

東京大学大学院総合文化研究科

博士論文

知的障害者および高齢者に対する  
身体トレーニングの効果に関する研究

A Study of Physical Training  
for Intellectually Disabled Youth and Elderly People

早川 公康

Kimiyasu Hayakawa

# 目次

序文	2
第一部 認知動作型トレーニングマシンを用いた知的障害児の身体トレーニング効果	9
第一章 知的障害児を対象とした15ヶ月間のトレーニング効果	10
目的	10
方法	11
結果	13
論議	40
第二章 特別支援学校におけるトレーニングの効果	43
目的	43
方法	44
結果	48
論議	56
第三章 知的障害児を対象とした5年間のトレーニング効果	58
目的	58
方法	59
結果	64
論議	78
第二部 認知動作型トレーニングマシンを用いた高齢者の身体トレーニング効果	81
第四章 高齢者を対象とした長期(5年)間のトレーニング効果	82
目的	82
方法	83
結果	86
論議	102
第三部 総合論議	106
第四部 本研究のまとめ	115
文献	117
謝辞	132

# 序文

## 1. 研究の背景

人は誰もが、出生してから寿命を終えるまで、幸福な一生を送ることができることを願っている。地域社会には、老若男女、様々な人たちが住み、日々の生活の中で、社会的な営みを行っている。その中には、障害者とされる人々もいる。性別や年齢、障害の有無にかかわらず、心身が健康であることは、生活の営みに主体的に関わる可能性を広げ、生きていることの喜びや、社会的な生き甲斐を実感できる機会を豊かにするということができよう。

これまで、心身の健康を向上させるための手段として、スポーツや運動、トレーニングが広く行われてきている。フィットネスクラブが多くの地域に存在し、競技スポーツだけではなく、一般人の体力の維持向上や楽しみのための運動、娯楽としてのスポーツも普及し発展している。こうしたスポーツや健康づくりの活動には、スポーツ健康科学分野の研究成果の応用や、社会的な健康意識の高まり、知識の普及といったことが大きく関係していると考えられる。

スポーツ活動の実践が、体力や運動能力に優れた人たちや、経済的に余裕をもつ生活レベルの人たちに限られてきた、という一昔前の経緯を振り返れば、近年における幅広い市民層におけるスポーツの浸透は、国民生活の経済的・文化的な豊かさを表わしているといえよう。

その一方で、これらスポーツの文化的恩恵を受けることができない人々がいることも事実である。それは、一般的に行われているスポーツや運動を行うことに制限がある障害者や高齢者の存在である。健康づくりを目的に、各自治体や民間施設で各種の運動教室やトレーニングが開設される場合、メディカルチェックや問診などが行われ、医学的に問題がないとされる健康状態にあることが受け入れの条件とされている。知的障害を持つ人や低体力状態にある高齢者は、健康づくり教室の対象外とされている現実がある。

本論文では、「運動をしたくてもできない健康状態にあるとされる人にとっても、適切な運動内容や、実施可能なトレーニングの方法やプログラムを開発することができないか」という考えが基盤となって研究がすすめられた。

これまで、いわゆる低体力者（低体力状態にある人）に対する運動やトレーニングを行う場合には、極めて単純な体操や軽運動、またはスポーツ選手や若い世代の一般健常者が行っている運動やトレーニングの内容を負荷や反復回数を軽減させて行う、といったものに終始していた。

本論文では、一般的に低体力傾向にあるとされる知的障害者と高齢者を研究の対象として、その実態と社会的背景について考察するとともに、知的障害者や高齢者の身体能力や健康状態を向上させるための具体的なトレーニングの方法として、新しいコンセプトによって開発された「認知動作型トレーニング」(Hayakawa & Kobayashi, 2011, 2013)を用い、短期的および長期的なトレーニング研究を行い、低体力者を対象とした「認知動作型トレーニング」の実施効果や可能性について検討した。

## 2. 知的障害児および高齢者を対象としたトレーニングについて

知的障害者では、健常者と同じような運動やトレーニングをすることが困難である場合が多い。特別支援学校や様々な公共施設でも、知的障害者にボール遊びなどのスポーツを楽しんでもらう企画も見られるが、障害児の中には、運動嫌いが定着して、スポーツや運動の楽しさを知らないまま（あるいは拒み続けたまま）時が過ぎていくケースも珍しくない。現場のスポーツ指導者もどうすれば知的な障害をもつ子供たちに、体を動かすことの楽しさを最大限に伝えていけるのか悩んでいるケースも多い。

一方、高齢者においては、一般的な健康づくりの方法として推奨されている有酸素的運動や筋力トレーニングの組み合わせによるフィットネス向上やメタボリックシンドローム対策を念頭においた運動を行うことが無理な場合も少なくなく、その実施についても慎重さが求められる。トレーニングの実施によって、筋や関節、結合組織等を損傷しやすいことも懸念されている。

若年者とは異なる高齢者の身体特性が考慮された、安全性と有効性が期待されるトレーニング方法の開発の必要性が高いと考えられる。

千葉県柏市に設置された東京大学柏Ⅱキャンパスに、大学院新領域創成科学研究科附属「生涯スポーツ健康科学研究センター」が平成17年に設立され、スポーツ選手だけでなく、一般健常者をはじめ、高齢者、知的障害者の心身の健康増進を目的とした研究が行われてきた。本論文の内容は、平成17年秋から開始された「知的障害者の運動能力・生活能力の向上のためのトレーニング研究」および「低体力高齢者の心身の健康増進のためのトレーニング研究」のプロジェクトの一環として、これまで5年間にわたり実施されてきた研究をまとめた内容になっている。

本論文にかかわるトレーニング研究は、「認知動作型トレーニングマシン」を用いて行われた。認知動作型トレーニングマシンは、主として、歩行や走行、様々な日常生活動作に関わる動作を改善させる目的を持って開発されたトレーニングマシンである。負荷装置として重量物を用いず、電子制御負荷装置を採用していることが特徴で、無理な筋力発揮を伴うことなく、低体力者でも安全に、軽負荷でトレーニングを容易に行うことができるように工夫されている。

本論文の研究では、運動能力や体力面だけでなく、トレーニングに伴う日常生活能力の改善や、心身の健康状態の改善効果についても検証した。

### 3. 社会的背景

#### 1) 知的障害児の現状調査から

厚生労働省では、5年間隔で「障害児（者）基礎調査」を実施しており、近年では、平成17年度の調査結果が報告されている。平成17年11月現在の在宅知的障害児（者）数は、41万9千人で、施設入居者は12万8千人である。

知的障害者数は増加する傾向を示しており、平成2年では38万5千人、平成7年では41万3千人、平成12年では45万9千人、平成17年では54万7千人である。

平成17年では、18歳未満が11万7300人、18～19歳2万600人、20～29歳が8万3600人となっている。社会的には少子化が進行しているが、知的障害児の総数は増加している。

平成17年度における18歳未満の知的障害児（者）の内訳は、最重度2万2000人、重度2万8100人、中度2万6200人、軽度3万3300人、不詳7700人となっている。知的障害児の生活の場は、「自分の家やアパートで暮らしている」が85.7%を占め、「親などの家族と暮らしている」が76.3%を占めている。また、地域活動への参加状況については、「ほとんど参加しない」「参加したことがない」が67.5%を占めている。

#### 2) 知的障害児の健康や運動指導の指針について

公益社団法人日本発達障害連盟の調査（有馬，1998）によると、知的障害者の死亡率は一般人と比較し、5～16歳は5.8倍、20～29歳で4.4倍となっており、若年での死亡率が高い。心疾患やてんかんなどの疾患を持つ場合が多いが、特に肥満、糖尿病、肝機能障害など、生活習慣病が多い。

独立行政法人国立特別支援教育総合研究所（2011）では、知的障害児の自立活動について、次のような指導の指針を示している。

「知的障害や自閉症のある児童生徒の中には、生活リズムの不規則さや肥満などにより身体を動かすこと自体を嫌がったり、周囲との関係がうまくいかず外出をすることを嫌がったりするなどして結果的に身体を動かすことが苦手になる場合がある。そのために障害そのものによるのではなく二次的に体力低下を招いたりすることもある。このように体力低下を防ぐためには、コミュニケーションや心理的な安定の内容とも関連させながら適切な運動を取り入れ、食生活と健康について実際の生活に即して学習したりするなど、日常生活における自己の健康管理のための指導が大切である。」

また、知的障害児の運動指導については次の指針が記述されている。

「「身体の動き」では、日常生活や作業に必要な基本的動作を習得し、生活の中で適切な身体の動きができるようにする。知的障害のある児童生徒の中にはボディイメージをし

っかりと持てなかつたり、動きがぎこちなかつたり、微細な動きが苦手だつたりするような様子がみられる場合がある。また知的障害のある児童生徒の中には知的発達の程度等に比較して身体の部位を適切に動かしたり、指示を聞いて姿勢を変えたりすることが困難な者もいる。このような児童生徒に対しては、より基本的な動きの指導から始め、徐々に複雑な動きを指導することが考えられる。そして次第に、目的の動きに近づけていくことにより、必要な運動・動作が児童生徒に確実に身に付くよう指導することが重要である。」

### 3) 知的障害児の運動指導の理論

学校教育の中で、知的障害児の運動指導については、ランニング、水泳、ダンス、体操、バスケット、サッカー、ホッケーなどについての事例報告(文部科学省, 2010; 加藤, 2009)がみられている。しかし、動作改善を目的としたトレーニングマシンを用いた報告例は見られない。また、実際の運動指導の現場では、重度の障害を持つ児童や、運動に対して興味を示さない児童などについて、指導の効果を上げることが難しいことも指摘されている(荒木と田中, 2004)。

知的障害児の教育については、20世紀初頭にイタリアのマリア・モンテッソーリ(M. Montessori)が先駆的な研究を行い、その研究成果は「モンテッソーリ教育」として、一般児を対象とした幼児教育の方法として世界的に普及している(金沢ら, 1974)。

1970年代からはオランダで生まれた重度障害児を対象とした「スヌーズレン(Snoezelen)教育」が世界的に普及しつつある(Hulsegge et al., 1987; 日本スヌーズレン協会, 2014; 国際スヌーズレン協会, 2014)。

姉崎(2012)は、重度・重複障害児の自立活動を支援する「スヌーズレン教育」の骨子となる要素として、①情緒を安定させる・リラックスさせる、②覚醒させる・注意、集中力の向上、③運動・動作の向上、④対人関係・コミュニケーション力の向上、⑤その場を楽しむ・快の情動の喚起、といった5つの要素の重要性が挙げられていることを指摘している。

本論文では、重度を含む知的障害児に対して、マシントレーニングという方法を用いた身体トレーニングを実施しており、知的障害児を対象としたトレーニングの方法としては過去に類を見ないトレーニングの内容となっている。トレーニングの内容は、体力・運動能力の向上という要素ばかりでなく、上記のモンテッソーリやスヌーズレン教育で指摘された精神的・社会的側面などの教育要素を多く含んでいると考えられる。

## 4. 高齢者の運動・トレーニングについて

### 1) 健康寿命について

わが国では、高齢社会が進行しており、高齢に伴う「低体力高齢者」が増加している。日常生活に支障をきたしている低体力高齢者の問題は深刻である。「要介護」状態に至らな

い健康寿命を長くすることは、国の医療費削減に寄与すると考えられている。

高齢者及びその家族にとって特に深刻なのは、「寝たきり」の問題である。寝たきりとなる要因は様々であるが、高齢者では歩行中につまずき、脚を骨折してそのまま寝たきりになってしまうケースも多い。歩行能力・バランス能力等は加齢とともに低下していくが、低下した歩行能力やバランス能力を高めていく効果的なトレーニングが求められている。「歩行能力の維持・向上」は、高齢者の健康づくりの中で最も重視されている課題である。

一般に、高齢期において高い生活行動レベルを維持するには、中年期からの生活習慣病予防や心肺機能維持のために有効とされる有酸素運動に加え、高齢期での身体機能低下を予防するための筋力トレーニングが推奨されてきた (Rantanen et al., 2001; Visser et al., 2005; Fahlman et al., 2007)。また、高齢者の骨格筋量および筋力の低下は、転倒やケガのリスクを高めることから、骨格筋量および筋力を維持することは高齢者にとって大きな課題とされてきた (Daubney et al., 1999; Herman et al., 2005)。これらのことから、健康寿命を延ばすための適切な身体トレーニング方法の確立が望まれる。

## 2) 高齢者の運動の習慣化について

老年社会学や老年心理学の研究成果として、健康状態が高齢者の主観的幸福感や生活の質 (QOL) を規定する主要因であることが明らかにされている (下仲, 1997; 古谷野と安藤, 2003)。一方、適切な身体活動は、抑うつや不安等の精神面の健康を改善することにより有用である (Biddle et al., 2000)。高齢者が心身の健康を保持・増進あるいは改善して、自立的で高い QOL を保つためには、適切な身体活動を習慣化することが望まれる。

平成 13 年『スポーツ白書 2010』(SSF 笹川スポーツ財団, 2001) によれば、“週 2 日以上、1 回 30 分以上、運動強度「ややきつい」以上の運動・スポーツをしている人”は、アクティヴ・スポーツ人口と呼ばれるカテゴリーに含まれるが、その割合は、60 歳代で 14.4%、70 歳以上で 13.7%であり、定期的に運動・スポーツを実施している割合はあまり高くない。適切な身体活動が心身の健康に望ましい影響を及ぼすことを考えると、高齢者が定期的に運動できるように様々な工夫がなされていく必要がある。

身体活動を開始させ習慣化させるための介入研究は、欧米ではこれまでに個人、集団、学校、職場などの各種コミュニティ等、様々な対象や水準で幅広く行なわれてきている。介入のための理論的根拠としてのモデルや理論、運動行動を規定する要因、介入方法・プログラム、介入成果や便益、介入課題、等が数多く詳細に報告されている (Hillsdon & Thorogood, 1996; Dishman & Buckworth, 1996; Bull, 2001; Biddle & Mutrie, 2001)。しかし、これらの研究で用いられている「身体活動を開始させ継続させるためのプロジェクト」や研究に参加する人は初めから動機づけられている人であり、どのような介入プログラムでも成果が見られるとの指摘もある (Biddle & Mutrie, 2001)。

日常的に運動を実施していない一般地域住民に、運動を開始させ習慣化するための介入をどのように進めるかという課題に取り組むことが求められている。

わが国の場合にも、民間のフィットネスクラブや公共施設での体力向上を目指すトレーニングプログラム等は盛んに行なわれてきているが、ある程度固定化されたメンバー以外、継続して取り組んでいる人の割合は高くない。トレーニング開始時は、高かった意欲も日数とともに失せてしまったり、トレーニングそのものに飽きてしまう要素も大きいと考えられる。

このため「運動継続」をどのように実現するかという課題が、「運動導入」よりも難しい課題とされている。

本論文では、こうした「運動継続」に影響する可能性のある要素についても検討していく視野を入れながら、長期間（5年間）のトレーニング継続に関する研究を実施した。

### 3) 高齢者のQOLを高めるために

高齢者を取り巻く社会的状況については、定年後の身体活動量の減少に伴う体力の低下、活動意欲の減退などが、主観的健康状態の低下、すなわち健康関連QOL (Quality Of Life) の低下に反映されていくと指摘されている (森ら, 2002)。体力は後期高齢期 (75歳以上) 以降で急激に衰える傾向があるため、高齢期の早い段階でそれらの低下に歯止めをかけることも重要となってくる (健康・体力づくり事業財団, 2004)。

体力はQOLとの関連性が高く、体力の低下はQOLに悪影響を及ぼす (中村ら, 2002; 前田ら, 1988) とされる。そして複数の体力要素の維持・改善が健康関連QOLに有益な効果をもたらすという報告 (Åstrand, 1992; US Surgeon General, 1996; ACSM, 2000; 川久保と李, 2001) もあることから、体力を可能な限り高い水準に維持することが、QOLの低下予防や改善に必要な対策といえる。

また、地域コミュニティを対象とした調査では、バイタリティ (活力) のある対象者が比較的多く社会的活動に参加する傾向にある (田中, 2004)。高齢者にとって孤立化を防ぐ意味でも、社会的活動への参加意義は大きい。

高齢期においては、男女ともに「健康の維持・改善」が願望内容の第1位となっており (森と北守, 1992)、ヘルスプロモーションの最終目標は健康関連QOLを高めることである (土井, 2004) とされている。

厚生労働省の推進する「健康日本21」では、歩行 (歩数) を中心とする運動の実施や、特定健診・保健指導のようなハイリスクアプローチが積極的に進められてきた。これに対して、健康づくりのための環境整備などのポピュレーションアプローチは、あまり取り組まれてこなかったと指摘される (高宮と下光, 2010)。身体活動・運動に関するポピュレーションアプローチとして、歩道や運動場所へのアクセス、商店街へのアクセス、公共交通機関などの物理的な環境への介入により身体活動・運動による健康づくりを進めることが重要であることが指摘されている (井上, 2008) 近年、我が国においても、身体活動と環境に関する研究は進みつつある (Inoue et al., 2009; Kamada et al., 2009; 井上ら, 2009)。



## 5. 本論文の構成

第一部の第一章（論文1）では、パイロットスタディとしての意味をもって、少人数（男子5人）の知的障害児を対象に、東京大学柏Ⅱキャンパスに開設された大学院新領域創成科学研究科附属「生涯スポーツ健康科学研究センター」のトレーニング研究室で、週1回、60分間の認知動作型トレーニングマシンを用いたトレーニングを15ヶ月にわたって実施し、トレーニングに関する対象者たちの様子や、トレーニング実施による効果をとらえた。

第二章（論文2）では、これらの研究成果をもとに、認知動作型トレーニングを実際の教育現場に導入する可能性を検証するために、千葉県立柏特別支援学校に於いて、認知動作型トレーニング4台を用いたトレーニング教室を開設した。トレーニングは、学校のカリキュラム時間との関係から、一人30分、週1回のトレーニングを3ヶ月間実施した。男子23名を対象者として、トレーニングの有効性を考察した。

第三章（論文3）では、論文1で実施したトレーニングを、より多くの知的障害児を対象に実施し、実施対象は11人であったが、このうち5年間を継続して、長期的な測定結果が得られた6名（男子4名、女子2名）について論文としてまとめた。

これらの研究を通して、知的障害児に対する身体トレーニングの有効性について論議した。

第二部の第四章では、研究の開始時点において、比較的低体力状態にあった高齢者を対象とし、認知動作型トレーニングマシンを用いて、当初16週間のトレーニングを行い、トレーニングに対する短期的な効果を検証すると共に、引き続いて、継続的に週2回、一回2時間のトレーニングを5年間継続実施し、各年毎のトレーニング経過についてまとめ、低体力高齢者に対するトレーニングの実施効果について長期的視点から考察した。

## 第一部

# 認知動作型トレーニングマシンを用いた 知的障害児の身体トレーニング効果

# 第一章

## 知的障害児を対象とした 15ヶ月間のトレーニング効果

### 要約

知的障害者では、運動不足に伴う健康障害が顕著である。知的障害者の運動実施については、困難なことが多く、運動を好まない場合も多い。本研究では、「認知動作型トレーニングマシン」を用いたマシントレーニングを知的障害児に実施し、その効果を検証することを目的とした。

対象は、知的障害児 5 名（IQ20 未満: 1 名、IQ20～35: 3 名、IQ50～70: 1 名）で、週 1 回、1 時間のトレーニングを 15 カ月間実施した。

その結果、運動に対する動作能力の著しい改善がみられ、体脂肪率の低下と筋量の増加が見られた。体力面では、50m 走、背筋力、握力、長座体前屈に向上が見られた。保護者に対するアンケート結果では、行動や意欲の高まりなど、生活および精神心理面での改善が見られたとの回答を得た。

「認知動作型トレーニング」は、知的障害児にとって、身体的・精神的・社会的側面において有効なトレーニング方法であることが認められた。

### I 目的

知的障害児・者を取り巻く現状には、様々な問題がある。知的障害児では運動不足に伴う健康障害が健常者以上に顕著である。一般に、健康の維持増進には適度な運動の実施が必要とされるが、知的障害児においても同様である。しかし、知的障害児の運動の実施については多々困難があり、運動を好まない障害児も多い。このため、肥満や健康上の問題を有する知的障害児が多い。学習指導要領にもあるように「いろいろなスポーツ」を通して体力や技能の向上を図ることが目指され（文部省、1999）、実際に養護学校においては、歩行、ランニング、球技、水泳、スキー、なども実施されているが、スポーツ健康科学に基づく「トレーニング」の実践例はみられていない。また、爪先立ち歩き、反り返り、あ

るいは首の過剰な伸展といった異常な姿勢によって、運動が困難な子供たちもいる (Kohen-Raz et al., 1992)。知的障害者の体力的特性も考慮されなければならない (小原ら, 1991; 春名, 1995; 井上ら, 1995)。

近年、身体運動が脳を活性化させることに注目した「認知動作型トレーニングマシン」(小林, 2001)が開発され、低体力高齢者を対象としたトレーニングに応用する試みが行われている(小林, 2006)。本研究では知的障害児を対象として「認知動作型トレーニングマシン」を用いたトレーニングを行い、トレーニングの実施が身体面、心理面および日常生活行動面にどのような影響をもたらすかについて検討することを目的とした。なお、認知動作型トレーニングマシンには、本文中に(\*)を記した。

## II 方法

### II-1 対象

本研究の対象は、知的障害児男子5名で、そのうち4名が養護学校(現・特別支援学校)(高等部1名、中等部3名)、1名が普通小学校(特殊学級)に通学している。知的障害の程度は、最重度(IQ20未満)1名、重度(IQ20~35程度)3名[うちダウン症1名]、軽度(IQ50~70)1名であった。いずれも自閉傾向が強く挨拶の言葉を発することが困難で、道を歩く時は親に手を引かれなければ危険であるといった日常生活を送っている。トレーニング開始時の年齢は $13.2 \pm 1.6$ 歳(平均±標準偏差)、身長 $159.4 \pm 10.3$ cm、体重 $55.1 \pm 16.1$ kg、体脂肪率 $24.2 \pm 19.6\%$ (最高値56.4%)であった。トレーニングの実施は、保護者の要望に基づくものであるが、毎回のトレーニングには保護者が必ず付き添うこと、トレーニングの研究成果が公表されること、危険予防には保護者も協力すること、等について十分話し合い、納得した上で、知的障害者のトレーニングへの参加が同意された。トレーニングは平成17年10月から実施され、週1回90分間をトレーニング時間とした。この研究は、東京大学大学院新領域創成科学研究科倫理委員会の承認を得て実施した。

### II-2 トレーニング内容

#### 1) 認知動作型トレーニング

小林は、速く走れたり歩けたりすることができれば、スポーツのレベルばかりでなく、日常生活における身体運動能力は向上する、と考え、その方法の一つの手段として運動動作の改善を促すトレーニングマシンの開発に着手した。運動動作の改善とは基本的に運動神経機構の働きを改善することであり、脳をはじめとする運動神経回路の再構築を図ることになると小林はとらえた。このような意図をもったトレーニングマシンは、十数種開発されたが、これらのマシンは総称として「認知動作型トレーニングマシン」と名付けられた。運動動作の遂行には、脳の働きも大きく関与することを印象づけるためである(小林,

2004)。

認知動作型トレーニングの特徴として、次のことが挙げられている。①スポーツ動作の学習およびフォーム矯正効果を持つ、②運動が複合関節関与型である、③重力負荷や重力加速度の影響が少ない、④人体の構造に自然で、無理な力がかからない、⑤体幹深部筋が鍛えられる、⑥身体操作上の自由度が高い、⑦上位中枢（特に脳）の関与が大きい、⑧筋肉痛がおきにくい、⑨立位幾何学の動作原理に基づいている（小林，2004）。これらのマシンの多くは、電子制御システムによって動きや負荷等も適切にコントロールされる仕組みになっている。

## 2) トレーニングの手順

第1段階として、低体力者用に開発された筋力トレーニングマシン（ソフト筋トレマシン\*：セノー株）6種類を用いて、それぞれ30回ずつのトレーニング動作を行った。トレーニングに取り入れたマシンは、電子制御ブレーキを抵抗負荷とする新開発の筋力トレーニングマシンで、トレーニング動作を力まずに実施することによって、軽負荷でトレーニング効果をあげることが目指されたマシンである。6種類のマシンはいずれも座位姿勢を基本とし、①膝腰伸ばし動作（バウワーリンク：マシン名）、②肩の左右交互伸ばし動作（ショルダーリンク：マシン名）、③内股の開閉動作（コキシアリンク：マシン名）、④手足の同側運動動作（チェストリンク：マシン名）、⑤大腿引き上げ動作（ソアスリンク：マシン名）、⑥下腿巻き込み動作（レッグリンク：マシン名）、を行うものである。動作の実施は比較的容易である。

第2段階として、パワーアシスト付き多動式楕円軌道自転車\*、和舟漕ぎ動作マシン\*、パワーマックス自転車エルゴメータ（コンビ株、以下パワーマックスと略す）を導入した。パワーアシスト付き多動式楕円軌道自転車\*は、動力によってペダルが楕円軌道を描いて自動回転すると共に、座席シートが自動連続的に30cmの距離を上下に移動し、ハンドルの取り付け支柱部が自動的に手前及び遠位方向へ周期的に移動する構造をもっている。サドルにまたがったトレーニング者は受動的な動きの中で、唯一自発的にハンドルのバーを、脚の動きに合わせて水平回転方向に「押したり」「引いたり」する動作を繰り返すことができる。このマシンは、リハビリを目的として開発されたものである。和舟漕ぎ動作マシン\*は、油圧式の抵抗負荷を持ち、立位で和舟を漕ぐ動作を行う。パワーマックス自転車エルゴメータ運動では、短時間のパワー発揮運動を休憩をはさんで3回繰り返す、自発的なペダリング運動を行なう。

第3段階として、スプリントトレーニングマシン\*、車軸移動式パワーバイク\*、低床幅広トレッドミル\*を導入した。スプリントトレーニングマシン\*を用いた運動では、電気制御により両足を乗せたペダルのアーム回転軸位置が前後水平方向に、歩幅に相当する長さだけ自動的に移動するので、その動きに合わせて、タイミングよく自発的にペダルを回転させる動作を行なう。認知動作型トレーニングでは、この動作は、走動作や歩行動作の基

本トレーニングとして用いられている。車軸移動式パワーバイク\*は、通常の固定式自転車エルゴメータとは異なり、ペダルの回転軌道が楕円形であり、ハンドルは無負荷で自由に回転でき固定されていない。踏み込んだ足と同じ側にハンドルを回転させる「同側動作」を行うマシンである。低床幅広トレッドミル\*は走行面のベルト幅が広く、長さも長い。走行面が床面から 10cm の高さにあるので、回転するベルト上を歩いたり走ったりする時の恐怖感が少ない。

第 1 週は第 1 段階のトレーニングのみを実施、第 2 週は第 1 段階と第 2 段階を組み合わせ実施、第 3 週以降は、第 1、第 2、第 3 段階を組み合わせ実施した。パワーマックスは、一定負荷で 30 秒間のペダル回転を 3 セット行った。スプリントトレーニングマシン\*は一日 30 回転から開始した。低床幅広トレッドミル\*は一日 5 分以内の歩行から開始した。車軸移動式パワーバイク\*は、100 回転以内を目安に実施していった。

### II-3 形態および体力の測定

身長、体重、体脂肪率（体組成計：タニタ株）、文部科学省新体力テストに基づく長座体前屈、10m 障害物歩行、握力、50m 走、および背筋力を測定した。保護者を対象に、トレーニング対象者の日常行動の変化などに関するアンケート調査（資料 1-1-a・b）を実施した。

### II-4 動作の観察

本研究において、数値化できない動作の観察を、著者（早川）の目を通して観察記録として記した。

### II-5 統計処理

時期ごとに実施した体力測定値の変化については、分散分析および Turkey の検定による多重比較を用いた。統計的有意水準は 5%未満とした。

## III 結果

### III-1 認知動作型トレーニングの経緯

個人差や日ごとの状態の変化も顕著である対象を考慮して、適切な個人対応をふまえ負荷等を決める経過をとった。

低体力者用筋力トレーニングマシン（ソフト筋トレマシン）は、個人差を考慮し負荷 4～10kg（30 回以内）で開始したが、慣れるにつれて負荷 10～14kg に増加させ、6 種類のマシンで各 30 回の繰り返し動作を実施した。

パワーマックスは、全対象者とも比較的軽負荷である 1.5kp から開始した。当初は最大

回転数が 60～140 回/分、最大パワーは 40～140W であった。5 ヶ月目までに、対象者の体力増加に応じて負荷を 2.5kp まで上げて行った。5 ヶ月以後は、最大回転数は 60～150 回/分、最大パワーは 60～270W となった。

スプリントトレーニングマシン\*の軸移動は、移動速度レベル 2.5～（速度レベルは 20 段階で、1 は 0.1m/秒、10 は 1m/秒）、歩幅 45～50cm から開始した。2 ヶ月目には、速度レベル 2.5～4.0、歩幅 50～55cm に、5 ヶ月目には速度レベル 2.5～4.5、歩幅 50～80cm の運動が可能となった（図 1-1-a・b）。速度レベルや歩幅は、指導者や保護者の判断により、漸増的に上げていった。

トレッドミルは、当初 1.0～3.5km/h からスタートした。はじめは、身体が突っ張ったり、ベルト上をスムーズに歩くことが出来ないレベルであったが、両手を支えられて歩く、手すりから両手を離して独立して歩く、速足で歩く、さらに歩行からランニング動作が出来るレベルに達した。十分に動作に習熟した段階からは、漸増的に速度を上げ、5 分間のランニングが継続できるようになった。最高速度（時速）の変化を図 1-2 に示した。5 ヶ月目において M3 は体調不良のため速度を抑えて実施された。

車軸移動式パワーバイク\*では、体重をペダルにかけるとペダルが自然に下がる程度の負荷に設定し、1 分間に 50 回転以内を目安として実施した。楕円軌道のペダル運動は、初めは難しかったが、やがてこのマシンを行う動作上の特徴である手足の「同側動作」を実施できるようになった。

### Ⅲ-2 形態、身体組成の変化

トレーニング開始 6 ヶ月目の計測の平均値は、身長 162.0±9.1cm（開始月比+2.6cm）、体重 56.6±15.6kg（同+1.5kg）、体脂肪率 20.4±17.1%（同-3.8 ポイント）となった。インピーダンス法によって得られた筋肉量は、37.5±6.2kg から 40.9±5.5kg と 6 ヶ月間で有意に増加した（図 1-3）。個人別に顕著な例として、M2 は体重 77.0kg が 6 ヶ月目で 80.1kg と増えたが、体脂肪率 56.4% は 6 ヶ月目で 50.0% に減少した。M3 は体重 61.2kg が 6 ヶ月目で 60.3kg とやや減少し、体脂肪率 29.6% は 20.6% に減少した（図 1-4）。

### Ⅲ-3 体力の変化

トレーニング 6 ヶ月目の体力測定結果は、①10m 障害物歩行 11.1±2.7 秒（トレーニング開始月 7.9±1.9 秒）、②50m 走 18.9±8.2 秒（同 23.1±19.0 秒）、③背筋力 38.8±11.0kg（同 20.4±18.8kg）（図 1-5）、④握力右 12.0±3.5kg（同 11.9±4.3 kg）、左 12.3±4.3kg（同 10.9±3.9kg）、⑤長座体前屈 35.0±13.8cm（同 31.4±9.5cm）であった（表 1-2）。測定項目の中では、背筋力のみが有意な増加を示した（ $P<0.05$ ）。しかし、個人別にみると、M2 は当初、体重過多や運動への無気力・拒絶のため走ることができなかったが、トレーニングにより 50m を断続的に走ることが可能となった。また、5 名中 2 名が最初の測定で背筋力が 0kg と示され、規定された測定方法による筋力発揮をすることができなかったが、6

ヶ月目ではその2名ともに30kg前後の筋力を発揮できるようになった(図1-6)。

### Ⅲ-4 アンケート調査結果

調査内容については、資料1-1-a・bに示した。保護者に対して実施したアンケートでは、参加前と比べて「見た目の健康さ」「チャレンジ精神」「運動への興味・関心」「運動への意欲向上」「笑顔の多さ」「家庭の雰囲気の楽しさ」「家族の絆」の項目において、全員が、3ヶ月目および5ヶ月目ともに向上・改善したと回答した(図1-7-1-a~g)。“全く改善・向上しなかった”という答えは1例もなかった。家庭における会話では、次のトレーニング日が楽しみである、待ち遠しいといった会話が多くみられるようになったという保護者からのコメントが見受けられた。

### Ⅲ-5 動作の観察

個人別の観察記録を表1-3-1~6に示した。当初は、新しい環境に対して不安な様子も見られたが、トレーニングマシンそのものに対しては、初回から全員、好奇心や楽しみを感じている様子だった。またトレーニング回数を重ねるにつれて全員の動作改善がみられた。出席率は極めてよく、一週間の生活の中で重要な時間となっている様子であった。

トレーニング風景(写真1-1)にも示されているように、トレーニングにおける様子はにこやかで楽しそうに行っており、保護者の報告からも、通常の学校(特別支援学校)や家庭における様子ではほとんどみられない豊かな表情をみせ、本人にとって快適で楽しいだけでなく、保護者にとっても満足できる状況となっていた。





写真 1-1 膝腰伸ばしマシン (パワーリンク)

(座位姿勢から膝を伸ばして、シートの背もたれの部分を背面に倒すように動かして背中と腰を伸ばす反り返りのストレッチ運動をする。30回繰り返す。)



写真 1-2 肩肘伸ばしマシン (ショルダーリンク)

(ハンドルを握って、一方は上方に、一方は下方に動かして、肩関節を大きく伸ばす運動を行う。30回繰り返す。)



写真 1-3 股関節開閉マシン (コキシアリンク)  
(股関節の開閉運動を行う。内股を閉める内転筋の運動になる。30 回繰り返す)



写真 1-4 手足同側マシン (チェストリンク)  
(片手のハンドルを前方向に押し出したときに、同じ側の脚で踏み込み動作を行う。体幹の右側半身と左半身が交互に前後に移動し、ひねり動作も生じる。30 回繰り返す。)



写真 1-5 大腿引き上げマシン (ソアスリンク)

(大腿を引き上げる時に臀部を一緒に持ち上げるように動作することによって、骨盤内部の大腰筋の働きも加わるようにする。30回繰り返す)



写真 1-6 下腿巻き込みマシン (レッグリンク)

(やわらかい抵抗負荷で、座位でレッグカールの動きをする。30回繰り返す。)



写真 1-7 パワーアシスト付き舟漕ぎマシン

(座位姿勢でオールを漕ぐ運動であるが、ハンドル（オール）は、電動で自動的に前後に往復運動を繰り返す。利用者は座席シートに座り、オールの動きに合わせて両足のペダルを踏み込み、オールに自力を加えてボート漕ぎ運動と似た運動をする。5分間行う。)



写真 1-8 舟漕ぎマシン（油圧式負荷）

(和船を漕ぐように、立位でハンドルアームを押ししたり引いたりする。やわらかい感触の負荷がかかり、全身運動としてのバランスと筋力発揮のトレーニングになる。30回行う。)



写真 1-9 パワーアシスト付き多動式楕円軌道自転車（略称：リハビリ自転車）  
（自動的にペダルが電氣的に楕円軌道を描きながら回転する。ペダルの回転に合わせて座席シートの高さが運動中に高くなったり低くなったりする。座席シートの動きに合わせて、ハンドルアームが前に倒れたり、手前側に来たりする。利用者は、自分の意志で、ハンドルのアームを、舵を切るように動かすことができる。5分間行う。）



写真 1-10 パワーマックス自転車エルゴメータ  
（全力で 10 秒間のペダリングを休憩をはさみながら 3 回繰り返す）



写真1-11-1 スプリントトレーニングマシン 写真1-11-2 スプリントトレーニングマシン  
 (両足を乗せたペダルは、回転するアームに取り付けてられているが、アームの車軸部は、動力によって左右足が逆方向に、歩幅に相当する距離だけ前後に水平移動を繰り返す。ペダル軸の移動にタイミングを合わせて、ペダルを回転させることによって、バランス感覚や、足を高く上げたランニング動作の学習になる。5～6分間行う。)



写真 1-12 車軸移動式パワーバイク

(ペダルを取り付けてあるアームの回転車軸部が、ペダル回転に合わせて水平に 30cm の距離を前後に移動する。ペダルの回転は、楕円軌道のペダリングになるので、立ち漕ぎ姿勢でバランスを取りながらペダルを回転させる。30 回行う。)



