

## 運動学習の「適時期」について

### Research on the “optimum time” of motor learning

後藤 幸弘\*

GOTO Yukihiko

In this paper, while introducing the concept of human's development and the previous result of authors' research about the optimum time of motor learning, etc. it was mentioned that the curriculum design of physical education should be important for motor learning.

キーワード：レディネス、臨界期、適時期、エディカビリティ、トレーナビリティ

Key words: Readiness, Critical Period, Optimum Time, Educability, Trainability

#### I. はじめに

人間の発達過程を規定する二大要因として「遺伝」（成熟）と「環境」（学習・経験）が考えられる。

また、発達研究には、①現象の観察や測定に基づく平均的傾向の解明およびその記述、②発達のメカニズムや因果性の究明、③発達に及ぼす教育（環境）の影響の3つの立場がある。

①の代表は、ゲゼル（Gesell, A）の各種の運動ができるようになる年齢を通過率の概念で示した研究や著者らの発達動作学的研究、等である。

②の代表は、1973年度ノーベル医学・生理学賞を受けたローレンツ（Lorenz, K.Z）やティンバーゲン（Tinbergen, N）らの行動の生物学的研究である。

③の代表は、ワトソン（Watson）らの発達が環境によるとする研究や著者らの適時期研究等である。

昭和53年の学習指導要領の改訂において、学習の適時性を重視することが望まれたのは③の課題である。

また、学習者の“身心の発達に即して教育する”こと「卒啄同時」は、教育における鉄則であるとされている。しかし、適時期の解明には、後述するように種々の困難が伴うため十分に解明されているとはいえない。

本稿では、(i)これらの発達研究の歴史を概観するとともに、(ii)著者らの運動学習の適時期等についての研究成果を紹介し、(iii)学習指導のあり方やカリキュラム編成について論究する。

#### II. 発達について

##### 1. 成長（Growth）と発達（Development）

成長・発達と言う言葉は、広義には、個体が授精によって発生してから死ぬまでの身心の形態・構造・機能等に生ずる量的・質的な変化をいう。

成長と発達を区別する場合には、成長は、身長などの比較的的外部からの影響の少ない面の変化を、発達は、機能的・精神的な面など、比較的外部の条件に左右される

面の変化をさす。また、成長（発育）は形態面の変化、発達は身体の機能面の変化とする限定した考え方もある。

##### 2. 遺伝か環境か・成熟と習熟（学習）

発達に及ぼす遺伝と環境の影響についての初期の論争は、二者択一的であった。それぞれの代表的な主張を以下に示す。

###### (a) 環境説

・ワトソン（Watson, J.B）：環境こそ発達の変化をもたらす原因で、肉体的に健康に生まれた赤ん坊ならば、どんな職業のどんな人間にでもしてみせるとした。

・ヴェルトハイマー（Wertheimer, M）：生まれた直後の赤ん坊が、右あるいは左から聞こえる音の方に目を正しく向けること、また、鈴が鳴った時に頭を右に回せば砂糖液が得られるがブザーの場合は得られない条件で学習の成立を証明し、新生児は知覚的能力を持って生まれ、学習能力のあることを明らかにした。

・ブルナー（Bruner, J.S）：どの教科でも、その基礎を、なんらかの形で、どの年齢の誰にも教えることができる  
“Any subject can be taught effectively in some intellectually honest form to any child at any stage of development” とした。

・ダイヤモンドら（Diamond, M.C）：ラットを貧しい環境（1匹を小さなケージで）、標準環境（2、3匹を中ぐらゐのケージで）、豊かな環境（遊び道具もある広いケージに10匹以上で飼育）の3つの環境で育て、脳細胞の発達の差異を明らかにした（図1）。豊かな環境で育ったラットの脳皮質は、標準環境で育ったラットよりも5～6%増加しており、貧しい環境で育ったラットはすべてマイナスになることを明らかにし、豊かな環境で育てることの重要性を示した。

これらは、「氏より育ち」とするものである。

###### (b) 遺伝的・生得的要因説

・ゲゼル（Gesell, A）：双子を対象とした研究において発達は遺伝子に規定されたスケジュールに従うプロセス

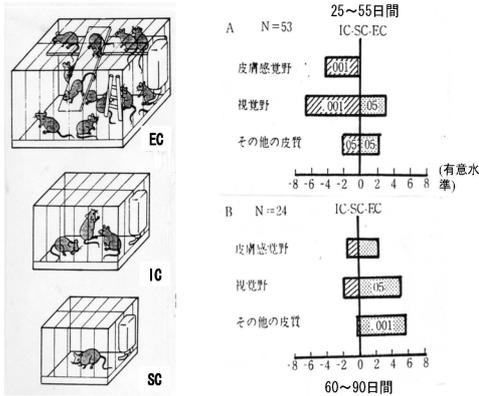


図1. ラットの脳の発達に及ぼす飼育環境の影響 (Diamondら：1964)

で、環境的要因は、発達の基本的進行に殆ど影響を与えないとした。

・ジェンセン (Jensen,A.R)：血縁関係の程度によるIQの類似度から集団間の知能指数差の80%は、遺伝的要因によるとした。しかし、この結果は、遺伝が優位であるが、一方で環境も関係することを示唆している。<sup>注1)</sup>

・コッホら (Koch)：全身持久力の優れたラットを交配させていった場合、4代目には、半数以上が初代の持久力を上回るようになることを明らかにした (図2)。

これらは、「蛙の子は蛙」とするものである。

(c) 「相互作用説」(輻湊説)

初期には遺伝説、環境説が拮一的に論じられたが、シュテルン (Stern,W) は、上記の対立を調停するような立場の輻湊説を提唱した。すなわち、発達は遺伝的要因と環境的要因の加算的影響によるものとした。これは、現在の相互作用説に近いものといえる。

ブッシャーら (Busher) は、42組の兄弟、66組の二卵性双生児、106組の一卵性双生児を対象に90分間の自転車こぎで遂行できる仕事量 (全身持久力) を測定し、遺伝的要因の影響は70%としている。また、遺伝的要因と環境的要因は、加算される部分と積算される部分があり、同じトレーニングをしても遺伝的要因<sup>注2)</sup> が効果に差異

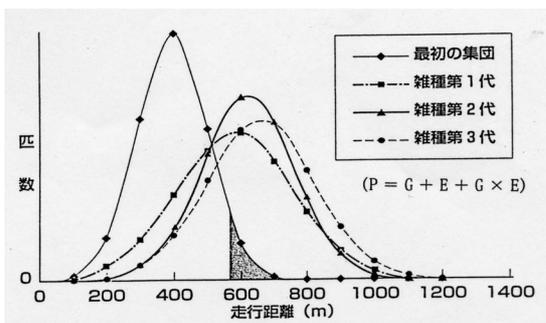


図2. 全身持久力の優れたラット (灰色部分) を交配させていった場合の走行距離度数分布の変化 (コッホら：1998)

を生み出すことを指摘している。すなわち、 $P$  (パフォーマンス) =  $G$  (遺伝的要因) +  $E$  (環境的要因) +  $G \times E$  で、現在では、後者の「かけ算」の部分がより重要であるとされている。

すなわち、「玉磨かざれば光なし」で、人間においては「鷹が鷹を生んだ」といわれるような事象も生起するのである。

3. 発達観の変化

発達観の移り変わりは、「児童観」の変遷、および“遺伝か環境か”、あるいは“成熟か学習か”という個体内条件 (内因) と個体外条件 (外因) の相互作用についての考え方の相違で捉えることができる。また、内因と外因の相互作用のあり方についての考え方が児童観を規定してきた。すなわち、「発達観」の移り変わりは、この両者の結合の仕方の中にあるといえる。

第一段階は、子どもは大人を小さくしたものであるとする考え方である。この発達観による初期の教育は、必要な知識や技能を与え、大人の基準にしたがって、善を教え悪を罰する躰けによって、早く大人にすることと考えられた。この場合、知覚や感情等は特別の学習を必要とせず、ある成熟段階に達すると発現し、発達経過は直線的であると考えられた。図3Bの絵は頭部と身長との比から、「子どもは小さな大人である」、換言すれば、大人は子どもがそのまま大きくなったものであるというこの時代の発達観を反映している。

第二段階は、子どもは大人とは異なる独自のものであり、子どもの要求は正当なものとして認めるべきであるとする考え方である。これは「児童中心主義教育<sup>注3)</sup>」の背景になっている発達観で、発達は非連続的・飛躍的なものとする立場である。

第三段階は、発達の過程には量的増大だけでなく質的転換があり、発達を構造の変化として捉え、連続性を容

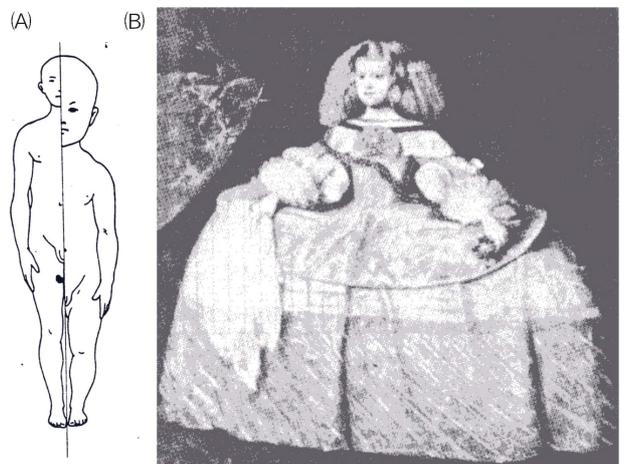


図3. 成人と子どもの身体部位比の比較(A)とベラスケス (1599-1660) の絵(B)

認しながらも各段階の独自性（非連続性）を認める立場である。また、現代の「発達段階説」は、ある段階にみられる独自の行動型は、成熟を土台にするがそれ以前に作用した外的条件（外因）の影響によって組み替えられた新しい内的条件（内因）とそれに作用する外的条件との相互作用によってもたらされた行動とされている。

### Ⅲ. 初期学習について

生物は、生後様々な環境作用に影響され、そこでの経験が学習へと繋がる。しかし、生まれた環境に問題が生じ、必要な学習がなされなかったり偏った学習がなされてしまうと、後の発達に大きな影響を与えることが知られている。この初期の経験効果のことを初期学習という。ヘップ（Hebb,D.O）らは、ネズミを用いた実験結果から初期学習の重要性を強調している。

