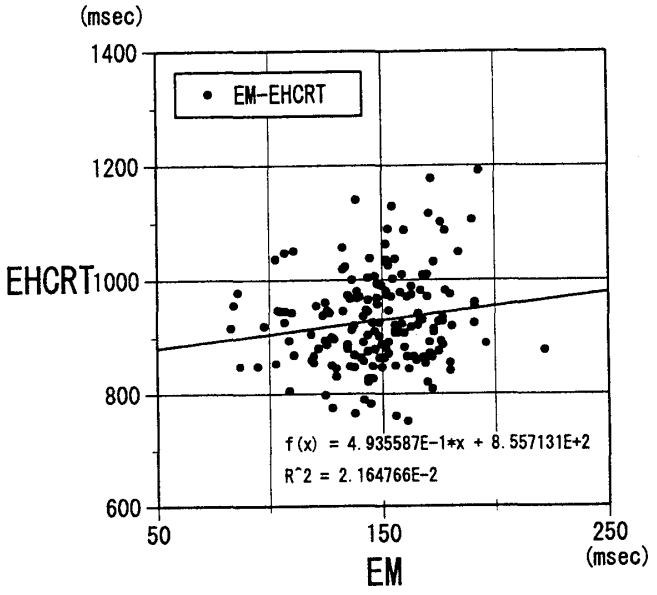

図10　全身選択反応時間 EHCRT と EM との関係（成人のデータから）

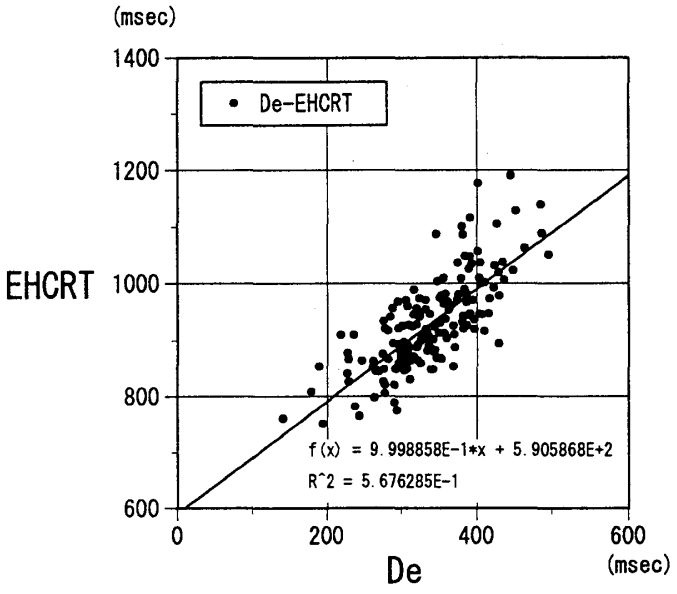

図11　全身選択反応時間 EHCRT と De との関係（成人のデータから）

図9・10・11・12は，成人男子における全被験者の測定値をもとに，全身選択反応時間 EHCRT とそれを構成する各相の相関関係をそれぞれ示したものである。EL と EHCRT の間の相関係数 r は0.61，EM と EHCRT の r は0.14，De と EHCRT の r は0.75，Co と EHCRT の r は0.39という結果であった。これは，先の発達的変化における検討と同様なものであり，EL・De

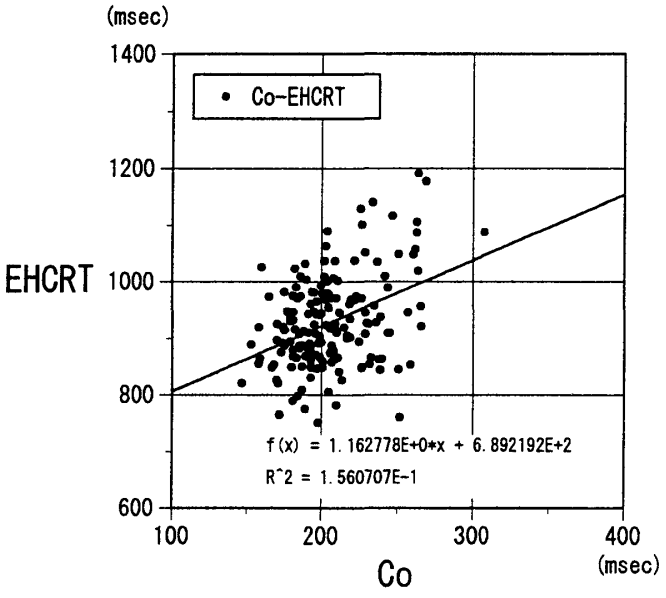

図12　全身選択反応時間 EHCRT と Co との関係（成人のデータから）

といった中枢過程に関わる時間相が反応時間の遅速決定の主要な要因であることを示した結果である。このことは，先の鍛錬者と非鍛錬者の比較において示された，EM・Co といった末梢の過程に関わる時間相に差は認められるものの，これら末梢の過程に関わる時間相が全体の反応時間の遅速を決定する要因ではないことを示している。