写真 1-13 足腰スウィングマシン

(片足を2つのパットで挟んで、腰を使って脚全体を前後に大きく振る。腰から脚全体を大きく前後にスイングができるように、脚を固定したアームの回転軸の部分は、脚の動きに合わせて前後に水平移動する、軸移動型の構造になっている。左右30回行う。)



写真 1-14 低床幅広トレッドミル

(歩行やランニング動作をベルト上で5分間行う。この写真の対象児は、トレッドミル上で走りながら、両手を挙げて激しく手首を震動させるような動作を時々見せる。)

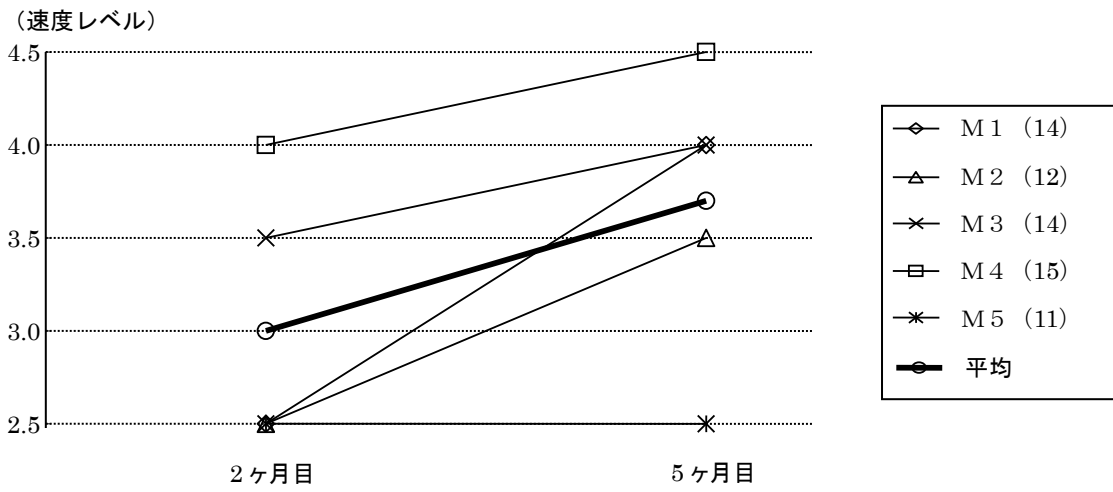


図 1-1-a スプリントトレーニングマシンのペダルアームの移動速度レベルの変化(段階)

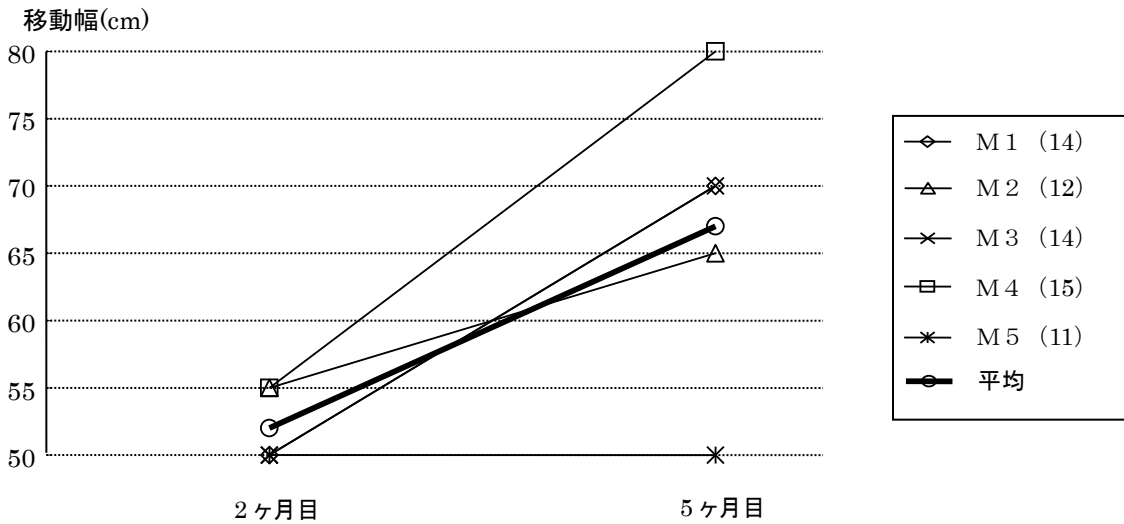


図 1-1-b スプリントトレーニングマシンの歩幅 (ペダルアーム軸の前後移動幅) の変化



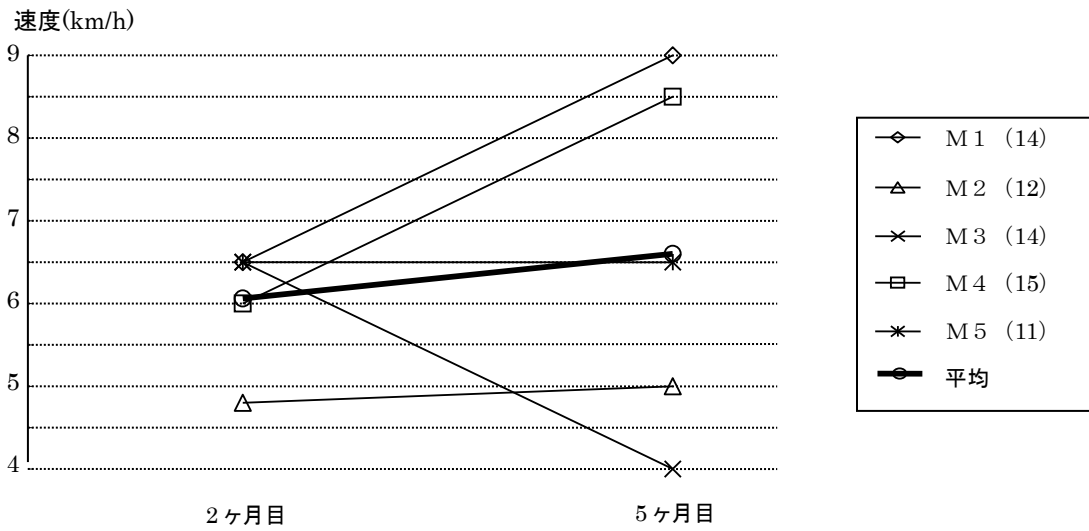


図 1-2 トレッドミルの速度の変化

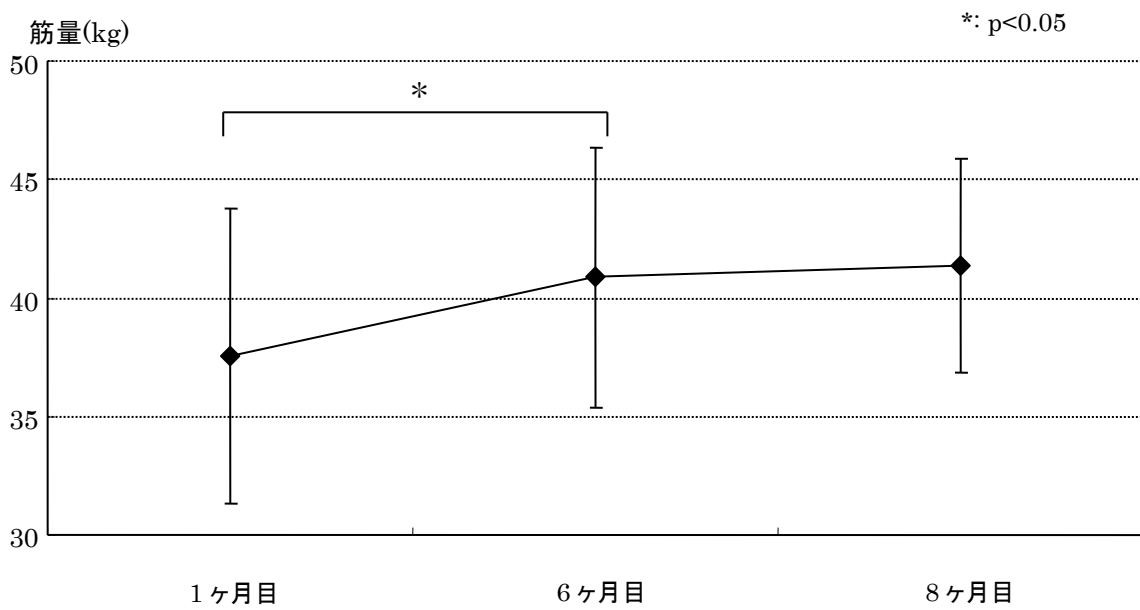


図 1-3 筋肉量の変化 【5名】

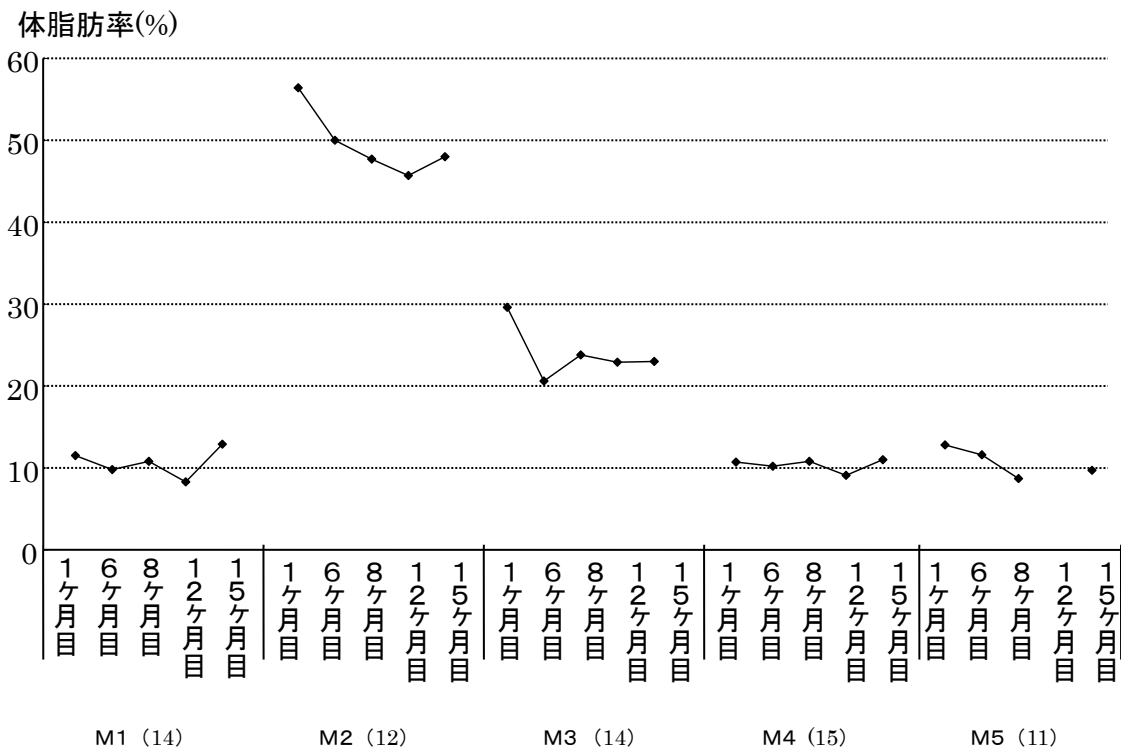


図 1-4 体脂肪率の変化

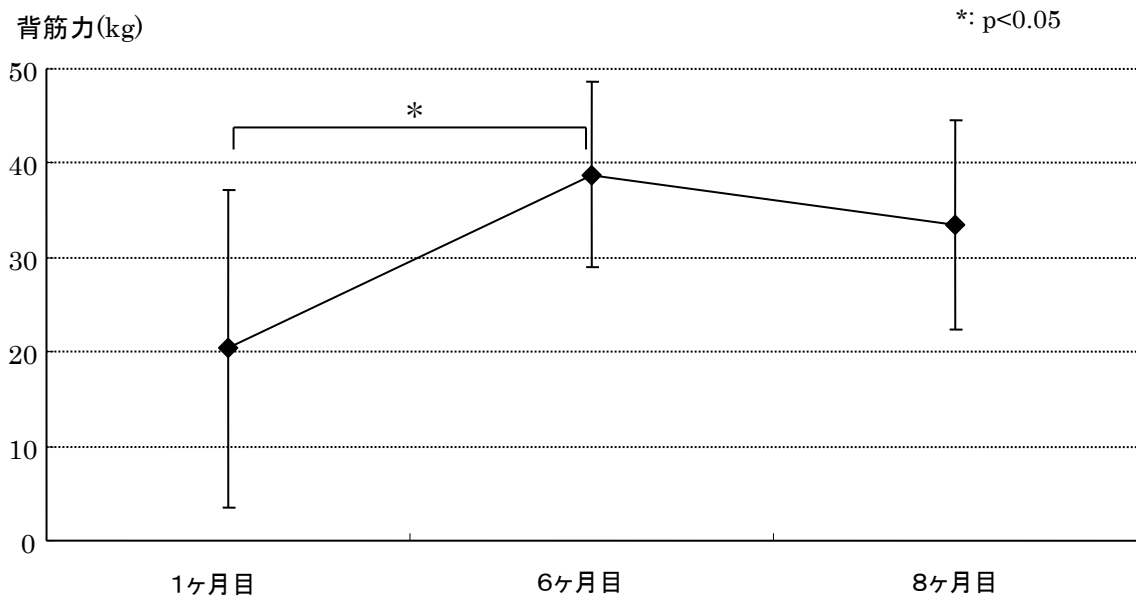


図 1-5 背筋力の変化【5名】

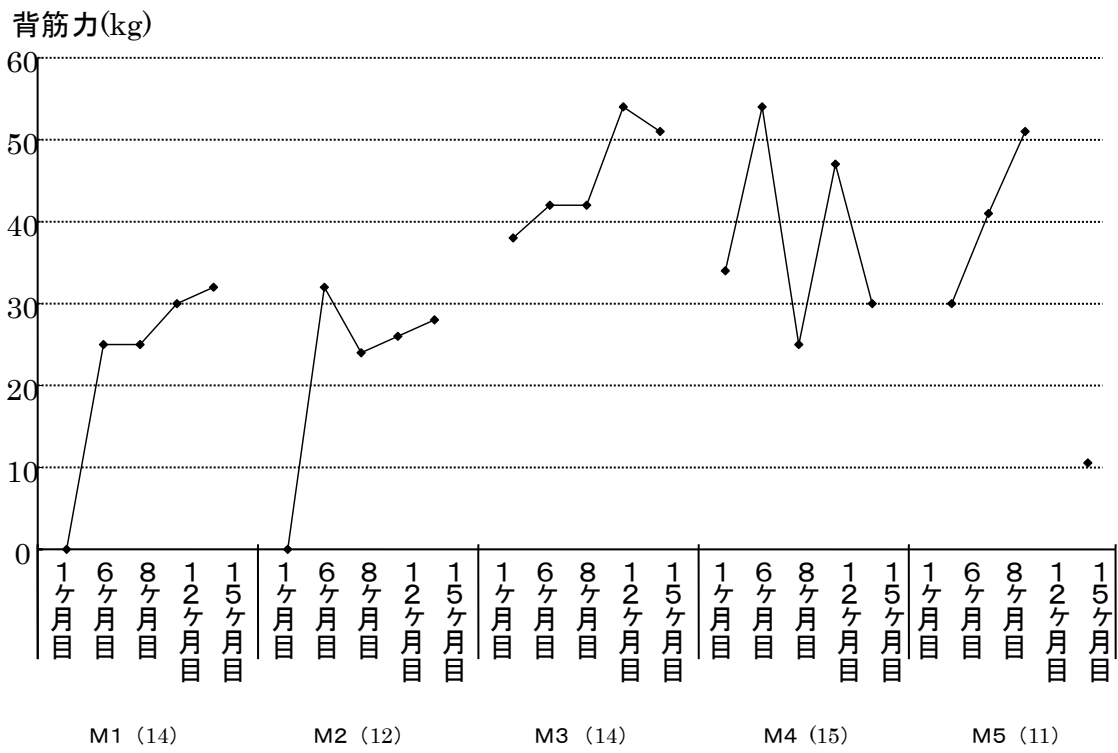


図 1-6 背筋力の変化

# アンケート調査票

(小・中・高) \_\_\_\_\_年 \_\_\_\_\_組 氏名\_\_\_\_\_

このアンケートは、東京大学のトレーニングに参加されている方について、家族（保護者）の方におたずねするものです。該当するところに○または記述をお願い致します。

## ① 日常の運動

- 1 日常、参加者が好きな運動やスポーツは何ですか。  
( )

## ② 行動・運動

「全く感じない」～「とても感じる」の5段階評価で当てはまると思われる番号に○を付けて下さい。

全く感じない   どちらかといえば感じる   とても感じる

- |    |                              |    |   |   |   |    |
|----|------------------------------|----|---|---|---|----|
| 2  | 参加前と比べて生活にメリハリがあると感じられますか。   | (1 | 2 | 3 | 4 | 5) |
| 3  | 参加前と比べて食欲が増したと感じられますか。       | (1 | 2 | 3 | 4 | 5) |
| 4  | 参加前と比べて見た目は健康的だと感じられますか。     | (1 | 2 | 3 | 4 | 5) |
| 5  | 参加前と比べて体力は向上したと感じられますか。      | (1 | 2 | 3 | 4 | 5) |
| 6  | 参加前と比べて体調がよくなったと感じられますか。     | (1 | 2 | 3 | 4 | 5) |
| 7  | 参加前と比べてリハビリ的効果があると感じられますか。   | (1 | 2 | 3 | 4 | 5) |
| 8  | 参加前と比べて知的状態が向上したと感じられますか。    | (1 | 2 | 3 | 4 | 5) |
| 9  | 参加前と比べて会話が増えたと感じられますか。       | (1 | 2 | 3 | 4 | 5) |
| 10 | 参加前と比べてチャレンジ精神が向上したと感じられますか。 | (1 | 2 | 3 | 4 | 5) |
| 11 | 参加前と比べて情緒が安定したと感じられますか。      | (1 | 2 | 3 | 4 | 5) |
| 12 | 参加前と比べて運動に興味・関心があると感じられますか。  | (1 | 2 | 3 | 4 | 5) |
| 13 | 参加前と比べて運動への意欲の向上があると感じられますか。 | (1 | 2 | 3 | 4 | 5) |
| 14 | 参加前と比べて笑顔が多くなったと感じられますか。     | (1 | 2 | 3 | 4 | 5) |
| 15 | 参加前と比べてよく眠れていると感じられますか。      | (1 | 2 | 3 | 4 | 5) |
| 16 | 参加前と比べて病気になりにくくなったと感じられますか。  | (1 | 2 | 3 | 4 | 5) |

② 家庭		全く感じない	どちらかといえば感じる	とても感じる
17	参加前と比べて兄弟、姉妹間での会話が多くなった。	(1	2	3 4 5)
18	参加前と比べて親子間での会話が多くなった。	(1	2	3 4 5)
19	参加前と比べて家庭の雰囲気が楽しくなった。	(1	2	3 4 5)
③ 社会性		全く感じない	どちらかといえば感じる	とても感じる
20	参加前と比べて人の気持ちを考えていると感じられますか。	(1	2	3 4 5)
21	参加前と比べて他人に迷惑をかけていないと感じられますか	(1	2	3 4 5)
22	参加前と比べて外での出来事を話してくれると感じられますか	(1	2	3 4 5)
23	参加前と比べて自分の考えを持っていると感じられますか。	(1	2	3 4 5)
24	参加前と比べて自分の考えを人に伝えられると感じられますか	(1	2	3 4 5)
25	参加前と比べて自分のことを自分で行うと感じられますか。	(1	2	3 4 5)
26	参加前と比べて交友関係が増えたと感じられますか。	(1	2	3 4 5)
27	参加前と比べて学校に行きたがるように感じられますか。	(1	2	3 4 5)
④ 親の気持ち		全く感じない	どちらかといえば感じる	とても感じる
28	参加前と比べて家族の絆が強くなったと感じられますか。	(1	2	3 4 5)
29	当センターのトレーニング参加の目的は何ですか。 ( )			
30	トレーニングに参加してどうですか。 ( )			
31	当センターに期待することは何ですか。 ( )			
⑤ 今後の目標				
32	今後の目標は何ですか。 ( )			
⑥ その他				
33	その他、コメントがありましたら、どんなことでもお書き下さい。			
<div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>				
☆ご協力ありがとうございました☆				

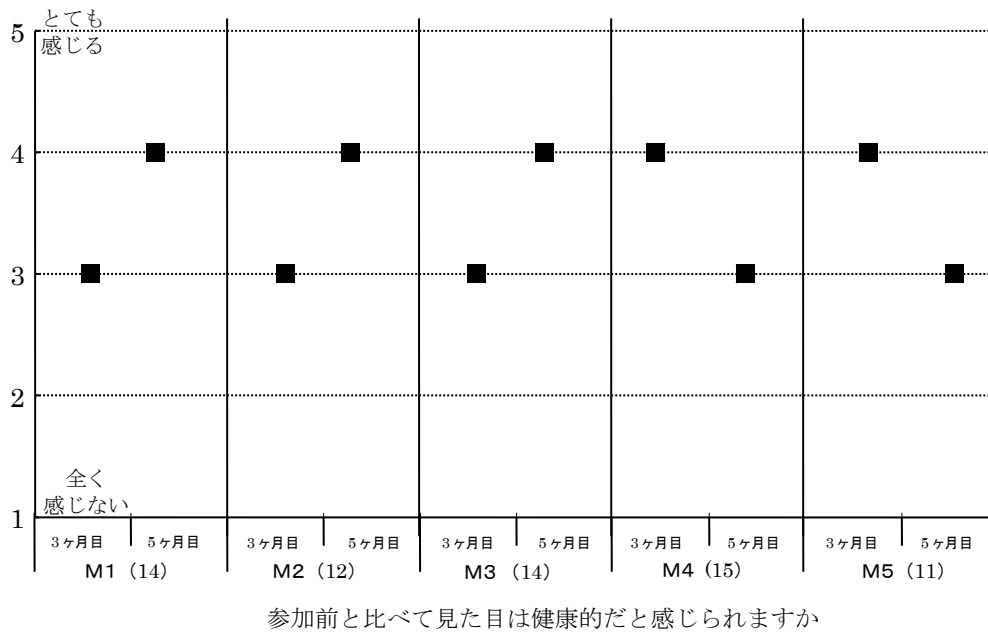


図 1-7-1-a 見た目の健康

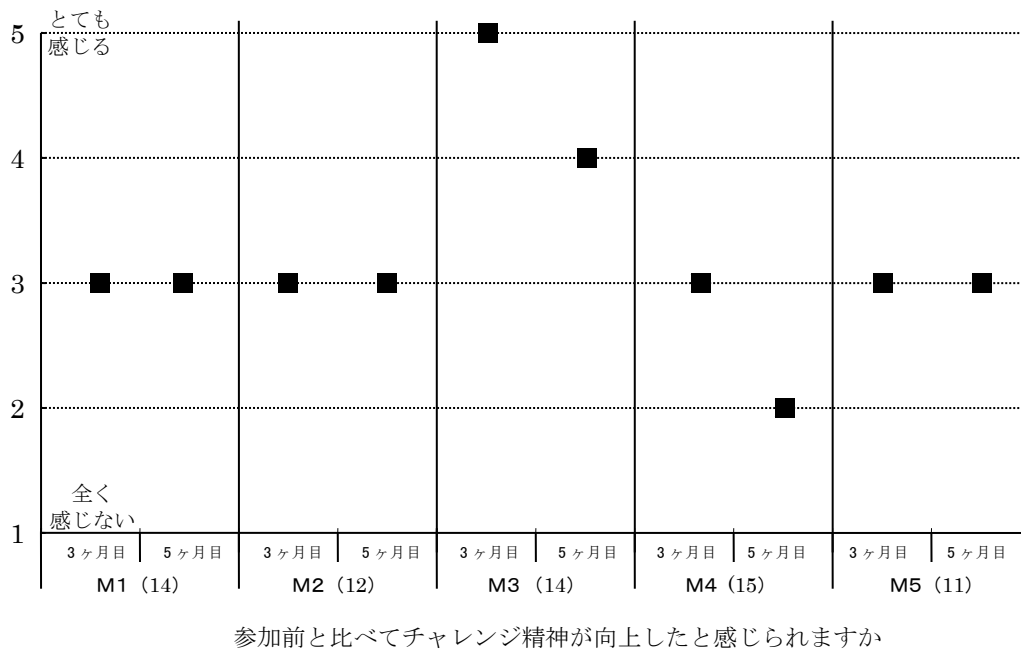
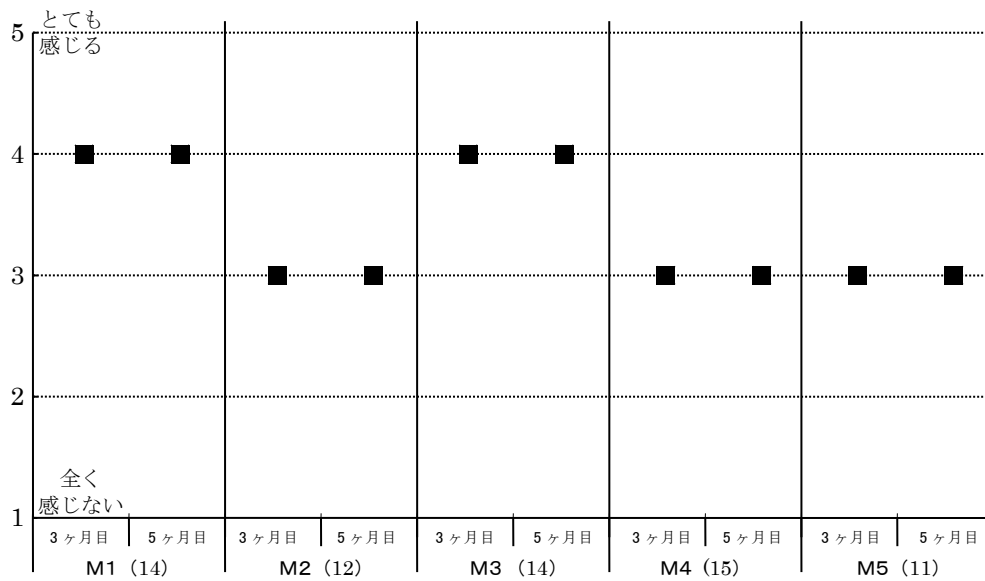
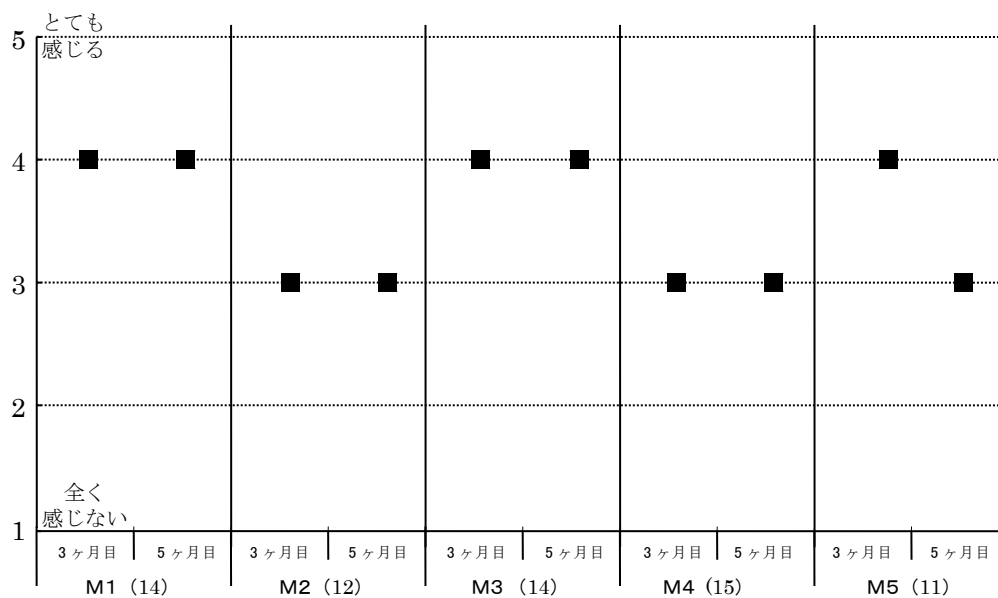


図 1-7-1-b チャレンジ精神



参加前と比べて運動に興味・関心があると感じられますか

図 1-7-1-c 運動への興味・関心



参加前と比べて運動への意欲向上があると感じられますか

図 1-7-1-d 運動への意欲向上

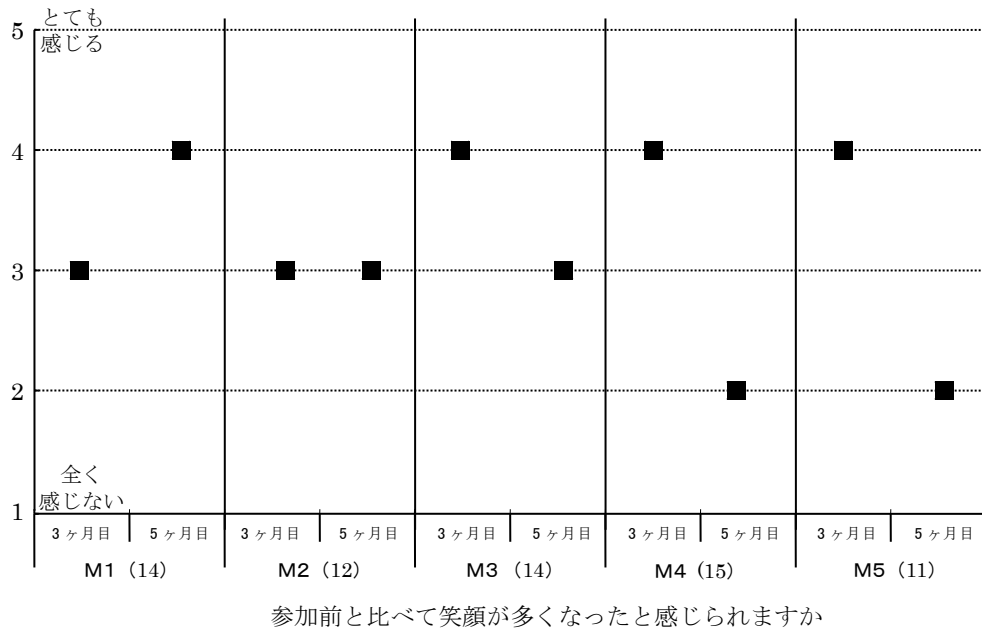


図 1-7-1-e 笑顔の多さ

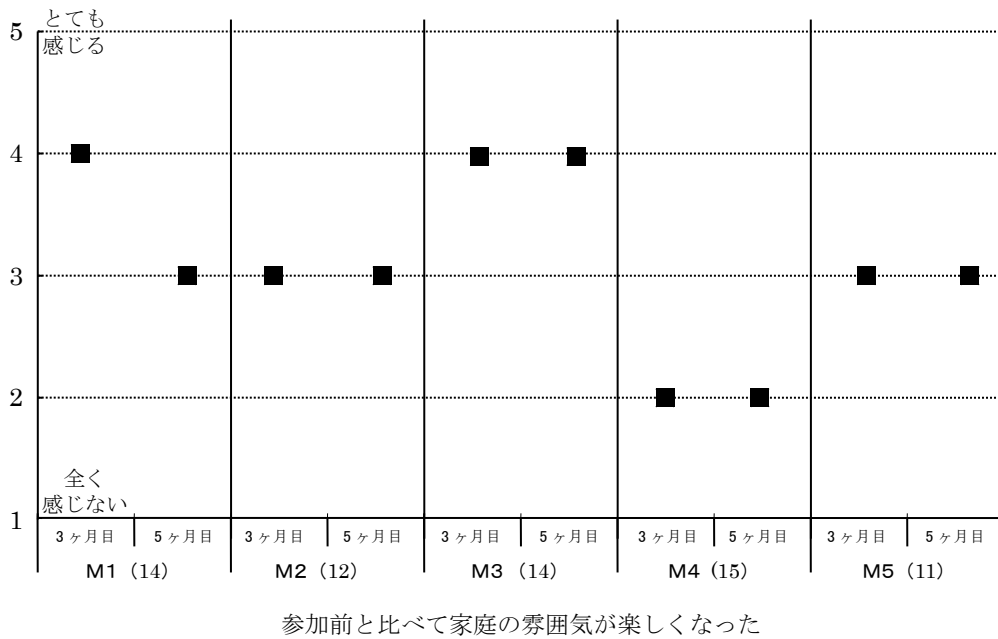


図 1-7-1-f 家庭の雰囲気



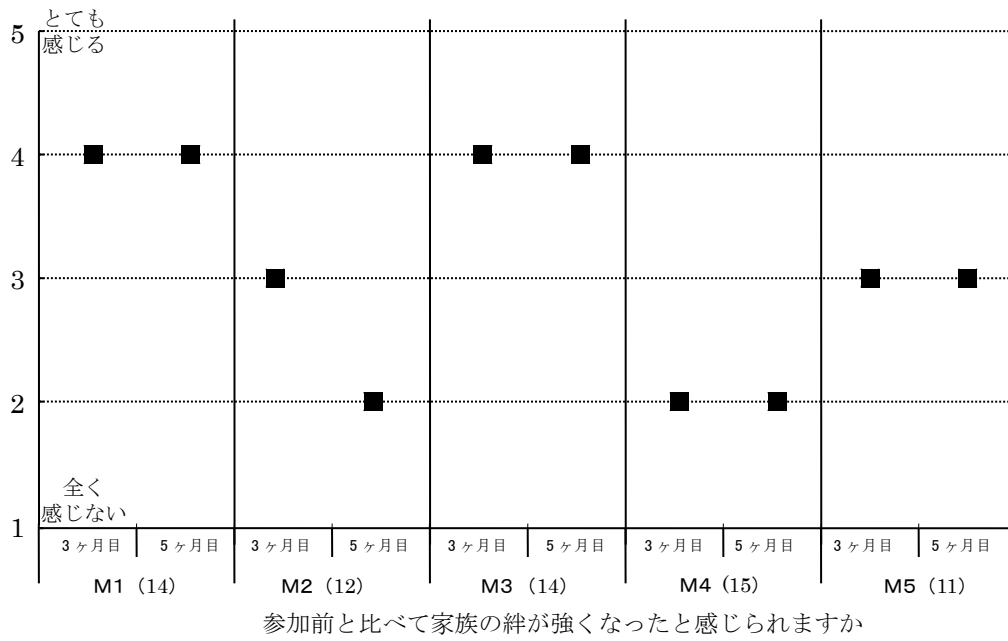


図 1-7-1-g 家族の絆

表 1-1 トレーニングの手順

<p>&lt;第1段階&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>①膝腰伸ばし動作(バウワーリンク:マシン名)</li><li>②肩の左右交互伸ばし動作(ショルダーリンク:マシン名)</li><li>③内股の開閉動作(コキシアリンク:マシン名)</li><li>④手足の同側運動動作(チェストリンク:マシン名)</li><li>⑤大腿引き上げ動作(ソアスリンク:マシン名)</li><li>⑥下腿巻き込み動作(レッグリンク:マシン名)</li></ul> <p>&lt;第2段階&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>⑦パワーアシスト付き多動式楕円軌道自転車*</li><li>⑧和舟漕ぎ動作マシン*</li><li>⑨パワーマックス自転車エルゴメータ</li></ul> <p>&lt;第3段階&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>⑩スプリントトレーニングマシン*</li><li>⑪車軸移動式パワーバイク*</li><li>⑫低床幅広トレッドミル*</li></ul> <p style="text-align: right;">(*は認知動作型トレーニングマシン)</p>
---

表 1-2 トレーニングの手順

<ul style="list-style-type: none"><li>①10m障害物歩行:11.1±2.7秒(トレーニング開始月7.9±1.9秒)</li><li>②50m走:18.9±8.2秒(同23.1±19.0秒)</li><li>③背筋力:38.8±11.0kg(同20.4±18.8kg)(図1-5)</li><li>④握力右:12.0±3.5kg(同11.9±4.3kg) 左:12.3±4.3kg(同10.9±3.9kg)</li><li>⑤長座体前屈:35.0±13.8cm(同31.4±9.5cm)</li></ul>
---

表 1-3-1 観察記録 (M1 について)

1ヶ月-----

楽しそうにトレッドミルで歩いている。気分良さそう。スプリントトレーニングマシンはなかなかうまく回せている。

2ヶ月-----

トレッドミルではしっかりした足の踏み込み、力強い歩行（腕振りも）。車軸移動式パワーバイクもうまい、スプリントトレーニングマシンは、始めは難しいようであったが、途中からうまくできた。