また、ハーロウ（Harlow,H.F）は、生まれたばかりのアカゲザルを母親から引き離して広い個室に入れ、針金製と布製の2つの模型母親を置いて飼育した。子ザルは、布製の母親を選び、哺乳ビンがついていても針金の母親にはしがみつかないことを観察した（写真1）。この事実は、子ザルは柔らかい（毛が生えた）ものにしがみつくとという生まれつきの慕親傾向を持つとともに身体的接触で愛着を示すと考えられた。また、この種の慕親・愛着は、哺乳や世話を受けることを通じて学習されるものでないことを示した。

表1は、模型母親と過ごす条件と様々な隔離飼育条件下で子ザルを育て、そのサルを集団に戻した時の行動を観察した結果の一覧である。

母ザルとの接触がなくても、他の子ザル達との接触があれば、異常は認められない。しかし、模型母親で育つか、檻に一匹だけで部分隔離状態で育つと、他の子ザル達と遊ぶことができず、防御行動は普通に近いが、遊びや性行動は十分に行えなくなった。また、個室に一匹だけの完全隔離で2年間育てると、対サル間の社会的行動



写真1. アカゲザルによる母子関係の実験 (Hallow : 1962)

表1. アカゲザルの社会的隔離生育の結果一覧

生育条件	成長後の行動評定			
	なし	低い	ほぼ正常	正常
正常母ザル、他の小猿と遊ぶ				■□○
模型母親、他の小猿と遊ぶ				■□○
模型母親のみと生後6ヶ月間過ごす			□	
個檻(部分隔離)で生後6ヶ月間過ごす		■○	□	
個室(完全隔離)で生後2年間過ごす	■□○	■○		
個室(完全隔離)で生後80日間過ごす			■□○	

■—遊び □—防衛反応 ○—性反応 (Harlow, H.F., 1962 (金城「学習心理学」より))

は殆どできなくなるが、生後80日目までの場合には、普通に近い社会行動がみられたとしている。

これらのことは、他の子ザル達と遊ぶ経験は、その後のサルとしての社会性の発達に重要な要因となること、ならびに学習に臨界期のあることを示唆している。

また、「刻印づけ imprinting」は、初期学習の典型例である。刻印現象は、①発達のごく初期の間だけ、②ある種の経験をすれば瞬時に成立し、③後の経験や学習によって訂正できない特性を持つ。生物学では、この一定時期のことを臨界期 (critical period) と呼んでいる。

古典的な刻印づけは、主として離巢性の鳥で報告されている。ローレンツは、ガン・カモの「親の後について歩く行動」は、生まれつきの本能行動であるが「何の後追いをするかは、生まれた直後の経験によって決まる事を見出した。また、ヘス (Hess,E.H) らは、ガン・カモは孵化後16時間前後に見る「動く」物に最もインプリントされ易いことを明らかにしている (図4)。

初期学習の考え方は、フロイト (Freud,S) による幼少期の体験と成人の神経症の間に関係があり、特定の発達段階における経験がその後の性格発達に決定的要因になるという主張と軌を一にする。

幼児に刻印づけがあるという考えは、グレイ (Gray) が新生児の微笑反応が刻印づけによるだろうと発表したことに始まる。また、ヘス (Hess) は、孤児院の子ども達に冷淡で神経質な行動や敵意のある行動がみられるが、これらは、孵化後2・3日間社会的に孤立した状況におかれたニワトリの行動に似ているとしている。さらに、サルク (Salk) は、人間の胎児は、母親の子宮の中でそ

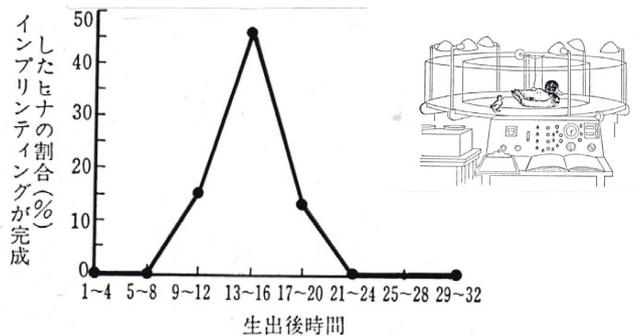


図4. 孵化後の時間と刻印付け出現の関係 (Hess : 1962)

の心臓の鼓動音に対して刻印づけられると主張している。また、新生児が長期にわたり母親から離されていると、パーソナリティに崩壊がみられやすいことが認められている。

人間においても初期学習の影響はあるが、離巢性の鳥とは逆に、未熟な状態で生まれ、親からの哺乳や世話などが必要な遅成（就巢）性の高い動物と同様に刻印づけ現象は確認しにくい。

しかし、ヒトを含む動物の視機能の発達において臨界期のあることが観察されている（図5）。1981年にノーベル賞を受賞したウィーゼル（Wiesel）とヒューベル（Hubel）の仔ネコの片眼遮蔽実験で、視覚野の神経細胞は遮蔽した眼に反応しなくなり、この変化は生後3、4週頃に最も起こり易いが、生後15週を過ぎると起こらないことが見出され、「臨界期」と呼べる期間の存在することが明らかにされている。その後、そのような片眼遮蔽による変化は、サルやヒトでも起きることが確認されている。

栗屋らは、幼児や児童で片方の眼が眼鏡をかけても矯正できない視力低下（弱視）を示す子の乳幼児期の病歴を調べ、乳幼児期に目やまぶたの病気で一時的に眼帯をかけていたことを見出している。すなわち、仔ネコの実験と同様に眼帯をかけたことが原因で、その眼の視力が低下したと考えられた。また、3歳頃までは一時的な片眼遮蔽が弱視を起し易く、危険性は8歳近くまで続くとされている。

1990年代に入って、ヒトの脳を傷つけずにその構造や機能を画像化する非侵襲的イメージング法が実用化され、ヒトの脳機能発達とその感受性期に関する研究が始まった。訓練や学習に伴い脳の構造と機能は変化することやその変化の程度は訓練や学習の開始年齢と関係している

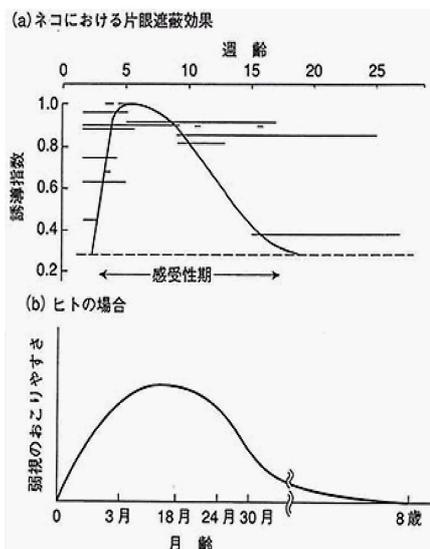


図5. ネコ (A) (Blakemore et al : 1976) とヒト (B) (栗屋ら : 1987) の片眼遮蔽効果

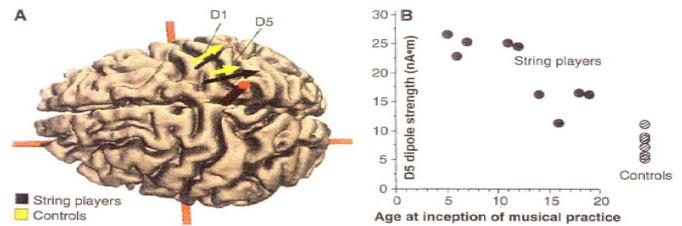


図6. バイオリニストの脳小指領域拡大の年齢依存性 (Elbert : 1995)

ことが明らかにされてきている。その一例に、バイオリン奏者の大脳皮質の変化と練習開始年齢との関係を検討したエルバート（Elbert）らの研究がある（図6）。

バイオリンを演奏するとき、弦を押さえるため左手の小指をよく使うが、一般人は親指の方をよく使い小指はあまり使わない。したがって、大脳皮質の左手親指の領域は小指の領域より広いが、それぞれの指を刺激した時の反応を脳磁図で調べた結果、小さいときからバイオリンを練習しているヒトでは左手小指を刺激すると大きな反応が出た。すなわち、大脳皮質の小指を担当する領域の広がりが見られ、その変化の程度は5歳・10歳から始めた人は大きい、14歳以後の場合は、僅かであることが明らかにされている。

上述したように、臨界期（感受性期）は視覚や言語などで明らかになってきているが、その他多くの脳機能に同様の感受性期があるかはよくわかっていない。むしろ、人間の場合、「60の手習い」という言葉があるように顕著な感受性期がなく、成人後も獲得或いは習得可能な機能の方が多いと考えられる。老人においても筋力トレーニングに効果がみられるのはその例である。

#### IV. 臨界期から適時期へ

##### 1. 臨界期と適時期の異同

生物学の世界では、正常な発育に関係する因子の作用についての決定的な時期のことを、当初「臨界期」と呼んでいた。臨界期は、本来、物理学などで用いられる言葉で、物質が「ある状態から別の状態に移る時期」のことで、哺乳類の場合は変化が起きる期間は長く、しかも終わりがたがゆっくりで急に終止しないので、最近では「感受性期」と呼ばれるようになってきている。

また、教育学の世界においても、学習効果が最も大きく出る時期のことを「臨界期」と呼ぶ学者もいるが、学習効果が全く出なくなる年齢は考え難いので、著者は「適時期」を用いることを推奨している（図7）。

モンテッソリ（Montessori, M）は、この言葉を人間発達に適用し、幼児期がそれに当たるとして「幼児教育が決定的な効果を持つ」と説いた。

初期学習では、一過的な作用により、一生にわたる行

動様式が不可逆的に規定される。初期学習は、「ヒト」を含めた動物が健全に行動を発達させて社会に適応するためにはならない重要なプロセスで、多くの動物にとって普遍的な適応戦略と考えられている。

学習指導において、「ある段階でマスターしなければならないことを習得しているかどうか」が次の段階を規定する」という考え方もそれに相当する。ハヴィガースト(Havighurst,R.J)の提唱した「発達課題<sup>註4)</sup>」は、その一例で、それぞれの発達段階において学習しなければならない課題があり、それを解決しなかったり、不完全であれば、それ以後の発達に大きな支障が生じると考えられている。

教育界で、「5歳の壁(言語習得の問題)」、「9歳の壁(認知発達における様相的分化：可能性の世界と現実性の世界との分化が発達上の大きな切れ目の指標(中垣啓)」ということが問題になるのも発達には質的变化を含む段階のあることによる。