以上の結果をまとめると，眼—頭位協応運動をともなってなされる全身選択反応時間は，スポーツを行うことによる鍛錬効果により短縮化の傾向を示すものであり，これは，反応時間全体を構成する 4 つの相すべてにおいて認められるものの，反応時間の遅速を決定するのは，中枢過程での刺激の弁別・認知・判断等を含む時間相によるものであった。この内容は，加齢にともなう反応時間の発達的変化において明らかにされた内容と同様のものであった。

5．調整力テストとしての全身選択反応時間の妥当性・信頼性

「全身選択反応時間の加齢にともなう発達的変化」および「鍛錬効果が全身選択反応時間におよぼす影響」から全身選択反応時間の遅速が神経系の過程に深く関わりを持つことが明らかになった。この結果は，調整力の定義における「調整力は神経系の統合作用が深く関わる」という内容から考えて，全身選択反応テストが調整力測定のための有効な手段であることを示す結果であると考えられる。

さて，全身選択反応テストを調整機能の指標として用いるためには，さらにこのテストの妥

当性・信頼性の確認が必要である。そこでこれまでに体育科学等に報告してきた内容からこのテストの妥当性・信頼性に関する報告を以下に要約することにする。

5－1．全身選択反応の動作分析結果からみて

全身選択反応の動作分析を11歳児40名を対象に試みたところ，6種類の動作タイプに分類でき，反応時間と動作タイプには関係のあることが確認された。また，全身選択反応時間以外の調整機能テスト（全身反応時間・タイミング・ステッピング・バランス・ステップターン・ジグザグドリブル）の総合評価から，40名の被験者を上位・中位・下位群の3群に分類し，各群の全身選択反応時間EHCRTの平均値を求めたところ，上位群は中位群・下位群に対して有意にEHCRTが短く，動作形態からみても他の2群からみて効率的な動作タイプ（第1刺激に対する反応と第2刺激に対する反応が統合化された反応様式）に分類されたものが多く含まれることが確認された。[9)]

さらに，11歳児のうち2名（上位群・下位群）を中心に7歳児および成人の反応動作をさらに詳細に分析し比較したところ，年齢に関わりなく上記6種類の動作タイプに分類することができ，全身選択反応時間が短い者は，効率的な刺激受容と全身反応のためのより合目的的で洗練された形式の動作を行っていることが確認された。[9)]

5－2．他の調整機能テストとの関係からみて

全身選択反応時間と他の調整機能テスト項目との相関を求めたところジグザグドリブル・ステップターン・タイミングの項目との間に高い正の相関関係が認められた。[7)]

また，同一被験者の縦断的測定を行った結果，7歳から10歳にいたるまでの比較的全身選択反応時間の短縮傾向が著しい期間においても，各個人の全身選択反応時間の各年齢における順位変動は少なく，安定した結果を得ることができた。[8)]

これらから，知覚一運動系機能として特に中枢神経系の働きが反応の遅速に関係するとされた全身選択反応テストは，他のテストとも関連し，しかも安定した評価が得られることにより調整機能テストとして妥当であると判断される。

5－3．日常のスポーツ活動からみて

先の鍛錬効果の検討からも明らかなように，定期的で継続的な運動経験と調整機能の発達は深い関係を持つものと推測される。そこで幼児期から定期的にサッカーを続けている12名について6歳から10歳にかけて縦断的な測定を実施した。その結果，このグループの発達的変化と特別に運動を行っていない一般の群について各年齢において比較してみると，7歳までは等質

の集団と認められたが，それ以降の年齢では反応時間が短く，顕著な差が認められるようになることが確認された。この結果は，定期的・継続的な運動経験が，調整機能の発達を促すものと理解され，鍛錬効果による全身選択反応時間の結果を裏付けるものと解釈される。[6)]

以上の「動作分析に関する結果」，「他の調整機能テストとの関係」，「日常のスポーツ活動との関係」からみても，全身選択反応テストが調整力テストとしての妥当性・信頼性を持つことは間違いのないものと考えられる。すなわち，選択反応時間の経年齢的変化傾向，反応動作の特徴，全身選択反応時間と他の調整機能テストとの関連，定期的なスポーツ行動と調整機能の発達等の関係からみて調整力テストとしての全身選択反応時間の有効性が確認された。