3ヶ月-----

本日風邪気味とのことだったが、どうしても当センターでのトレーニングがしたいとのことで、本日も参加。

ソフト筋トレマシンは、やり進めていくごとに笑顔が増えた。

スプリントトレーニングマシンでは声かけでうまく回せるようになった。

6ヶ月-----

ソフト筋トレマシンでは渋いような、また爽快感のような表情。内面的な充実感がこの上ない感じ。

「だいじょうぶ」の言葉が明瞭になってきた。自分が出てきたか。つつましいスポーツマンといった感。

体力測定 50m走では、足の重心は右によっているようだが、腰は安定した走り。

12ヶ月-----

運動を開始してから表情がだんだん明るくなっている様な気がする。お母さんと向き合っ  
て舟漕ぎマシンをしていた（親子で体を使ってのコミュニケーションの様子）。トレ  
ッドミルでは自分でボタン操作して意欲的にトレーニングしていた（どんどん速くしてい  
た）。

表 1-3-2 観察記録 (M2 について)

1ヶ月-----

スプリントトレーニングマシンはニコニコ。はじめは右脚しか回らなかったが、終わりがけに左脚も回るようになった。トレッドミルでは、背すじが伸びて良くなってきた。首を振っている。手はそれほど振れていない。新しい環境（当センターでのトレーニング）に当初泣いていたが、気分が乗ると好調。体力測定で実施された 50m 走で泣き出しってしまったものの、直後のソフト筋力トレーニングマシンですぐに気分が良くなった。自転車エルゴメータでは、嬉しそうに声を出していた。

2ヶ月-----

トレッドミルは楽しそう。声も出ている。まずまず普通に歩けている。スプリントトレーニングマシンでは機嫌がよく、回せたり回せなかったり。トレーナーの合図でうまく回せる時もあった。

3ヶ月-----

今日は顔のアトピーがいつもより良い状態か。

（機嫌が悪いのか、体調が悪いのか）最初ムスツとしていたが、ソフトマシン開始後にここに。きゃっきゃとはしゃぐ。「ひー」と嬉しく声を出していた。

自転車エルゴメータでは凛々しくていい表情。

スプリントトレーニングマシンでは声かけすると、それに合わせてうまく回した。

トレッドミルではここに。ずいぶん姿勢がよくなった。まっすぐで伸びやかに歩行、そしてランニング。スピードも増し、走り方も力強くフォームもよくなってきた。

6ヶ月-----

体力測定での 50m 走では前回、走ることはなく歩いた。その後、泣き止まなかった。今回はついには軽快に走るにいたった。スタッフに対する関わり（甘え）のしぐさが出た。ともに向上を目指そうという絆を感じ取ってくれてきたのか（会話等はいまだほとんど成り立っていないが）。

ソフトマシンは笑顔でやっていた。

スプリントトレーニングマシンでは時々（回す）タイミング（上下とも）が良い。体がタイミングを感じられているようだ。気が散った時のみタイミングがあっているといったところか。

12ヶ月-----

トレーニングルームに勢いよく登場。マイペースでトレーニングしていた。今日は笑顔が多かった。常に声を発していた。

表 1-3-3 観察記録 (M3 について)

1ヶ月-----

スプリントトレーニングマシンは、まあまあうまい。リズム感があるが、足が後ろに到達しきる前に回している (タイミングが早い)。慌ててやっている感じだが好奇心に満ちて楽しそう。チャレンジ精神がある。やりがいを感じているようだ。口笛を吹いて陽気である。

2ヶ月-----

パワーアシスト付き多動式楕円軌道自転車は楽しそうだった。トレッドミルでは低速時、手脚が同側運動になっていた (ふざけているのであろう)。最初は遊び感覚か。

3ヶ月-----

ソフト筋トレマシンでは落ち着いてマイペースにこなす。3台目くらいから、ニコニコになってきた。

スプリントトレーニングマシンでは、足を下ろすタイミングが早い、テンポは一定でリズムカルな様子ではある。

トレッドミルでは、速さが遅い時は余裕心か遊び心か、飛び跳ねたり足を後方に大きく跳ねたりしていたが、速い速度になると、フォームも安定し、力強い走りになっていった。

6ヶ月-----

体力測定 の 50m走は軽快に走った。舟こぎマシンでは腰が入っていて力強い。

エルゴメータでは追い込む楽しさを感じてきたか。効果的ながんばりが出てきている感じ。

スプリントトレーニングマシンでは足の上げ下ろしのタイミングにムラあり。トレーナーへの注意力も弱い。たまにタイミング良くできる。

車軸移動式パワーバイクの様子は良い。時折ものすごく速い。

12ヶ月-----

両手で太鼓をたたくように、リズムをとっていた。今までより、数をきちんと声に出していた様子だ。

表 1-3-4 観察記録 (M4 について)

1ヶ月-----

自転車エルゴメータでは隣のエルゴメータにも誰かやっていると触発されて頑張っているようであった。スプリントマシンでは、表情明るく、声が出ていた。回せているが速い回転になっている。トレッドミルでは、他の参加者よりも一番に飛び乗った。やりたがっているのだろう。腕振りが良かった。良い姿勢になっていった。トレッドミル上で踊ったりして楽しそう。

2ヶ月-----

トレッドミルでは踊るような走り方、自分の中で楽しくバランスをとっている様子か。速度は3.0~6.0km/h。スプリントトレーニングマシンでは無我夢中にやっている様子。

3ヶ月-----

ソフト筋トレマシンでは「ファイト」「ファイト」と自分で声を出していた。楽しき叫び。スプリントトレーニングマシンでは、踊りながら、上体を前後にして、ノリノリ上機嫌、にこにこ。うまく回せる時もあり。体で覚えてきているのか。気持ちにムラはあるが、きちんとタイミングよく上げ下げできる時がある。気持ちが高揚しすぎて立ちながら踊ったり叫んだり (にこにこ顔)。

車軸移動式パワーバイクではトレーナーが盛り上げたら、一気に100回転できていた。共に楽しもうという心が通じて、指示通りに動いてもらえるのだろうか。あるいは今までのトレーニングで知的状態が向上して、ある程度、指示を理解できるようになり、また指示通りにしようとする意欲が増したのだろうか。

トレッドミルでは気持ちが盛り上がり、手をくねくねして踊ったりもしたが、安定した歩行、ランニングになってきている。

6ヶ月-----

体力測定での50m走は、練習でもぜんぜん走ってくれなかったが、本番でいきなり走ってくれた。あまりにも驚いた。感激した。緑の紐を持たせてやったのが、お母さんの知恵だったか。本人も自分の中でかなり高揚している感じで、芝生の上に寝転んで足バタバタ。

ソフトマシンは体の動きに切れが出てきたか。

12ヶ月-----

トレーニングの場に到着した時から動き回っていた。お母さんのかけ声に合わせて楽しそうに運動をしていた。

表 1-3-5 観察記録 (M5 について)

1ヶ月-----

スプリントトレーニングマシンは上手であるが、脚の回転軌跡が小さい。夢中で回しているが、速すぎる回転になっている。トレッドミルは腕振りが良い。比較的うまく走れている。

2ヶ月-----

トレッドミルでは速くなるとともに自らも軽快に走り出した。楽しそう。前傾走り。嬉し声を出しながら、徐々にまっすぐでよい姿勢に。車軸移動式パワーバイクは、やっっていく中でうまくなった。自ら時間延長を希望。

3ヶ月-----

トレッドミルでは速度を下げたいと言ったり、上げたいと言ったりでどっちつかずのようだったが、徐々に速度を増やしていったら、すばらしいフォームで走りきった。嫌そうな表情をしたり、にこにこ笑ったり。

6ヶ月-----

スプリントトレーニングマシンは動きがちぐはぐ。一周期で二回も三回も回す。疲れて4分30秒で終了。注意力が弱いようだ。

トレッドミルは安定しているような感じか。まとまりのあるフォーム。大笑い（お母さんが「笑うな」と注意）。楽しいのなら大笑いしながらでもいいと（トレーナー）思った（あまりにもふざけすぎると危ないだろうが）。

12ヶ月-----

トレーニングが激しくパワー的な印象だ。他のメンバーとのそれなりのコミュニケーションも意識している感じ。

表 1-3-6 観察記録（保護者等について）

1ヶ月-----

保護者も生き生きしてきている。わが子の可能性に目を見張っている様子。今までの日常生活では見せなかった様子なのかもしれない。

3ヶ月-----

保護者に（自分でトレーニング記録を書いてもらうための）用紙を渡して良かった感あり。親子で共に向上しようとする姿がほほえましい。親子の絆が強まっているか。

6ヶ月-----

測定でのにぎわい、記録向上の達成感か。

健常者にも見受けられるような、何かを達成した時の達成感が表情に出ていた。

知的障害者にありがちな違和感ある雰囲気がなくなってきたようだ。

測定の疲れはあるはずだが、本人や保護者の喜びがそれを上回り、疲労はありながらも、結局、通常通りのトレーニングもすることができた。トレッドミルもほとんどのメンバーが自己最高の速度にまで至った。

12ヶ月-----

お母さんのかけ声に合わせて楽しそうに運動をしていた（特にM4）。

ある程度自立的にトレーニングできるようになってきたM3のお母さんは、自らもトレーニングをし始めて、トレーニングルームの雰囲気がよりにぎやかになった。M3自身も、お母さんのトレーニングにはほほえましく感じているようだった。



#### IV 論議

知的障害者では早期老化が見られるという報告（春名，1996）があり、若年期からの体力・生活能力の向上に配慮することが望まれる。健常者に対する運動やトレーニングは様々に行われているが、それらを知的障害児にそのまま適用することは、無理な場合も多く、知的障害者に対する運動やトレーニングは、あらためて検討される必要があると考えられる。

知的障害児の場合、健常者と比べて運動に対するモチベーションを築きにくいことがあげられる。障害の程度にもよるが、運動することが健康に良いということを理解・認識している知的障害児は少ない。一般の健常者であれば、多少単調で退屈なトレーニングであっても、“健康のためならば”という意識が運動を継続させる場合はある。しかし知的障害児の場合は、そのような意識や理解があることはまれで、トレーニングを継続できるかどうかは、トレーニングを実施した時の“楽しさ”如何で決まるという要素が強い。健常者と比べ、楽しさ・安全性・継続性などがより大きな課題になる。

本研究では、楽しさ・安全性・継続性・効果等が、健常者や低体力高齢者を対象として実証されている「認知動作型トレーニングマシン」を用いたトレーニングを知的障害者に試みたが、測定結果だけにとらわれず、アンケート結果や観察記録の内容等もふまえ、総合的な検討も試みた。

認知動作型トレーニングマシンの特徴は、従来型の単純動作の繰り返し運動や、単関節運動による筋力トレーニングとは異なり、複合的な動作を行ないながら、運動神経回路の活性化を伴うトレーニング方法である（小林，2004）とされている。

認知動作型トレーニングは、陸上競技のトップアスリートから一般中高齢者を対象に行なわれてきたが、動作に必要な筋力の強化とともに、歩行といった日常生活動作や走動作の改善に効果を得ている。小林（2004）は、「運動神経」とは「脳、脊髄、筋肉を結ぶ包括的運動神経回路である」という解釈に基づく理論をもとに、それらを改善する効果をもつトレーニングとして、認知動作型トレーニングを位置づけている。

本研究では、認知動作型トレーニングが、知的障害児でも安全に実施・継続され、運動動作の改善、動作に必要な筋力の強化とともに、運動神経を統括する脳の活性化により知的状態にも良好な変化をもたらすことが期待された。それらは、当初考えていた期待以上の成果が得られたといえる。トレーニングに参加した対象者は、この研究実施後も、長期的なトレーニングの継続を望んでいることの報告を受けた。

体力測定については、背筋力以外の項目では、平均値で見ると統計的に有意な向上は示さなかったが、各測定項目を個人別にみると顕著な向上を示した対象者もいた。また、測定時にいわゆる“競う”とか“少しでも測定成績が良くなるようにがんばる”という意識・気持ちがほとんど無い状態で測定された対象者がいたことも測定のみによる評価の限界という意味において考慮されなければならない。

一般健常者であれば、測定が対象者にとって成果の検証として理解されることは普通であるが、知的障害者の場合はそもそも何のために測定を受けなければならないのか理解できていない場合も多く、さらには測定をしているというその場の状況把握がどれだけでできているかも不確かである。

測定や観察等で留意すべき観点も様々である。例えばトレーニングを継続していく中で情緒が安定したために動作が穏やかになったとみられる対象者がいた。逆にトレーニングによってすばやく体を動かしたいという欲求が高まっているような対象者もいた。つまり、先行研究でも測定項目・評価の問題についての報告（木原ら，2000）にもある通り、どのように測定され、どう評価されるべきかは、対象者の本質的問題にかかわってとらえられるべきであろう。測定結果による評価の限界およびアンケートや観察等による評価の限界もふまえて、知的障害児の身体能力・体力評価は、個別性を考慮し、適正に判断される必要があると考えられる。

保護者に対するアンケート結果において、全員が参加前と比べて「体力・運動スキルが増した」「運動に興味・関心がある」「運動への意欲・向上がある」「病気になりにくくなった」と答えていることから、今回のトレーニングが、知的障害児の健康、運動能力、生活能力等により良い効果をもたらしていると推察された。また、体脂肪率が大幅に減少した対象者は、生活習慣病予防の効果を得たことにもなるだろうし、この対象者はもともと運動拒否傾向があったことを振り返れば、本トレーニングを喜んで継続できたこと自体に価値があるといえよう。保護者から「このトレーニングを通して運動の楽しさを初めて実感したようだ」というコメントがあった。

知的障害における自閉症は、他人との協調性を欠き、対人関係の困難さが特徴の一つであるといえる。自閉症とその親の愛着関係を深めるのに、多種の感覚を経験させることが効果的であることが Sanders (1993) によって指摘されている。また、Kalmanson (1992) は、学習過程における対人関係の重要性をあげ、良好な学習成果のためには人間関係・コミュニケーションの構築に配慮する必要があると指摘する。

感覚や運動についての適切な対処が子供の行動を改善させるという報告 (Anderson, 2004) もみられ、特に若年期における多種多様な感覚を刺激するような環境や状況をつくることで推奨されている。エアロビックエクササイズは音楽に合わせて激しい運動を行うことで強い感覚刺激と運動刺激が得られるものであるが、自閉的な大人や子どもにおいては自己刺激的行動（例えば体を前後に揺らすなど）が減少するという報告 (Rosenthal-Malek & Mitchell, 1997) もあり、身体の運動効果のみならず情緒の安定にも効果が示唆されている。心身状態と神経系の働きも密接に関係しあっており (Scheerer, 1992)、適切な感覚刺激を与えることが、心身の状態をより良く保つためには必要であるという報告 (Dunn, 1997) もみられる。

これらの先行研究と関係している点として、本研究で実施した認知動作型トレーニングは、①意欲の向上や行動の改善、複雑な動作を遂行させる能力を高めるトレーニングであ

ったこと、②親子一緒にトレーニングに参加し、コミュニケーション能力を高めることに有効であったこと、などが挙げられる。

また、重度精神発達遅滞者において、人との関わりによってメンタルな部分での改善がみられる事例報告（灘ら，2002）があるが、本研究の認知動作型トレーニングにおいても、アンケートと観察記録から対象者の精神的・心理的改善が促されたと考えられる。また、事故やけがが一切なくトレーニングが実施され、運動指導者の適切なサポートの存在も大変重要であったと考えられる。

Reed & Sanderson（1983）が指摘するように、身体動作をスムーズに行えるようになるためには適切な段階付けが重要である。その意味でも今回導入した低体力者用ソフト筋力トレーニングマシン、認知動作型トレーニングマシンのトレーニングプログラムが段階的に行われたことは適切であったと考えられる。特に知的障害児、自閉症の場合、最初の段階で“つまらない”“苦痛だ”等の感覚を持たせてしまうと、トレーニングの継続は困難となる。トレーニング初期の取り組みが楽しく行えるとともに、段階を踏んでいくにつれて運動意欲がますます湧いてくるというトレーニング内容・手順等が望ましい。その意味で、認知動作型トレーニングでの段階的プログラムは、トレーニング日数が増すにつれて対象者の運動意欲を向上させる可能性が高いものであったと示唆された。

## 第二章

# 特別支援学校におけるトレーニング

### 要約

知的障害児の健康増進・生活能力の向上のためには、一般健常者と同様に、身体トレーニングが必要であると考えられる。学校環境の中で、認知動作型トレーニングを実施することができれば、運動嫌いの知的障害児でも楽しくトレーニングできるのではないかと考え、特別支援学校の協力のもとに、特別支援学校内に認知動作型トレーニングマシンの設置スペースを設け、学校教育時間内で、トレーニングを実施した。設置した認知動作型トレーニングマシンは、「スプリントトレーニングマシン」「車軸移動式パワーバイク」「手足同側マシン（チェストリンク）」「足腰伸ばしマシン（パワーリンク）」の4機種であり、知的障害児23名が、週一回30分間のトレーニングを3ヶ月間実施した。その結果、体脂肪率の低下や50m走、10m歩行、10m障害物歩行、股関節開脚角度など、運動能力や関節の柔軟性などに改善がみられた。保護者に対するアンケートでは、行動が改善されて意欲が高まったなどの回答が得られ、生活状態と精神面・心理面の改善が明らかになった。認知動作型トレーニングは、知的障害児が学校という環境内においても有効なトレーニングであることが認められた。

### I 目的

文部科学省は、平成23年度から新学習指導要領に基づいて『生きる力』をはぐくむ教育目標を示している（文部科学省，2009）。特別支援学校の体育の科目では、3段階の教育段階に分けられているが、その内容は、①教師と一緒に、楽しく手足を動かしたり、歩く、走る、跳ぶなどの基本的な運動をしたりする。②いろいろな器械・器具・用具を使った遊び、表現遊び（表現運動）、水遊び（水の中での運動）などを楽しく行う。③簡単な合図や指示に従って、楽しく運動をする。簡単なきまりを守り友達と協力して安全に運動する、などが掲げられている。

改定前の平成2年度施行の養護学校小学部中学部の学習指導要領（文部科学省，1989）における体育科目では、「適切な運動の経験を通して、健康の増進と体力の向上を図り、楽しく明るい生活を営む態度を育てる」となっており、その内容は、平成23年度改定新施行

の際にも受け継がれている。また、中等部、高等部では、①体操、簡単なスポーツ、ダンスなどの運動をする。②きまりを守り、互いに協力して安全に運動をする。③健康・安全に関する初歩的な事柄を理解する、となっている。

学習指導要領の教育内容にそって、各地の養護学校（2007年度から特別支援学校に名称変更）において、歩行、ランニング、球技、水泳、スキー、などが実施されているが、学校内のカリキュラムの中で、トレーニング機器を用いた「トレーニング」の実践例についてはあまり明らかでない。

本研究では、千葉県柏市内の養護学校（現・特別支援学校）に通学する比較的大勢（数十名）の知的障害児（10～17歳）を対象に、学校内環境で「認知動作型マシン」を用いたトレーニングの効果について検討することを目的とした。

## II 方法

### II-1 対象

本研究のトレーニング対象者は、養護学校（現・特別支援学校）に通学する知的障害児高等部23名である。何人かの生徒は自閉傾向が顕著で、挨拶の言葉を発音することが困難であり、彼らが道を歩く時は手を引かれなければならない。何人かの生徒は、ある程度の日常会話が可能であり、普通に日常動作ができる。

研究の実施にあたっては、学校の主導の上で研究の趣旨・内容について十分な説明を行った。保護者の了解を得るとともに、本人の参加希望の意志を尊重して、計画を進行させた。また、研究の成果が公表されることについて、保護者の了解を得た。

トレーニングは平成19年1月から開始され、週1回一人30分間をトレーニング時間とし、平成20年3月まで実施した。

### II-2 トレーニングマシンについて（写真2-1-1～2）

トレーニングに用いたマシンは4機種であった。そのうち2機種は、低体力高齢者用に開発された「ソフト筋力トレーニングマシン（名称；ボディリペア）」（セノー株式会社製）で、「膝腰伸ばし運動（パワーリンク）」と「手足同側動作運動（チェストリンク）」を用いた。対象者は、各マシンをそれぞれ30回動作した。負荷の強さは、各個人の能力に合わせて、無理なくできる程度とし、回数はカウントダウン方式で電气的に表示される数値に従って数えた。

また、第1章の研究で用いたものと同様仕様の「スプリントトレーニングマシン」と「車軸移動式パワーバイク」を導入した。

スプリントトレーニングマシンと車軸移動式パワーバイクは、1分間以上（5分間以内）の継続的な運動を目安として実施した。

### Ⅱ－3 形態及び体力の測定、アンケート調査

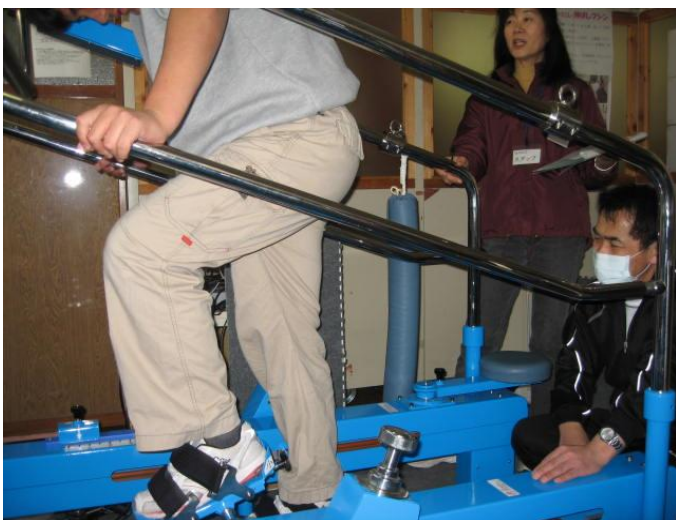
身長、体重、体脂肪率（体組成計：タニタ株式会社）、文部科学省の新体力テストに基づく項目（10m 歩行、10m障害物歩行、50m走）、および股関節開脚角度等を測定した。第 1 章での研究で用いた身体的・精神的・社会的側面に関する調査票を用いたアンケートを、トレーニング対象者の保護者に実施し、回答を得た。

### Ⅱ－4 動作の観察

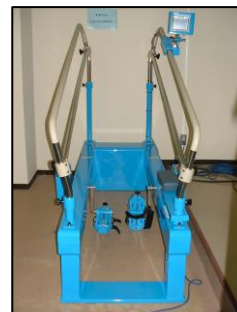
本研究において、数値化できない動作の観察を、著者（早川）の目を通して観察記録した。

### Ⅱ－5 統計処理

トレーニング期間前後の体力測定値の比較については、対応のある t 検定を用いた。統計的有意水準は 5%未満とした。



A. スプリントトレーニングマシン



B. 車軸移動式パワーバイク



写真 2-1-1 本研究で使用されたトレーニングマシン



C. 膝腰伸ばしマシン



D. 手足同側マシン



写真 2-1-2 本研究で使用されたトレーニングマシン



### Ⅲ 結果

#### 1. 認知動作型トレーニングの経緯（実施状況）

低体力者用筋力トレーニングマシン（ソフト筋トレマシン）では、トレーニングは負荷 0～5kg（30 回以内）から開始し、慣れてきたら負荷は 5～18kg に増加した。スプリントトレーニングマシンの軸移動の速度レベルは、「遅速」（秒速 30cm）、「中速」（秒速 40cm）とした。歩幅に相当するマシンのペダル移動距離は、当初 35～55cm で開始した。トレーニング開始 3 ヶ月目には、速度レベル「中速」または「高速」（秒速 50cm）でも行うことができるようになり、歩幅は 40～65（最高幅）cm にすることができた。速度レベルと歩幅は、対象者の様子・状態を考慮しながら、指導者の判断によってレベルアップした。

車軸移動式パワーバイクの負荷は、体重をペダルにかけた時にペダルが自然に下がる程度に設定した。当初はゆっくりと行うように指示し、慣れるにつれてリズムカルに回転できるよう励ました。当初、スプリントトレーニングマシンや、車軸移動式パワーバイクに用いられている楕円軌道のペダル運動を行うことは難しかったが、2、3 ヶ月程度でできるようになった。このマシンを用いる時の動作の特徴は、左右の体幹や手足の動きを、いわば「ナンバ」的に動かすことであるが、この腕と脚の「同側動作」について、何人かの対象者は、トレーニングを継続するうちにスムーズな動作がみられるようになった。

#### 2. 体力・形態等の変化

トレーニング 3 ヶ月目において、体力測定を実施した。50m 走においては  $17.1 \pm 9.5$  秒（開始時  $22.3 \pm 12.5$  秒）となり、有意に短縮した（ $P < 0.05$ ）（図 2-1）。10m 歩行は  $6.2 \pm 1.8$  秒（開始時  $8.3 \pm 3.1$  秒）と有意に短縮した（ $P < 0.01$ ）（図 2-2）。10m 障害物歩行は  $8.6 \pm 3.3$  秒（開始時  $12.0 \pm 5.0$  秒）と有意に短縮した（ $P < 0.01$ ）（図 2-3）。股関節開脚角度は  $94.0 \pm 15.5$  度（開始時  $82.8 \pm 18.3$  度）と有意に大きくなった（ $P < 0.05$ ）（図 2-4）。

50m 走では学年別に平均値の変化を示した（図 2-5）。高 1 では 3 ヶ月目で有意にタイムが短縮した（ $P < 0.05$ ）。高 2 ではタイムの有意な短縮は認められなかったが、短縮傾向がみられた。高 3 については 2 名のみのため、検定不能であった。全ての学年において、普通学校の全国平均値と比較したが、健常者との差は顕著であった。今回の知的障害者でも、走る能力が極めて低いことが示された。

10m 障害物歩行でも学年別平均値の変化を示した（図 2-6）。高 1 では 3 ヶ月目で有意にタイムが短縮した（ $P < 0.01$ ）。高 2・高 3 ではタイムの有意な短縮は認められなかったが、短縮傾向がみられた。文部科学省の新体力テストでは 10m 障害物歩行について若年者の測定実施を行う方針は示されていないため、比較すべき普通学校同年代の全国平均値は存在しない。そのため、今回は試みとして文科省で公表されているデータの中で低い体力になってきていることが示されている高齢者に入ったばかりの 65～69 歳の健常者の全国平均値と、低体力という観点では共通するであろう今回の対象者との比較を行ってみた。高齢者

と比べても障害物を伴う歩行能力も低いことが示された。

個人別にみると、A君の体重はほとんど変わらなかった(1ヶ月目 85.9kg・3ヶ月目 85.6kg)。しかし体脂肪率は大きく減少した(1ヶ月目 40.4%・3ヶ月目 32.3%)。B君は、当初、股関節開脚角度が52度であったが、3ヶ月で85度となり、股関節で開脚する角度が大幅に向上した。50m走では、C君は開始時41.3秒であり、3ヶ月目で13.0秒となり、タイムが大幅に短縮した。10m歩行では、C君は開始時12.9秒であり、3ヶ月目で5.5秒となり、タイムが大幅に短縮した。10m障害物歩行では、C君は開始時20.7秒であり、3ヶ月目で6.2秒となり、タイムが大幅に短縮した。

当初、ある生徒は走ることができなかった。その理由は、体重過多・運動への無気力・拒絶であった。しかし、トレーニングにより、断続的に50mを走ることができるようになった。ある生徒は背筋力が計測不能の0kgであったが、3ヵ月後には7kgを示した。

### 3. アンケート調査結果

本研究のトレーニングには高校生以外に、試みとして少人数の小学生・中学生も参加した。小学生・中学生・高校生の参加者の保護者に対してアンケートを実施したところ、参加前と比べて「チャレンジ精神」「運動への意欲向上」「睡眠」「病気になりにくさ」について、全員から3ヶ月目で「向上・改善した」という回答を得た(図2-7-a~d)。

### 4. 動作の観察

保護者のコメントを表2-1に、研究担当者による観察記録を表2-2に示した。当初は、トレーニングに対して不安な様子も見られたが、トレーニングマシンに対しては、好奇心や楽しそうな気分で見られる様子も見られた。トレーニング回数を重ねるにつれて全員に動作改善がみられた。出席率は極めてよく、一週間の生活の中で重要な時間となっている様子であった。

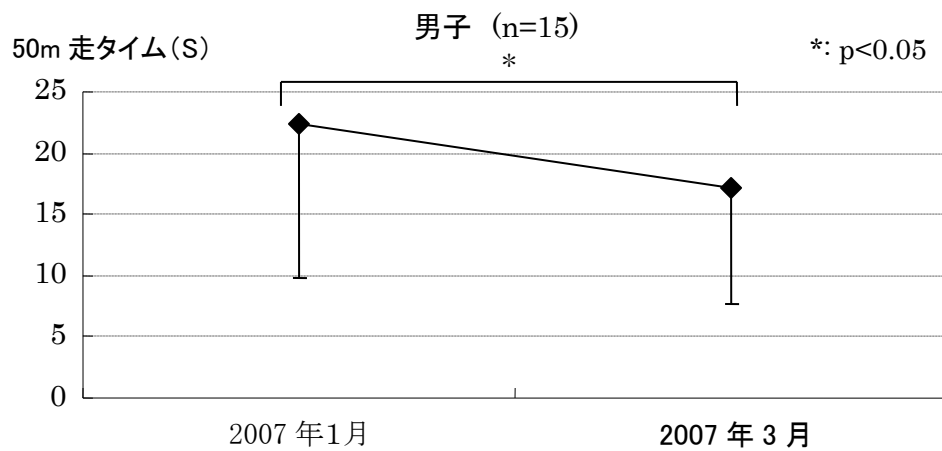


図 2-1 50m 走記録の変化

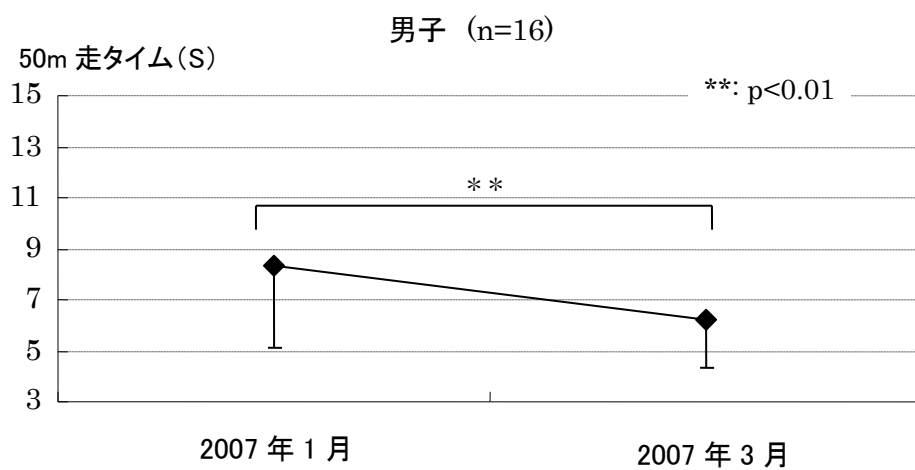


図 2-2 10m 歩行記録の変化

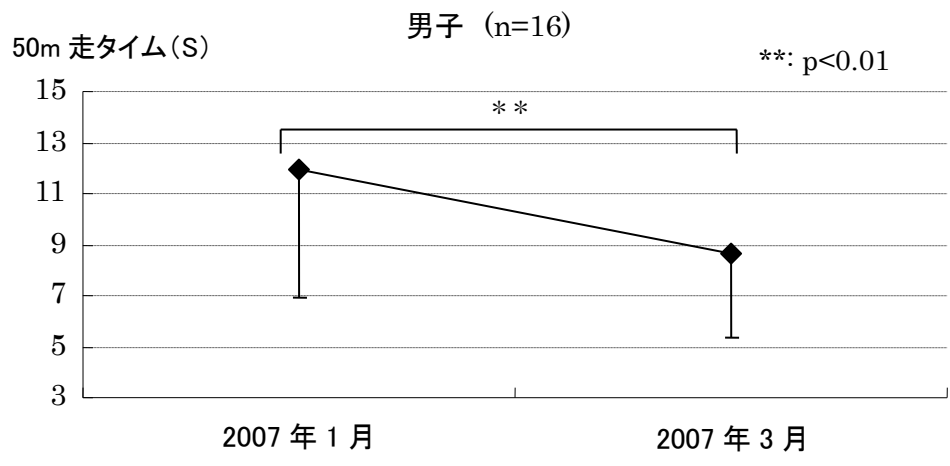


図 2-3 10m 障害物歩行記録の変化

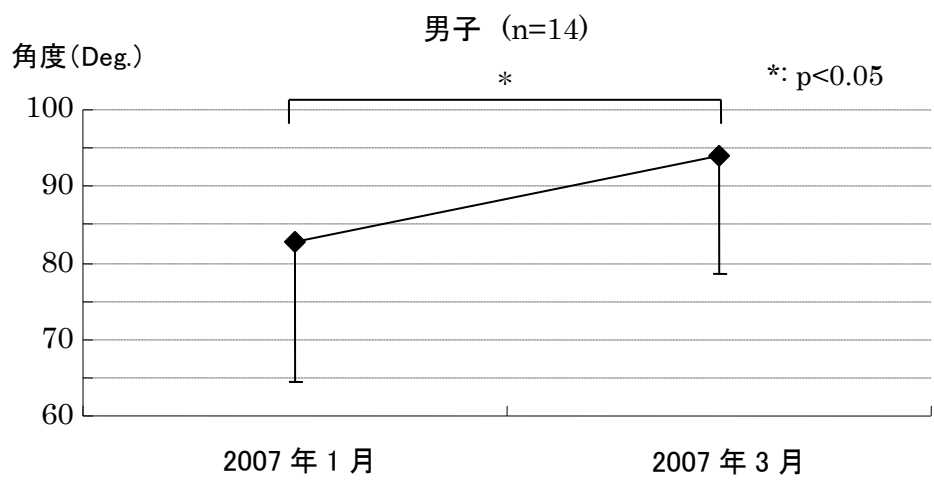


図 2-4 股関節開脚角度の変化

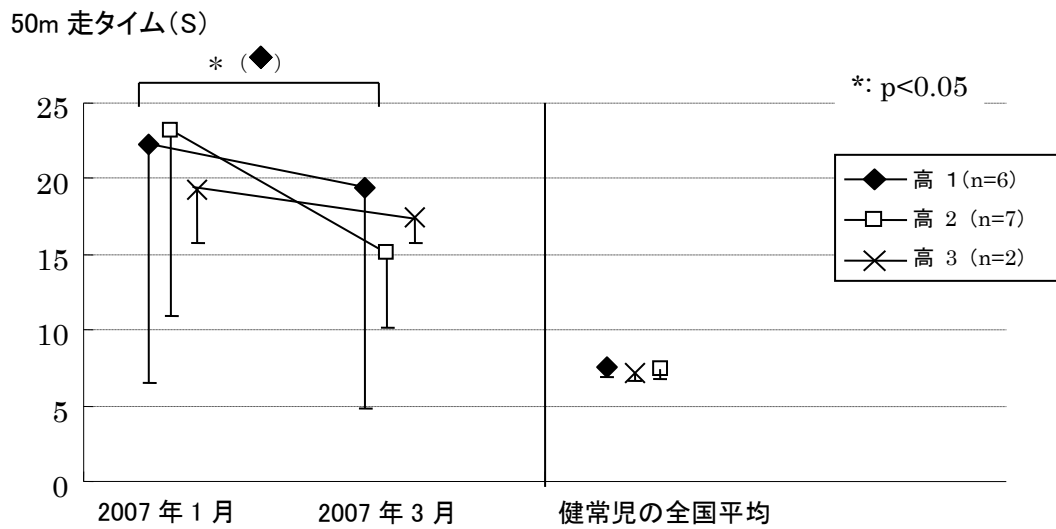


図 2-5 学年別にみた 50m 走記録の変化

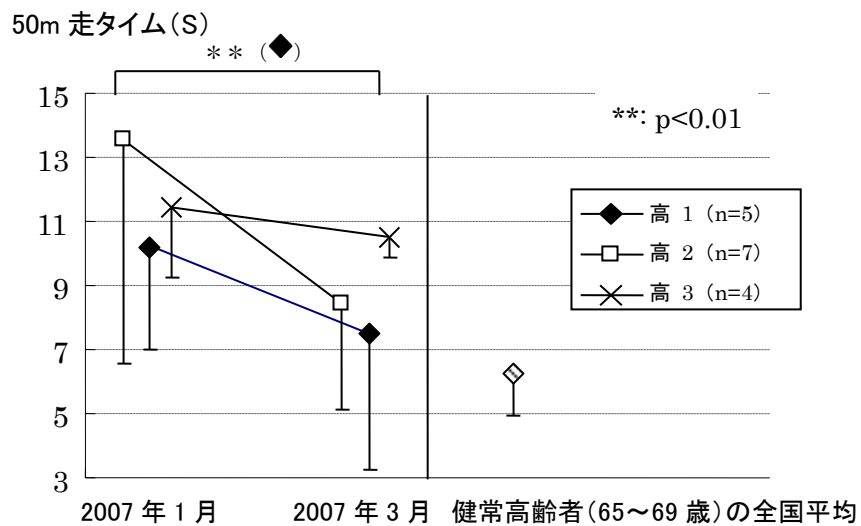
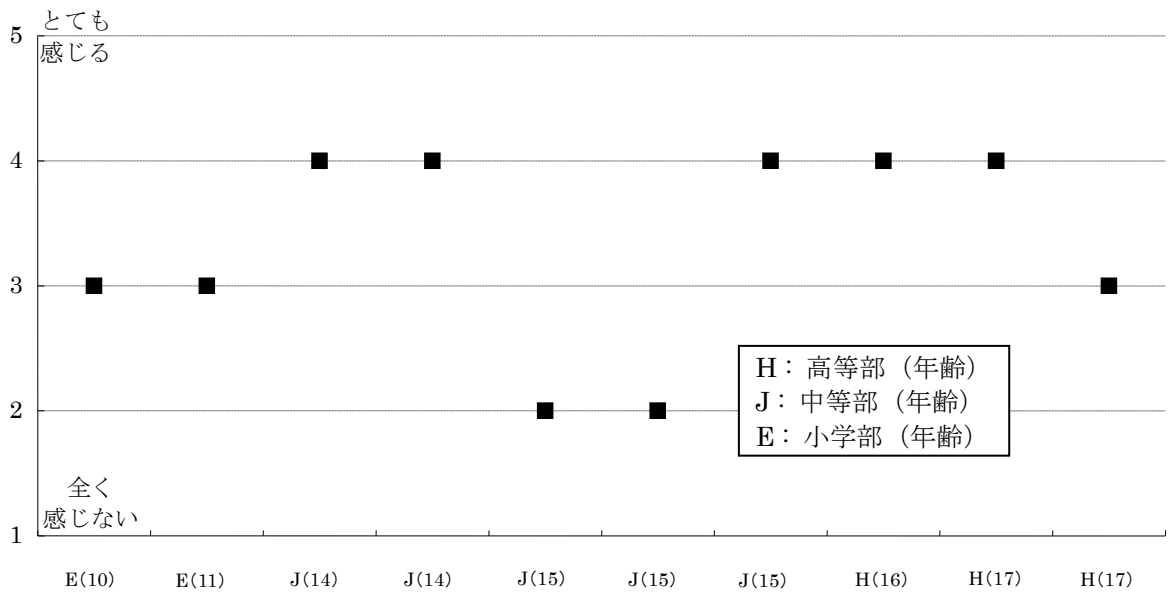
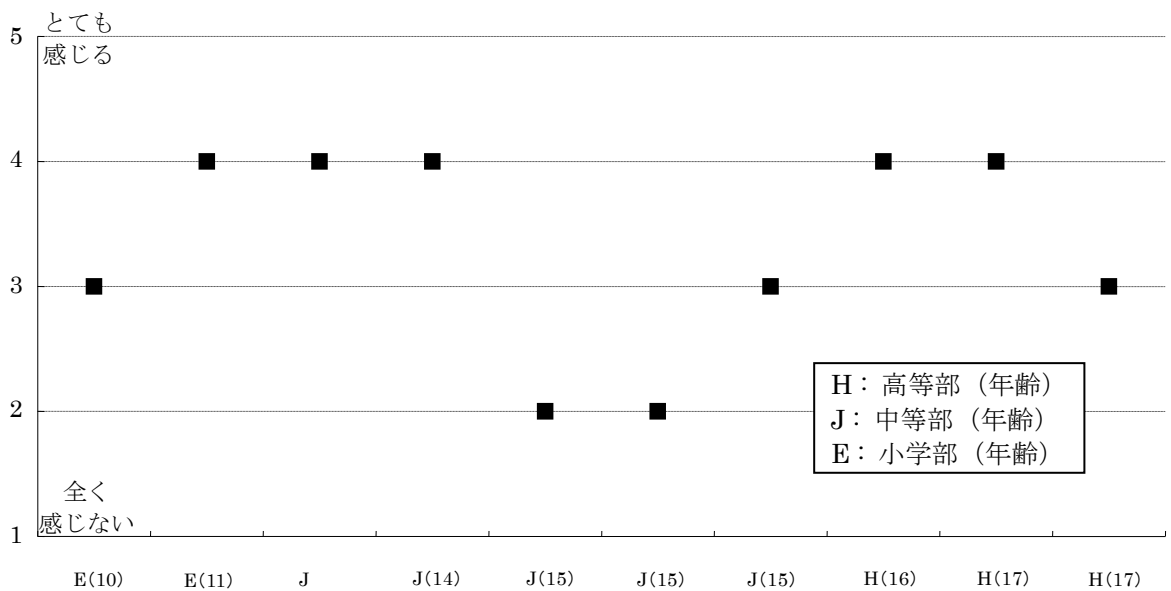