前述したように、遺伝と学習は独立した因子ではなく、輻輳的な相互依存的な関係にあると考えられるようになり、発達に対して学習をいつ与えるのがよいかという適時期が問題とされるようになったのである。

乳児に対して音楽や色等の刺激を与えることが、後の知的発達により影響があるとして、0歳児教育が取り上げられているのも上述の考え方に立つものである。

またこれは、レディネス(readiness)として注目されることである。レディネスとは、準備とか用意の意味で、ある学習をする場合に、その学習を可能にする経験、知識、身体的条件、態度等が用意されている状態をいう。

図7に示すように学習の適時期とは、感覚的、運動的、動機づけ、および心理的な受け入れの能力等が最高の状態で存在し、学習に最も適した時期を意味する。

## 2. 適時期研究の諸問題

はじめにでも述べたように、1986年の教育課程審議会の中間報告において、小学校段階では学習の適時性を重視して、運動領域の内容等について改善をはかることが望まれた。しかし、各種の運動について学習の適時期を

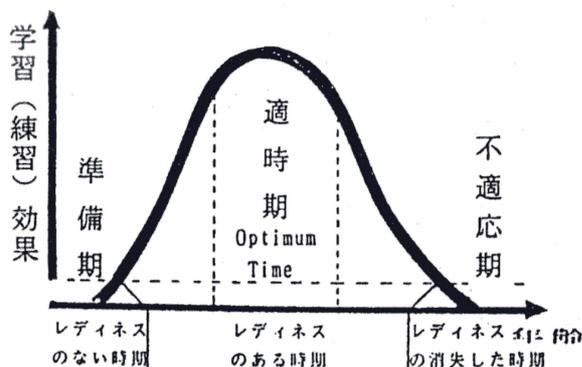


図7. 適時期の概念図

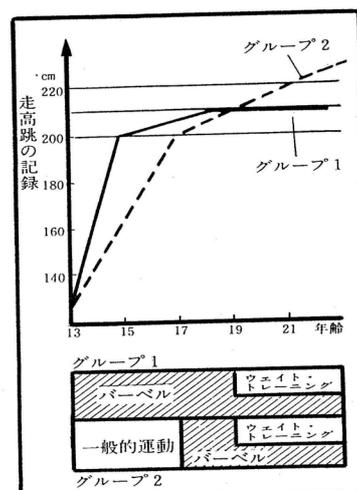


図8. パーベルトレーニングの開始時期と走り高跳びの記録の変化

実験的に明らかにすることには多大な困難が伴う。一つ目の問題は、学習成果を何で見るかである。後述のリレーで学習成果をリレータイムで見るか利得タイムで見るかによって答えは全く異なる例である。二つ目は、図8のパーベルトレーニングの効果をいつ判定するのかの問題で、これにはまた、効果の保持の観点も含まれる。また、指導法が学習者に相応しかつたかということで、クロンバック(Cronbach,L.J)の提案した「適性・処遇交互作用(Aptitude Treatment Interaction)ATIの問題でもある(図9)。さらには、年齢の異なる多数の被験者を対象にしなければならないという問題もある。これには対象のレディネスの問題に加えてそれまでの発達段階の問題も含まれる。

また、対象とする学習のレディネス要因の究明も課題になる。加えて、世阿弥が芸事は6才の誕生日から始めるのがよいとしているように、学習開始の適時期についての問題もある。すなわち、検討しなければならない条件が多岐にわたると共に実験条件のコントロールにも多大な難しさがある。

## 3. 適時期を支えるレディネス観の変化

### (a) 古典的レディネス観

レディネスに関する初期の研究では、ゲゼルらの一卵生双生児の行動発達研究に代表されるように、種々の知覚運動技能の学習がいつ頃可能になるかという検討が中心であった。彼らの対象とした課題(例：階段登り)は、神経生理学的成熟に規定される程度の強いものであったため、学習は成熟の要因が整ってはじめて効果を持ち、学習は常に成熟に依存した形になると結論づけられた。このことは、教育において「待ち政策」の強調される背景を作ることになった。

ゲゼル以降も、種々の学習課題のレディネス成立時期を探索する研究が数多く行われた。ヒルガード

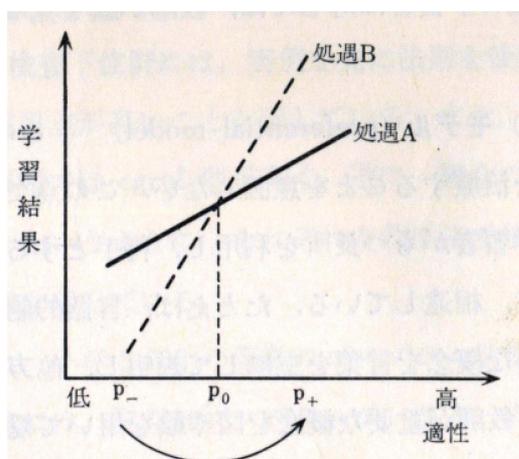


図9. 能力的適性と教授法の関係 (ATI)  
注) 適性を高めてから処遇Bを与える。

(Hilgard, J.R.) もその一人であり、平均28カ月の幼児集団に「階段登り」「ボタンかけ」「ハサミによる紙切り」の訓練を12週間行い、「階段登り」はその後1週間の訓練で統制群に追いつかれたが、他の2つの課題では、実験群が統制群よりも高いレベルにあることを明らかにした。ヒルガードも、ゲゼルと同様に成熟優位説の立場であった。しかし、後者の結果は成熟優位を裏付けるものではなく、類似行動の少ない複雑な行動ほど成熟要因に規定され難いことを示唆している。

また、マクグロウ (McGraw, M.B) は、「はう」「歩く」「把む」等の系統発生的な運動は成熟優位であり、「泳ぐ」「ローラースケート」等の個体発生的な運動は習熟 (学習) 優位であることを示した。

すなわち、ヒルガードやマクグロウの結果は、成熟優位説を支持するというよりも、成熟と学習の相互関係的性質を示唆している。

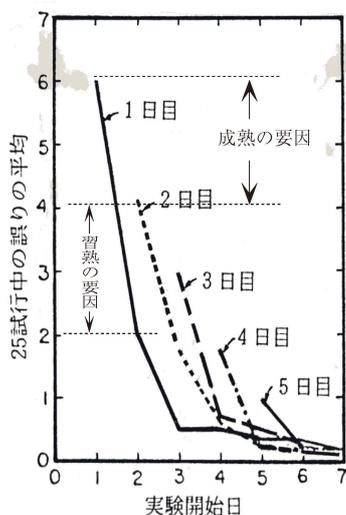


図10. 雛のついでみ行動の成熟と習熟要因の関係 (Cruze : 1935)

これらの研究では、「成熟」と「学習 (習熟)」を別個の発達に作用する因子としている。クルッツ (Cruze) の、ひよこの啄み運動における技術的発達過程を示した実験は両者を峻別しようとするもので示唆に富む (図10)。孵化後それぞれ異なった日から啄み練習を始めた雛群の失敗数の変化をみたもので、2日目開始群の初日の成績は、1日目から開始した初日の成績よりも優れているが2日目の成績には劣る。すなわち、前者は「成熟」、後者は「習熟」によるもので成熟と習熟の影響を明確にしたものである。

古典的レディネス観では、成熟優位説の立場をとり、「待ち政策」を基本的指針としたため、教科の研究においてもウイシュバーン (Washburne, C.W) の算数教材配当研究 (表2) に代表されるように、個々の教科に対応するレディネスがいつ頃成立するかという調査・研究に主力が置かれた。ウイシュバーンの研究では、精神年齢をレディネスの規定要因としている。しかし、これ以外にも規定要因は数多く考えられるとの批判は、ブルックナー (Brueckner L.J) らのレディネス要因表作成の研究へと発展した。レディネス要因表には、①成熟要因、に加え②知識、③興味、④態度、⑤価値、等の種々の経験的要因が挙げられている。また、これらは教科を越えて必要な「一般的な要因」と、特定の教科に必要な「特殊要因」との二つに大別されている。

表2. トピックスと精神年齢 (Washburne : 1958)

トピックス	最低の精神年齢	最適の精神年齢
10以下の加法	6年5月	7年4月
50以下の減法	6.7	8.3
10以上の加法	7.4	7.11
50以上の減法	7.8	8.11
減法の応用	8.9	8.9
分数の意味	9.0	10.9
同分母の分数の加減	9.10	11.1
乗法の九九	10.2	10.2
複合乗法	10.4	11.0
棒グラフ	10.5	-
小数の加減	10.11	12.6
短除法	11.4	11.4
分数の意味	11.7	13.4
百分率	12.4	13.11
長除法	12.7	12.7

(b) 新しいレディネス観

経験的要因をレディネス要因に位置づけたことは、学習経験や教授法等の条件がレディネス成立に影響を及ぼすことを示唆する。これは、積極的にレディネスの成立を促進すべきであるという新しいレディネス観を萌芽させた。

また、「特定教科の知識・技能や課題の成功についての必要条件を吟味する教科のレディネス」の問題は、ガニエ (Gagne, R.M) に代表される特定教材の学習の前提

条件を階層的に分析するという積み重ね型レディネス観（累積学習理論）を成立させた。

さらに、スキナー（Skinner, B.F.）は、経験を重視し、“オペラント条件づけ”を提唱し、スモールステップと即時的確認の原理に基づくプログラム学習<sup>注5)</sup>を開発した。

しかし、ティンバーゲンは、「いかなる報酬も動物が何か動作した直後に与えるとすればすべて強化因になる」とするオペラント条件づけを批判し、動物は選択性を持つとする指摘は重要である。

また、ピアジェ（Piaget, J.）は、外のものを取り入れる『同化』と自分を外のものに合わせる『調整』の二つの働きを発達の原動力としている。そして、(1)神経の成熟、(2)経験、(3)社会、(4)均衡化、の四つを発達の要因としてあげている。ピアジェは、成熟を重視し、発達段階に基づいて、外因の作用が有効になるとする立場に立っている。

一方、ブルナー（Bruner, J.S.）は、外因の働きによって一定の発達段階が形成され、学習によって発達が作り出されるという立場を取っている。すなわち、発達は先行学習の結果であると同時に、以後の学習を規定する因子であるとしている。