6．全身選択反応テストノルムの作成

6－1．ノルム作成のための尺度構成について

調整力の指標として吟味された全身選択反応テストは，その遅速が中枢過程での情報処理過程の遅速に深く依存し，そのテストとしての妥当性･信頼性も確認され，有用性が認められた。さて，この全身選択反応テストを有効に利用していくためには，テストノルムの作成が不可欠である。

先の「全身選択反応時間の加齢に伴う発達的変化」「鍛錬効果が全身選択反応時間におよぼす影響」の結果を踏まえ発育発達段階にある幼児・児童・生徒および成人を対象としたテストノルムの作成を試みることとする。

さて，反応時間による評価は，時間という尺度の持つ数学的操作性から用いられてきているが，あくまでもこれは表面尺度であって，何らかの原理･理論･法則等に基づく心理的尺度（元型尺度）をもって当たるべきであると考えられる。表面尺度と元型尺度が１対１に対応するかどうかについて考慮することは心理学的尺度構成の基本問題であり，かりに１対１の対応がない場合でも両者の関数関係を明らかにすれば変数変換により両者を対応させることができると考えられる。

たとえば，100m の記録で10秒から９秒９に短縮する際の0.1秒と13秒から12秒９に短縮した際の0.1秒が等価であるかどうかという問題であり，この場合の時間尺度は，あくまでも表面尺度であり，元型尺度からみれば等価ではないということが明らかであろう。

通常，反応時間は対数分布をなすと考えられフェヒナー（Fechner）の法則

$$R = k \log S$$　（R：感覚量　k：定数　S：刺激量）

という公式を用い

$$x' = k \log x \qquad (x'：元型尺度 \quad x：表面尺度)$$

という対数変換式によって，近似的な元型尺度を求めることができる。

今回のノルム作成に当たっては，この対数変換の方法を用いて各被験者の測定値の近似的な元型尺度による値を求め，この値を統計的に処理し平均・標準偏差をまず求めた。この近似的な元型尺度による代表値からそれぞれのノルムの尺度構成を行い，その値を逆変換して時間軸に戻した。この一連の作業によって求められる評価基準により，等価な尺度構成による評価が可能となると考えられる。

6－2．全身選択反応テストノルム

表1は，各年齢ごとに，対数変換した全身選択反応時間 EHCRT を基に平均と標準偏差を用いて作成したテストノルムである。ノルムの作成は平均値をを中心に±0.5標準偏差をCランクとし，その上下に1標準偏差をとった範囲をBおよびDランク，Bランクの境界値より速い値がAランク，Dランクの境界値より遅い値がEランクとなる。

表1　全身選択反応テストノルム（男子用）

（単位：msec）

	A	B	C	D	E
5歳	～1652	1653～1918	1919～2228	2229～2586	2587～
6歳	～1573	1574～1801	1802～2061	2062～2359	2360～
7歳	～1350	1351～1541	1542～1761	1762～2010	2011～
8歳	～1249	1250～1435	1436～1650	1651～1896	1897～
9歳	～1131	1132～1300	1301～1494	1495～1716	1717～
10歳	～1043	1044～1182	1183～1341	1342～1519	1520～
11歳	～1016	1017～1133	1134～1264	1265～1409	1410～
12歳	～ 972	973～1091	1092～1225	1226～1375	1376～
13歳	～ 984	985～1092	1093～1212	1213～1343	1344～
14歳	～ 981	982～1076	1077～1181	1182～1295	1296～
15歳	～ 977	978～1065	1066～1162	1163～1268	1269～
鍛錬者	～ 851	852～ 925	926～1006	1007～1094	1095～
非鍛錬者	～ 800	801～ 856	857～ 916	917～ 979	980～

このテストノルムを用いることにより，各年齢ごとの調整力レベルを適正に判断することが可能となり，スポーツタレント等を発掘する際の有効な手がかりの一つとして活用することが

期待できる。

7．ま　と　め

スポーツ場面等で一般に上手・下手などと表現される運動技能に関して，その能力を示す，より一般化・普遍化された概念である調整力という体力因子の一つを評価するためのテストとして全身選択反応テスト場面の作成を試みた。その作成に当たっては，球技場面等にみられる眼一頭位の協応運動を伴なった跳躍動作という全身運動による反応形式を用いた。

そして，全身選択反応テストを用いて，その加齢による発達的変化・鍛錬効果の影響を検討した。その結果，加齢により全身選択反応時間は著しく短縮すること，鍛錬効果の影響により全身選択反応時間は短縮化するという結果を得た。さらに，この全身選択反応時間の遅速がどのような要因によって決定されるかを吟味するために，全身選択反応時間をいくつかの時間相に分類し，各時間相と全体の反応時間の相関関係を調べた。その結果，全体の反応時間の遅速は，刺激の弁別・認知および反応形式の判断等の中枢過程に関わる時間を含む神経系の働きに深い関わりを持った時間相の遅速によることが明らかとなった。このことは，調整力の定義から[11]考えて，全身選択反応テストが調整力テストとして有効な手段であることを示唆する内容であると考えられた。