図 2-6 学年別にみた 10m 障害物歩行記録の変化



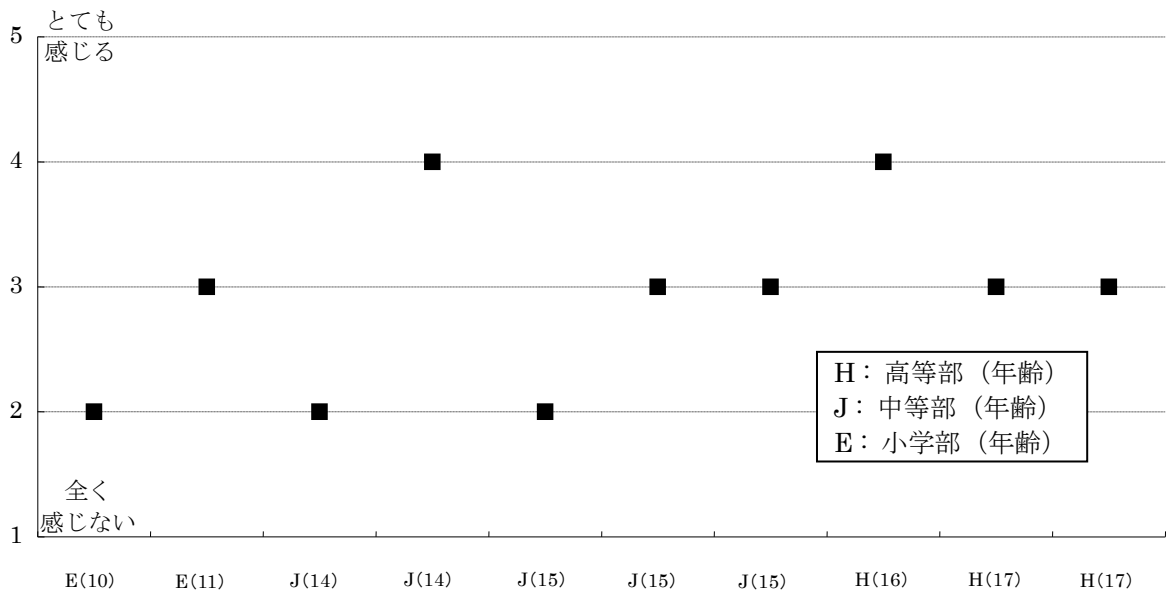
参加前と比べてチャレンジ精神が向上したと感じられますか。

図 2-7-a チャレンジ精神の変化(トレーニング開始3ヶ月後)



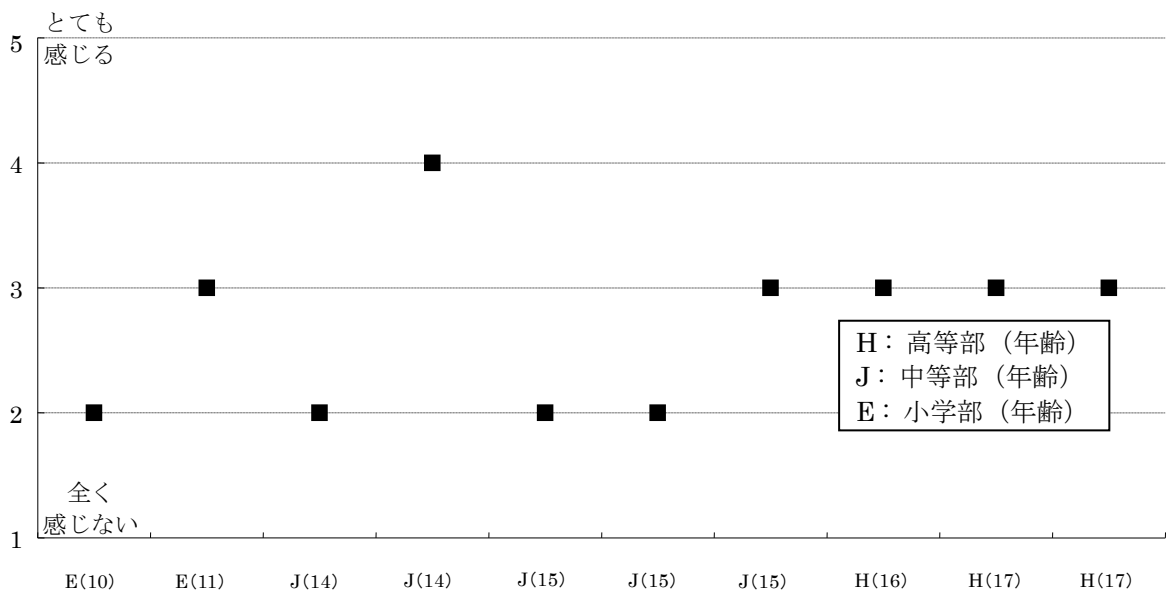
参加前と比べて運動への意欲向上があると感じられますか。

図 2-7-b 運動意欲の変化 (トレーニング開始3ヶ月後)



参加前と比べて、よく眠れるようになりましたか。

図 2-7-c 睡眠状態の変化 (トレーニング開始3ヶ月後)



参加前に比べて病気になりにくくなりましたか。

図 2-7-d 病気について (トレーニング開始3ヶ月後)

表 2-1 保護者のコメント

このトレーニングはいかがですか？
楽しく取り組めていて嬉しく思う
毎回のトレーニングを楽しみにしている。だんだんと日々の振る舞いが積極的になってきた。
便通が良くなりました。

表 2-2 観察記録

<p><b>【開始月】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ トレーナーからの指示に対する理解度には個人差が大きい。</li> <li>・ マシンをうまく使うことができない人がいる。</li> <li>・ マシンを使いこなす能力の差に関わらず、多くの人が楽しそうにマシントレーニングに取り組んでいた。</li> <li>・ トレーニング中、開放感に満ちた喜ばしい感情を出していた。楽しく話したり、踊ったりしている人もいた。</li> </ul> <p><b>【3ヶ月目】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自発的に声を出してトレーニングするようになった。トレーニング中の話し言葉が明瞭になってきた。</li> <li>・ 動きが改善されてきた。</li> <li>・ 当初怖がっていた生徒も、だんだんとマシンを動かせるようになっていった。</li> <li>・ トレーニング参加への意欲が増していった。</li> </ul>
--



#### IV 論議

知的障害児・者では、運動不足から肥満傾向になりやすく、健康障害を持つ子どもも健常者以上に多いことが指摘されている（栗田, 1954; Balakrishnan & Wolf, 1976）。知的障害児に運動が必要なことは広く認識されていると考えられるが、実際には、その実施上の課題や問題点が多いため、なかなか実施上の効果を上げにくい面がある。特に運動を好まない児童生徒に、どのように運動を実施させるかといった点や、異常な姿勢（Kohen-Raz et al., 1992）によって運動が困難な場合もあり、運動の実施では、対象者（知的障害者）の体力的特性に十分な考慮が払われなければならない。（小原ら, 1991; 春名, 1995; 井上ら, 1995）。

近年、身体運動が脳を活性化させることが注目されている。「認知動作型トレーニングマシン」を用いて、認知症の人をトレーニングした実施例（小林, 2006; 静岡県, 2006, 2007）や、知的障害児を対象に認知動作型トレーニングの実施効果が報告（静岡県, 2006, 2007; 早川, 2008）されているが、比較的大人数の知的障害児を対象にした「認知動作型トレーニングマシン」を用いたトレーニングの実施例は、これまでに報告されていない。その意味で、本研究は特徴のある研究であるということができよう。

健常者と同様に、知的障害者においても望ましくない生活習慣による疾病の可能性が高いことが指摘されてきた（O'Brien et al., 1991）。すなわち、知的障害という特有の症状の対処にとられるあまり、人としての日常生活全般の充実を図り、運動・栄養・休養に留意していくことが忘れられがちであることに注意していかなければならない。障害を持つゆえに身体機能が健常者よりも早く衰えていく傾向から、寝たきりによる疾患・死亡率の問題も指摘される（Chaney et al., 1985）。しかし、これらの問題をふまえた上で、生活動作能力を高めていくことにより死亡率が改善する可能性を示唆する先行研究もある（Eyman et al., 1988）。トレーニングによる知的障害者の生活習慣病予防も示唆されており（Fernhall, 1993）、知的障害者にとっては、運動・トレーニングは単に身体運動能力を高めるだけではなく、生涯的な視点に立った QOL（Quality of life）の向上に活かされるための身体トレーニングとしての価値を見出すことが必要であると考えられる。この意味では、学校教育の中で、身体活動がより重要な意味を持つことが教育関係者によって認識されることが望ましい。

健常者のトレーニングは様々に行われているが、それらを知的障害児にそのまま適用することは困難である。知的障害者のトレーニングは、あらためて検討される必要があると考えられる。健常者と比べて、知的障害児にとって運動に対するモチベーションが築かれにくいといった面があり、障害の程度によるが、運動することが健康に良いという認識もっている人は少ない。また、健康科学に関する知識と理解も乏しい。

一般の健常者の場合、運動の実施効果を期待して、単調で退屈なトレーニングでも継続する場合がある。しかし、ほとんどの知的障害児は、健康について正しく理解していない。

それ故に、トレーニングが継続されるかどうかは、「楽しい」という感覚が得られることが重要であると考えられる。健常者以上に、楽しさ、安全性、継続性などが、より大きな課題になるということができよう。

今後、多くの被験者でさらに検証を進め、高等部・中等部・小学部のトレーニングが及ぼす変化や効果の比較を進めていくことが必要であろう。

# 第三章

## 知的障害児を対象とした 5年間のトレーニング効果

### 要約

知的障害児 6 名を対象として、認知動作型トレーニングマシンを用いた身体トレーニングを 5 年間にわたり継続的に実施し、その経過を 4 か月ごとの測定を通して観察した。

トレーニングには 15 種類のトレーニングマシンを用いたが、それらのマシンは、①動作学習効果を持つもの、②持久的能力を高めるもの、③筋力を増強させるもの、④体幹深部筋を強化させるもの、⑤バランス感覚を改善させるもの、に分けることができ、対象児はこれらの全てのマシンを用いた複合型のトレーニングを行った。

トレーニングの結果を、動作の観察、体力テスト、アンケート調査、ビデオ観察、などの手法を用いてとらえた。トレーニングは、週 1 回、一回 90 分間、東京大学柏Ⅱキャンパスのトレーニング室に設置されたマシンを用い、5 年間を通して、同じ内容を継続した。

トレーニングの実施は、毎回、保護者の付き添いを条件とし、実施したトレーニングの内容（運動種類ごとに負荷・回数）を記録した。

その結果、著しい効果は、およそ 1 年後に現れ、その後も徐々に向上する傾向を示した。

本トレーニングは、心身の健康度を高めるだけでなく、自分の行動をコントロールする自己制御能力、他人の指示を受け入れたり、他人との共同的な行動がとれる、などの社会的能力面にも効果がみられるようになった。

### I 目的

この研究では、知的障害を持つ発育期の少年少女を対象として、認知動作型トレーニングマシンを用いた長期的なトレーニング継続の可能性や、トレーニングの効果を、体力や運動能力の変化、精神・心理的側面、自己制御能力、社会性など多角的に考察することを目的とした。

## II 方法

### II-1 対象

対象者は男子4名、女子2名の合計6名で、12～15歳時にトレーニングを開始し、17～21歳まで5年間のトレーニングを継続実施した。トレーニングは、研究の途中期間から参加した知的障害児とともに合計11名で、週1回90分間のトレーニングを同じ時間を実施しているが、長期間継続した6名を本研究報告の対象にした。男女とも同じトレーニングマシンを用いてトレーニングした。

対象者は、男子についてはM1(14～19歳)・M2(13～17歳)・M3(14～18歳)・M4(16～19歳)、女子についてはF1(15～20歳)・F2(15～21歳)であり、第1章における対象者も含んでいる。

知的障害のレベルは最重度障害(IQ20未満)1名(M4)、重度障害(IQ20～35)4名(M1, M2, M3, F2)、軽度障害(IQ50～70)1名(F1)であり、このうちダウン症が2名(M2およびF2)である。

トレーニング開始初期には、いずれも自閉傾向が強く挨拶の言葉を発することが困難で、道を歩く時は親に手を引かれなければ危険であるといった日常生活を送る比較的障害の重い児童・生徒であった。知的障害児のトレーニング実施にあたっては、保護者の自発的な要望に基づくものであることから、保護者の付き添いのもとに行われること、トレーニングに伴う研究の成果が公表されること、などについて十分に説明を受け、納得した上で、知的障害児のトレーニングに参加することに同意した。トレーニングは2006年5月から開始され、2011年4月までの5年間とした。

### II-2 トレーニングに用いたマシン(写真3-1～3)

本研究のトレーニングで用いたマシンは、トレーニング動作の内容から、以下のように6群に分類できる。

第1群：筋力とストレッチ動作に関するもの；腰伸展動作マシン(マシンの名称：パワーリンク)、脚伸展動作マシン(ソアスリンク)、脚屈曲動作マシン(レッグリンク)、股関節開閉動作マシン(コキシアリンク)、肩肘伸ばし動作マシン(ショルダーリンク)、手足同側動作マシン(チェストリンク)。

第2群：緩やかなロウイング運動に関するもの；舟漕ぎマシン、リハビリ用パワーアシスト付き舟漕ぎマシン。

第3群：自転車運動に関するもの；パワーマックス(自転車エルゴメータ)およびパワーアシスト付き多動式楕円軌道自転車(略称：リハビリ自転車)。

第4群：全身の運動動作バランス、歩行および走行の基礎動作トレーニング、および体幹深部筋のトレーニングに関するもの；スプリントトレーニングマシン、車軸移動式パワーバイク。

第5群：体幹のトレーニングに関するもの；脚腰スウィングマシン、体幹ひねりマシン。  
 第6群：歩行と走行の動作改善および持久力の向上に関するもの；低床幅広トレッドミル。

トレーニングは、第1, 2群の運動を30分間、第3, 4, 5群の運動を25分間、第6群の運動を5分間、という時間配分で実施した。全種目を実施すると15種類の運動となる。

当初は60分間の運動時間に第1, 2群の運動を実施する程度であったが、1年後からは全ての運動が60分以内に実施することができるようになり、動きの質の向上がみられている。

### II-3 形態・体力の測定およびアンケート調査

身長、体重、体脂肪率（タニタ社製）、文部科学省新体力テストに基づく長座体前屈、10m障害物歩行、握力、50m走、および背筋力を測定した。測定は、4か月間隔で、5年間継続的に実施した。10m障害物歩行については、本来は高齢者のつまずき転倒予防に開発されたテストで、10m区間に並べられた高さ20cmのボックスを6回またいで歩く時間を計測した。

保護者を対象に、トレーニング対象者の日常行動の変化などに関するアンケート調査を実施した。

### II-4 動作の観察

本研究において、数値化できない動作の観察を、著者（早川）の目を通して観察記録として記した。

表 3-1 被験者の年齢・身体特性・IQレベル（開始時）

被験者	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	体脂肪率(%)	IQレベル
M1	14	158	46	12	20~35
M2	13	159	78	56	20~35
M3	14	161	61	30	20~35
M4	16	174	56	11	20未満
F1	15	135	51	38	50~70
F2	15	136	43	32	20~35



写真 3-1 パワーアシスト付き多動式楕円軌道自転車（略称：リハビリ自転車）を用いたトレーニング風景



写真 3-2 スプリントトレーニングマシンを用いたトレーニング風景



写真 3-3 車軸移動式パワーバイクを用いたトレーニング風景



### Ⅲ 結果

5年間の測定結果を以下に記した。

#### 1) 身長:

女性のF1 (135cm)、F2 (137cm) では、身長が12歳以後伸びていない。日本人女性の平均身長は、18歳で158cmであるので、身長は低い。男性は、M1は160cmのままで変化がなく、M2は163cmから174cmと9cm増加し、M3は166cmから179cmと13cm増加、M4は175cmから177cmと2cm増加した。

#### 2) 体重と体脂肪率:

女性の体重は、F1は51kgから47kgの範囲にあり、F2は43kgから52kgに増加した。体脂肪率(%fat)は、F1は38%から35%になり、F2は32%から40%に増加した。

男性では、身長が変化しなかったM1では、体重は48kgから50kgの範囲にあり、身長が伸びたM2では、83kgから76kgに減少した。体脂肪率は48%から1年後に39%に、2年後に30%に減少し、5年目では23%と激減した。M3では身長の伸びが13cmと最も大きかったが、体重は62kgから78kgに増加し、体脂肪率は23%から18%の範囲で小さな変動となった。M4は体重の変化が55kgから57kgの範囲の変動であった。体脂肪率は、10%から7%の範囲の変動であった。体の発育状態には顕著な個人差が認められた。

#### 3) 筋力:

筋力の指標として、握力と背筋力を測定した。

一般の児童・生徒の発育期における筋力の発達は、図3-1に示したように、身長の発育に関連して増加している。発育期の平均値は、一般男子生徒の場合、身長160cmで握力32kg、身長170cmで42kgである。

本研究の対象児の測定期間内の筋力の測定値について、身長との関係で、個別に図3-2-1～6に示した。本研究の対象では、M1が身長158～160cmで握力が14～20kg、M2が身長162～174cmで8～32kg、M3が身長166～179cmで12～25kg、M4が身長175～177cmで12～20kgという値であった。これは一般生徒の値と比較して47～78%の水準にあった。

女性の対象児であるF1の握力は、15～25kg、F2の握力は12～22kgの範囲にあった。彼女らは、全国平均の10歳児の身長水準であったが、身長に対する握力は、全国平均と変わらなかった。

その他の体力測定項目のうち、長座体前屈については、M1について柔軟性の向上がみられたが、ほかの対象児には目立った変化は見られなかった。

男性について、身長と背筋力の関係では、一般生徒の場合、身長160cmで背筋力が100kg、身長170cmで、背筋力120kgが全国平均値である(図3-3)。

本研究の対象児では、M1 が身長 158～160cm の範囲で背筋力 25～50kg、M2 が身長 162～174cm で背筋力が 25～70kg、M3 が身長 166～179cm で 42～68kg、M4 が身長 175～177cm の範囲で 25～56kg の範囲にあった。本研究の対象児の背筋力は、一般生徒と比較して 58%以下の水準にあった。女性の F1 の背筋力は 28～60kg、F2 は 28～59kg で、一般生徒の 10～12 歳の平均水準にあった (図 3-4-1～6)。

#### 4) 50m 走 (図 3-5-1～6) :

M1 は当初 16 秒近くかかったが、10～13 秒の範囲で推移した。9 秒台で走ることもできた M2 は走ることがもともと苦手で、12 歳の頃は 40 秒以上かかったが、高等部 (15 歳) に進学する頃までに、順次タイムを短縮して 15 秒付近で走ることができるようになった。M3 は 16～18 歳にかけて順次タイムを短縮し、15 秒であったものが 9 秒台にまで短縮した。M4 は 9 秒台から 19 秒と記録に大きなむらがあったが、記録が 12～13 秒台に収まるようになった。F1 は、10～12 秒と比較的走力が安定しており、F2 は、15～17 秒の範囲にあったが、高等部を卒業後、著しく走力が低下した。

#### 5) 10m 障害物歩行 (図 3-6-1～6) :

測定記録としては、全体的に記録の改善が認められたが、大きな変化は最初の一年にみられ、その後はほぼ同記録かわずかな改善がみられている。しかし、M4 や F1 では、改善の流れが継続してみられた。

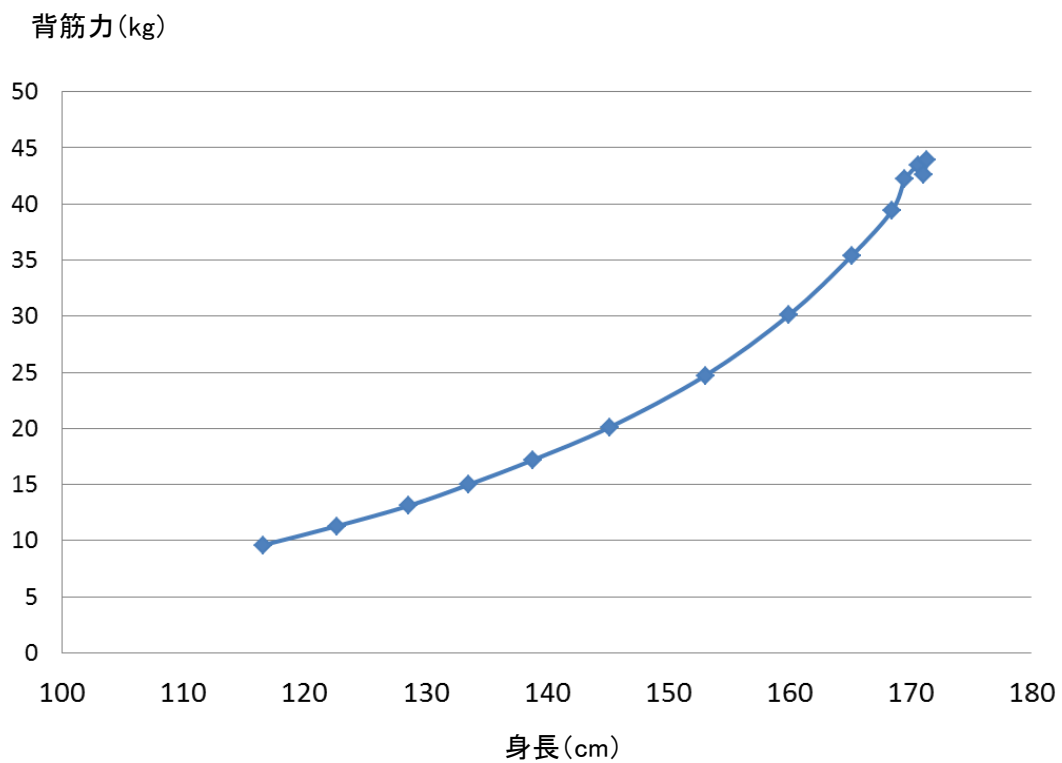


図 3-1 発育期にある健常男児の身長と握力の関係

(文部科学省体力運動能力調査報告書に掲載された小学、中学、高校生男子の身長と握力の数値から作図)

握力(kg)

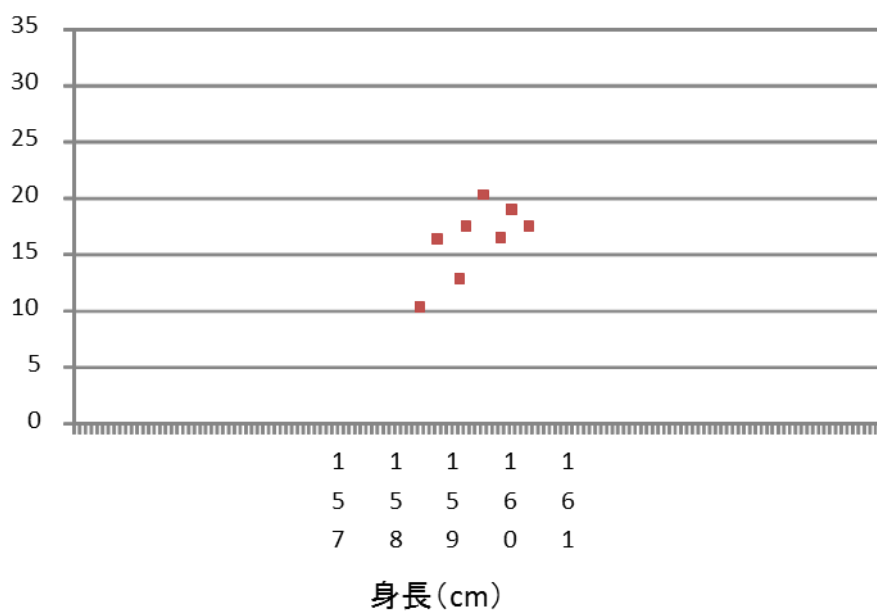


図 3-2-1 対象児 (M1) についての身長と握力の関係

握力(kg)

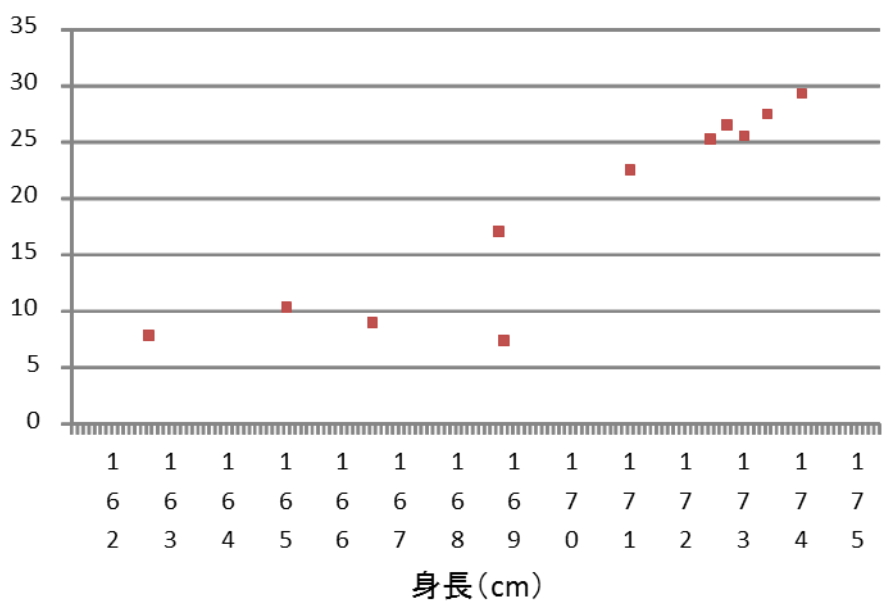


図 3-2-2 対象児 (M2) についての身長と握力の関係

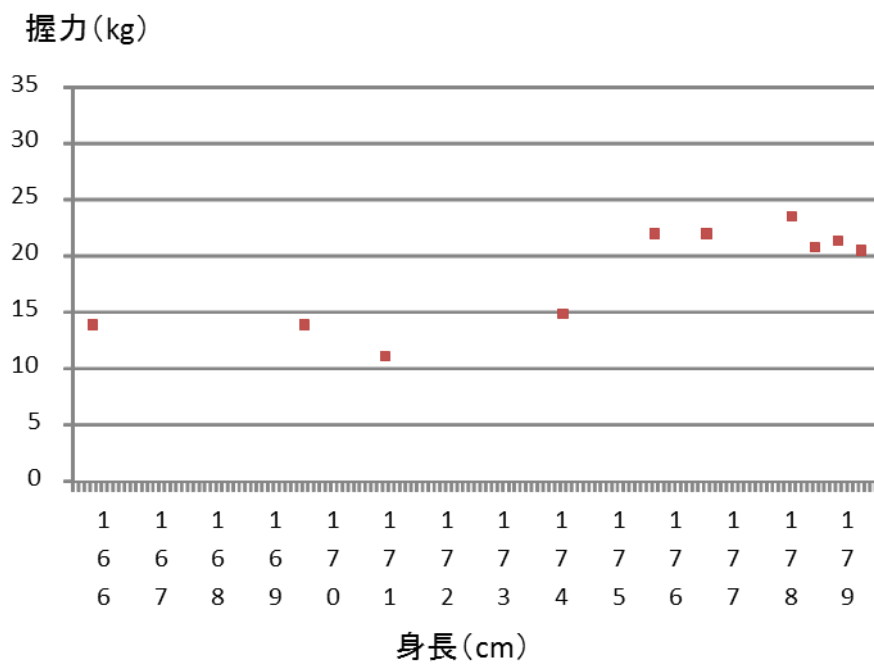


図 3-2-3 対象児 (M3) についての身長と握力の関係

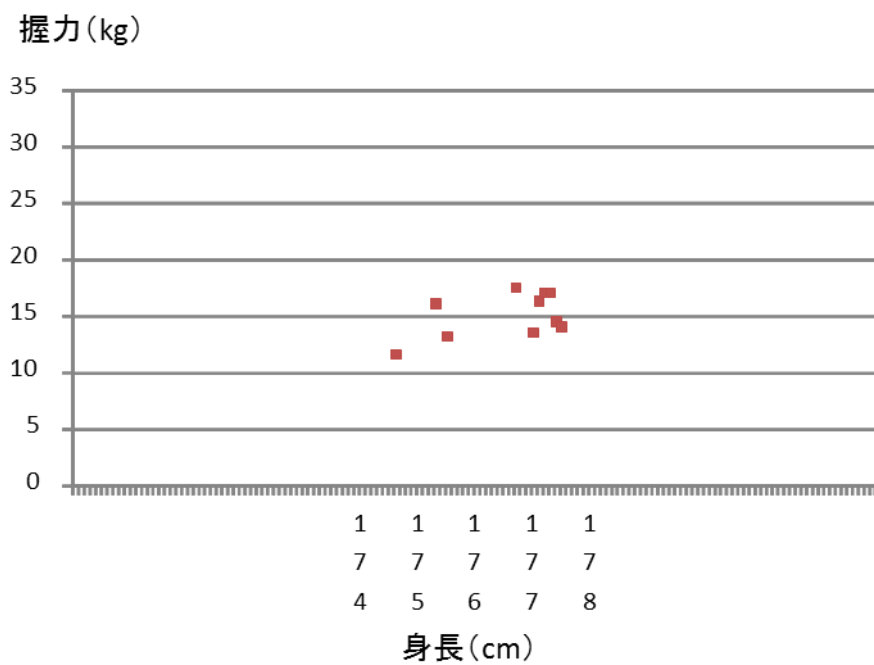


図 3-2-4 対象児 (M4) についての身長と握力の関係

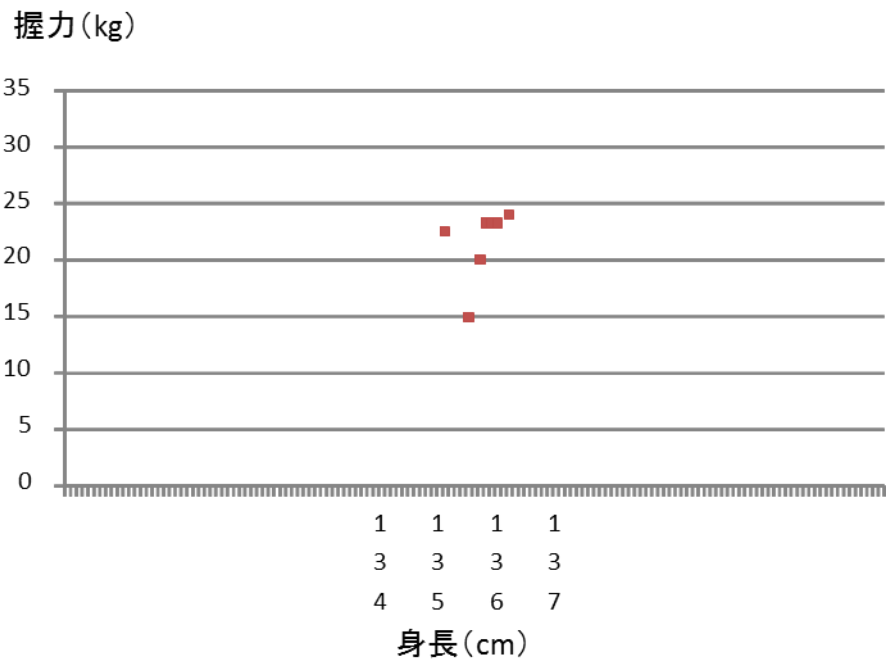


図 3-2-5 対象児 (F1) についての身長と握力の関係

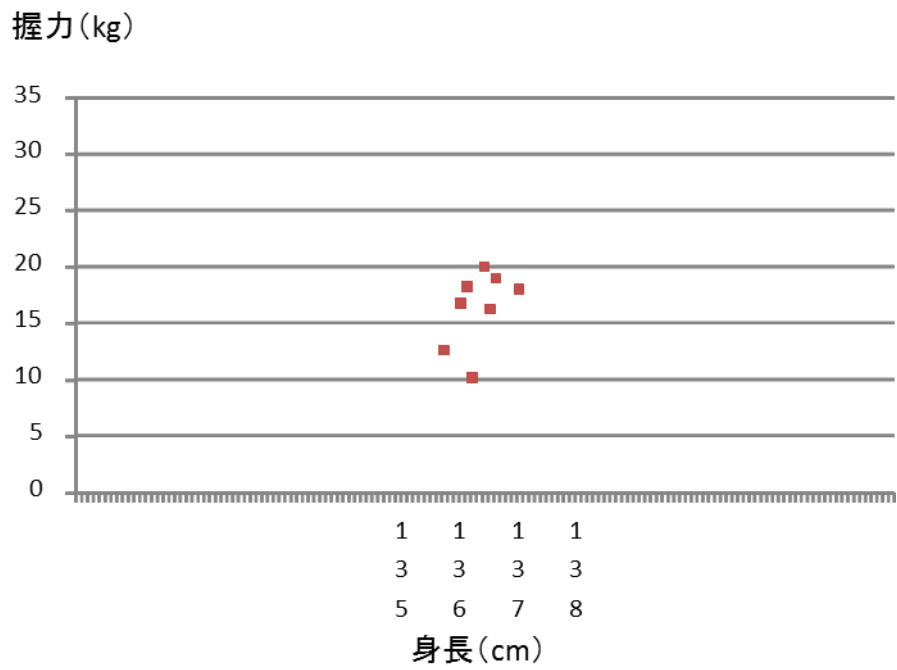


図 3-2-6 対象児 (F2) についての身長と握力の関係

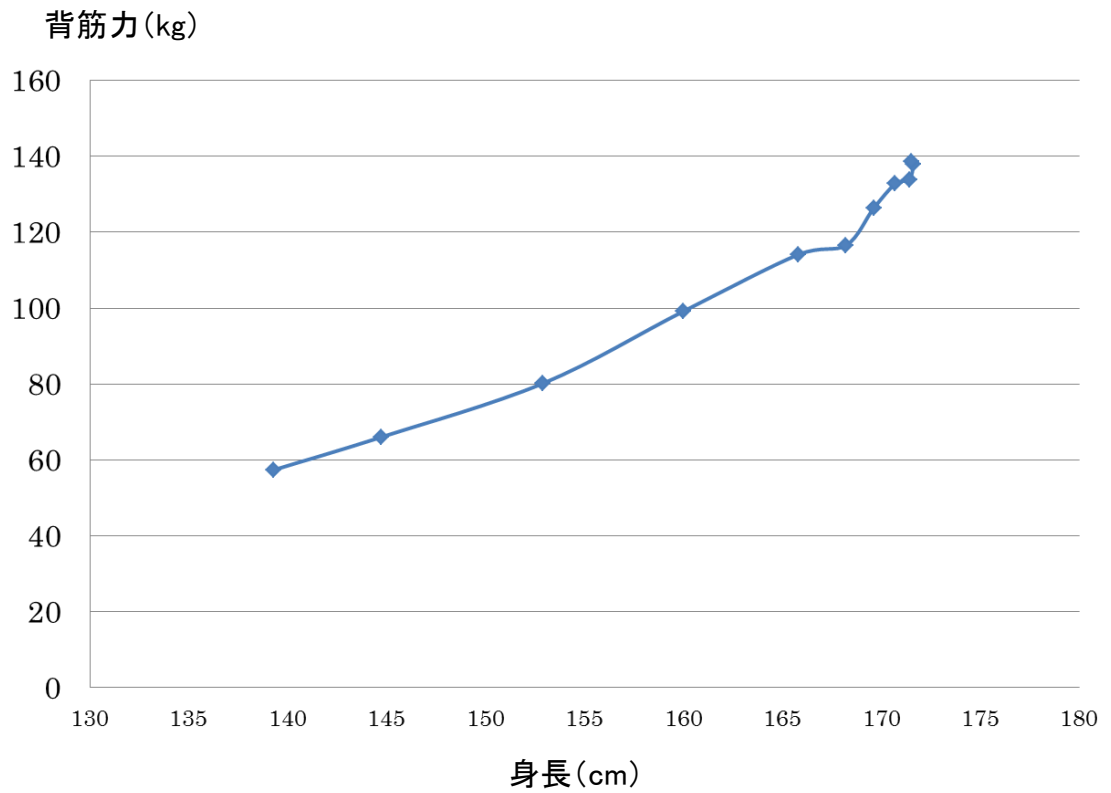


図 3-3 発育期にある健全男児の身長と背筋力の関係

(文部科学省体力運動能力調査報告書に掲載された小学、中学、高校生男子の身長と背筋力の数値から作図)