さらに、ヴィゴツキー（Vygotsky, L.S.）は、子どもの発達には二つの水準を考える必要があり、第一は「現時点の発達水準」、第二は「現時点における潜在的な発達水準」で教育的配慮が加わった時に達するレベルとし、この付加的な範囲を『発達の最近接領域（Zone of Proximal Development）』と呼んでいる（図11）。これは、学習は成熟に依存しつつも、成熟そのものの水準を高めていくという相互依存的関係を持ち、発達における教育の役割を積極的に規定している。

以上みてきたように、レディネスの発達は、学習者の生物学的な準備性と種々の経験的諸要因に影響される。したがって、教育場面におけるレディネスの判定は、成熟要因と経験的要因の相互作用の上に教育作用に対する子どもの反応のあり方から判断していく必要がある。

このことは、学習者の適性レベルとそれに対する教授法の関連を考察する必要があることを意味し、前述の「ATI」という概念を生み出すことになった（図9）。

「跳び箱」や「走り高跳び」の学習指導において、技能低位者に「運動経過の逆行型指導過程<sup>注6)</sup>」が適しているのはその一例である。

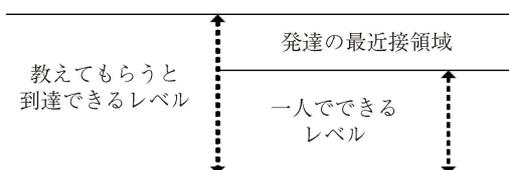


図11. 発達の最近接領域の概念図（Vygotsky, L.S.: 1978）

#### IV. 運動学習における適時期研究の成果

適時期の究明には前述したように、種々の困難が伴うため経験的に論じられる場合が多かった。ここでは、著者らの各種の運動について適時期を明らかにした成果を概観する。

##### 1. 体力要素のトレーナビリティ

###### (a) 筋力・筋持久力について

10歳から18歳の男子児童・生徒175名を対象に Cybex IIを用いて、等速性筋力と等速性筋持久力の加齢にともなう変化を明らかにした。また、横断的にみて加齢による発達の著しかった11歳から15歳の年齢層を対象に、大腿筋群に筋力と筋持久力の向上が期待できると考えられる等速性筋力トレーニング（180°/sの速度条件、1日3セット、1セット：30回連続試行、セット間の休息1分間）を8週間（3回/週）負荷し、筋力と筋持久力の2つの側面から効果の年齢差を検討した（後藤ら：1992）。

トレーニング効果は、膝関節伸展・屈曲筋群のいずれにおいても13歳児で最も大きく、また、伸展筋力では11・12歳児よりも14・15歳児で、屈曲筋力では14・15歳児よりも12歳児で効果の大きい傾向がみられた。

等速性筋力のトレーニングによる増大には、11歳から15歳の年齢層では筋肥大よりも神経系の要因が大きく関与していると考えられたが、加齢とともに筋肥大の関与率の高くなる傾向がみられた。

一方、終末値でみた筋持久力のトレーニング効果は、12歳から15歳児でみられ、特に13歳児で顕著に認められた。また、筋持久力の向上には、筋放電量の変化から中枢神経系の興奮水準の高まりとその持続能力の改善が推察された。

すなわち、1つのトレーニングを負荷し、筋力と筋持久力の2つの側面から効果の年齢差を相対評価すると、12歳児では、筋力よりも筋持久力の方に有意な効果の得られる傾向が認められた。

同様に、上腕筋群についても検討した結果（図12）、トレーニング効果は伸筋・屈筋ともに、11・12歳の若年齢の方が早期に出現する傾向がみられた。しかし、4週後と8週後の有意水準の変化から長期にわたるトレーニングでは13歳以降の方が大きいと予測された。

また、終末値で見たトレーニング8週後の持久力の効果は、13歳を頂点として14・15歳よりも11・12歳の方が高い傾向が認められた。これには血流量増加率（猪飼ら）の年齢差が関係していると推察された。

ところで、筋力と身長の関係は、身長が150cm付近と170cm付近で交差する3つの直線回帰式で示され、身長150cm過ぎから170cmになるまでの間は、筋力の発達が形態の発育よりも著しいことが認められた。したがって、身長が児童・生徒一人ひとりの筋機能の発達促進期を捉える一つの指標になり得ることを示唆している。

以上のことから、大腿筋群、上腕筋群ともに等速性最大筋力ならびに筋持久力トレーニングの適時性は、13歳で最も高く、最大筋力では14・15歳で、筋持久力では12歳の方が高いと考えられた。すなわち、小学校高学年より筋持久力を高めるトレーニング内容を設定し、中学校期においては筋力ならびに筋持久力を高めるトレーニング内容を設定することは妥当であると考えられた。また、筋力・筋持久力ともに加齢による発達（成熟）の顕著な時期にトレーニング効果が大きく、トレーニングの適時期を推定する1つの指標になると考えられた。

(b) バランスについて

1年から6年生の男女児童、計480名を対象に、3週間（6日/週）バランス能力の向上を企図した練習を行わせた。その結果、基底面から出た重心を基底面内に戻したり、非常に狭い基底面内でバランスを維持する運動学習の適時期は、小学校期においては男女ともに低学年にあるが、先行研究の結果と合わせると、適時性は幼児後期の方が高いと考えられた（後藤ら：1992）。

また、竹馬乗り未経験の6歳幼児から12歳の男女児童252名を対象に4日間の練習を行わせ、習得（10歩歩ける）までに要する練習回数やパフォーマンスの年齢差ならびに習得・習熟過程の筋作用機序の面から適時期を検討した（後藤：1991）。その結果、バランス能力が大き

く係わると考えられる竹馬乗りの学習は6歳頃から可能で適時期は9歳頃に存在すると考えられた。

これらの二つのバランス運動学習の適時期に学年差が見られた要因には、左右方向か前方向のバランスかに加え、動的バランス能力が関係する程度の差によるものと考えられる。

ここで、バランス保持運動の代表で器械運動の基本技と考えられる倒立学習開始の適時期を論理的に考究すると、倒立は、片脚つま先立ちができれば出来るといえる。なぜならば、片脚つま先立ちができるということは、バランス確保のための神経制御機構は出来上がっていることを示している。また、安定性の力学的原則から、①基底面（外乱の方向も）は、倒立の方が広く、②重心の高さは同等で、③質量（体重）は全く同じである。すなわち、生理学的にも力学的にも、つま先立ちができれば倒立ができることが論理的に示唆される。このことの妥当性は、横峯氏の幼稚園の実践<sup>注7)</sup>が裏付けている。倒立は決して難しい技でも大きな力が必要な技でもないのである。できないのは、非日常的な運動で慣れていないだけのことである。健康のためにも、1日1度は倒立するのがよい。

図13は、体力・運動能力の練習効果が最も大きく出現した年齢の成績を100とした場合のそれぞれの年齢の効果を模式的に示したものである。

これらの結果を概観すると、巧みさを必要とする運動の適時期は幼児・児童期前半にあり、持久力を必要とする運動は高学年児童期から中学生期に、さらに筋力を必要とする運動は中学3年から高校期にあるとまとめられる。ちなみに、短距離走タイムで評価したスピードで二峰性を示すことには、主として動作の改善（神経系）による時期と筋力・瞬発力のエネルギー系の向上による時期があることによる。

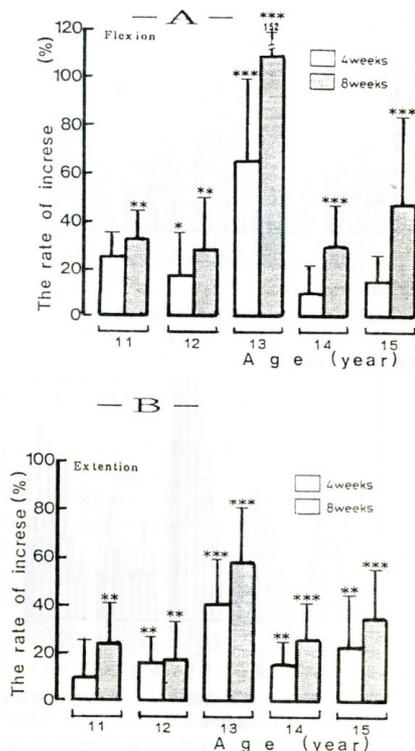


図12. 上腕屈曲筋群 (A)、ならびに伸展筋群 (B) の速度別最大筋力の年齢的推移と年間増加率

注)\*はトレーニング前の筋力に対する増加の有意水準を示す  
\*p<.05    \*\*p<.01    \*\*\*p<.001

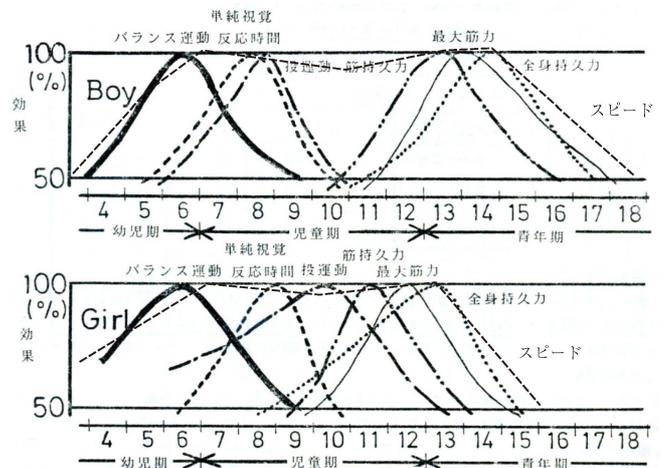


図13. 体力・運動能力の練習効果の年齢差（最も大きい年齢を100とした場合の模式図）

## 2. 運動学習のエディカビリティ

### (a) 走・クラウチングスタート法・リレー学習の適時期

#### 1) 走動作の習熟過程

走速度は、加齢とともに向上し、なかでも2歳から8歳にかけての伸びが顕著である。しかし、速度を構成する歩数は4回/秒前後で加齢による顕著な変化はみられない。このことは、加齢により上手に(速く)走れるようになるのは、身長と同等以上に歩幅を大きくして走れるようになることを意味している。

走動作の加齢による動作の内部構成のパターン(筋放電様相)の変化から、余分な動作が解消され合目的なものに収束し、7・8歳代で筋放電パターン・疾走フォームは一般成人のものに類似し、走の運動プログラムは、児童前期までに概ね完成することが示唆される(後藤:2008)。