さらに，この全身選択反応テストの妥当性・信頼性を検討すために，全身選択反応の動作分析に関する結果，他の調整機能テストとの関連，日常のスポーツ行動との関係等を検討した。その結果，全身選択反応テストは，合目的的な動作形態との関連・他の調整機能テストとの高い相関関係と測定値の安定性，定期的な運動行動との関連等が確認された。これらから，全身選択反応テストが調整力テストとしての妥当性・信頼性を持つものと判断された。

以上の結果を踏まえ，心理的尺度構成法の概念を取り入れ，等価な尺度構成を持った全身選択反応テストノルムの作成を試みた。テストノルムは，5歳から15歳までの各年齢別と成人用としては鍛錬者用・非鍛錬者用の2種類が作成された。このテストノルムにより，各年齢ごとの調整力レベルを適正に判断することが可能となり，スポーツタレント等を発掘する際の有効な手がかりの一つとして活用することが期待できる。

引用・参考文献

1) Bizzi, E., Kalil, R.E., Tagliasco, V. : Eye-head coordination in monkeys: Evidence for central patterned organization, Science 173, p. 452-454, 1971

2) Bizzi, E., Kalil, R.E., Morasso, P. : Two mode of active eye-head coordination in monkeys, Brain Res. 40, p. 45-48, 1972

3) Bizzi, E. : The coordination of eye-head movement, Scientific American 231: p. 100-106, 1974
4) Cureton, T.K. : Physical fitness of champion athletes, Univ. of Illinois Press. 1951
5) Exner, S. : Experimentelle Untersuchung der einfachsten psychischen Processe, Pflueg. Arch., 1873, 7. p. 601-660
6) 藤田厚，吉本俊明，深見和男，近藤明彦，水落文夫，鈴木典，村岡俊郎，石井政弘：幼児の適正運動量に関する研究—幼児・児童期における選択反応時間の発達的変化からみて—，体育科学14，p. 91-99，1986
7) 藤田厚，吉本俊明，深見和男，近藤明彦，水落文夫，鈴木典，村岡俊郎，石井政弘：調整的機能からみた幼児・児童の体力づくり—選択反応時間と各種測定項目の関係を中心として—，体育科学15，p. 143-157，1987
8) 藤田厚，吉本俊明，後藤雅弘，河原正昭，深見和男，近藤明彦，水落文夫，鈴木典，石井政弘：児童期における調整機能の発達—10歳児の評価を基準とした縦断的検討—，体育科学17，p. 98-110，1989
9) 藤田厚，吉本俊明，後藤雅弘，河原正昭，深見和男，近藤明彦，水落文夫，鈴木典，石井政弘：動作分析からみた児童期における調整機能の発達—3次元映像分析による全身選択反応動作の検討—，体育科学19，p. 73-84，1991
10) 猪飼道夫，浅見高明，芝山秀太郎：全身反応時間の研究とその応用，Olympia 7，p. 210-219，1961
11) 石河利寛：調整力，体育科学センター事業概覧（昭和48年度），p. 21-27，1974
12) Johnson, H.W. : Skill＝Speed×Accuracy×Form×Adaptability, Percpt. Mot. Skills, 13; p. 163-170, 1961
13) ルネ・ショショル，萬代敬三訳：反応時間　現代心理学2　感覚と運動　第2章　p. 89-185
14) 松井三雄：スポーツ科学における反応時間の研究，桜門体育学研究　第3集　p. 1-10，1967
15) 中村弘道：競走発走における反応時間の研究，心理学研究3，1928
16) 日英独仏対照　スポーツ科学辞典，1993
17) Random House Dictionary of English Language, The Unabridged Edition, 1985
18) Sherrington, C. : The integrative action of the nervous system. New Haven Yale Univ. Press. 1961
19) シンガー，R. N.：運動学習の心理学　第1章序論，1970　p. 1～16
20) Tuttle, W.W. : Studies in the Start of the Sprint, Rec. Q. 4. 1933
21) Walker, T.C. and Hayden, G.A. : The Optimum Time for Holding Sprinter between the "set" and the Stimulus(Gun Schot), Rec. Q. 4, 1933
22) 蕨　建夫：ヒトにおける眼—頭位協応運動，神経進歩22，p. 365-375，1978
23) Westerlund, J.H. and Tuttle, W.W. : Relationship between Running Events in Track and Reaction Time, Rec. Q. 2, 1931
24) Woerterbuch der Sportwissenshaft-Deutsch, Englisch, Franzoesisch-, 1992
25) Wundt, W. : Grundzuege der Physiologischen Psychology, 1903