背筋力(kg)

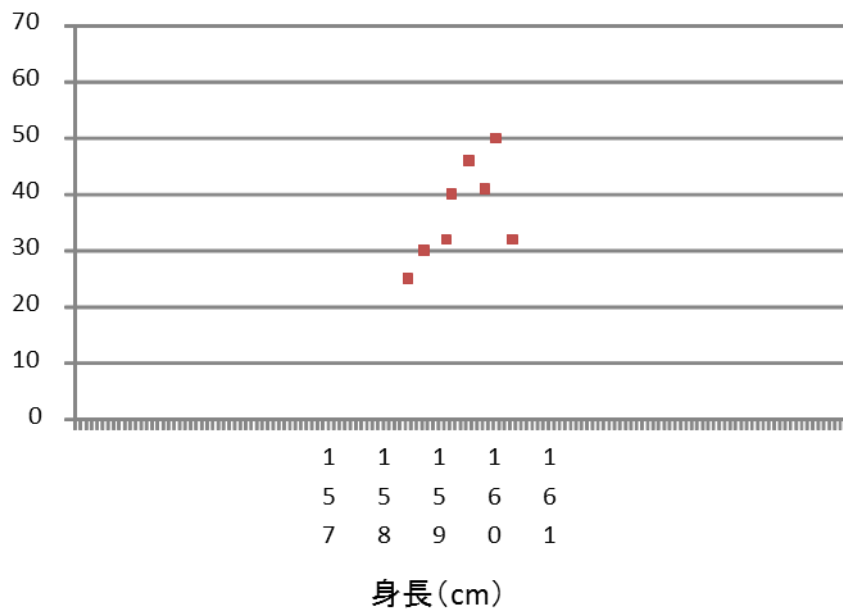


図 3-4-1 対象児 (M1) についての身長と背筋力の関係

背筋力(kg)

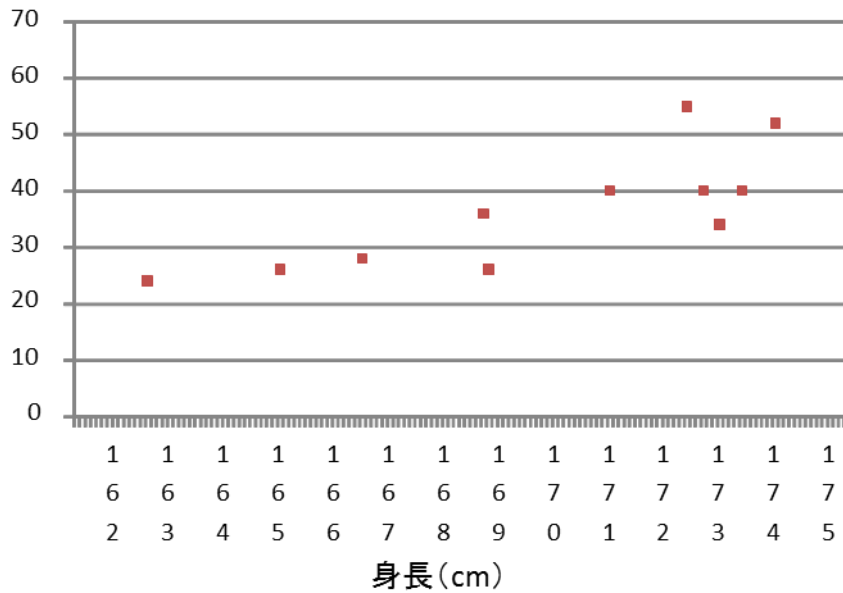


図 3-4-2 対象児 (M2) についての身長と背筋力の関係



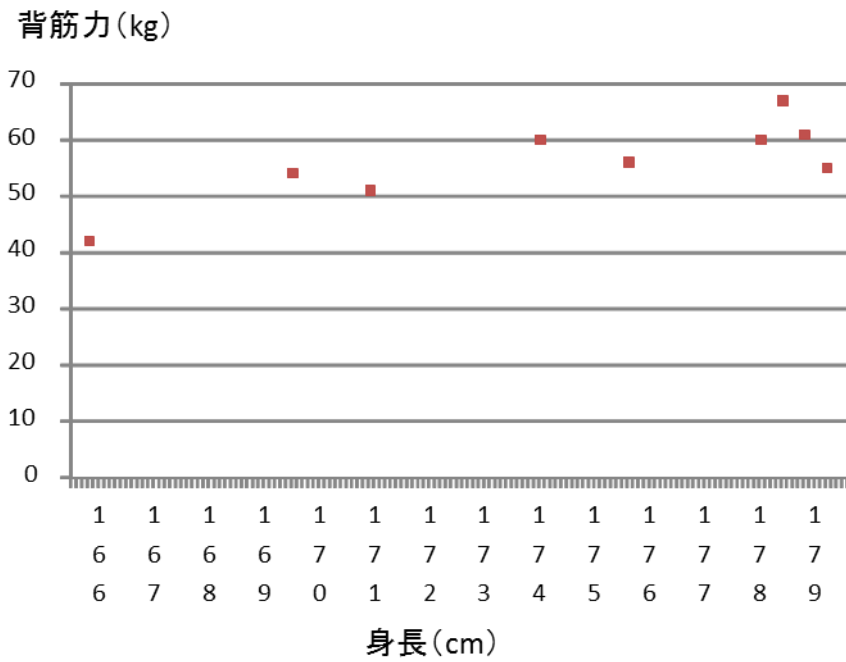


図 3-4-3 対象児 (M3) についての身長と背筋力の関係

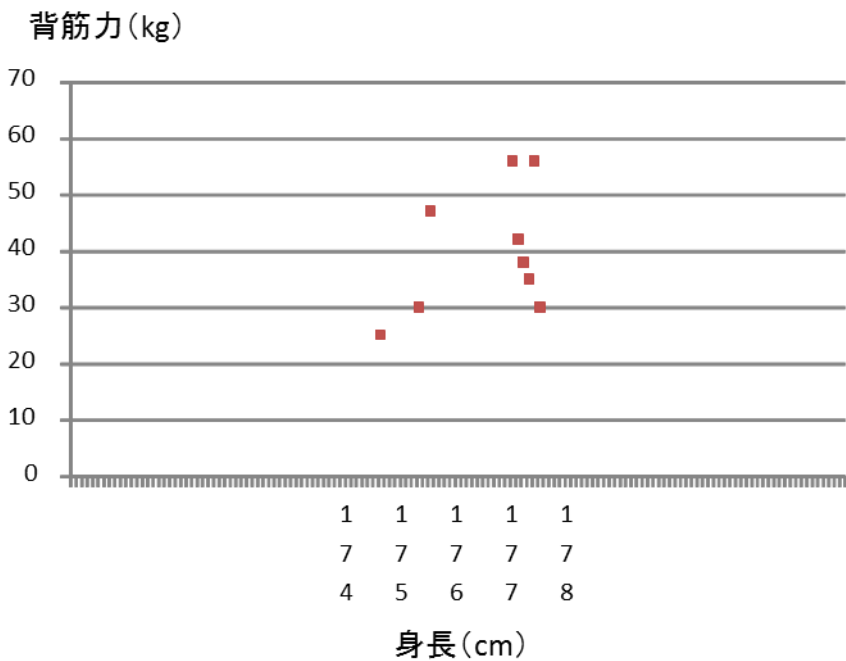


図 3-4-4 対象児 (M4) についての身長と背筋力の関係

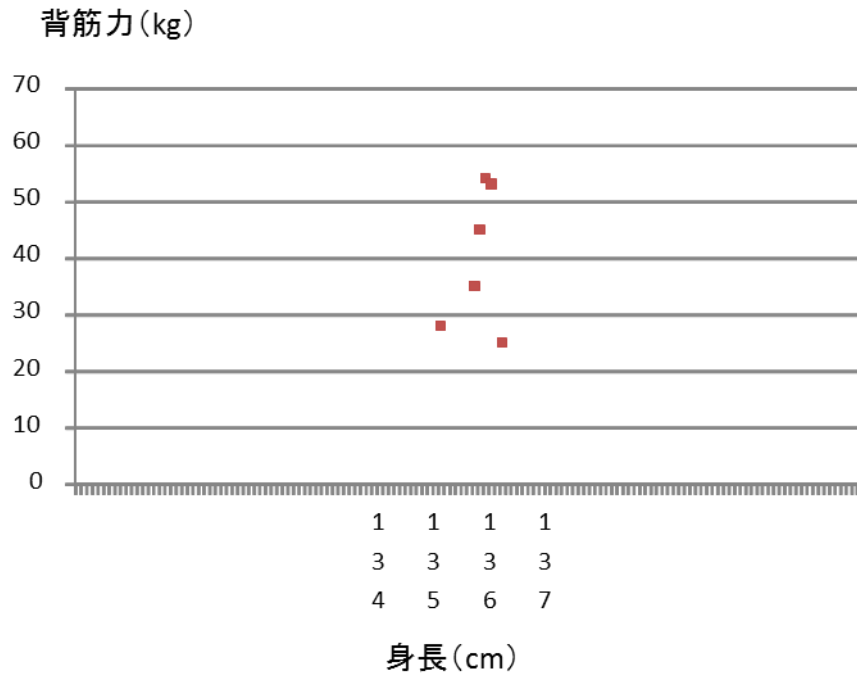


図 3-4-5 対象児 (F1) についての身長と背筋力の関係

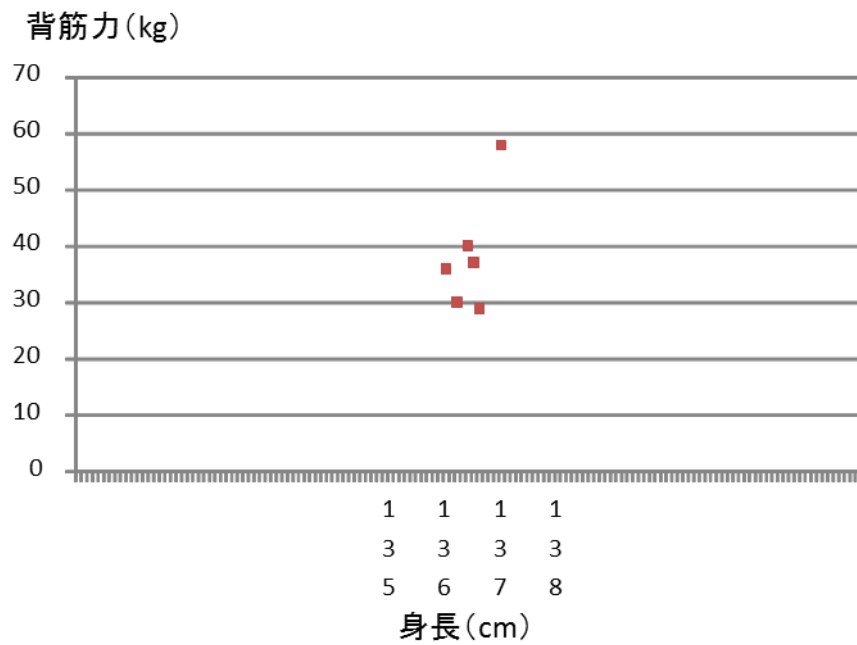


図 3-4-6 対象児 (F2) についての身長と背筋力の関係

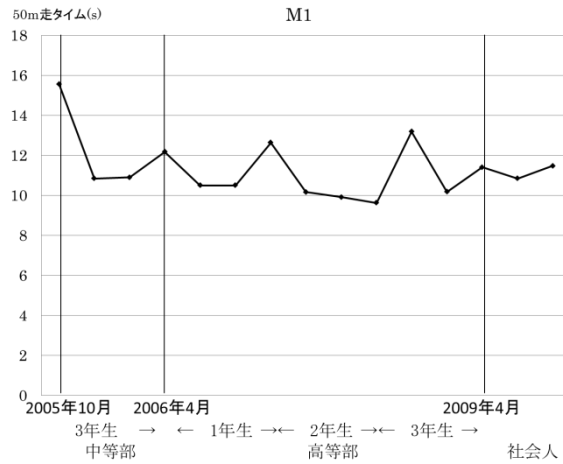


図 3-5-1 対象児 (M1) についての 50m 走記録の推移

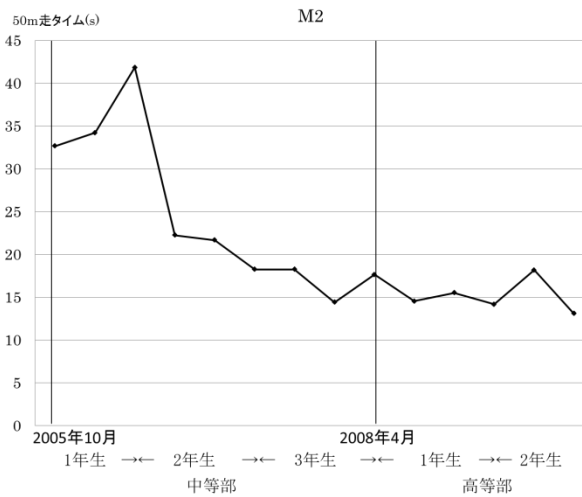


図 3-5-2 対象児 (M2) についての 50m 走記録の推移

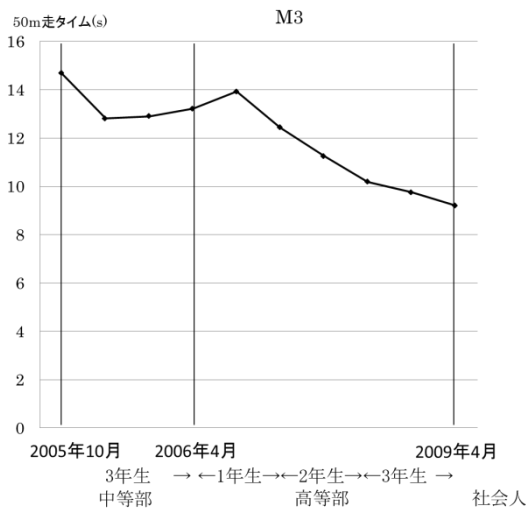


図 3-5-3 対象児 (M3) についての 50m 走記録の推移

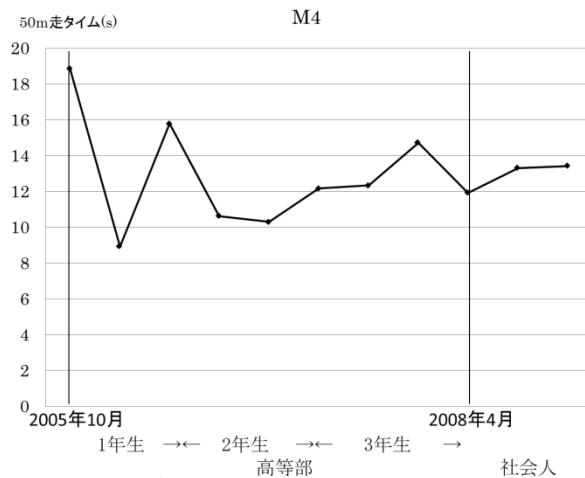


図 3-5-4 対象児 (M4) についての 50m 走記録の推移

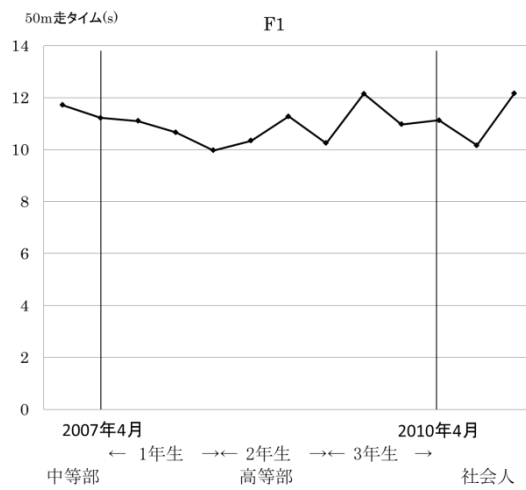


図 3-5-5 対象児 (F1) についての 50m 走記録の推移

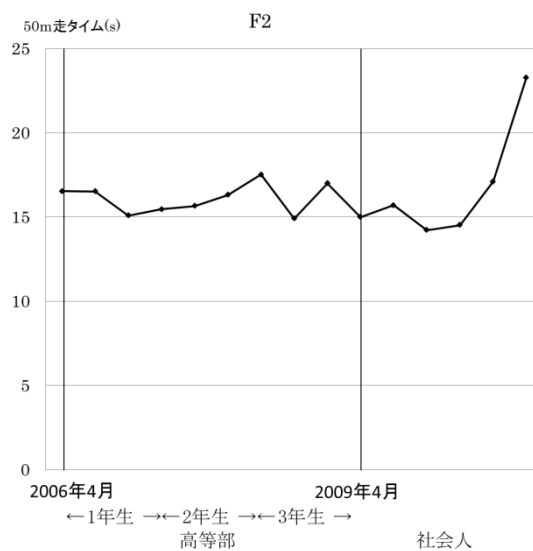


図 3-5-6 対象児 (F2) についての 50m 走記録の推移

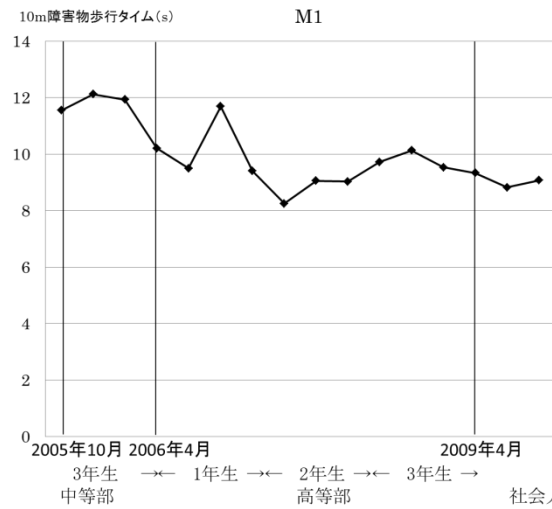


図 3-6-1 対象児 (M1) についての 10m 障害物歩行の記録の推移

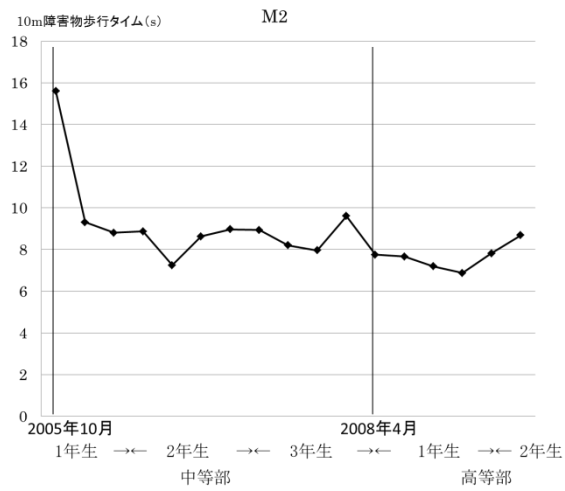


図 3-6-2 対象児 (M2) についての 10m 障害物歩行の記録の推移

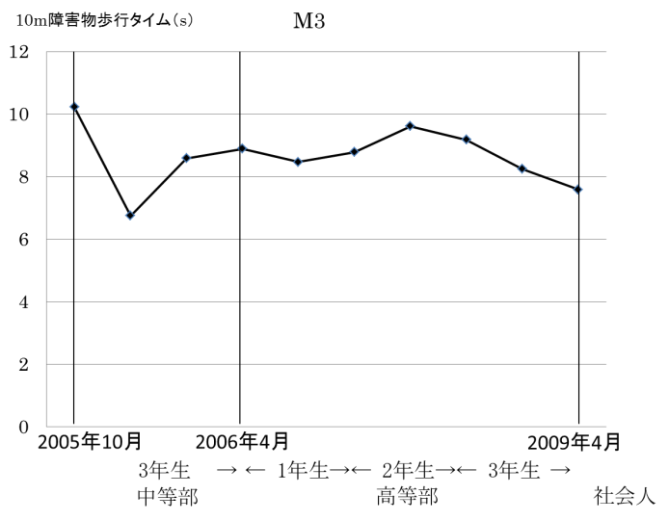


図 3-6-3 対象児 (M3) についての 10m 障害物歩行の記録の推移

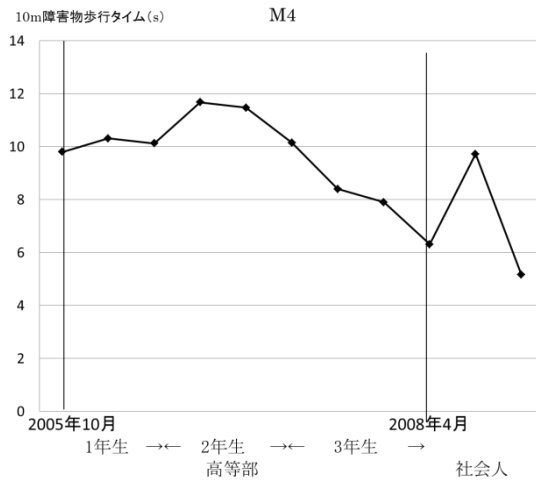


図 3-6-4 対象児 (M4) についての 10m 障害物歩行の記録の推移

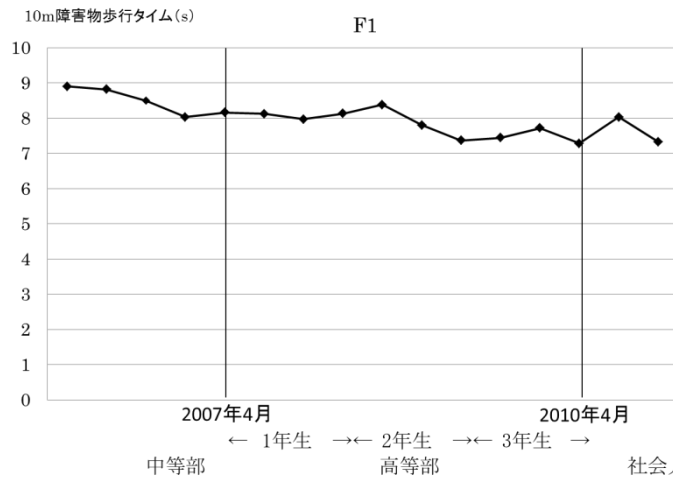


図 3-6-5 対象児 (F1) についての 10m 障害物歩行の記録の推移

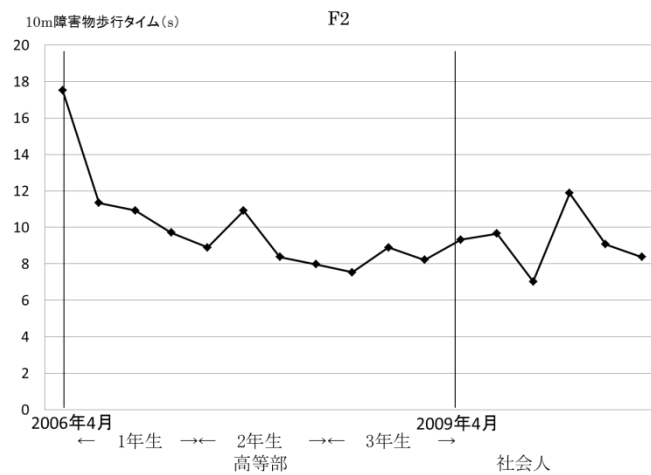


図 3-6-6 対象児 (F2) についての 10m 障害物歩行の記録の推移

#### IV 論議

本研究は、多種類のトレーニングマシンを用いて、知的障害児が長期間（5年間）トレーニングを継続した結果を4か月ごとの測定を通してとらえたことに特徴がある。認知動作型トレーニングマシンを用いたトレーニングは、千葉県柏市において「十坪ジムネットワーク構築プロジェクト」として進行中である。地域住民が、近隣の小規模トレーニングジム（「十坪ジム」）に設置された認知動作型トレーニングマシンを用いて週1～2回トレーニングするが、平成26年には、高齢者のトレーニング会員数は、1500名以上となっている。認知動作型トレーニングマシンは、高齢者を対象としたトレーニングとして利用者に受け入れられているが、このトレーニングを知的障害児に用いたことが、本研究のもう一つの特徴といえることができる。

知的障害児の筋力を一般生徒と比較するデータとして、文部科学省から毎年刊行されている「体力・運動能力調査報告書」の数値を用いた。文部科学省の体力テストは、2000年に「新体力テスト」に改編され、背筋力の測定項目が無くなった。本研究では、身長と背筋力の関係を知るデータとして、1998年発行の数値を用いた。この数値は、本研究の対象児が成育した時期とほぼ同じ時代である（文部科学省、1998）。

本研究において、知的障害児の特徴として、握力計や背筋力計を用いた筋力測定では、非常に低い値（0kg表示等）が記録されることもあった。これは、知的障害児が規定された方法で、力を集中して発揮するという条件下での筋力発揮能力が低いことを表わしている。一般に、発育期にある青少年の筋力は、身長にほぼ比例して緩やかに発達する傾向にある。本研究の対象のうち13歳から17歳まで測定したM2についてはその傾向が強くみられたが、M3やF1では、トレーニング開始1年後から、身長に伴う筋力の増加が著しい傾向がみられるようになっている。

全体に、身長に対する筋力の水準は、一般生徒の場合と比較して低水準であるが、トレーニングの進行時期に筋力が増大する様子が観察できた。このことは、知的障害児の場合、発育時期と身体諸機能の向上は、健常児のような明らかな相関は見られない場合が多いが、本研究のトレーニング刺激によって増大する傾向が見られたことは、トレーニング効果を考察するうえで価値のある結果であったと考えられる。

本研究で用いたトレーニングマシンは、低体力高齢者の運動や「リハビリ用運動マシン」を目的として開発されたものであるが、知的障害児にとっては、適切な運動負荷が得られたのではないかと考えられる。

健常者と比較して知的障害者は模倣行動が困難とされるが（Williams, 2004）、本研究のトレーニングは、運動動作の模倣伝達を良好に促進したと考えられる。

また、体力測定の数値に顕著な変化が認められなかった場合でも、日常生活における精神的・社会的側面の変化が顕著に認められたケースが示された。トレーニングを楽しみたいという欲求がきっかけとなり、トレーニング期間におけるコミュニケーション時の挨拶

をはじめとする言動が改善され、マナーの向上、日々の生活活力の充実など、日常の振る舞いが明らかに向上したケースが、保護者を対象としたアンケート調査や観察記録等からも確認された。

運動実施上の安全性の問題や、障害児自身の運動への積極的な参加欲求の気持は、運動継続に対する重要な動機づけとなる。本研究のトレーニングでは、安全性、興味の持続性について、障害児に受け入れられ、長期の運動継続が可能であったということが出来る。

一般人の場合、運動効果への期待が、運動実施の動機づけになっている。しかし、知的障害児の場合、健康のためという“理解”を動機づけとすることは困難な場合が多く、説明や啓発等による運動継続の実現は期待できない。感覚的な楽しさを本能的に感じてもらえるかどうかが決定的な要素となっているように考察される。知的障害者の運動継続の動機は、トレーニングそれ自体が“感覚的に楽しい”“気持が良い”といったことが大きな要因になると考えられる。

本研究で用いたトレーニングマシンは、おもりを負荷装置とせず、電気（電子）制御式の負荷装置を用いているため、筋肉痛が生じないように工夫されている。身体運動を総合的にとらえ、実際の日常動作をはじめ、歩行・走行動作など日常生活動作の動きの質的改善を目指したものである。

これらのトレーニングの効果は、知的障害児の場合には、50m走や10m障害物歩行の時間短縮にその傾向をみることが出来る。走動作や歩行動作は人間として生きていく上で基本的な動作であるので、これらの動作能力の向上は望ましい効果であるといえよう。

知的障害児では、もともと運動障害を伴っていることも多く（Kohen-Raz, 1992）、運動機会が少ないこと、知的障害児に対する運動機会の拡大に、学校や社会があまり積極的でないことなどから、肥満をはじめとした運動不足を原因とする健康障害の状況が現れている。近年では知的障害児では骨粗鬆症の状態（骨密度が低い状態）の人も多いことが指摘されはじめている（Srikanth, 2011）。

身体運動を伴った、知的障害者の生活向上のための様々な社会的サポートの充実が図られることが必要である（Robinson, 2012）という指摘もなされているが、今後も知的障害を持った人が増加する傾向にあり、地域支援の展開がますます重要度を増している（垣屋, 2005）ということができよう。

知的障害児のニーズに合った地域社会での適切なスポーツ参加に貢献するトレーニングプログラムが望まれているという意見（守田と七木田, 2004）が出されている状況にあつて、科学的根拠に基づいた効果的なトレーニングのニーズも高まってきているのではないかと考えられる。

文部科学省の学習指導要領の中で、特別支援学校の知的障害児を対象とした保健体育科目では、「いろいろなスポーツ」を通して体力や技能の向上を図ることが目指されている（文部科学省, 1999）。

動きの学習効果としては、知的障害児では、類似した運動や作業間での動きの習得は早



い、ということが報告されている (Matsuoka, 2010)。社会的活動において、目的とする動作に応じた多様な動きを身につけておくことは、社会適応能力を高める上でも必要であろう。本研究では、多様な運動動作をトレーニング内容としたが、このことはさまざまな身体動作能力を高めることに有効であると考えられる。

本研究で用いたトレーニングの継続は、身体的・精神的・社会的な側面で、対象児の各個人レベルで漸進的な効果を生んだことで、生活の質 (Quality of life) の向上に寄与する可能性が高いことが推察された。

従来の知的障害児への教育の流れとして、適切な感覚刺激やリラクゼーション等を重視しているスヌーズレン教育については、第1章でも記述した。河本 (2003) は、「重度重複障害をもつ子どものことを考えると、スヌーズレンほど最良の環境はないと思える」と述べている。さらに河本は、次のようにも記述している。「何らかの障害をもって生まれてくる子どもは、自己の感覚を自由に操る術に欠けている。その欠けている感覚器官に適度な刺激を与えて補うということは、大脳へと伝達されて認知する神経系の働きを促すことになり、成長発達の促進にもつながる。障害があるゆえに常に受け身となる子どもをそのまま放っておけば、感覚器官はより麻痺して退化してしまうことにもなる。人工的に適度の刺激を与えることによって、麻痺している感覚を覚醒させる可能性は決して小さなものではない」 (河本, 2003)。

河本が指摘するように、本研究の対象児の場合についても、早い時期から感覚器官に適度の刺激を与えることは、脳の神経系の働きを促すことになり、基礎的な成長発達の促進にもつながると考えられた。本研究で用いた認知動作型トレーニングマシンは、スヌーズレン教育で重視されている“感覚刺激”を身体運動の局面において体感でき、身体感覚とともに、楽しさの感性 (感情や身体機構の神経的な良好刺激等も含む) を体感して、本能的に好んでトレーニングを継続したいという意欲を引き出すものとなったと考えられた。

知的障害者の親における定期的な運動習慣とメンタルヘルスに関する報告 (荒井と中村, 2006) では、知的障害者本人のみならず、その家族や周囲の人たちの健康状態や生活状況も含めたトータルサポートに光が当てられていかなければならないとされている。

近年、特定の施設内だけでなく、地域の中で、知的障害者の社会生活能力を高める試みがある (垣屋, 2005)。知的障害児のニーズを考慮しながら、地域社会での適切な取り組みも望まれている (守田ら, 2004)。

本研究のトレーニングに関する成果が、より多くの知的障害児・者に適用できるように、地域でトレーニングすることが可能な社会システムを構築していくことが必要であろう。

## 第二部

# 認知動作型トレーニングマシンを用いた 高齢者の身体トレーニング効果

# 第四章

## 高齢者を対象とした 長期間（5年間）のトレーニング効果

### 要約

地域在住の低体力高齢者を対象として長期間（5年間）の認知動作型トレーニングを実施し、そのトレーニング効果をみた。対象者は男性 11 名（平均年齢 68.9 歳）、女性 21 名（平均年齢 63.5 歳）であった。トレーニングは週に 2 回、ストレッチ・大腰筋体操を 30 分、マシントレーニングを 60 分行った。