また、各種の速度で走らせた際の単位距離を移動するのに要する筋放電量を測定すると、いずれの年齢においても最少の筋活動ですむ至適速度(optimum speed)が存在し、加齢的に高速側に移行した。すなわち、酸素需要量からみたものと同様に、10歳頃に一般成人とほぼ同等の分速150~180mを示すようになる。この至適速度は、鍛錬によってさらに高速側に移行すると共にその最少値が低下し、加齢や鍛錬によって、無駄な動きが解消されより効率的に走れるようになることが示唆された。このような発達的变化は歩行においても同様に認められる。

運動学習は、一般に、必要な筋を(spacing)、必要なときに(timing)、必要な程度(grading)、使えるようになる方向に進み、技術の習熟は、中枢性抑制の遮断、随伴動作の抑制、等によって、運動パターンが洗練され動作が自動化されることといえる。

#### 2) クラウチングスタート法

スタートは、「定められた距離を如何に速く走りきるか」という短距離走の運動課題を解決する一つの技術である。ところが、小学生ではクラウチングスタート法(以下、CSと略す)を用いても、スタンディングスタート法(以下、SSと略す)を用いた場合よりも、記録を向上できない実態が明らかになり、昭和53年以降、小学校の題材から除かれた。図14に模式的に示すように、Sタイプ(CS法の特徴を生かせない者)では、股関節によって発揮された力を膝関節が外部に伝達し、股関節は後足離足直後にも伸展されているが、膝関節の伸展に停滞が認められる。このような脚伸展動作は上体を起こすことに繋がり、キック力の方向をCタイプ(CS法の特徴を生かせる者)よりも小さくする。すなわち、CS法の効果を生かせるかどうかの要因は、文部科学省が説明したような筋力の問題ではなく、いずれの年齢においても力の発揮の仕方・動作により生じているのである。

さらに、小・中学生を対象に、CS法を1週間練習させた結果、成果は中学1・2年生で高く、児童ではCS法の特徴を生かせるまでに動作を習熟できるものは少なかった。その要因は、CS法の合図に反応しやすい動作であるという特性が生かせなかったり、スタート直後の腕の振りや前傾姿勢が不十分であったり、スタート一歩目の歩幅が大きすぎる等、の問題によるものであった。

CS法は身体を前傾し、基底面の外に重心を投げ出しバランスを保つ動的バランス能力が要求される。人は不意に倒れそうになった場合、両腕を広げ、倒れることに備えようとするパラシュート反応が働く。すなわち、CS法は、身体を大きく前傾してもパラシュート反応を抑制する必要がある。この能力の不十分さがSタイプ児のスタート時の腕振りの様子から観察され、小学生においてCS法のマスターを難しくしていると推察された。したがって、CS法の学習指導においては、レディネス要因としての動的バランス能力を高める必要がある。

#### 3) リレー学習の適時期とその成果から見える走運動学習の適時期

現行の指導要領では、1・2年生では「折り返しリレー遊び」「障害リレー遊び」が、3・4年生では「バトンパスをしての周回リレー」が示され、陸上運動としての「速さつなぎ」を運動課題とするリレーの学習は高学年に配当されている。このような配列は、低・中学年では渡し手の速度を認知して速度を高め、バトンパスゾーン内で渡し手との動きをマッチさせる「動く人に対応する動き」の学習、すなわち、合理的なバトンパス技術の習得が困難と考えての配慮である。しかし、3年生以上で、

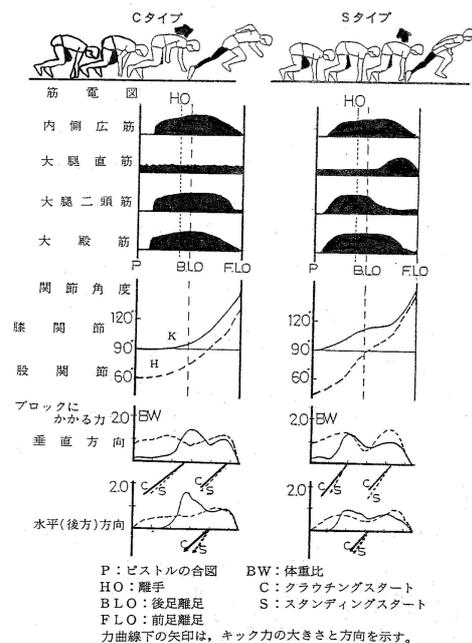


図14. CタイプとSタイプの筋電図、関節角度ならびにブロックにかかる力曲線の比較(後藤:1989)

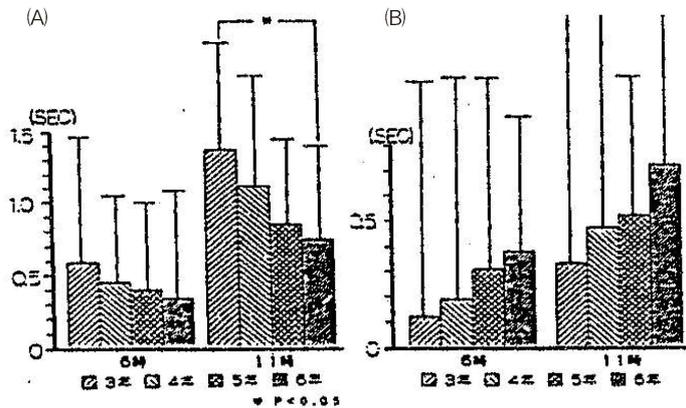


図15. リレータイム (A) と利得タイムで評価したリレー学習の効果の学年差

現象を観察させたり、具体物を実際に操作させることによって「加速度」を認識させることができるとする報告も見られる。そこで、加速の認識が一部可能と認められる3年から6年生児童を対象に、11時間（3回の記録測定も含めたリレー大会を含む）からなる学習過程を設定し、「速さつなぎ」を運動課題とするリレー学習の適時期を検討した（後藤ら：1997）。

リレータイムで見た学習効果は、いずれの学年においても向上し、3年生の方が6年生よりも有意に大きかった。しかし、利得タイム（リレー走者のフラット走タイムの合計－リレータイム）の学習による変化は、3年生では単元後においてもプラスにできず、利得タイムで評価した学習成果は、リレータイムとミラー現象を示し、6年生で最も大きかった（図15）。また、リレータイム向上の内実を、リレータイムに対する疾走速度の改善と受け渡し技術向上の関与率でみると（図16）、3年生では疾走能力の向上が70%関与しているのに対し、6年生ではリレータイムの向上の殆どが受け渡し技術の改善によるものと計算された。すなわち、6年生では最高疾走速度の65%まで速度を高めてバトンを受けられるようになっていた。したがって、「速さつなぎ」を課題とするリレー学習の適時期は、6年生にあると考えられた。

逆に言えば、上手に走れるようになるという面での走運動学習の適時期は、高学年よりも中学年の方が高く、前述したように7・8歳で筋放電パターン・疾走フォームは、成人とほとんど類似することと考え合わせるとさらに低学年にあるといえる（図13）。

2. 走り高跳び

4から6年生の児童を対象に、走り高跳びの授業を13時間行い、技能と認識の変容の学年差を検討した（後藤：1995）。その結果、記録はいずれの学年も6cm前後向上し、学年差は見られなかった。すなわち、走り高跳びの学習は、4年生においても可能であるが、HJS指数（記録－1/2身長／垂直跳び×100）でみた運動課題の達

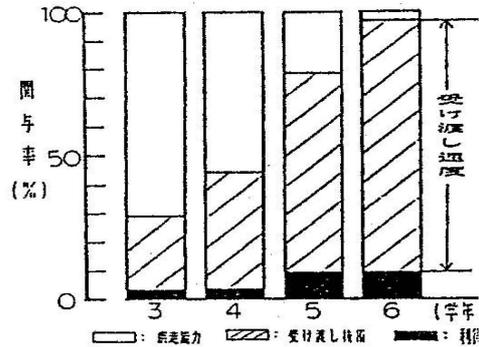


図16. リレータイムの向上に対する疾走速度とバトン受け渡し技術の関与度

成率、学年平均値は6年生で最も高いことが認められた。また、踏み切り技術の学習効果は6年生で認められ（図17）、走り高跳びの技能特性を「助走の勢いを生かして高く跳躍すること」と捉えるならば適時期は6年生にあると考えられた。

また、踏切能力と各種筋力要因との関係の学年差から、走り高跳び学習の適時期を6年生に生じせしめた要因は、BSSC 運動能力<sup>註8)</sup>の加齢的発達に加え、助走の勢いを受け止めるためにBSSC 運動能力を有効に利用し、それを鉛直方向に変えるブレーキ動作（身体の後傾）の習得のされ方の相違などが、踏み切り時間の学年差や踏み切り効率から考えられた（後藤ら：2004）。

さらに、高学年児童を対象に、「はさみ跳び」から「背面跳び」まで発展させて指導する群と「はさみ跳び」のみを指導する群の学習効果をみると、前者の方が、HJS指数を技能特性に触れたと考えられる85点以上に高めることができ、走り高跳びを好きにさせると共に体育に対する愛好的態度を向上させ得ることが認められた。したがって、「はさみ跳び」から発展し技術の系統性のある「背面跳び」学習の小学校段階への導入は是と考えられた（後藤ら：1995）。

上記の結果や著書らの子どもの走運動、跳運動等の研

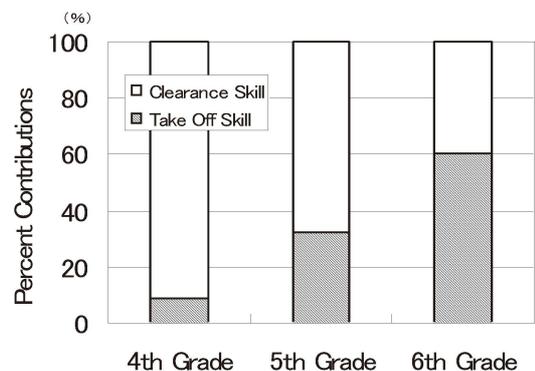


図17. 走り高跳び学習における記録の向上に対する踏切・クリアランス技術の向上関与度の学年差

究成果に基づく、小・中学校期における走り高跳び学習のカリキュラムは、拙論（後藤：2007）を参照されたい。

### 3. 走り幅とび

走り幅跳びの運動課題は、「助走の勢いをいかに跳躍距離に変える」かである。両者の関係を児童期についてみると7才では有意な相関関係は認められないが、9才以降で関係が認められるようになる（図18）。このことは、9才以降で文化としての走り幅跳びの学習が可能になることを示している。そこで、小学校2年生から6年生の男子児童を対象に、7段階の努力レベルで走り幅跳びを行かせた際の7項目の主観的な認知内容と11項目の客観的な技術要因の対応関係を重回帰分析し、それぞれの学年で認知できる技術的要因を明らかにした（表3）（後藤ら：2004）。これらの結果は、2年生では片脚交互動作の走から片脚踏切・両足着地動作ができるようになることが課題になること、また、できると分かるの統一された走り幅跳び学習は高学年で可能になることを示唆している。

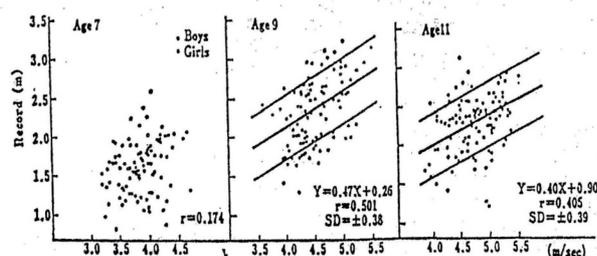


図18. 短距離走能力と走り幅跳びの記録の関係

表3. 走り幅跳びに於いて児童が認知できる学習内容

	助走	踏み切り	滞空	着地
6年	・助走全体のスピードがわかる	・踏み切り手前一步の歩幅がわかる	・滞空の時間の長さがわかる	わかる
5年				着地したときの 身体の角度が わからない
4年	・踏み切り手前でスピードが落ちない助走距離を見つけることができる ・踏み切り手前で助走のスピードがわかる		・跳躍の高さがわかる	
3年	・踏み切り手前で助走のスピードがわかる			
2年	・「助走スピード-跳躍距離」の関係がわからない		・跳躍の高さ、滞空の時間もわからない	

### 4. 投運動

投動作の成立には、上肢が移動運動（ロコモーション）から解放され、2本足で立てることや母指対向性の把握動作の獲得が前提となる。したがって、原始的な投動作は、お座りができる生後6ヶ月頃の乳児が手に掴んで物を偶然に離すこと（偶然の手放し）によって出現する。任意に把握していた物をうまく放出するためには、生得的な把握反射を制御できるようになる必要があり、二足歩行を習得した乳児でみられるようになる。

#### 1) 遠投能力と正確性の加齢的变化について

3種のボール（硬式テニスボール（TB：57g）、軟式野球ボール（BB：100g）、ソフトボール2号球（SB：163g））を助走を用いない条件で遠投させた際の投距離の加齢的变化は、TBでは、男子7歳の13mから12歳の30m、15歳の42mへ、また、女子では7歳の8.5mから12歳の19mまで加齢的に向上する。男子では、いずれのボールにおいても7歳から9歳にかけ顕著な発達を示し、年間増加率も50%以上になる。BB、SBでは、さらに9歳以降においてもTBに比して顕著な発達がみられ、9歳以降の年齢ではBBで、13歳以降の年齢ではSBで、TBよりも遠くに投げることが出来るようになる。

一方、女子ではいずれのボールにおいても9歳から11歳で著しい伸びを示し、11歳以降の年齢でBBの方がTBよりも遠くに投げることが出来るようになる。

これには、手に対するボールの質量の割合が力の伝達効率に影響することが関係している。すなわち、BBやSBの質量が、手とボールの質量の約30%以下になる年齢（男子：9歳、女子：11歳）でこれらのボールの投距離はTBを上回るようになる。

また、遠投能力に及ぼす助走の効果は、7歳ではいずれのボールにおいても男女ともに1m以下であるが、男子のBB、SBでは15歳男子の3mまで加齢的に増大する。しかし、女子では8歳以降いずれの年齢においても1m前後で、加齢による発達傾向は認められなかった。

さらに、遠投の際の正確性を投方向に対する左右のズレ角度で評価すると、男子では7歳の9度から13歳の4度へ、女子では7歳の9度から12歳の6度へと加齢的に向上した。また、助走を用いない方が用いた場合よりも僅かではあるが正確性は高くなる。

これらの投能力の向上には動作パターンの改善が主として関係している。すなわち、優れた投球動作は、①両肩の延長線を超えて上腕が水平位外転される、②肩と腰の間に捻れがある（ブロックローテーションの解消）、③前腕の回外・回内運動が大きい、④肩の外旋回動作が大きく、前腕が後方を向く、さらに⑤体幹の中枢部から動作を開始し、末端を送らせて動かすいわゆる「鞭様」の動きができる、こととまとめられる。

#### 2) 投運動学習の適時期について

図19は、4週間（4回/週）、テニスボールを、助走を用いる場合と用いない場合のそれぞれについて15球、オーバーハンドでの遠投を行かせた際の練習効果の年齢差を示している。この際、子どもの技能状態に応じて、適宜遠くへ投げるための力学的根拠に基づいた教示が与えられた。

練習効果の年齢差は2週後と4週後ではほぼ同様の傾向が認められたので、4週の効果は助走を用いた場合と持

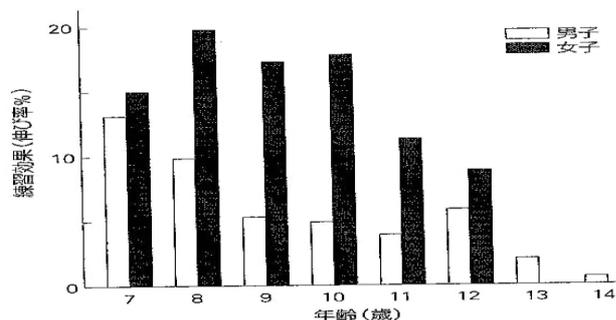


図19. 投距離の練習効果(伸び率)の年齢差 (6条件の伸び率の平均値から算出)

ちいない場合の6投の平均の伸び率で示した。なお、練習効果を取り出すため統制群の伸び率を差し引いてある。

練習効果は、男子では7・8歳で10%以上を示すが、12歳を除き加齢とともに減少する傾向が見られた。また、女子では7歳から11歳では10%以上の伸び率を示し、10歳以降加齢的に減少する傾向が認められた。すなわち、いずれのボールにおいても、練習効果は、男子では7・8歳で大きく、13・14歳では殆ど認められなかった。一方、女子の練習効果は、いずれの条件においても7歳から10歳で大きかった。また、児童期では最大能力の向上よりも能力を安定して発揮できるようになる面での効果が顕著にみられることが、6試行の投距離の変動係数の変化から認められた。

以上のことから、オーバーハンドスロー学習の適時期は、男子では小学校低学年に、女子では低・中学年に存在すると考えられた。前述した横断的な発達傾向や性差から、特に女子は、これらの時期に投運動学習を積極的に取り入れる必要のあることが示唆される。

### 5. キック

1歳から成人に至るインステップキック動作の発達過程は、1・2歳で多くみられる原始キック動作のステージから、個人差はあるが8歳頃からみられる助走付きキック動作がより三次元的にダイナミック行え、多くの関節がキックに用いられるようになる第四ステージの4段階にわけられる。また、10歳前後でインステップ・キックの正確性とボール速度を求めた際の蹴り分けができ、ボール速度と正確性のコントロールが可能になる。

これらのことから、キック動作の学習開始の適時期は、動くボールに対応してキックするバントキックが出来るようになる6才頃で、適時期はバランス能力が成人レベルに達する9才以降からキックスピードが成人レベルに達する13才の間にあると考えられた(後藤:1987)。

ところで、サッカーで使われている種々の個人技能(キック、トラップ、ドリブル等)は、ボールに衝撃を加える身体部位や加えられる力の程度(加減)、ならびに方向を変化させた「キック」と捉えることができる。

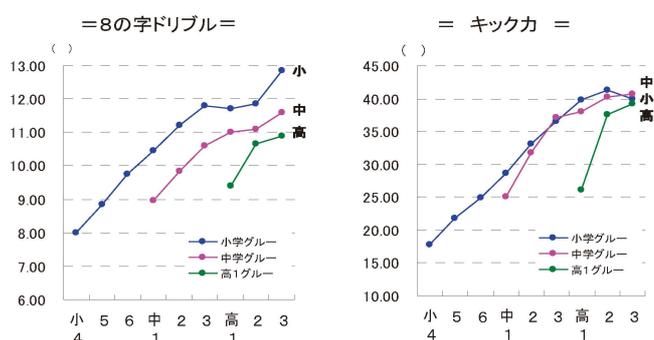


図20. サッカー開始時期の異なる3群の8の字ドリブルとキック力の経年的変化

また、サッカーで最も使用頻度が高いキックは、インサイドキックとインステップキックである。

さらに、ドリブルとリフティングはキックの方向は異なるが、いずれも自分へのパスの連続で、本質的には同質のものである。したがって、中学生、成人では、リフティングの上手な者はドリブルも上手である。そこで、2・4年生の児童を対象に、サッカーの学習をドリブルから先に行う群とリフティングから先に行う群を設定し、いずれから指導した方が良いかについて検討した。

学習効果は、いずれから始めても4年生の方が高く、サッカー学習の適時性は、2年生よりも4年生の方が高いと考えられた。また、ドリブル技能とリフティング技能の転移の可能性は4年生のみで認められ、転移の方向は、リフティングからドリブルへの可能性の高いことが示唆された(山崎ら:2008)。

図20は、小学4年生、中学1年生、さらに高校1年生、からサッカーを始めた群の8の字ドリブルとキック力のその後の経年的変化を示したものである。キック力は、高校から始めても児童期から始めたものと同等の成績を示すようになるが、ドリブルの成績は、若年齢から開始したものに及ばない。これは、パフォーマンスに及ぼす影響度が体力要因よりも技術要因の高いものは低学年で学習を初めるのがよいことを示唆している。すなわち、児童期はパワフルなキックよりもスキルフルなキックを習得させる時期といえる。

### 6. 水泳

クロール・平泳ぎの動作パターンの発達と年齢の間には相関関係は認められない。このことは、水泳は、年齢(成熟)の要因よりも学習(習熟)による影響の大きい個体発生的な運動であることを示している。

泳げるためには、①浮けること、②呼吸ができること、③推力を創出できることが必要で、この順序で学習させるのがよい。また、水泳は、筋力よりも神経系のコントロールを必要とする運動である。さらに、体組成の面から見ても低学年児童の方が成人よりも浮きやすい。したがって、水泳学習の適時期は小学校低・中学年にあると