身長、体重、握力、上体起こし、長座体前屈、開眼片足立ち、10m 歩行、10m 障害物歩行、6 分間歩行等を測定した。初年度は、ほとんどの測定項目において全国平均に近いか低い結果が示された。握力において男性の多くは、トレーニングの継続に伴い全国平均を上回り、特に 3 年間での上昇が顕著であった。6 分間歩行においても顕著な向上がみられ、ほとんどの対象者が 5 年後には全国平均を上回る結果となった。

認知動作型トレーニングは低体力高齢者の体力・運動能力を向上・改善させる上で、有効であることが確かめられた。

### I 目的

高齢社会において高齢者の健康寿命をいかに延長するかが大きな課題になっている。高齢者にも運動の実施が推奨されており、トレーニング効果に関する研究報告も多いが、比較的短期間（数週間から 1 年間）のトレーニングを実施した時のトレーニング効果に関する研究が非常に多く、それらの運動を長期間にわたって実施した結果に関する報告は少ない。近年では、運動プログラムに参加した人たちの運動の継続性をいかに図るかといったことが最重要課題として認識されてきている(Gueruna, 2003; Schmidt, 2000)。

本研究は、従来型の有酸素運動やレジスタンストレーニングが適さないと考えられるような低体力状態にある高齢者にとっても、無理なく実施が可能であるように開発された認知動作型トレーニングマシンを用いて、低体力高齢者を対象としてトレーニングを実施し、トレーニングを長期間（5年間）継続した場合の効果について検討することを目的とした。

## II 方法

### 1. 手順

研究の初年度に、低体力状態にある人や、周辺住民の中から通常のスポーツジムではトレーニングが困難な体力状態にある人を本研究の対象として募集した。医師から軽い運動の実施が禁止されている人を除いて、応募者を本研究の対象者として受け入れた。研究の目的、方法、手順、危険性、などについて説明したのち、承諾書の提出を受けた。この研究は、東京大学大学院新領域創成科学研究科倫理委員会の承認を得て実施した。

応募者は 32 名（男性 11 名：平均 68.9±4.4 歳（63～77 歳）、女性 21 名：平均 63.5±6.1 歳（75～54 歳）であった。内訳は表 4-1 に示した。

### 2. トレーニング内容

トレーニングは、週 2 回、一回 2 時間、東京大学柏 II キャンパスのトレーニング室で行われた。初年度は、初期計画に基づいて 16 週間のトレーニングを実施し、以後、参加者の継続希望を取り入れて、同じ対象者について同じ方法で 5 年間継続した。

毎回、血圧や体調チェックを行った後、20 分間の体操、60 分間のマシントレーニング、および 10 分間の体操を 2 時間の時間内に行った。体操は、柔軟性を高める運動と大腰筋を使う運動を行った。

マシントレーニングには、低体力状態にある高齢者でも運動が可能のように、小林によって開発された 15 種類のトレーニングマシンが用いられた。これらのマシン開発のコンセプトは、日常生活の動作の質を改善することにおかれている。

トレーニングマシンの種類は、表 4-2 に示した通りである。基本的には、本研究第 1 部の知的障害児を対象にしたトレーニングに用いた認知動作型トレーニングマシンと同じものである。高齢者を対象としたトレーニングでは、マシンの種類が多くなっている。

体力測定は、初年度にはトレーニング開始前および 16 週後に実施し、その後は 1 年間隔で行った。体力測定は、文部科学省のテスト要項に準拠して実施した。トレーニングについて質問紙を用いた調査を初年度に実施した。

### 3. 筋横断面積の測定

大腰筋および大腿部の横断面積測定のための MRI 撮影をトレーニング前と 16 週後に実施した。撮影は、仰臥位で、第 4 腰椎と第 5 腰椎の中間部分の位置で行った。大腿部の撮影は、大腿長の 2 分の 1 の位置に当たる中央位置で行った。

### 4. 統計処理

体力測定値の統計的処理には、Turkey の検定による多重比較を用いた。統計的有意水準

は5%未満とした。

表 4-1 被験者の身体特性

		年齢	身長 (cm)		体重 (kg)		体脂肪率(%)	
		(歳)	トレ前	トレ16週間後	トレ前	トレ16週間後	トレ前	トレ16週間後
男性 n=11	平均値	68.9	162.5	162.3	63.1	62.0	20.1	20.6
	標準偏差	4.4	5.9	5.9	8.7	8.8	6.8	6.2
	最大値	77	174.3	174.6	75.8	75.3	28.8	27.7
	最小値	63	153	153.1	53.1	50.2	5.5	8.5
女性 n=21	平均値	63.5	151.6	151.6	51.6	50.8	30.0	30.0
	標準偏差	6.1	5.9	5.8	6.1	5.4	6.6	5.3
	最大値	75	161.6	161.3	66	63.6	40.1	39.4
	最小値	54	139.6	139.4	41.4	42.3	11.5	18.6

表 4-2 本研究で使用されたトレーニングマシン

1	膝腰伸ばしマシン (バウワーリンク)	ソフト筋力トレーニングマシン
2	肩伸ばしマシン (ショルダーリンク)	
3	股関節開閉マシン (コキシアリンク)	
4	手足同側マシン (チェストリンク)	
5	大腿引き上げマシン (ソアスリンク)	
6	下腿巻き込みマシン (レッグリンク)	
7	パワーアシスト付き舟漕ぎマシン	
8	パワーアシスト付き多動式楕円軌道自転車 (略称：リハビリ自転車)	
9	舟漕ぎマシン	
10	車軸移動式パワーバイク	
11	スプリントトレーニングマシン	
12	股関節開脚動作マシン (大股ストレッチマシン)	
13	脚腰スウィングマシン	
14	体幹ひねりマシン	
15	低床幅広トレッドミル	

### Ⅲ 結果

#### 1. 短期的（16週間）のトレーニング結果について

認知動作型トレーニングマシンを用いた16週間のトレーニング結果を図4-1～5に示した。

##### 1) 体力測定の結果

男性の初期値（トレーニング開始時：トレーニング前と表記）の値は、握力、10m障害物歩行、長座体前屈、上体起こし、の項目で全国平均よりも低く、6分間歩行では、ほぼ全国平均に近い水準であった。女性では、握力、10m障害物歩行、長座体前屈、で全国水準より低く、上体起こし、6分間歩行ではほぼ全国平均に近い値であった。

16週間のトレーニング後では、トレーニング前と比較し、次の結果を得た。握力：男女とも変化無し。背筋力：男性で15.6%増加したが、女性では変化なし。上体起こし：男性24%、女性5%の向上。股関節開脚角度：男女とも変化なし。長座体前屈：男性22%、女性19%の向上。10m歩行：変化無し。10m障害物歩行：男性6.8%、女性4.7%の改善。開眼片足立ち：男性16%、女性12%の改善。6分間歩行：男性17%、女性11%の改善。

##### 2) 高齢者のアンケート調査結果

質問紙によるアンケート調査を32名に実施し30名から回答を得た（回答率94%）。

①トレーニングについて、77%がややきついと感じ、7%がやや楽と感じた。準備運動を兼ねた大腰筋体操の運動強度について、44%がやや楽と感じ、37%がややきついと感じた。

②ソフト筋力トレーニングマシンを用いたトレーニングの運動強度は、70%がややきついと感じ、17%がやや楽、とてもきついのは3%であった。

③認知動作型トレーニングマシンの運動は、70%がややきつい、13%がやや楽、とてもきついが3%であった。

④トレーニング開始前との比較では、足の筋肉の状態は、変化なし47%、改善された43%、とても改善された10%であり、腹部の状態は、改善された60%、変化なし27%、とても改善されたが10%であった。腕の状態は、53%が変化なし、40%が改善された、7%がとても改善されたと回答した。身体全体の状態（やせた、または締まった）は、61%が改善された、33%が変化なし、少し悪くなった3%、とても改善されたが3%であった。

⑤心理的な変化について、70%が前向きになった、27%が変化なし、3%がとても改善されたと回答した。睡眠について、44%が変化なし、33%が改善された、20%がとても改善されたと回答した。精神の安定について、47%が改善された、46%が変化なし、7%がとても改善されたと回答した。食欲は、47%が変化なし、40%が改善された、13%がとても改善されたと回答した。また、生活のメリハリ感について、60%が改善された、20%が変化なし、20%がとても改善されたと回答した。

⑥体力的な変化については、風邪にかかりやすさや病気について、50%が変化なし、37%が改善された、10%がとても改善されたと回答した。階段の昇降は、54%が改善され、23%が変化なし、23%がとても改善されたと回答した。

⑦着替えが楽になったかという設問には、50%が変化なし、33%が改善された、17%がとても改善されたと回答した。

⑧移動での疲れやすさは、50%が改善された、30%が変化なし、20%がとても改善された、転ばなくなったかについては、47%が変化なし、43%が改善された、10%がとても改善されたと回答した。

⑨寝る前の疲労感については、54%が変化なし、33%が改善された、10%がとても改善された、3%が少し悪くなったと回答した。

### 3) 大腰筋の横断面積の変化

MRI 画像を撮影し、大腰筋の横断面積（第4腰椎と第5腰椎の椎間板中央位置）をトレーニング前とトレーニング3か月後に測定した。男性（n=11）では左大腰筋が  $788 \pm 166 \text{ mm}^2$ （トレーニング開始時  $745 \pm 149 \text{ mm}^2$ ）（ $p < 0.05$ ）となり有意な増加が認められ、右大腰筋が  $770 \pm 153 \text{ mm}^2$ （トレーニング開始時  $719 \pm 198 \text{ mm}^2$ ）（ $p = 0.08$ ）となり、増加傾向を示した。女性（n=21）では左大腰筋が  $540 \pm 83 \text{ mm}^2$ （トレーニング開始時  $502 \pm 95 \text{ mm}^2$ ）（ $p < 0.01$ ）、右大腰筋が  $530 \pm 79 \text{ mm}^2$ （トレーニング開始時  $477 \pm 76 \text{ mm}^2$ ）（ $p < 0.001$ ）となり、有意な増加が認められた。



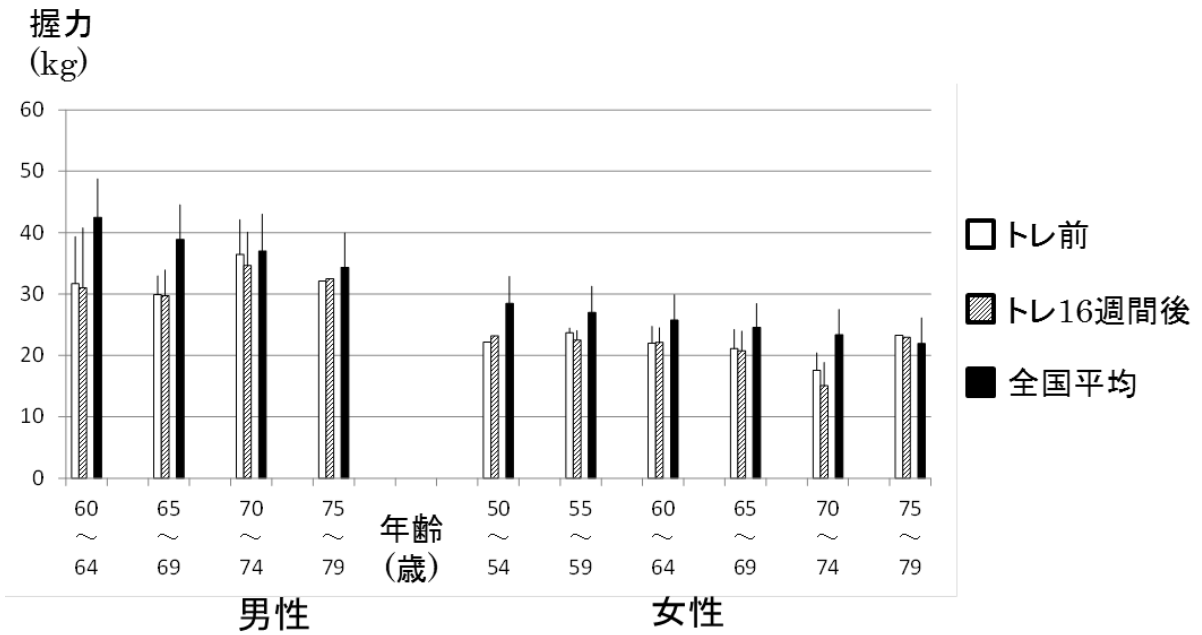


図 4-1 男女年代別の握力の全国平均値、および本研究対象のトレーニング開始時と 16 週後の握力の変化

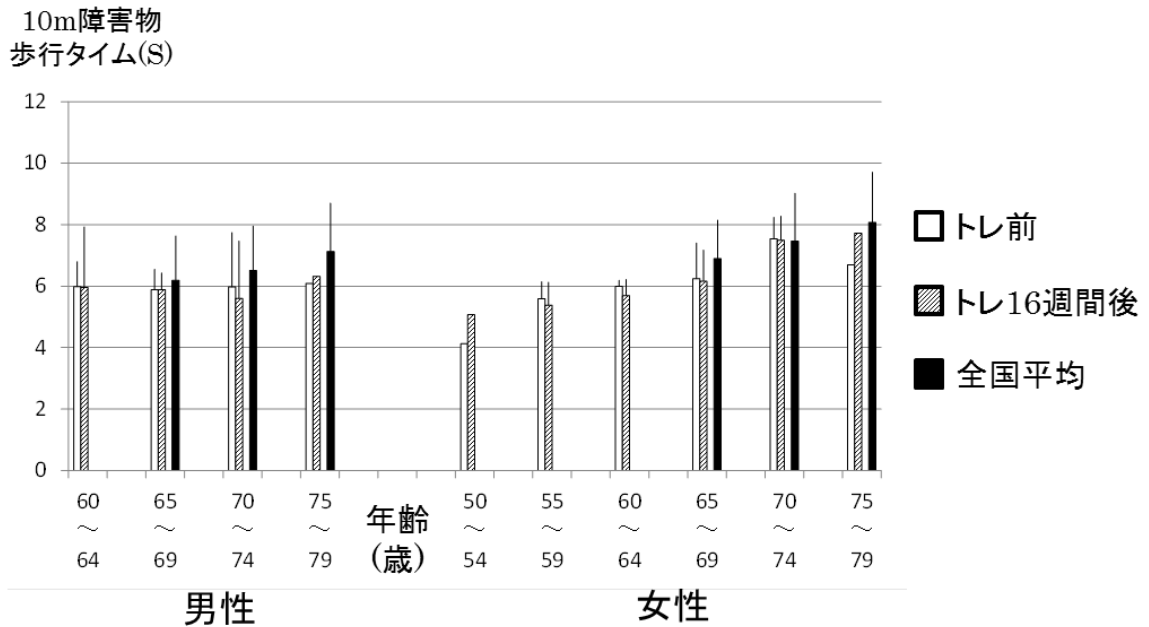


図 4-2 男女年代別の 10m障害物歩行の全国平均値、および本研究対象のトレーニング開始時と 16 週後の記録の変化

長座体前屈  
(cm)

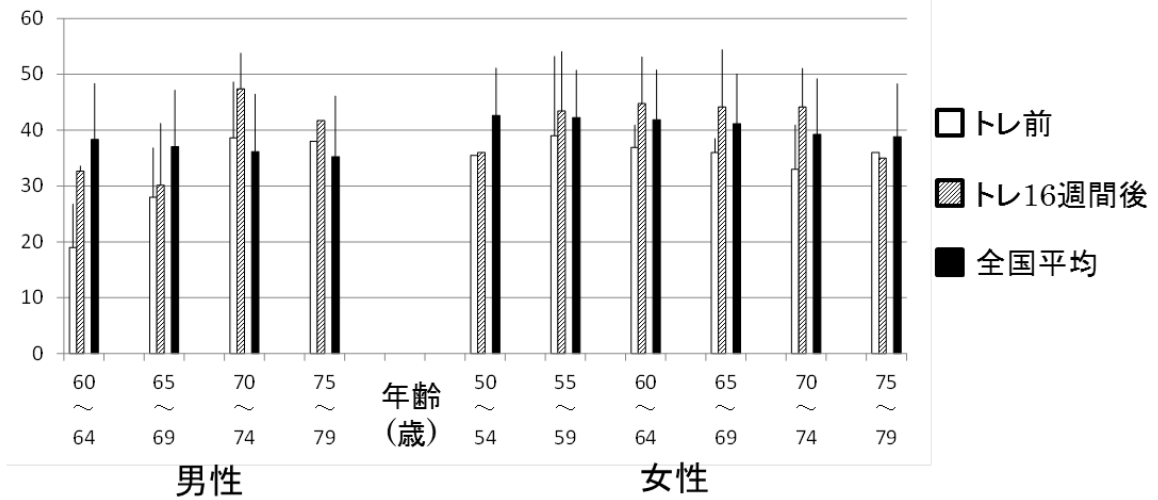


図 4-3 男女年代別の長座体前屈の全国平均値、および本研究対象のトレーニング開始時と16週後の記録の変化

上体起こし回数  
(回)

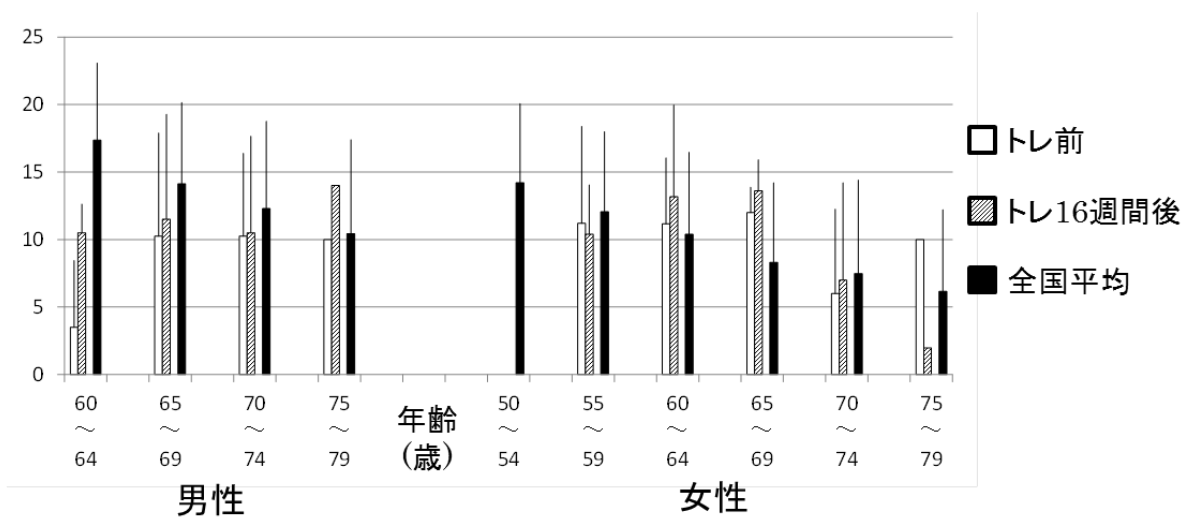


図 4-4 男女年代別の上体起こし回数 (30 秒間) の全国平均値、および本研究対象のトレーニング開始時と16週後の記録の変化

6分間歩行距離  
(m)

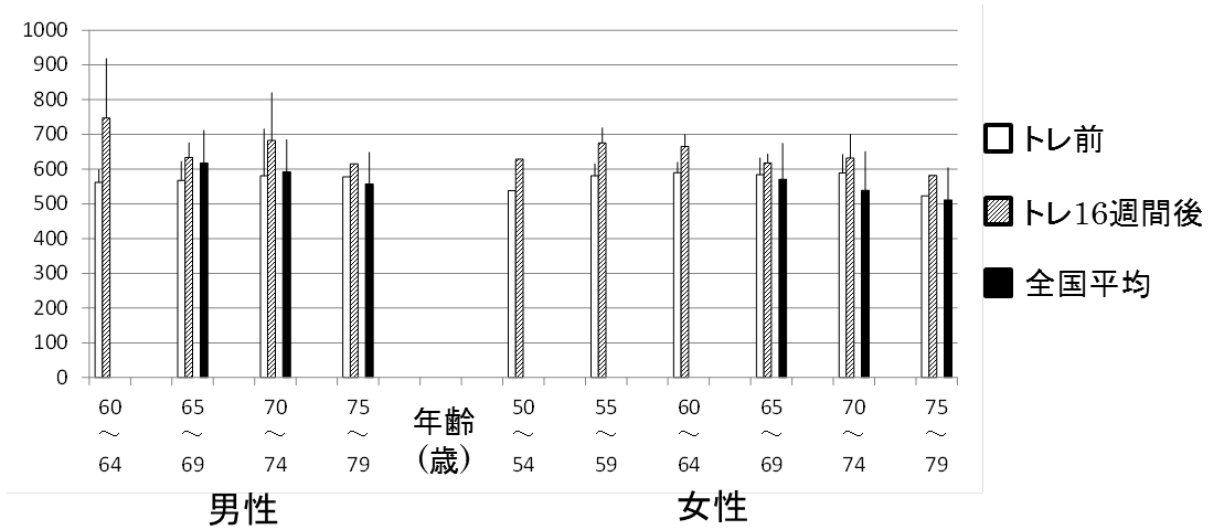


図 4-5 男女年代別の 6 分間歩行距離の全国平均値、および本研究対象のトレーニング開始時と 16 週後の記録の変化

表 4-3-1 対象者の体力・運動能力の測定結果  
(トレーニング開始時および 16 週後)

Sex		Grip Strength (kg)		10-m obstacle Walk (s)		Sit-and-reach flexibility test (cm)		Back extensor strength (kg)	
		Before T.	After 16 weeks	Before T.	After 16 weeks	Before T.	After 16 weeks	Before T.	After 16 weeks
Male (n=11)	Mean	32.8	32.0	6.0	5.8	31.1	37.9	99.3	114.8
	SD	5.2	5.4	1.1	1.3	11.0	10.8	30.6	33.3
	P		0.13574		0.49218	*	0.03197	*	0.02554
Female (n=21)	Mean	21.6	21.0	6.1	6.1	36.5	43.3	66.9	70.8
	SD	2.9	3.5	1.0	1.0	7.4	8.5	18.4	18.0
	P		0.06877		0.70054	**	0.00101		0.22210
Sex		Standing on 1 leg, eyes open (s)		Sit-ups (Times)		6-min walk (m)			
		Before T.	After 16 weeks	Before T.	After 16 weeks	Before T.	After 16 weeks		
Male (n=11)	Mean	78.2	96.2	9.0	11.2	572.2	670.6		
	SD	44.1	35.5	6.2	5.9	80.8	105.6		
	P		0.07982		0.17973	***	0.00066		
Female (n=21)	Mean	96.2	106.8	10.0	10.6	580.6	646.1		
	SD	37.9	28.1	5.5	6.0	38.9	45.1		
	P		0.09545		0.55098	***	0.00000		

表 4-3-2 大腰筋横断面積の変化  
(トレーニング開始時と 16 週後)

Area (mm <sup>2</sup> )				*:p<0.05, **:p<0.01, ***:p<0.001			
Left				Right			
Male (n=11)		Female (n=21)		Male (n=11)		Female (n=21)	
Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
745±149	788±166	502±95	540±83	719±198	770±153	477±76	530±79
*		**		NS (p=0.08)		***	

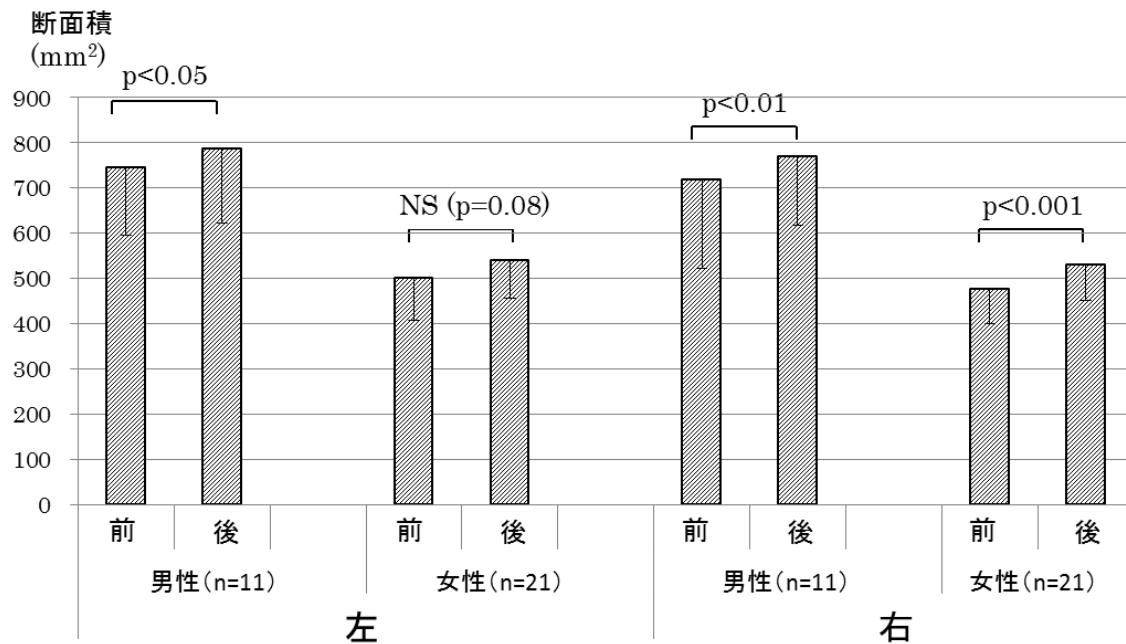


図 4-6 大腰筋横断面積の変化  
(トレーニング開始時と 16 週後の比較)

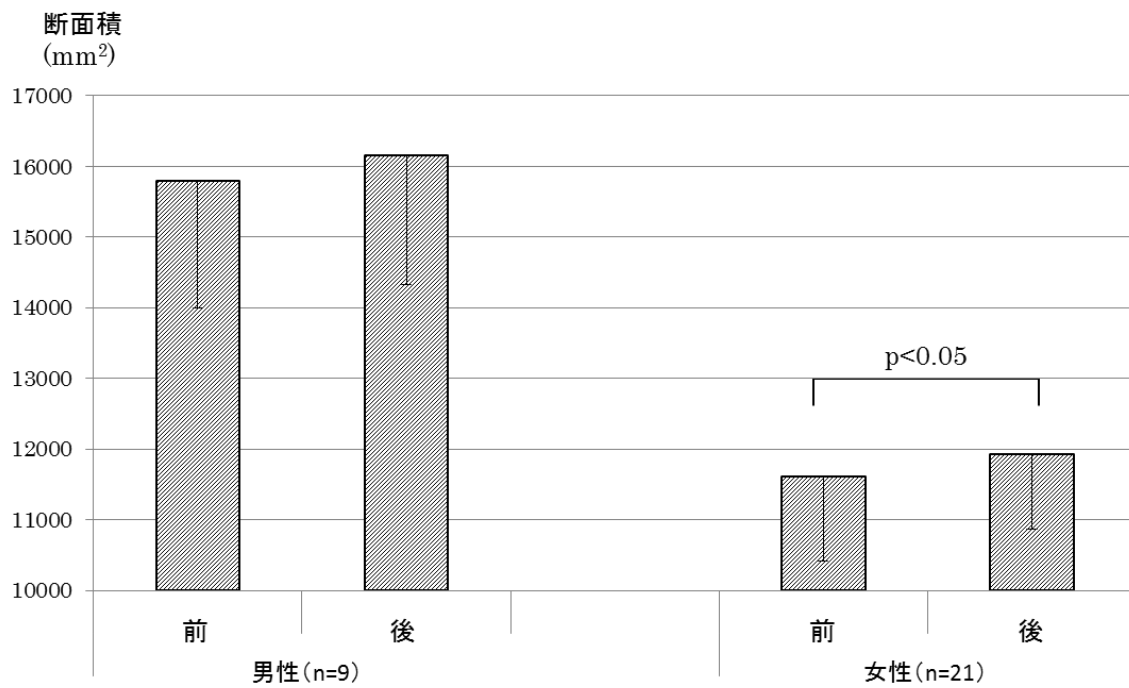


図 4-7 大腿筋全体の横断面積  
(トレーニング開始時と 16 週後)

## 2. 長期的（5年間）なトレーニング効果

体力測定の個人値の推移について、図 4-8～15 に示した。

平成 23 年 5 月現在、65 歳以上の人で、5 年間トレーニングを継続している人は、男性 13 名、女性 14 名で、最高年齢は 86 歳である。

体力の全国平均は、文部科学省新体力テスト（65～79 歳対象）によって知ることができる。文部科学省データ平成 21 年報告値を全国平均値とし、図内に示した。

本研究の測定項目のうち、全国平均と比較可能なものは、身長、体重、握力、上体起こし、長座体前屈、開眼片足立ち、6 分間歩行、10m障害物歩行の 8 項目である。測定は、文部科学省新体力テストの実施要領に沿って実施した。

本研究の対象者の身長と体重は、全国平均を挟んだ範囲に散らばっており、一般的な人たちである。

握力は、初年度は全国平均に近いが、全国平均以下の値を示す人が多かったが、トレーニングの継続によって、男性では全国平均を上回る人が多くなった。トレーニング開始 3 年目あたりから握力が増加する傾向が目立っている。

上体起こしは、全国平均を上回る人が多いが、全くできない人（回数ゼロ）が、男性で 4 名、女性で 2 名いた。トレーニングの継続によって、測定値の向上がみられる場合が多いが、途中から低下する様子を示す人も男性で 2 名あった。全体的には、トレーニングの継続によって高い水準の成績を示す人が多くなっている。

長座体前屈は、柔軟性を示す指標であるが、年度ごとの変化が大きい。全国平均値付近での個人内変動が大きいですが、トレーニングの継続によって、著しく改善している場合も少なくない。

開眼片足立ちは、姿勢バランス能力の指標であるが、120 秒の満点を示す人が多い。全体的に全国平均を上回っているが、個人内変動が大きい傾向にある。全国平均値以下の人が男女とも 3 名ずついる。

6 分間歩行は、歩行能力を示す指標であるが、トレーニング効果が著しく、年齢の進行に伴って、成績が向上する人が多い。全国平均値を大きく上回る人がほとんどであるが、男性では、トレーニング継続後も 1 名で全国平均値を下回っている。

10m障害物歩行は、多くの人に著しいトレーニング効果がみられ、全国平均を大きく上回る結果となっている。

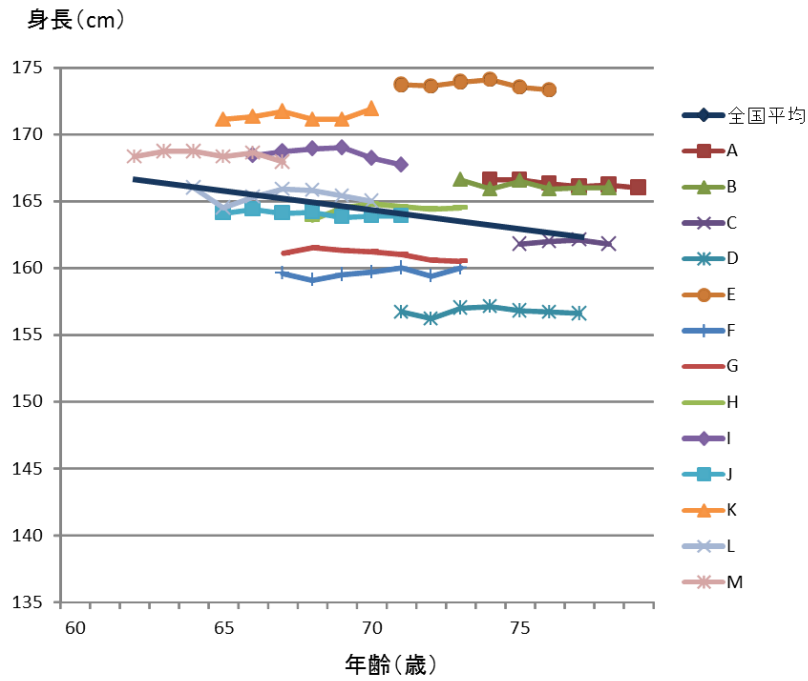


図 4-8-1 トレーニング期間中の個人値の推移 (男性：身長)  
(斜めの直線は年齢別全国平均値から作図)

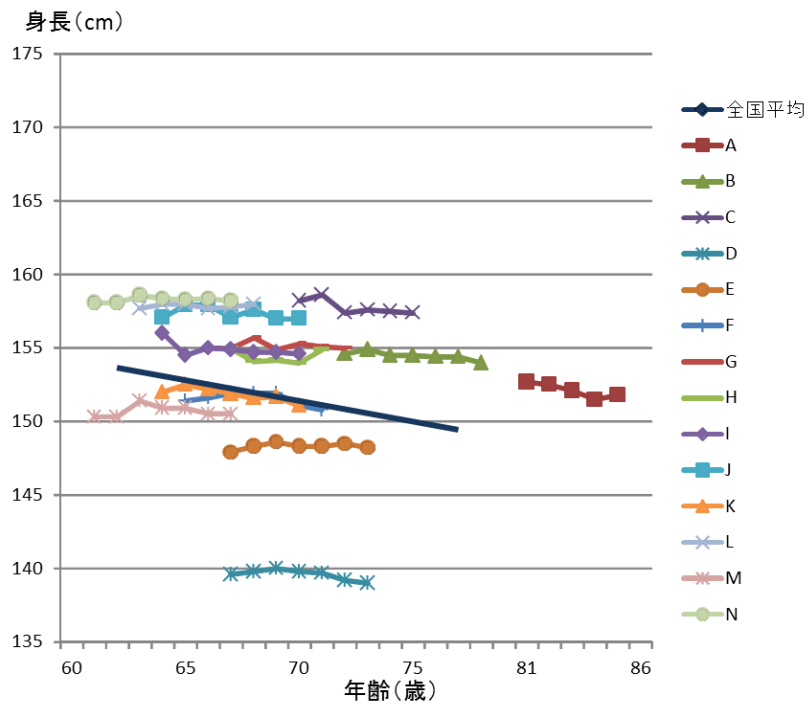


図 4-8-2 トレーニング期間中の個人値の推移 (女性：身長)  
(斜めの直線は年齢別全国平均値から作図)

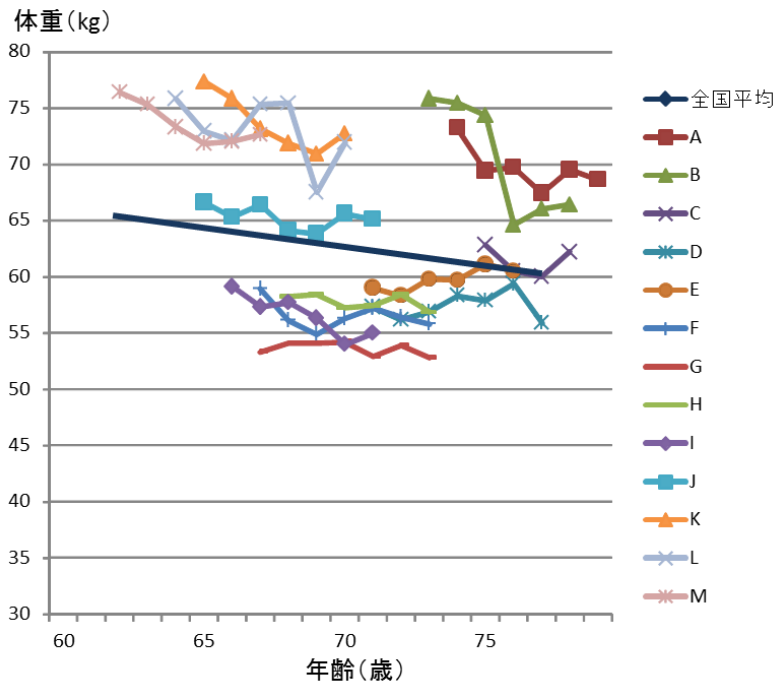


図 4-9-1 トレーニング期間中の個人値の推移 (男性：体重)  
 (斜めの直線は年齢別全国平均値から作図)