いえ、この時期に水泳に配当する時間を増して、ダルマ浮きから呼吸の確保、そしてゆっくり泳ぐのに適している平泳ぎで25mを泳げるようにし、その後にクロールで速く泳ぐことを目指すのがよいと考えられる（下田ら：2009）。

なお、クロールは呼吸動作時に頸反射（tonic neck reflex）を抑制する必要のあるところに、平泳ぎはプル時に反射による股関節の屈曲を抑制しなければならないところに習得の難しさがある。

### 7. ボール運動（戦術学習、サポート学習）

2年から4年生児童を対象にしたゲーム様式の異なる教材による学習成果の学年差、ならびに教材の積み重ね方による学習成果の相違の検討から、学年進行に伴って「攻防分離型から過渡的相乱型を経て攻防相乱型」へと移行させる教材配列は、児童の課題解決に応ずる方法として有効であることが認められている（図21）。

また、攻防分離型ゲームの一つの形式であるドッジボールには、「中当て型」と「対面型」があるが、小学1年から3年生を対象に、「体力・運動能力」「ゲームにおける動き」「情意」「対処行動」の各側面の成果の学年差をみると、1年では「中当て型」で、2年では「中当て型」から「対面型」へ移行させて学習させるのがよいことが認められている。

なお、義務教育段階のボールゲームカリキュラム案については、拙稿（2007）を参照されたい。

#### ・サポート学習の適時期

図22は、開発したサポートを学習する「課題ゲーム」を中心とする学習過程を4年生と6年生に適応し、6年生の成果を100とした場合の4年生の成績を相対的に示したものである（後藤・瀬谷：2011）。

3つの課題ゲームは、4年生においてもサポートの動きを引き出すことには作用したが、6年生ほどの成果は得られなかった。これには、サポート学習に必要なボール操作技術、戦術行動の理解度、予期能力などのレディネス要因が6年生ほどに高まっていないことによる影響

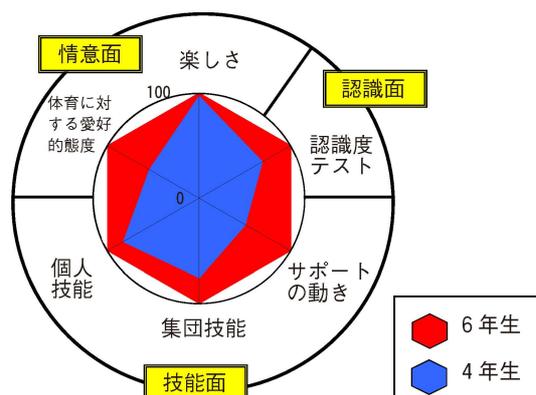


図22. 6年生と4年生のサポート学習時の成果の比較

が考えられた。

本研究の課題ゲームでは、サポートの動きを一度に2つ3つ引き出せるように企図したが、4年生にとって難易度が高すぎたと考えられた。

また、4年生は実態として、ボール操作技術を高めたいと考えている者の多い傾向が認められた。

すなわち、攻防相乱型の条件でのサポート学習は、上記のレディネス要因を高めた上で実施する必要があり、学習開始は4年生以降で、前述のキック動作学習の適時期等と考え合わせると適時期は5・6年生以上（11～13歳頃）にあると推定される。

### 8. バレーボール学習開始の適時期と縦断的学習成果

小学4年から中学3年生の男女児童・生徒719名を対象に、12時間のバレーボール学習を行わせ、学習成果の学年差を検討した（長井・後藤：2002）。すなわち、中学1年生の初心者を対象とした「バレーボールゲームを楽しみと感じ得ることのできる個人的ならびに集団のスキルレベル」の達成率、ならびに技能的側面、情意的側面、認知的側面の学習成果を検討した。

ラリー回数、アンダーハンドサークルパス、平均触球回数、オーバーハンドパス等の技術レベルとゲームで感じる楽しさとの間には高い相関関係が認められた。すなわち、ゲームで使用される頻度の高いアンダーハンドパス、オーバーハンドパス技術に支えられて成立するラリーの続くゲームを子ども達は「楽しい」と感じていた。したがって、技能的特性に触れた楽しさを味わわせることができるのは小学6年生以降で、バレーボール学習開始の適時期は小学6年生に存在すると考えられた。

また、小学6年時に、初めてバレーボール学習を経験した中学1年生（EJ群）と、中学1年時に初めて経験した中学2年生（JJ群）を対象に、12時間のバレーボール学習を実施した際の縦断的学習成果を比較した（長井・後藤：2003）。その結果、バレーボールで必要な「目より高い位置でのボール操作能力（オーバーハンドパス）」は、中学校期よりも児童期に学習させる方が、中学校期

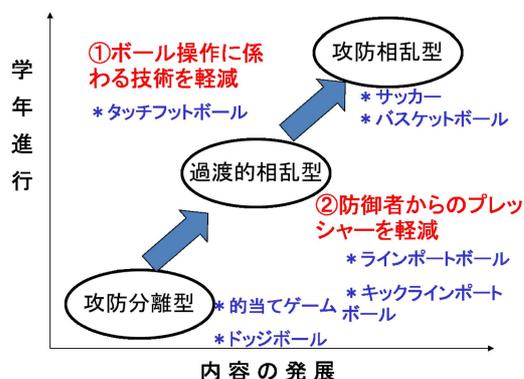


図21. ボールゲームの形式と学年配当の関係（林、後藤：1995）  
注）①②は、過渡的相乱型ゲーム教材作成の考え方

でのバレーボール学習の成果を豊かにすることが認められた。すなわち、小学校6年生でのバレーボール学習の経験は、中学校1年生でのものよりも、オーバーハンドパス技術を高めることに機能し、これがオーバーハンドパスの使用頻度を高め、三段攻撃を用いたゲームをできるようにさせ、さらに、バレーボールに対する認識度を高めバレーボールを好きにさせることに繋がっていると考えられた。

以上のように、一般に「加齢による発達の著しい時期に学習させると大きな学習成果が得られる」傾向のあることが、著者らの適時期研究に於いて認められた。したがって、横断的・縦断的な発達研究の成果から適時期を推定できる可能性のあることが示唆された。

また、適時期は、身体づくりにおいてはトレーナビリティ、学習においてはエディカビリティの問題で、何かを学習させるのに最も効果的な時期のあることは明らかである。教育の経済性、上手に出来るようにさせることが子どもを運動好きにさせる基底的条件であることから、教授法を吟味した条件で適時期を明らかにすることは、今後もカリキュラム編成や教育を考える上で重要な課題となる。

## V. 発達課題と体育の学習指導

体育科では、学習者の体格や体力の発達を促進するばかりでなく、様々な運動課題解決のための「技術」や「ルール（その精神）」「戦術」を身につけさせるとともにそれらの合理性を理解させる。さらに、それぞれの「運動の行い方」等を学習させることを基本的なねらいとしている。すなわち、文化的課題としての教育内容を計画的に指導する過程で、「生涯に亘って身体運動文化を主体的に享受できる」人間、「的確な判断力に基づく行動力」の育成を目指している。

また、カリキュラム（指導計画）は、「学問的要請」のみならず「文化的課題としての社会的要請」や「発達上の課題」に即して設定され組織される必要がある（佐々ら：2011）。したがって、人間の成長・発達に関する諸科学は、教育課程編成の基礎知識を提供する重要な役割を果たし、これらについて理解することは、教育の基礎的条件で、子ども理解の一つの側面である。

発達に応じた教育内容とは、それが容易にできるということではなく、学習者がそれに取り組み、そこで生じた問題を指導者の指導を手がかりとして解決できるような内容でなければならない。そこに、学習者と指導者の繋がりが生ずる。教育内容における課題と発達課題の一体化はこのレベルで図られるべきものである。

子どもの遊びをみると、発達に応じて遊び方が違ってくる。その際、顕著にみられる特徴の一つに、自ら遊び

を難しくしてそれを克服することに大きな喜びをみだしていること（自己試しの欲求）があげられる。

カリキュラムを編成する場合、小筋運動の調整がうまくできるようになるのは、小学校2年生頃からで、神経系の発達が成人レベルに近づくのがほぼ8歳位である。また、歩・走・跳等のヒトの基本的な運動のパターンが成人パターンを示すようになるのも7・8歳頃である。さらに、脳波が大人のものに近づくのも8歳位であること等を考え合わせると、小学校の1・2年生を、3年生以上と区別して、教育内容を組織したり、指導したりすることは合理的である。また、5・6年生になると社会的行動の発達が著しく、この面で3・4年生とは区別される。すなわち、小学校期の学習（発達）課題は、運動のレパートリーを広げることで、各学年段階における中心的課題は次のように設定される（後藤：2008）。

- ・低学年：「動作範囲を拡大すること」、「不要な随伴動作の抑制」
- ・中学年：「動くものに対応する動きの習熟」
- ・高学年：「エネルギーの伝達の効率を高める質的变化」、「2つ以上の運動を組み合わせられること」

生得的に運動嫌いやスポーツ嫌いの子どもはいない。なぜならば、「活動の欲求」は、マズロー（Maslow, A.H.）の言う「生理的欲求」でもあるからである。また、彼らは「動くことによって」、色々と「競い合うことによって」生きていく人間として成長する存在である。また、マズローは、身心の発達に伴って、①生理的欲求、②身体安全の欲求、③社会的欲求、④自尊・尊厳の欲求、⑤自己実現の欲求、が階層的に強くなるという欲求発達段階に階層のあることを説いている。学習指導において、これらの欲求の発達の变化にも留意する必要がある。

すなわち、児童期の体育指導は、彼らの人間としての成長を効果的に支援するものでなければならない。支援とは強制ではなく、子ども達の欲求をベースに自主性をバックアップすることである。子ども達の自主性は常に楽しむこと（工夫すること）から生まれる。児童期の指導は運動（スポーツ）の楽しさ、爽やかさを味合わせ、その楽しさを「からだ」で覚え、さらに楽しさを引き出せるように、また強められるように仕組むことである。

幼児期や児童期においては、多様な運動を経験させることによって、ランダルが指摘するように身体的知恵（Physical Wisdom）としておく必要性が強調されるのもこのためである。このことは、多種多様な脳機能を偏らずに十二分に発達させる方が望ましいと考えられている最近の脳科学の研究結果からも裏付けられる。すなわち、生後初期環境による脳の構造変化を調べた研究は、感受性期にはシナプス間で競合があり活動しないシナプスは脱落することが示唆されているので、偏った早期教