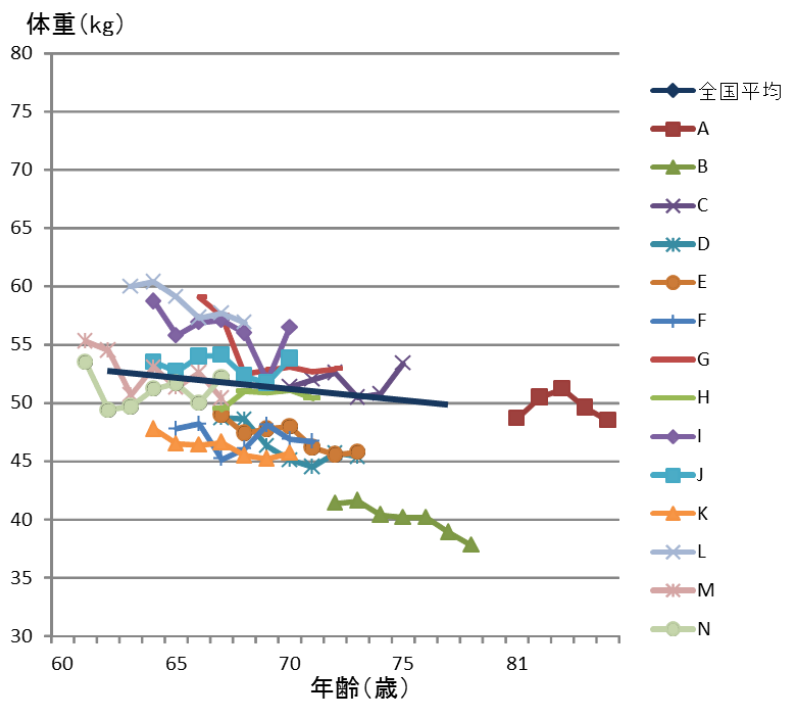


図 4-9-2 トレーニング期間中の個人値の推移 (女性：体重)  
 (斜めの直線は年齢別全国平均値から作図)



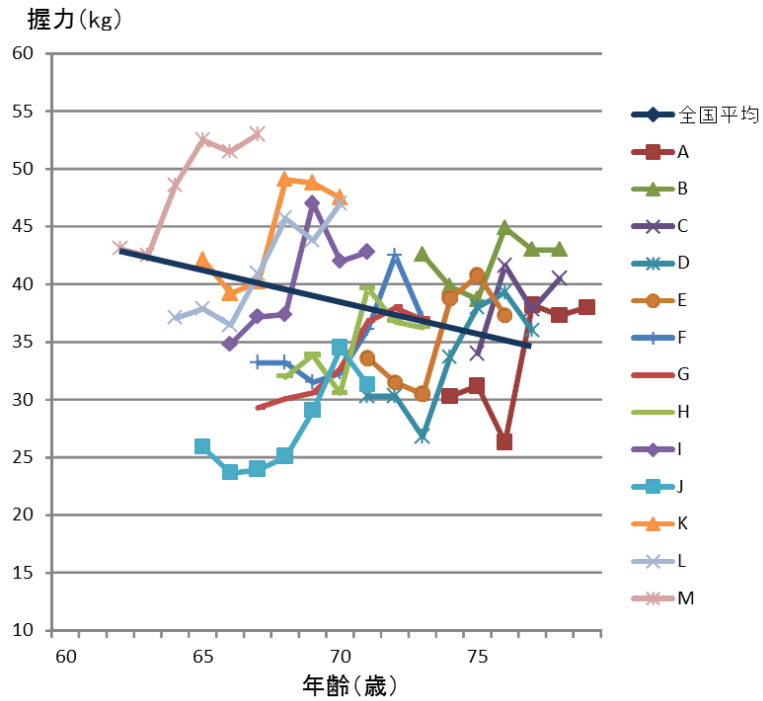


図 4-10-1 トレーニング期間中の個人値の推移（男性：握力）  
（斜めの直線は年齢別全国平均値から作図）

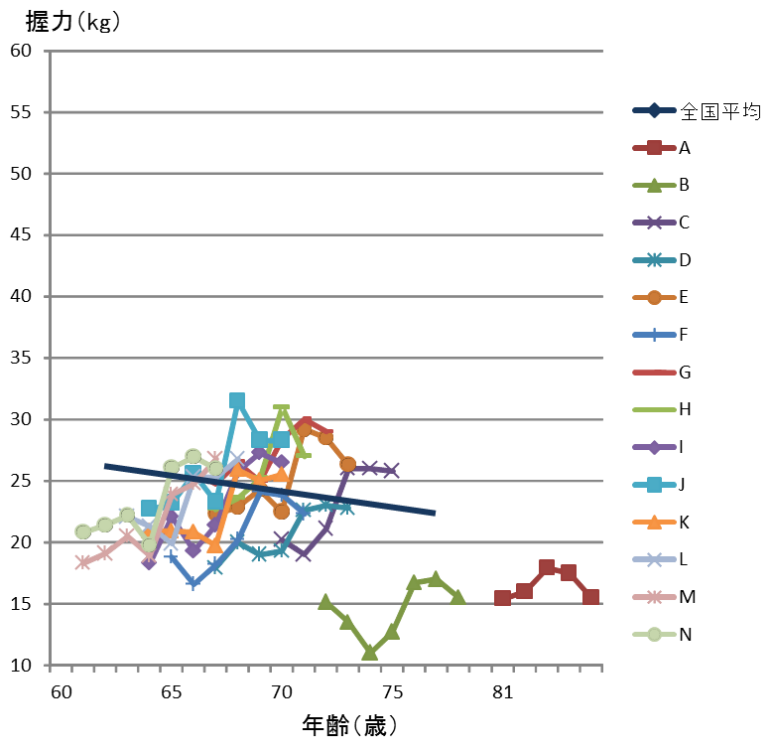


図 4-10-2 トレーニング期間中の個人値の推移（女性：握力）  
（斜めの直線は年齢別全国平均値から作図）

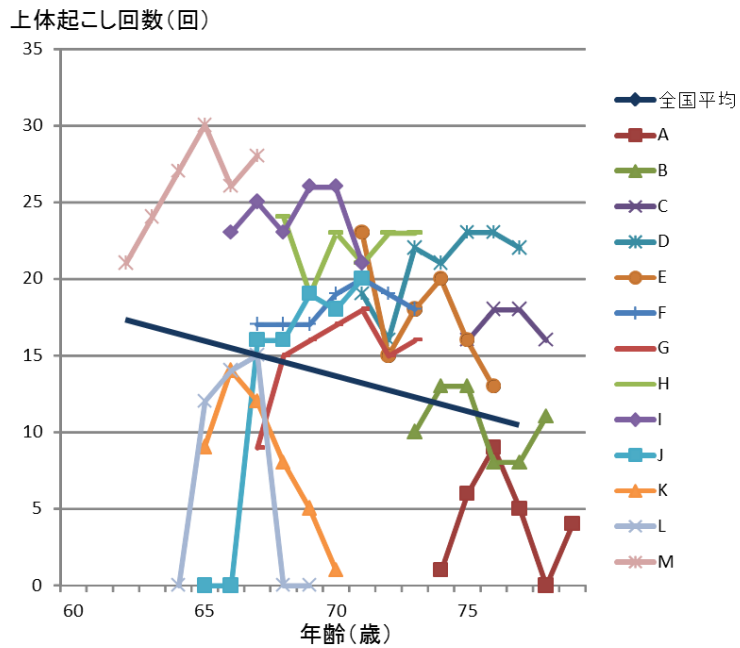


図 4-11-1 トレーニング期間中の個人値の推移 (男性：上体起こし回数)  
(斜めの直線は年齢別全国平均値から作図)

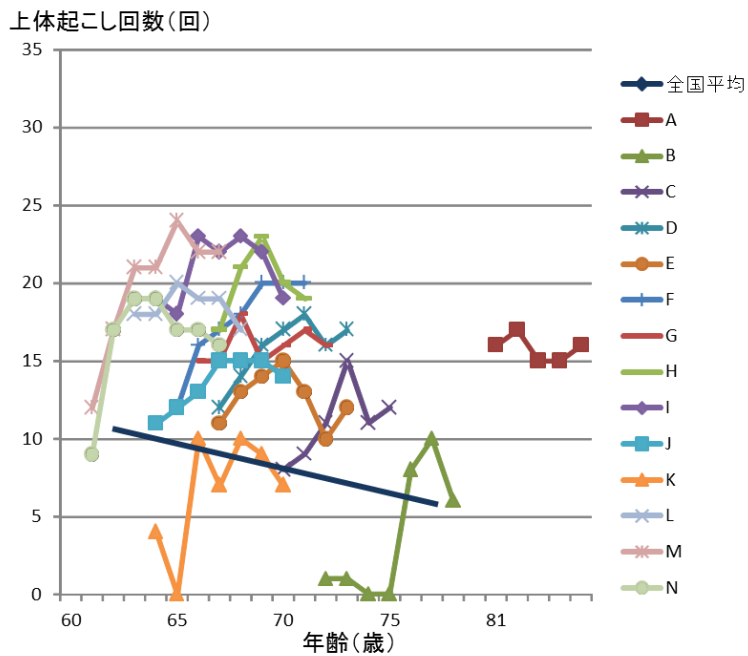


図 4-11-2 トレーニング期間中の個人値の推移 (女性：上体起こし回数)  
(斜めの直線は年齢別全国平均値から作図)

長座体前屈 (cm)

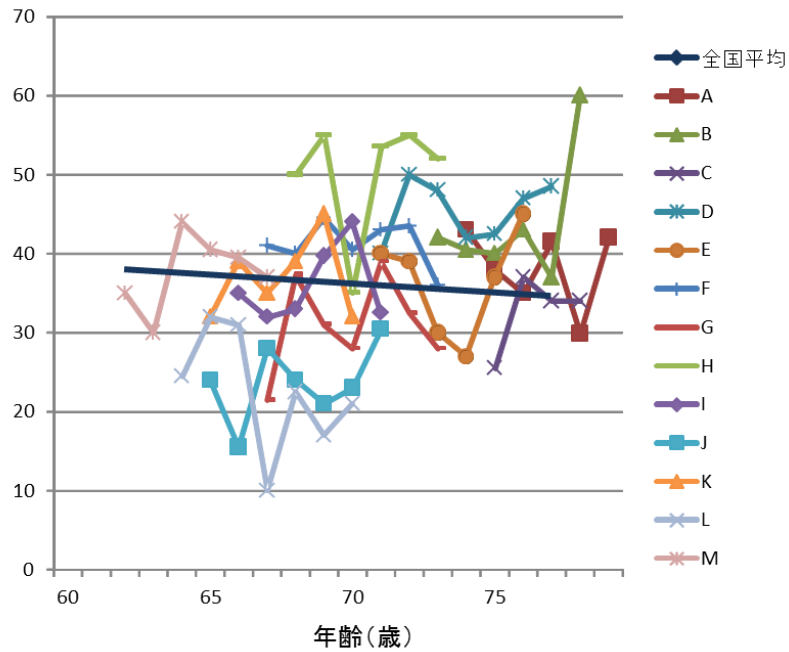


図 4-12-1 トレーニング期間中の個人値の推移 (男性：長座体前屈)  
(斜めの直線は年齢別全国平均値から作図)

長座体前屈 (cm)

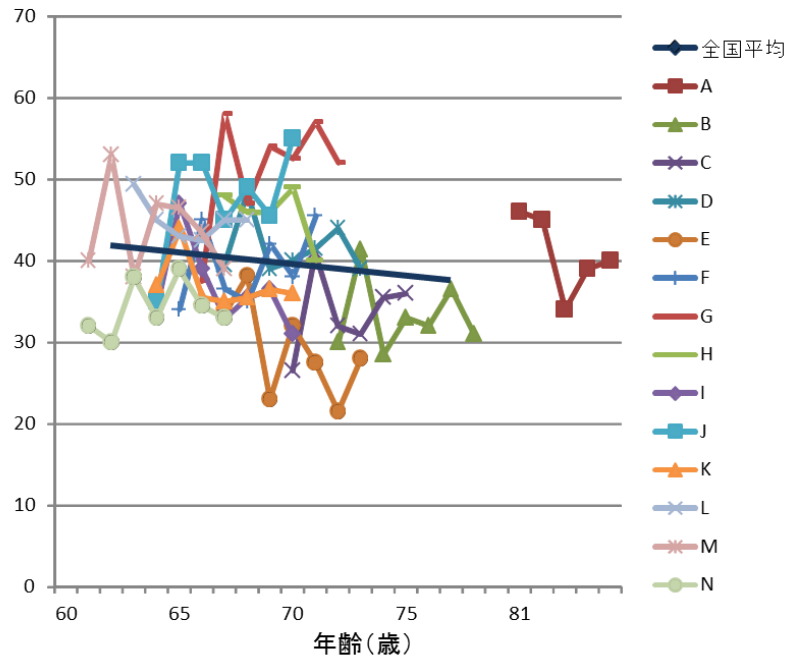


図 4-12-2 トレーニング期間中の個人値の推移 (女性：長座体前屈)  
(斜めの直線は年齢別全国平均値から作図)

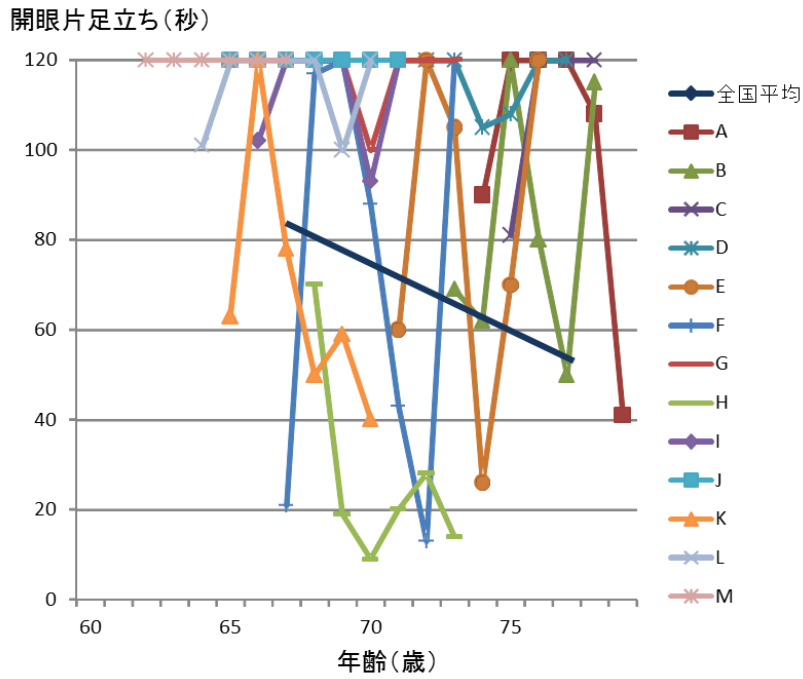


図 4-13-1 トレーニング期間中の個人値の推移 (男性：開眼片足立ち)  
 (斜めの直線は年齢別全国平均値から作図)

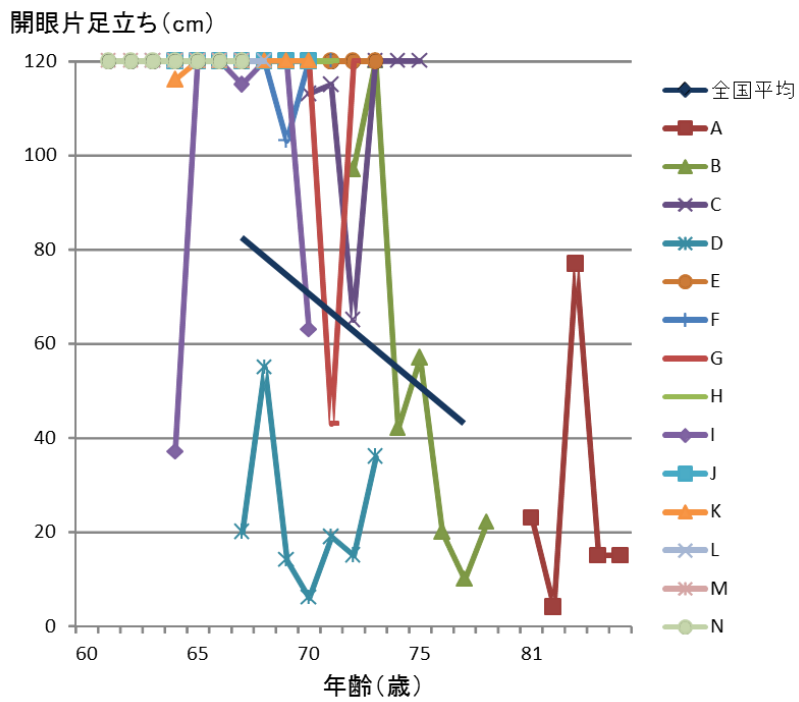


図 4-13-2 トレーニング期間中の個人値の推移 (女性：開眼片足立ち)  
 (斜めの直線は年齢別全国平均値から作図)

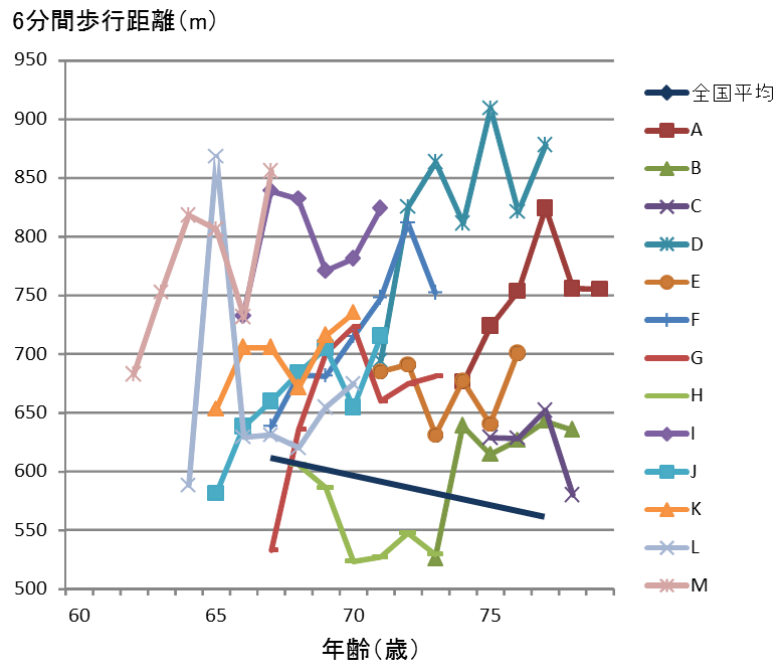


図 4-14-1 トレーニング期間中の個人値の推移 (男性：6分間歩行距離)  
(斜めの直線は年齢別全国平均値から作図)

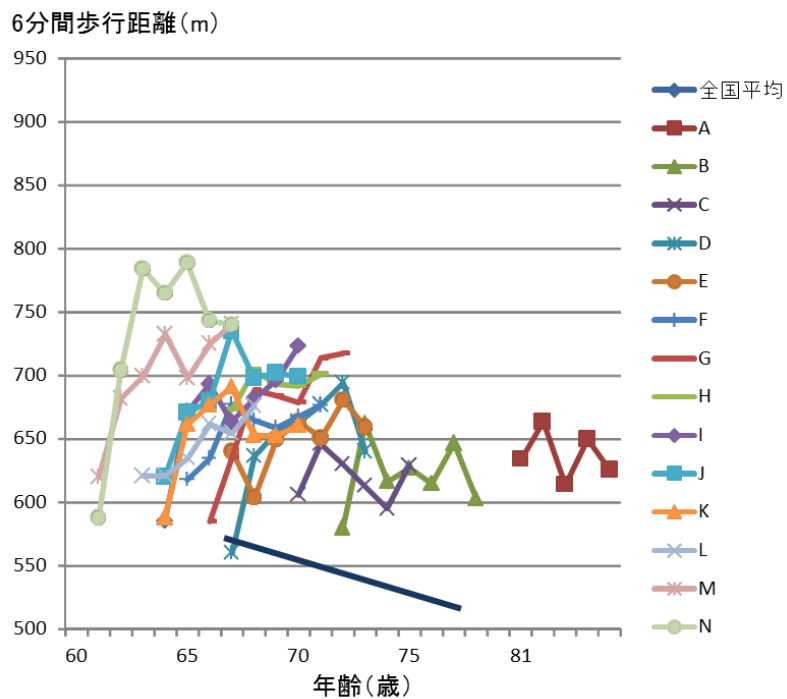


図 4-14-2 トレーニング期間中の個人値の推移 (女性：6分間歩行距離)  
(斜めの直線は年齢別全国平均値から作図)

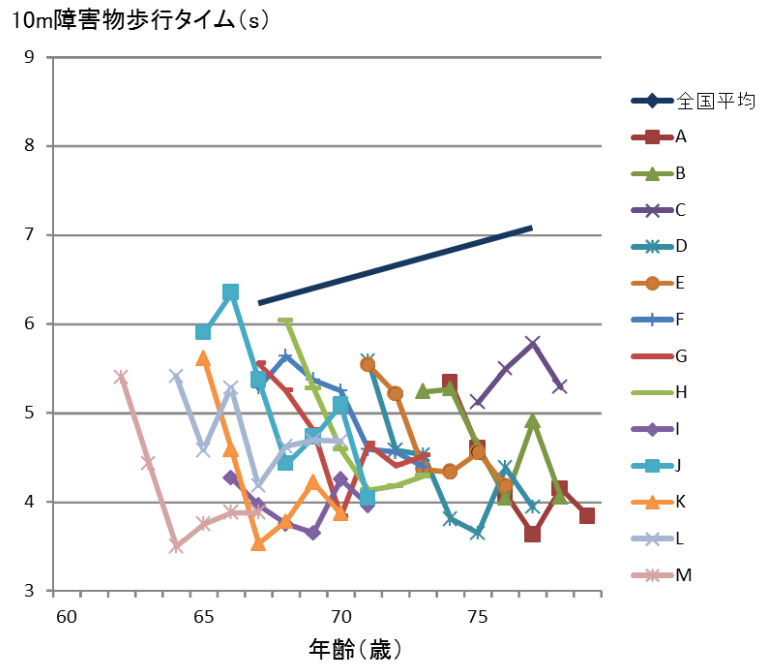


図 4-15-1 トレーニング期間中の個人値の推移（男性：10m障害物歩行）  
（斜めの直線は年齢別全国平均値から作図）

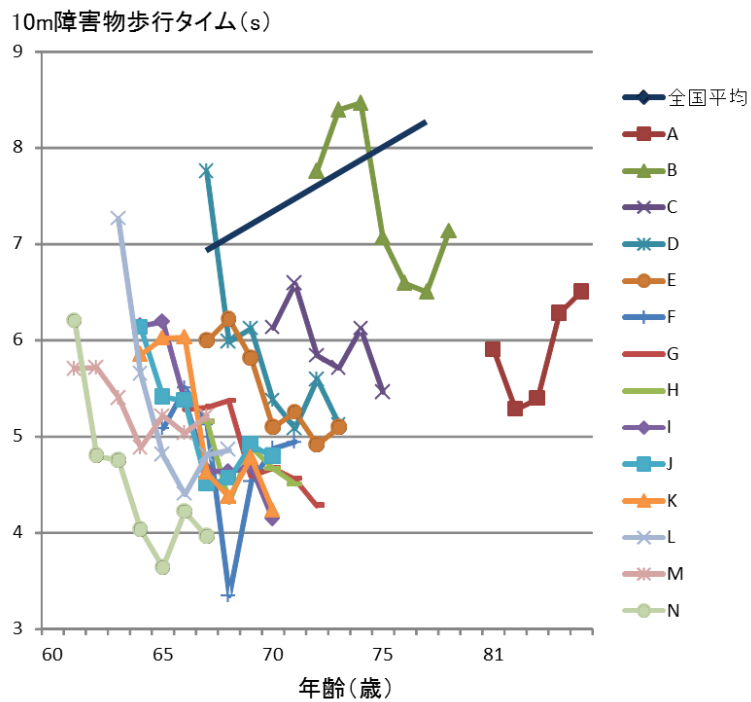


図 4-15-2 トレーニング期間中の個人値の推移（女性：10m障害物歩行）  
（斜めの直線は年齢別全国平均値から作図）

#### IV 論議

本研究は比較的低位力状態にある高齢者を対象にトレーニングの効果を長期的視点からとらえることを目的に実施された。本研究の対象者たちは、当初、体力的に比較的低い状態にある人たちであったが、トレーニングの継続によって、全国の平均レベルを超える水準の体力の状態を維持できるようになった。体力の改善は、16 週間のトレーニングによっても観察されたが、トレーニング開始後 3 年間を通して継続的な向上が見られたことや、トレーニング開始 1～2 年を経過した頃から改善が顕著となる項目（握力など）が見られたことも本研究における重要な知見の一つであったといえることができる。

アメリカスポーツ医学会（1998, 2007）は、体力を維持するために、多要素運動プログラムを勧めている。Rydwik et al. (2004) はシステマティックレビューで、筋力・移動距離・歩行動作・日常生活動作・バランス・持久性体力・関節可動域を改善することを目的にした介護予防策の有効性についてまとめている。有意に効果が得られた運動プログラムは、筋力や移動能力を改善させる内容であり、効果の得られなかった運動プログラムはバランス能力を改善する内容であった。Fahlman et al. は、高齢者を対象にして、多要素運動と筋力トレーニングの組み合わせの効果を報告している（Fahlman et al, 2007）。Villareal et al. (2011) は、比較的虚弱で肥満した高齢者を 3 か月、多要素トレーニングを行った結果を報告しており、効果がみられ、虚弱や肥満の高齢者に勧めるべきだとしている。Liu & Fielding (2011) は、虚弱高齢者に有酸素運動と筋力トレーニングの介入として実施したことの効果をレビューしており、これらのトレーニングには効果が認められるものと考察されている。

高齢者に対する筋力トレーニングについては、Romo et al. (2011) によっても有効性に関してレビューされているが、Cadore et al. (2011) は、高齢者では有酸素トレーニング群において他の筋トレーニング群や組み合わせ群よりも筋神経系の経済性に最も顕著な変化が見られたと報告している。トレーニングは、週 3 回、12 週間で、筋の質的な改善効果が顕著であったとされる。

本研究では、一般的な筋力トレーニングとは異なるタイプの筋活動トレーニングマシン（ソフト筋力トレーニングマシン）や、独自に開発された「認知動作型トレーニングマシン（動作学習型のマシン）」を用いているが、複合トレーニングの一種であるといえることができる。認知動作型トレーニングマシンでは、大腰筋や腸骨筋などの体幹深部筋を有効活用し、運動動作の遂行能力（動作の質）を高めるためのトレーニングをするという特徴がある（小林, 2001）。

Andersson et al. (1995, 1997) は、姿勢の保持や歩行動作に大腰筋が大きく貢献していることを示している。本研究に用いたスプリントトレーニングマシンや車軸移動式パワーバイクを用いて高齢者を対象に 12 週間のトレーニングを実施した研究（早川と小林, 2013）によれば、大腰筋横断面積において男性で平均 13%、女性で平均 12%の増加がみら

れている。他にも Tachi et al. (2011)の研究で大腰筋が平均 9%増加していることも報告されている。本研究に見られた歩行能力の改善には、大腰筋に代表されるような体幹深部筋の強化と密接に関連すると考えられた。

先述の通り、有酸素トレーニングや筋力トレーニングを高齢者に実施した場合の好ましいトレーニング効果についての報告はみられるが、低体力状態にある高齢者を対象にしたこれらのトレーニングの実施では、筋肉痛の発生、安全性の確保、運動継続への意欲欠如、楽しさの実感の欠如など、が指摘され、解決されるべき問題点も多い(Katsura et al., 2010)。高齢者にとって、たとえ短期的な運動効果が得られたとしても、運動そのものが楽しさを持って受け入れられているかどうかについて、その様子や実感を確かめる必要がある。本研究で用いた運動の方法は、5年間という長期にわたって参加者に運動が喜んで受け入れられたという点、およびこれからも継続されるであろうという点において重要な要素を含んでいるものと考えられた。

高齢者にとって運動に積極的に取り組みたいと思わない人も多く、運動の実施を敬遠する人も少なくない。運動によって生じる筋肉痛は、高齢者が運動を避けようとする大きな要因の一つでもある。また、力を発揮することに伴う努力感を敬遠する傾向も強い。さらに、運動による身体疲労の蓄積やスポーツ障害など、運動を行うことによって逆に健康を損なうことへの不安も根強く存在する。これらの潜在的かつ根本的な問題を解決する具体的な方法を考えることは、トレーニング効果に対するプラスのエビデンスを蓄積することと同様に重要な課題であると考えられる。

本研究では、こうした課題を解決する意図をもって、低体力高齢者でも無理なくできるように開発されたトレーニングマシンを用いた。

「重り」を重量負荷とするトレーニングマシンを用いることは、持ち上げた重りを下ろす時に伸張性収縮が起きるため筋肉痛の原因となりやすい。本研究で用いたトレーニングマシンには、電気的な抵抗装置（電磁ブレーキシステムなど）や摩擦抵抗によって抵抗負荷を生み出すシステムが採用されている。このことによって、抵抗負荷に対する感触が柔らかで、重力の影響を受けにくくなっている。繰り返しの多い単純な筋トレ動作や単調な労作的運動様式は、あまりトレーニングに熱心でない人の運動継続への意欲を弱めてしまうであろうと推察される。高齢者を対象とした運動の実施は、医学的な健康状態の改善のほかに、良い姿勢を保ち、歩行をはじめとした日常生活活動における動作の質を高めることが期待されている。

高齢者の動作の質を高めるトレーニングの方法は、有酸素トレーニングや筋力トレーニングの影に隠れて、あまり注目されてこなかった。

小林は、1995年にランニング動作を改善する目的でスプリントトレーニングマシンを開発した。このマシンの動作原理によれば、人間の走動作は、ペダルの回転動作と歩幅の動きに相当するペダル回転軸の前後移動の2要素から成り立っているとされる。このトレーニングマシンによる走能力の改善は、体幹深部筋を有効活用するような動作によって導か



れると考察された(小林, 2004)。その後、体幹深部筋を有効活用させる意図を持ち、低体力高齢者も無理なく利用できるタイプの動作学習に関するマシンが開発され、一連のトレーニングマシンは、動作学習型機能を持つ認知動作型のトレーニングマシンと呼ばれている。

本研究で興味深いことは、トレーニングを継続して3年経過後に握力の向上がみられたことである。また、年次的に握力の増加がみられた対象者がいることである。握力は、筋力の指標とされるが、それらの値は年齢に伴って低下することが一般的な傾向である。この握力の向上は、力の集中的な発揮に能力が高まったことによるが、大腰筋すなわち体幹深部筋の増大が握力の増大にも間接的に関与しているのではないかと考えられた。

低体力高齢者を対象にしたトレーニングでは、運動の継続性が最も重要な要素の一つとなる。継続性を支えるものは、参加者自身の運動への継続意欲である。体力的な改善効果が得られたとしても、参加者の意欲レベルが低いと運動の継続を図ることはできない。その意味で、運動の実施そのものが面白い、気持が良いなど、自然欲求的な受け入れの気持ちが高まっていなければならない。

本研究ではこうした意図に基づいたトレーニングを5年間継続しているが、運動に対する志向性は顕著に高まり、運動の効果を実感することができていることも運動の持続につながっていると考えられた。池添ら(2005)は、80歳代の低体力女性を対象に週4~6日、一回20分の低負荷トレーニングを12ヶ月実施したところ、大腿四頭筋の筋力が有意に増加したことやバランス能力が維持されたことを報告した。

近年では、歩行能力の低下を防ぐことが高齢者の生活の質(QOL: Quality of life)を保つ上で重要であり、ロコモティブ・シンドローム(移動運動困難症)の予防や改善が重視されつつある。Melzer et al. (2003)は、高齢者に歩行トレーニングが姿勢の安定に有効であることを報告している。転倒は、高齢者の骨折や運動能力の著しい低下の引き金になるため、10m障害物歩行にみられるような地面の変化に適応できるような運動能力の改善が、ロコモティブ・シンドロームの予防に役立つと考えられる。

バランス運動トレーニングも、高齢者の転倒予防対策として重視されている(Bruin, 2007)。Fatourosra (2006)は、筋力トレーニングによる柔軟性への効果を検討しており、筋力トレーニングの効果として筋力増強のみならず柔軟性の向上も伴うトレーニングが期待されている。本研究でも、柔軟性について向上がみられたが、個人内変動が大きいことが示されたため、高齢者においては個人にあったトレーニング内容の選択がより重要になってくることが示唆されている。

本研究の対象者は男性では多くの方が70歳代になっているが、活動の様子は個人内変動を伴いながら、全体として向上している様子を示す人が少なくなかった。体力や運動能力、健康状態は、きわめて個人差が大きい要素を含むので、一概に統計的な処理が好ましいものであるということは言い切れず、本研究のように、長期間のトレーニング経過を個人単位でとらえていくことも重要であると考えられる。

また、介護予防という観点からも本研究のトレーニング効果を見ることができる。本研究では、低体力状態の高齢者を対象としたが、トレーニング開始後、半年間の効果が著しく、その後、数年継続することによって、介護を必要としない健康状態がつくられていったという側面を見出すことができたといえよう。

## 第三部

### 総合論議

本研究では、知的障害児と低体力高齢者を対象とした身体的トレーニングの方法として、認知動作型トレーニングを用いた。知的障害児や比較的体力水準が低い高齢者を対象にして、5年間、同じ方法によってトレーニングを実施したという本研究に類似する内容をもったものは文献的にはみられていない。

本研究で用いたトレーニングの方法は、高齢者を含む幅広い年齢層の人たち、体力水準が異なる人たち、および知的障害者にとっても利用が可能であり、運動を楽しく継続できるという点で有意義な方法であると考えられる。

認知動作型トレーニングは、運動の内容が、姿勢のバランスやタイミングを取って動作する内容のものや、関節の可動範囲を大きく動かすもの、筋のストレッチやリラクゼーション、適度な筋緊張を必要とするものなど、運動の内容に多様な要素が含まれている。その意味で複合型のトレーニング内容となっている。トレーニングマシンによって新たな動作が創り出される時に発生する新たな感覚刺激は、動作の改善に必要な運動感覚の活性化につながるものと考察される。運動感覚の大切さについては、知的障害児を対象とした教育の中からも見出されているといえよう。

これまでは、知的障害者に対するスポーツや運動といっても、いかに楽しめるかという側面が偏重され、そのスポーツや運動のトレーニング効果についての研究や現場における意識も遅れていたといえる。知的障害者でもただスポーツや運動を楽しむということにとどまらず、その上でさらに効果的に身体的・精神的・社会的側面の向上・改善につながるトレーニング方法の開発が社会のニーズとして高まっていくことも予想される。

#### I 知的障害児のトレーニング

イタリアの女性最初の医学博士であったマリア・モンテッソーリ (Maria Montessori : 1870~1952) は、知的障害児と思われる幼児を観察するうちに、感覚的な刺激を求めることを認め、指先を動かすような玩具を与える治療を試み、知的障害児であっても感覚を刺激することによって知能の向上がみられることを見出した。後にモンテッソーリ教育として国際的に認められている幼児教育では、5つの領域があり、そのひとつに感覚教育がある。日本モンテッソーリ協会 (日本モンテッソーリ協会, 2014) によれば、「モンテッソーリは知的障害児の治療教育の成果を基礎にして、一般の教育、特に幼児教育の方法を確立し、子どもの科学的な観察にもとづくモンテッソーリ教育を提唱した。モンテッソーリは、子どもには生まれながらに自ら成長発達する自然のプログラムと力が備わっており、適切な

環境と援助が与えられるならば自分自身で積極的に成長を遂げる存在であることを発見した。子どもを一個の人格的存在として尊重する彼女の教育法は世界に大きな影響を与え、その卓越性は、今日、国際的に再認識されている」としている。

1970年代頃から広まってきているスヌーズレン (Snoezelen) 教育 (日本スヌーズレン協会, 2014) は、重度知的障害者を魅了するような感覚刺激空間において、最適な余暇やリラクゼーション活動を提供する実践教育であり、そのプロセスから生まれた教育理念でもある。スヌーズレンの実践とは、障害を持つ人々にとって受け取りやすい感覚刺激に満たされた物理的環境、および利用者と支援者が楽しみや安らぎを共有できる雰囲気の中で、利用者が自分にとって意味のある活動に携わることである。この実践は、1970年代、オランダで始まったが、現在ではヨーロッパを中心に全世界へ広がってきており、日本でも重症心身障害児・者施設や知的障害児・者施設を中心に試みられつつある (日本スヌーズレン協会, 2013)。

姉崎 (2012) は、重度・重複障害児の自立活動を支援する「スヌーズレン教育」の骨子となる要素として、①情緒を安定させる・リラックスさせる、②覚醒させる・注意、集中力の向上、③運動・動作の向上、④対人関係・コミュニケーション力の向上、⑤その場を楽しむ・快の情動の喚起、を挙げている。本研究で用いた認知動作型トレーニングには、姉崎が挙げた上記五つの要素の全てを含んでいると考えられる。