育による他の刺激の遮断や訓練の欠如は偏った脳、ひいては偏った人格を形成する危険性をはらんでいると思われる。

早くから一つの運動に集中することは、後の運動技能の獲得に決して有効的には機能しないのである。

## Ⅵ. おわりに

加齢による発達の著しい時期に学習させると大きな学習成果が得られる傾向のあることから、横断的・縦断的な発達研究の成果から適時期を推定できる可能性のあることが示唆された。

また、「三つ子の魂百までも」というが、生涯に亘ってスポーツの楽しさを享受できる人間の育成は、児童期の体育指導に負うところが大きい。楽しさの基底は、スポーツを楽しむための動作（身体操作技術）ができることである。したがって、児童期の体育科の学習指導は「運動形成」と「運動（スポーツ）の楽しさ体験」を中心に、「競争の原理」よりも「達成の原理」を持ち込み、興味と自信のベースになる「有能感」を育てることが課題となる。

### （注）

注1) わが国においても狩野等の家系研究がある。

注2) 遺伝率：持久力は、環境要因と遺伝的要因がそれぞれ50%関係するが父系よりも母系がより関係する。

・ 遺伝率 = (一卵性双生児相関率 - 二卵性双生児相関率) × 2

・ 共有環境 = 一卵性双生児相関率 - 遺伝率

・ 非共有環境 = 1 - 一卵性双生児相関率 (社会や別の友人の影響)

注3) 児童中心主義教育：child-centered education は、教育においてこどもの自発的な学びを重視する考えに基づく教育実践。

注4) 発達課題：乳幼児期（歩行の学習、固形食の摂取、話すことの学習等）、児童期（ゲームに必要な身体的技能の学習、自己に対する健全な態度の育成等）、青年期（両親や他の大人からの情緒的独立、職業の選択やその準備等）、壮年期（配偶者の選択、家庭生活の出発等）、中年期（一定の経済生活水準の確立、社会的・市民的責任の達成等）、老年期（肉体的衰退への適応等）

注5) プログラム学習の原理：①スモールステップの原理、②積極的反応の原理、③即時確認の原理、④自己ペースの原理、⑤学習者による検証の原理

注6) 逆行型指導過程：走り高跳びでクリアランス・着地動作から学習し、その後踏切動作、助走動作を学習するといった運動経過と逆の順で指導する方法。不安や恐怖を感じやすい運動に於いてその有効性が認め

られている。

注7) 横峯吉文 (2009) 「ヨコミネ式子どもが天才になる四つのスイッチ」、日本文芸社。

注8) BSSC 運動能力：短時間 (200msec 以内) に大きな力を発揮するバリスティック (ballistic) で伸張-短縮サイクル運動 (stretch-shortening cycle movement) の略

注9) 薬物 (ベンゾジアゼピン：てんかん発作を抑える精神安定剤) によって、マウスの視機能やキンカチョウのさえずり学習の臨界期を変化させ得ることが最近明らかにされている (ヘンシュ貴雄：2005)。

## 引用参考文献

- ・ 赤木愛和；「A T I」, 教育の心理学的基礎, 朝倉書店, 1982.
- ・ アトキンソン RL 他 (内田一成監訳)；「ヒルガードの心理学」, プレーン出版, 2002.
- ・ Bruner, J.S. (鈴木祥蔵, 佐藤三郎訳)；「教育の過程」, 岩波書店, 1963.
- ・ Cruze W.W; J. Comp. Psychol, 1935.
- ・ Diamond, M.C., Krech, D., and Rosenzweig, M. R.; The effects of an enriched environment on the histology of the rat cerebral cortex. Journal of Comparative Neurology, 123, 111-119, 1964.
- ・ 藤永 保；「発達研究の諸問題」, 金子書房, 1970.
- ・ Gesell, A. and Thompson, H.; learning and growth in identical infant twins: An experimental study by the method of co-twin control”, Genetic Psychology Monograph, 6, 1-124, 1929.
- ・ 後藤幸弘；「幼小児のキック動作の発達過程についての筋電図的研究」, 昭和61年度科学研究費成果報告書, 1987.
- ・ 後藤幸弘；「走運動・ボール運動・バランス運動学習の適時期に関する基礎的研究」, 昭和63年度科学研究費研究成果報告書, 1989.
- ・ 後藤幸弘；「竹馬乗り学習の適時期に関する研究-習得・習熟過程の筋電図的分析ならびに練習効果の年齢差から-」, スポーツ教育学研究, 11 (1) 9-23, 1991.
- ・ 後藤幸弘；「筋力・筋持久力・バランス能力のトレーニング効果の年齢差から見た適時期について」, 平成3年度科学研究費研究成果報告書, 1992.
- ・ 後藤幸弘；「小学校体育科におけるカリキュラム編成に関する基礎的研究-児童期における走り高跳び学習の適時期について-」, 一背面跳び学習の小学校段階への導入の是非について-」, 平成5年度科学研究費補助金研究成果報告書, 1995.
- ・ 後藤幸弘；「小学校体育科におけるカリキュラム編成に関する基礎的研究 (II) - オープンスキル (リレー・

- ボールゲーム)学習の適時期について-],平成7年度科学研究費研究成果報告書,1997.
- ・後藤幸弘,梅野圭史,林 修;「走り幅跳びの学習過程作成の試み-児童の走り幅跳びにおける認知内容と技術要因の対応を基に-」,兵教大実技教育研究,18,99-110,2004.
  - ・後藤幸弘;「小学校体育科におけるカリキュラム編成に関する基礎的研究-ボールゲームにおける状況判断力の発達過程ならびに状況判断力育成の適時期について-」,平成9年度文部省科学研究費研究成果報告書,1998.
  - ・後藤幸弘;「ヒトの基本動作の発達特性に基づく小学校体育科における教育内容(I)-バランス系・移動系の運動について-」,兵教大紀要,32,135-150,2008.
  - ・後藤幸弘;「ヒトの基本動作の発達特性に基づく小学校体育科における教育内容(II)-操作系・回転系の運動について-」,兵教大紀要,33,159-172,2008.
  - ・後藤幸弘;「教育内容と適時性に基づく「走り高跳び」カリキュラムの提言」,日本教科教育学会誌30(3),21-30,2007.
  - ・後藤幸弘,貴田大介,本多弘子,辻 延浩;「走り高跳び学習における適時性に関する研究 -レディネス要因としての筋力と踏み切り能力の関係の加齢ならびに練習による変化-」,兵教大紀要,25,131-140,2004.
  - ・後藤幸弘;「種目主義を超えた義務教育段階ボールゲームカリキュラムの構築-ゲーム形式と戦術課題ならびに適時期に基づいて-」兵教大紀要,30:193-208,2007.
  - ・後藤幸弘,瀬谷圭太;「[課題ゲーム]を通してサポートの動きを学習するサッカー授業 -4年生と6年生児童の学習成果の比較-」兵教大紀要,38,181-192,2011.
  - ・林 修,後藤幸弘;「ゲーム領域における教材(学習課題)配列に関する事例的検討 -攻防分離型から攻防相乱型への移行・発展の有効性-」,日本スポーツ教育学会,Pro.of the 2nd Tsukuba Inter. Workshop on Sport Education,55-66,1995.
  - ・Haywood K.M;“LIFE SPAN MOTOR DEVELOPMENT” Humann Kinetics Publishers, Inc. 1986.
  - ・Hebb,D.O(白井 常他訳);「行動学入門」,紀伊国屋書店,1964.
  - ・Hilgard,J.R(内田一成鑑訳);「ヒルガードの心理学」ブレーン出版,2002.
  - ・McGraw,M.B;Neuromuscular development of human infant as exemplified in achievement of erect lokomotion, J.Pediatr,17,747-771,1940
  - ・M.モンテッソリー(鼓 常良訳);「幼児の秘密」,国土社,1990.
  - ・村井潤一(編);「発達の理論をきずく」,別冊発達,4,1995.
  - ・長井 功,後藤幸弘;「小学4年生から中学3年生の学習成果の学年差からみたバレーボール学習開始の適時期について」,大阪体育学研究,40:1-15,2002.
  - ・長井 功,後藤幸弘;「小学6年と中学1年から学習した生徒の縦断的成果の比較からみたバレーボール学習開始の適時期」,大阪体育学研究,41:7-17,2003.
  - ・中垣 啓;脳機能の発達と発達心理学上の発達段階との相互関係に関する実験的研究,科研費補助金基盤研究B研究成果報告書(研究代表者 安彦忠彦)2008年
  - ・ローレンツ K.Z(日高敏隆訳);「ソロモンの指輪」,早川書房,1999.
  - ・Rosenzweig, M.R., EL Bnnett, and MC. Diamond “Brain changes in response to experience”,1964.
  - ・下田 新,芹澤博一,山崎有希,後藤幸弘;「中学年児童を対象とした「だるま浮き」から「背浮き」からの指導過程の有効性の比較」,教育実践学論集,10,181-194,2009.
  - ・佐々敬政,中島友樹,後藤幸弘;「体育科カリキュラム作成に向けての基礎的考察」,兵教大紀要,38,203-216,2011.
  - ・スラッキン W(園田富雄訳);「刻印づけと初期学習」,川島書店,1977.
  - ・田島信元;「レディネス」,教育の心理学的基礎,朝倉書店,63-82,1982.
  - ・ティンベルヘン(渡辺,日高他訳);「動物のことば」,みすず書房,1957.
  - ・上田吉一;「自己実現の教育」,黎明書房,1977.
  - ・ヴィゴツキー(柴田義松訳);「思考と言語」新読書社,2001.
  - ・Washburne,C.W;“Mental age and the arithmetic curriculum: A summary of the committee of seven gradeplacement investigations to date”, Journal of Educational Research,23(3),210-231,1931.
  - ・Watoson,J.B.(安田一郎訳);「行動の心理学」,河出書房,1968.
  - ・Wertheimer,M(鯨岡峻訳);「ヒューマン・デイベロプメント」,ミネルヴァ書房,1987.
  - ・Harlow, H. F.,Harlow, M. K.; Social deprivation in monkeys. Scientific American,207,136-146,1962.
  - ・山崎有希,芹澤博一,下田 新,後藤幸弘;「サッカー学習指導に関する基礎的研究」,兵教大教科教育学会紀要,21,34-45,2008.