医療・福祉の分野では、重度の知的障害と重度の肢体不自由が重複している状態を、重症心身障害、教育の分野では重度・重複障害と言っている。重症心身障害児者 (重症児者) は、重度の肢体不自由と知的障害が重複して、歩行・手の機能などのコントロールが困難であり、言語理解や言葉・食事・排泄・更衣などの日常生活動作の多くの部分に介護を必要としている子どもおよび成人とされている。

重症児者は、全国で 25,000~38,000 人と推定されているが、実際は、定義通りでなくても、重症児者として施設に入所していたり、児童相談所の認定を受けていたりするケースがあり、実数は不明とされる。

運動機能に重度な障害のある人達の運動・レクリエーションとしてボッチャ、電動車椅子サッカー、風船バレーなどが実施されるようになってきている。しかし、重度の肢体不自由と知的障害が重複する重症児者に対しては、運動・レクリエーションのプログラムや指導者が十分に保障されているとは言えない。運動・レクリエーションの楽しさを提供したいと考えている関係者は多いと考えられるが、実際には「既成の障害者スポーツでも難しい」「障害の重い人への指導方法がわからない」「重症児者に対応した運動プログラムを知りたい」などの悩みや要望を聞くことが多い。重症児者に対しては、一般的な競争的要素を持つスポーツ種目を適用させても有効性がないと考えられる。

これまで、重症児者の運動・レクリエーションプログラムとして有効であると考えられている運動プログラムは、ストレッチ・マッサージ、ムーブメント遊具を使った活動、水

泳・水中活動、ダンス活動などである（日本障害者スポーツ協会，2012）。これらの活動は競争的スポーツとは異なり、ルールも平易で、必要とされる運動技能が単純で、他者との競争がなく、成功、失敗の評価は任意とされる。これらのプログラムの中で特に有効であると考えられる活動の要素は、①回転、揺れなどによる前庭感覚、筋感覚への刺激および音楽と動きなどの感覚—運動的な要素、②他者との身体的・心理的触れ合いの要素、③集団で協力して行うことで味わえるグループダイナミクスの要素、④勝ち負けや記録ではなく、課題ができたことで他者の称賛を受ける自己達成感の要素とされる。これら有効とされる活動の要素は、重症児者の運動・レクリエーションプログラムの内容や指導方法を考案する上で参考になるものと考えられる。

知的障害の身体能力の実態・実情はそれぞれの場合で異なり、運動・トレーニングの領域において、その有効性・有用性に関する科学的知見は乏しいといえる。また、健常者以上に身体能力に関する様々な要因の個人差が大きいため、科学的な分析・評価ができていく場合が多いという側面もある。

本論文の研究についても、知的障害児においては、運動・トレーニングに参加させること自体が難しく、運動を好まない、または拒否するといった傾向をもつ者を、どのようにトレーニングに親しんでもらうかといったことが最初の関門となった。

もともと運動嫌いであった者については、運動指導者による時間をかけた丁寧な指導によって、トレーニングを始めさせることができた。その後、だんだんと指導者の導きがなくとも、積極的にトレーニングへの意欲が向上して、ほぼ毎回出席するようになっていった例も見られた。こうした傾向は、本研究の運動は、運動嫌いの知的障害児でも楽しく取り組めるトレーニングであったことを示唆している。特に、言葉を話すことができず、会話の理解も成立しない対象者を相手にした場合は、その日のトレーニングを十分に行えるかどうかは、本人の意欲次第によるところが大きいという現状があった。

本研究から、自ら進んで取り組む意思がますます強まっていったとともに、トレーニングマシンの継続使用により、身体能力も高まり、それがさらに生活状況や精神的側面の改善結果となって表れていったことに、大きなトレーニング実施の意義があったと考えられる。

比較的運動トレーニングを嫌っている知的障害児でも、感覚的な楽しさを感じ取ることができ、トレーニング継続の意欲を強めていけただけでなく、運動における動作の質（Quality of Motion：QOM）を高めるといった認知動作型トレーニングの効果を身に付けたことの意義は大きいと考える。“自分にとって日々楽しめるトレーニングに出会えた”という喜びと、そのトレーニングの効果によって改善された身体能力、さらには生活能力の向上が対象者の生活の質（Quality of Life：QOL）を高めていったといえる。特に知的障害児の場合は、健常者と比べその言動が突発的であったり、予測されにくかったりすることから、運動トレーニングの指導現場においては健常者以上に指導者側の注意

力が必要とされる場面も多かった。

本研究のトレーニングでは、マシンを使用するという点で、当初は安全面も心配されたが、マシン使用にあたっての操作方法なども自力で行える部分は自分で行うようになっていき、観察記録や保護者へのアンケート調査などからも危険につながる可能性のある行動が少なくなり、言動の変化も観察された。このことは、トレーニングによる自己コントロール能力の向上という意味で、生活態度の改善という面にもつながっており、波及的な効果があったといえよう。

本研究の結果は、知的障害児において、身体的・精神的・社会的側面における改善が認められ、それは個人に対する効果にとどまるものではなく、個人を取り巻く家族やその支援者にも影響を及ぼすものとなった。

知的障害児は、個人としての生活上の支障を感じながら日々過ごしているケースが多いが、その障害ゆえにやむを得ず家族が生活のサポート（日常生活や社会生活における同伴行動など）を必要とすることも多い。つまり、障害者をもつ家族も生活上の過重負担を担っていることが多く、そのため家庭生活が大変な状況になってしまっているケースも多々みられる。このことから、障害者個人の身体能力や健康状態を向上させていくことは、家庭やコミュニティなどで関わっている周囲の人々への負担を軽くすることにもなり、全般的により豊かな人間関係や文化的活動を可能にしていく方向に繋がっていくものと推察できる。

障害者において最も重視されるトレーニングの継続性については、本研究で知的障害児がトレーニング習慣を長期的に継続できたことの要因として、認知動作型トレーニングマシンの特徴の一つである“感覚的な楽しさ”が、特にアンケート調査や観察記録から体感されたことがうかがえる。知的障害児や自閉症の場合、いかにトレーニングが健康科学的に優れたものであったとしても、最初の段階で“つまらない”“苦痛だ”等の感覚を持たせてしまうと、トレーニングの継続は困難となる。その意味で、トレーニング初期から楽しく行えるとともに、段階を踏んでいくにつれて運動意欲がますます湧いてくるというトレーニングプログラムが必要とされる。本研究の認知動作型トレーニングは、トレーニング日数が増すにつれて、対象者の運動意欲を高めるものとなった。

## II. 知的障害児の発育期における運動能力について

障害者の中には比較的早期に寝たきりになるなど生活レベルの急激な低下をはじめ様々な程度の廃用症候群がしばしば発生する。この廃用症候群の発生に際しては低い身体活動によって引き起こされる体力低下が一因と考えられているが、体力低下に関する病態生理について詳しく検討した報告は少ない（石塚，2005；飛松，2003）。

身体活動に注目し、障害者における体力低下に関する病態生理を明らかにしようとした試みで、簡便で信頼性の高い方法として、連続心拍数の測定を手がかりに身体活動について検討した報告 (Van Den Berg-Emons et al., 1996; Ronald et al., 2004) もある。

一般に健常者における体力維持のためには、中等度以上の運動強度で有酸素運動を行うことが必要とされる。身体活動が有酸素運動であるためには180秒以上持続することが必要である (Åstrand et al., 2003)。Gavarry (2003) の研究によると健康な子供を対象に連続心拍数を測定し、対象の78%が50~70%HRR (予備心拍数) の身体活動を一日合計30分以上行っていた。

また、Nagasaki et al. (1995) の運動能力モデルは、手の力 (筋力)、平衡性 (バランス)、歩行 (移動) の3因子より構成されている。また、握力、タッピング頻度、片足立ち (開眼及び遮眼)、平均台歩き、歩行速度 (通常及び最大) という7種の運動能力測定を18~68歳の知的障害者217名に行い、生活年齢 (暦年齢) と知能指数との関連、及び運動能力測定項目同士の関連を検討した研究がある (奥住, 2001)。これによると、①生活年齢と有意な相関が見られた運動能力は最大歩行速度のみで、知能指数を統制するとその相関も有意でなかった。②知能指数との有意な相関はすべての運動能力で見られ、知能指数が高いほど運動能力の成績が高かった。③性差に関しては、握力では女性より男性で成績が高く、その他の運動能力ではその影響は見られなかった。④運動能力項目同士の相関はすべて有意であり、握力とタッピング、片足立ちと平均台歩き、2つの歩行速度における相関が特に顕著であった。他にも、知的障害者の運動能力は健常者と比較して概して低いこと、個人差がかなり大きいこと、知的レベルが高いほど運動機能が高くなる傾向にあること、発達期において速度は遅いものの健常者と同様に運動機能が向上していくことなどが報告されている (Buruikinks, 1974; Kral, 1972; McConaughy et al., 1988)。つまり、知能と身体運動能は密接に関係している可能性が高く、それゆえ能力向上のためのトレーニングが適切であった場合、知能・身体運動能両者の改善を相乗的に期待できる可能性を秘めているととらえることができるかもしれない。

運動能力は単純な1因子ではなく、筋力、持久力、バランス、敏捷性などの複数の因子から構成されるモデルであるという理解が必要である (猪飼, 1979)。知的障害者の運動能力に関する研究でも、こうした複数の測定項目から成る組テストを用いた検討が古くからなされている (Howe, 1959; Francis et al., 1959; 橋本ら, 1990; Henderson et al., 1981)。

これまでも心身障害者のリハビリテーションとして、トレーニングによる機能改善の重要性が指摘されてきており (矢部, 1975)、知能水準に応じた調整力強化の運動効果についての報告 (波多野, 1979) もあるが、運動を好まない知的障害児は多く、その対応については現場においても解決が難しい課題となっている。

心身状態と神経系の働きは密接に関係しあっており (Scheerer, 1992)、適切な感覚刺激を与えることが、心身の状態をよりよく保つためには必要であるという報告があり (Dunn, 1997)、筋力や有酸素能力 (Kobayashi et al., 1978) 等々の向上をはじめとして、総合的

に生活を充実させていけるような運動能力や体力を高め、身体的・精神的・社会的側面各々の実質的な改善を図っていくことが重要となる。

本研究で用いた認知動作型トレーニングマシンの導入により、運動嫌いが改善し自ら進んでトレーニングを楽しみ、身体的・精神的・社会的側面における効果や有用性が高まった研究報告が、本研究の著者たちによってなされている（早川と小林, 2008, 2010; Hayakawa & Kobayashi, 2011, 2013）。知的障害者においても、健康で体力のある高齢期を迎えることができるよう（小林, 1982, 1987, 2013; 小林ら, 1985; 衣笠ら, 1994）、若年期から生活の質を高めていく必要があると考えられる。

### Ⅲ 高齢者のトレーニング

健康増進を目指した運動の実践は、生活習慣病の予防や改善を主目的として、厚生労働省から「運動指針 2006」（厚生労働省, 2006）、「健康づくりのための身体活動基準 2013」及び「健康づくりのための身体活動指針（アクティブガイド）」が発行され、国民が広く運動することが推奨されてきた。しかし、ここでの運動推奨となる対象は69歳までの人であり、本研究の対象者となった70歳以上の人に対しては、運動の基準が示されていない。70歳以上の高齢者、もしくは75歳以上の後期高齢者を対象とした運動推奨に関するものはまだ確立されたものがない。

アメリカスポーツ医学会（ACSM）による運動の推奨は、体脂肪の減少や最大酸素摂取量の維持増進が主目的とされている（ACSM, 2007）。そのために有酸素運動と筋力トレーニングが運動の主内容となる運動プログラムが重視され、この分野に関する多くの研究論文が非常に多く出されている。

本論文におけるトレーニングの内容は、有酸素運動や筋力トレーニングに関わる要素を多く含んでいるが、従来の発想に基づくトレーニングの内容とはなっていない。

高齢者を対象とした場合、一般に、年齢や運動刺激の低下を主要因とする体力低下や筋の萎縮を予防し、日常生活に支障が生じないような体力の維持増進が目指されることが望ましいと考えられる。

本研究では、体力の低下がどこから生じてくるかを考えた時、加齢により日常行動の活動性が低下していくことにより、若年期には活発に動かしていた日常動作作用筋である体幹深部筋群の衰えが進行するのではないかと考えた。したがって、体力の低下を予防し、体力の改善を図るためには、体幹深部筋群をトレーニングすることが必要であり、体幹深部筋群を無理なくトレーニングすることができるように開発された「認知動作型トレーニングマシン」が本研究のトレーニング方法として有効であろうと考えた。

体幹深部筋の筋力トレーニング効果を知るためには、MRI画像による大腰筋の横断面積を指標として用いたが、トレーニングによって大腰筋の横断面積が増加した例が多かった。このことは、体幹深部筋を刺激するトレーニングとして、本研究で用いた方法が有効であ



ったことを示すものであり、6分間の歩行能力の著しい向上にみられたように、認知動作型トレーニングは、高齢者の歩行能力の改善に役立つことを示している。

高齢者の歩行能力に関しては、当然のことながら脚筋の働きが大きい。加齢に伴う筋力の低下は、上肢よりも下肢の筋群のほうが著しい (Tomlinson et al., 1969)。

歩行や階段昇降などの過重負荷時に膝関節にかかる負荷は体重の約 3 倍以上であるが、その負担の軽減を担っているのが大腿伸筋群である。大腿伸展筋群の低下は起居および移動などの活動を制限し、またバランス能力の低下とも関連しているため、転倒を引き起こす大きな原因となっていると考えられる (金ら, 2000)。

近年では、大腿の筋群と同様に、歩行動作にかかわる筋として、大腰筋があげられ、加齢に伴う大腰筋と大腿伸筋群の筋量の低下は、歩行能力の低下に大きな影響を及ぼす可能性があると指摘されており (金ら, 2000)、歩行能力に関わる筋群の強化が課題となる。

高齢者においても筋力トレーニングにより筋量・筋力・歩行速度の向上が確認されている (Fiatarone et al., 1994; Kim et al., 2012)。このことは、筋肉を使わないことにより起こりやすくなる廃用性筋萎縮の予防と治療の一環として、筋力トレーニングを日常生活に取り入れることが重要であることを示唆している。

本研究での有酸素的トレーニングの内容には、トレッドミル歩行 (5 分間) をはじめ、自転車ペダリングに類似の車軸移動式パワーバイク、舟漕ぎ運動、スプリントトレーニングマシン、など、軽負荷の全身運動が組み合わさった形の運動内容となっており、いわゆる単純な動作の繰り返しによる全身持久的運動の要素は比較的少なかった。その意味で、従来型の有酸素運動とは異なるものと考えられる。しかし、全身持久力の指標とされる 6 分間歩行能力の著しい改善は、本研究のトレーニングに参加した対象者たちの有酸素能力にも改善がみられているのではないかと考えられる。

厚生労働省の「健康づくりのための運動所要量および運動指針」(厚生労働省, 2006)にあるように、全身持久力を増加させる有酸素運動を主とする運動習慣は、高血圧の改善などの循環系への効果や、脂質代謝、糖代謝の改善、内分泌系への効果ばかりでなく、抑うつやストレスの解消等、精神衛生の向上にも大きく寄与している。

高齢者が運動を継続した時の運動生理学的な変化については多くの研究報告がある。持久力を示す体力である最大酸素摂取量の高い人ほど、生活習慣病発症率が低いことが示されている (Sawada et al., 2003; Lynch et al., 1996; Wei et al., 1999)。高齢者における最大酸素摂取量の増加率は若年者とほぼ類似しており (Meredith et al., 1989)、有酸素性トレーニングに対するトレーナビリティはほぼ同様であることが示されている。しかし、筋の酸素摂取速度の増加率では、若年者よりも高齢者でかなり大きな増加率を示し (Meredith et al., 1989)、高齢者では筋の酸化能力が大きく改善されることを意味する。老年期における有酸素トレーニングによる最大酸素摂取量の増加は、若年者で認められる心容積や 1 回拍出量、および最大心拍出量の増大など中枢 (特に循環器系) 機能の改善よりも、酸化系酵素活性の亢進や動静脈酸素較差の増大など抹消機能の改善の寄与が大きい

と考えられている。しかしながら近年では、高齢者においても 1 回拍出量および最大心拍出量など中枢機能が改善することも示されてきている (Spina et al., 1997)。

高齢になるほど、身体運動能力と代謝性疾患との関連性が強まる (Everson et al., 2011)。加齢に伴い、膵臓におけるインスリン分泌能および細胞の糖取り込みにおけるインスリン感受性は低下し、糖代謝機能の低下が引き起こされる (Yamanouchi et al., 1992)。高齢者においても有酸素性トレーニングにより、糖代謝に関するインスリンの感受性改善効果がみられた報告もある (Kahn et al., 1990)。

高齢者の筋力トレーニング効果については、筋線維の肥大よりも筋一神経系の改善の貢献度が高いことが示されてきたが、高齢者においても 8~12 週間のトレーニングで若年者と同様に筋肥大 (主として速筋線維の肥大) による筋力向上が認められている (Vandervoort, 2002)。90 歳でも特異的な筋力トレーニングを行うことによって筋横断面積が肥大する (Fiatarone, 1994) ことからわかるように、人は何歳になっても筋量増加のトレーニング能力を有しているようである。

筋量が増大することは、日常生活機能の維持に貢献するだけでなく、骨格筋は糖や脂肪酸を利用する最大の組織であるため、代謝活性を高め肥満等の予防の一助となる可能性がある。しかし、筋力トレーニングを実施した時の筋の合成速度は加齢によって遅くなることも考えられるため、高齢による限界があることも考慮に入れる必要がある。

高齢者のトレーニング方法として、有酸素トレーニングや筋力トレーニングについて論述したが、現実の地域社会における高齢者の実態はどうかというと、有酸素トレーニングや筋力トレーニングを長期的な運動習慣として確立できている人は少ないのが現状である。有酸素トレーニングや筋力トレーニングの効果について理解が浸透していないというわけでもない。スポーツ健康科学・生涯健康教育の普及により効果が期待できるという知識・認識をもっている高齢者は増加していることが推察される。また、運動習慣の継続が重要であるという理解も普及してきている。

しかしながら実態としては、運動習慣を築けないうちに途中で挫折してしまう人が多い。その理由として、「運動が単調・単純でつまらないから」「若い頃と比べて疲労することへの拒否感が強まってしまっているから」「(膝などの) 整形外科的なケガをした (あるいはしやすいから)」「(特に筋力トレーニングにおいて) 筋・腱・靭帯等を損傷してしまった (損傷しやすいから)」等々が挙げられている。身体能力を高め、健康増進を目的としていたはずのトレーニングが、むしろ身体を傷つけ、健康を損なうケースがあるということが懸念されている。

高齢者では安全性が最も重要視されるが、この点においても本研究のトレーニングでは、高齢者が安全に楽しく行えることを実証した。さらに感覚的にも楽しく、対象者全員が本トレーニングマシンの継続使用を希望している。

認知動作型トレーニングマシンの特徴として、「認知」すなわち自ら意識して体をコントロールする感覚や脳機能が求められる。動作の質を改善させ、運動能力や生活能力を高め、いくコンセプトに関連して、運動と脳の働きによる認知機能の活性化が認知症の予防や改善の効果を生む可能性も示唆された。

また、加齢に伴う筋量および筋力の低下と骨密度の低下が大きく関連している「転倒・骨折」は、寝たきり要因の第3位(厚生労働省)であり、高齢者にとって深刻な問題である。自立した生活機能を維持するためには、寝たきりになることなく、いくつになっても自ら移動し活動できる能力が求められる。とくに日常生活の中でも「立ち座り動作」と「歩行」といった移動能力を一定レベルに維持することが大切である。その意味でも、医学的にも様々な傷害が発生する可能性が高い高齢者でも安全かつ効果的に取り組めるトレーニング方法の開発が急務とされる現状にある。運動の継続性の観点からは、トレーニング効果が期待されるだけでなく、トレーニングそのものが感覚的にも楽しさを覚えるものでなければならないということも反映されていなければならないと考えられる。

今後は、この認知動作型トレーニングマシンにおける有用性および効果の詳細をさらに解明・検討していくとともに、認知動作型トレーニングのコンセプトや理論からさらに普遍的な価値を見出すべく研究を進展させていきたいと考えている。

## 第四部

### 本研究のまとめ

1. 知的障害者では、運動不足に伴う健康障害が顕著である。知的障害者の運動実施については、困難なことが多く、運動を好まない場合も多い。本研究では、「認知動作型トレーニングマシン」を用いたマシントレーニングを知的障害児に実施し、その効果を検証することを目的とした。

対象は、知的障害児 5 名（IQ20 未満: 1 名、IQ20～35: 3 名、IQ50～70: 1 名）で、週 1 回、1 時間のトレーニングを 15 カ月間実施した。

その結果、運動に対する動作能力の著しい改善がみられ、体脂肪率の低下が見られた。体力面では、50m 走、背筋力、握力、長座体前屈に向上が見られた。保護者に対するアンケート結果では、行動や意欲の高まりなど、生活および精神心理面での改善が見られたとの回答を得た。

「認知動作型トレーニング」は、知的障害児にとって、身体的・精神的・社会的側面において有効なトレーニング方法であることが認められた。

2. 学校環境の中で、認知動作型トレーニングを実施することができれば、運動嫌いの知的障害児でも楽しくトレーニングできるのではないかと考え、特別支援学校の協力のもとに、特別支援学校内に認知動作型トレーニングマシンの設置スペースを設け、学校教育時間内で、トレーニングを実施した。設置した認知動作型トレーニングマシンは、「スプリントトレーニングマシン」「車軸移動式パワーバイク」「手足同側マシン（チェストリンク）」「足腰伸ばしマシン（バウワーリンク）」の 4 機種であり、知的障害児 23 名が、週一回 30 分間のトレーニングを 3 ヶ月間実施した。その結果、体脂肪率の低下や 50m 走、10m 歩行、10m 障害物歩行、股関節開脚角度など、運動能力や関節の柔軟性などに改善がみられた。保護者に対するアンケートでは、行動が改善されて意欲が高まったなどの回答が得られ、生活状態と精神面・心理面の改善が明らかであった。認知動作型トレーニングは、知的障害児が学校という環境内においても有効なトレーニングであることが認められた。

3. 知的障害児 6 名を対象として、認知動作型トレーニングマシンを用いた身体トレーニングを 5 年間にわたり継続的に実施し、その経過を、4 か月ごとの測定を通して観察した。

トレーニングには 15 種類のトレーニングマシンを用いたが、それらのマシンは、①動作学習効果を持つもの、②持久的能力を高めるもの、③筋力を増強させるもの、④体幹深部筋を強化させるもの、⑤バランス感覚を改善させるもの、に分けることができ、対象児は

これら全てのマシンを用いた複合型のトレーニングを行った。

トレーニングの結果を、動作の観察、体力テスト、アンケート調査、ビデオ観察、などの手法を用いてとらえた。トレーニングは、週1回、一回90分間、東京大学柏Ⅱキャンパスのトレーニング室に設置されたマシンを用い、5年間を通して、同じ内容を継続した。

トレーニングの実施は、毎回、保護者の付き添いを条件とし、実施したトレーニングの内容（運動種類ごとに負荷・回数）を記録した。

その結果、著しい効果は、およそ1年後に現れ、その後も徐々に向上する傾向を示した。このトレーニングは、心身の健康度を高めるだけでなく、自分の行動をコントロールする自己制御能力、他人の指示を受け入れたり、他人との共同的な行動がとれる、などの社会的能力面にも効果がみられるようになった。

4. 地域在住の低体力高齢者を対象として長期間（5年間）の認知動作型トレーニングを実施し、そのトレーニング効果をみた。対象者は男性11名（トレーニング開始時の平均年齢68.9歳）、女性21名（トレーニング開始時の平均年齢63.5歳）であった。トレーニングは週に2回、ストレッチ・大腰筋体操を30分、マシントレーニングを60分行った。

身長、体重、握力、上体起こし、長座体前屈、開眼片足立ち、10m歩行、10m障害物歩行、6分間歩行等を測定した。初年度は、ほとんどの測定項目において全国平均に近いか低い結果が示された。握力において男性の多くは、トレーニングの継続に伴い全国平均を上回り、特に3年間での向上が顕著であった。6分間歩行においても顕著な向上がみられ、ほとんどの対象者が5年後には全国平均を上回る結果となった。

認知動作型トレーニングは低体力高齢者の体力・運動能力を向上・改善させる上で、有効なトレーニングであることが確かめられた。

## 文献

アメリカスポーツ医学会編（日本体力医学会体育科学編集委員会監訳）（2001）運動処方  
の指針—運動負荷試験と運動プログラム—（原著第6版）．南江堂，東京

American College of Sports Medicine (2007) Physical activity and public health: Update  
recommendation for adults from the American College of Sport Medicine and the American  
Heart Association. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39 (8) : 1423-1434

American College of Sports Medicine ACSM's Guidelines for Exercise Testing  
Prescription - Seventh Edition (2006) Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins.

American College of Sports Medicine (1998) ACSM position stand on exercise and  
physical activity for older adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30 (6) :  
992-1008

Anderson J. M., 小越千代子訳（2004）自閉症とその関連症候群の子どもたち {学級・セ  
ラピーの現場でできること}．協同医書出版社，15-17

Anderson, E., Oddsson, L., Grundstrom, H., Thorstensson, A. (1995). The role of the  
psoas and iliacus muscles for stability and movement of the lumbar spine, pelvis and  
hip. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 5 (1) : 10-16

Andersson, E., Nilsson, J., Thorstensson, A. (1997). Intramuscular EMG from the hip  
flexor muscles during human locomotion. *Acta Physiologica Scandinavica*, 161 (3) :  
361-370

荒井弘和，中村友浩（2006）知的障害のある者の親における定期的な運動習慣とメンタル  
ヘルスの関連，*障害者スポーツ科学*，4 (1) : 47-52

荒木敦，田中智子（2004）養護学校児童・生徒の肥満について．*脳と発達*，36 (supplement) :  
5386

有馬正高（1998）知的障害をもつ人達のライフステージと健康問題．*不平等な命—知的障*

害の人達の健康調査から一, 10-21

Åstrand, P. O. (1992) "Why exercise?" *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 24 (2) : 153-162

Åstrand, P. O., Rodahl, K. (2003) *Textbook of Work Physiology, Human Kinetics*. Champaign, 237-297

Balakrishnan T. R., Wolf L. C. (1976) Life expectancy of mentally retarded persons in Canadian institutions. *American Journal of Mental Deficiency*, 80: 650-657

Biddle, S. J. H., Fox, K. R., Boutcher, S. H. (2000) *Physical activity and psychological well-being*. Routledge: London and New York, 1-168

Biddle, S. J. H., Mutrie, N. (2001) *Psychology of physical activity*. Routledge: London and New York, 255-320

Bruin, E. D., Murer, K. (2007) Effect of additional functional exercises on balance in elderly people. *Clinical Rehabilitation*, 21 (2) : 112-121

Bull, S. J. (2001) *Adherence issues in sport & exercise*. John Wiley & Sons, Ltd: New York, 1-288

Buruikinks, R. H. (1974) Physical and motor development of retarded persons. *International Review of Research in Mental Retardation*, 7: 209-261

Cadore, E. L. (2011) Effects of strength, endurance, and concurrent training on aerobic power and dynamic neuromuscular economy in elderly men. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25 (3): 758-766

Casaburi, R., Storer, T. W., Wasserman, K. (1987) Mediation of reduce ventilatory response to exercise after endurance training. *Journal of Applied Physiology*, 63 (4) : 1533-1538

Chaney, R. H., Eyman, R. K., Miller, C. R. (1985) The relationship of congenital heart disease and respiratory infection mortality in patients with Down's syndrome. *Journal*

of Mental Deficiency Research, 29 (1) : 23-27

Daubney, M.E., Culham, E.G. (1999) Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65 years and older. *Physical Therapy*, 79 (12) : 1177-1185

Dishman, R.K., Buckworth, J. (1996) Increasing physical activity: a quantitative synthesis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28 (6) : 706-719

国立特別支援教育総合研究 (2011) 自立活動の具体的指導. 知的障害教育,  
<http://www.nise.go.jp/cms/13,0,45.html> (参照日 2014年2月17日)

Dunn, W. (1997) The impact of sensory processing abilities on the daily lives of young children and their families: a conceptual model. *Infants & Young Children*, 9(4): 23-35

Eliakim, A., Burke, G., Cooper D. M. (1997) Fitness, Fatness, and the effect of training assessed by magnetic resonance imaging and skinfold-thickness measurements in healthy adolescent female. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 66 (2) : 223-231

Eyman, R. K., Borthwick, S.A., Call, T. L., White, J. F. (1988) Prediction of mortality in community and institutional settings. *Journal of Mental Deficiency Research*, 32 (3) : 203-213

Evans, W. J. (1995) What is sarcopenia? *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 50(Special Issue): 5-8

Everson-Rose, S.A., Paudel, M., Taylor, B.C., Dam, T., Cawthon, P.M., Leblanc, E., Strotmeyer, E.S., Cauley, J.A., Stefanick, M.L., Barrett-Connor, E., Ensrud, K.E. (2011) Metabolic syndrome and physical performance in elderly men: the osteoporotic fractures in men study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59(8): 1376-1384

Fahlman, M., Morgan, A., McNevin, N., Topp, R., Boardley, D. (2007) Combination Training and Resistance Training as Effective Interventions to Improve Functioning in Elders. *Journal of Aging and Physical Activity*, 15 (2) : 195-205

Fatouros, I. G., Kambas, A., Katrabasas, I., Leontsini, D., Chatzinikolaou, A.,



Jamurtas, A. Z., Douroudos, I., Aggelousis, N., Taxildaris, K. (2006) Resistance training and detraining effects on flexibility performance in the elderly are intensity-dependent. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3): 634-642

Fernhall, B. (1993) Physical fitness and exercise training of individuals with mental retardation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 25(4): 442-450

Fiatarone, M. A., O'Neill, E. F., Ryan, N. D., Clements K. M., Solares, G. R., Nelson, M. E., Roberts, S. B., Kehayias, J. J., Lipsitz, L. A., Evans, W. J. (1994) : Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *The New England Journal of Medicine*, 330 (25) : 1769-1775

Francis, R. J., Rarick, G. L. (1959) Motor characteristics of the mentally retarded. *American Journal of Mental Deficiency*, 63: 792-811

古名丈人, 長崎浩, 伊東元, 橋詰謙, 衣笠隆, 丸山仁司 (1995) 都市及び農村地域における高齢者の運動能力. *体力科学*, 44 (3) : 347-356

Gavarry, O., Giacomoni, M., Bernard, T., Seymat, M., Falgairrette, G. (2003) Habitual physical activity in children and adolescents during school and free days. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35 (3) : 525-531

Guerna, M. (2003) Key to behavioral change. *The Journal on Active Aging*, (November-December): 27-32

春名由一郎 (1996) 知的障害児の早期老化の危険性とは? *職リハネットワーク*, 31: 4-8

春名由一郎 (1995) 知的障害者の特性による加齢と作業能力への影響に関する研究. *職業リハビリテーション研究発表会プログラム・発表論文集* {日本障害者雇用促進協会編 第3回}: 196-199

橋本創一 (2008) ダウン症者の基礎的運動能力に関する横断的研究, *発達障害研究*, 30 (1) : 39-51

橋本創一, 池田由紀江, 細川かおり, 菅野敦 (1990) 青年期ダウン症患者の基礎的運動能

力について-筋力, 反応時間, タッピング計測, 片足起立試験による検討-. 発達障害研究, 12: 211-219

Hatano, Y. (1973) Motor ability of the educable mentally retarded boys. *Research Journal of Physical Education*, 17(6): 423-430

波多野義郎 (1979) 各種知能水準の児童・生徒における調整力強化運動の効果. *体育科学*, 7: 122-132

早川公康, 小林寛道 (2008) 認知動作型トレーニングマシンを利用した知的障害児のトレーニング効果. *発育発達研究*, 37: 38-48

早川公康, 小林寛道 (2010) 知的障害児の身体・生活能力の変化-3年間の認知動作型トレーニング-. *発育発達研究*, 46: 65-82

Hayakawa, K., Kobayashi, K. (2011) Physical and motorskill training for children with intellectual disabilities. *Perceptual & Motor Skills*, 112(2): 573-580

Hayakawa, K., Kobayashi, K. (2013) Effect of a 5-Year Cognitive Motor Training Program on Intellectually Disabled Youth. *Innovative Teaching*, 2(4): 1-10

Hayakawa, K., Kobayashi, K. (2013) Effects of Training with Hot Spring and Cognitive Movement Training Machine for Middle-aged and Elderly Persons. *International Journal of Human Culture Studies*, 23: 310-318

Henderson, S.E., Morris, J., Ray, S. (1981) Performance of Down syndrome and other retarded children on the Cratty Gross-Motor Test. *American Journal of Mental Deficiency*, 85 (4) : 416-424

Herman, S., Kiely, D.K., Leveille, S., O'Neill, E., Cyberey, S., Bean, J.F. (2005) Upper and lower limb muscle power relationships in mobility-limited older adults. *Journals of Gerontology Series A-Biological Sciences & Medical Sciences*, 60A (4) : 476-480

Hillsdon, M., Thorogood, M. (1996) A Systematic review of physical activity promotion strategies. *British Journal of Sports Medicine*, 30 (2) : 84-89

Howe, C. E. (1959) A comparison of motor skills of mentally retarded and normal children. *Exceptional Children*, 25: 352-354

Hulsegge, J., Verheul, A. (1987) Snoezelen another world. *Rompa*, 14:127

猪飼道夫 (1979) 運動生理学入門. 杏林書院. 143-178

Iannotti, R. J., Claytor, R. P., Horn, T. S., Chen, R. (2004) Heart Rate Monitoring as a Measure of Physical Activity in Children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36 (11) : 1964-1971

Ikezoe, T., Tsutou, A., Asakawa, Y., Tsuboyama, T. (2005) Low intensity training for frail elderly women: Long-term effects on motor function and mobility. *Journal of Physical Therapy Science*, 17 (1) : 43-49

井上桂子, 藤原志保 (1995) 知的障害者の機能・ADLの評価, 作業療法 33 巻 ; 第 33 回日本作業療法学会誌, 5: 157

井上茂, 大谷由美子, 小田切優子, 高宮朋子, 石井香織, 李廷秀, 下光輝一 (2009) 近隣歩行環境簡易質問紙日本語版(ANEWS 日本語版) の信頼性. *体力科学*, 58 (4): 453-462

Inoue, S., Murase, N., Shimomitsu, T., Ohya, Y., Odagiri, Y., Takamiya, T., Ishii K., Katsumura, T., Sallis, J.F. (2009) Association of physical activity and neighborhood environment among Japanese adults. *Preventive Medicine*, 48 (4) :321-325

井上茂 (2008) 身体活動と環境要因. *日本公衆衛生雑誌*, 55 (6): 403-406

石塚和重 (2005) 脳性麻痺のスポーツ-科学的トレーニングの可能性について. *PTジャーナル*, 39 (4) : 335-343

Japan Health Promotion & Fitness Foundation (2004) Working Papers about the Exercise Practice of the Elderly Person and Life Awareness and the Life Action in the Non-practitioner.

Kahn, S. E., Larson, V. G., Beard, J. C., Gain, K. C., Fellingham, G. W., Schwartz, R. S., Veith, R. C., Stratton, J. R., Cerqueira, M. D., Abrass, I. B. (1990) Effects of exercise

on insulin action, glucose tolerance, and insulin secretion in aging. *American Journal of Physiology*, 258: E937-943

垣屋稲二良 (2005) 知的障害者施設における「社会生活力プログラム」の取り組みについて. *リハビリテーション研究*, 125 (12): 13-16

Kalmanson, B. (1992) Diagnosis and treatment of infants and young children with pervasive developmental disorders. *Zero to Three*, 10(11): 21-26

Kamada, M., Kitayuguchi, J., Inoue, S., Kamioka, H., Mutoh, Y., Shiwaku, K. (2009) Environmental correlates of physical activity in driving and non-driving rural Japanese women. *Preventive Medicine*, 49 (6) : 490-496

金沢勝夫, 下山田裕彦 (1974) 幼児教育の思想. 川島書店, 116-121, 東京

加藤徹 (2009) やったー! もっともっと楽しい体育つくろう. 杉並けやき出版, 東京

Katsura, Y., Yoshikawa, T., Nakao, H., Suzuki, T., Ueda, S., Sakamoto, H., Okumoto, T., Fujimoto, S. (2010) Effects of aquatic exercise training using water-resistance equipment in elderly. *European Journal of Applied Physiology*, 108(5): 957-964

川久保清, 李廷秀 (2001) QOL を高める運動と体力. *保健の科学*, 43 (7) : 518-522

河本桂子 (2003) スウェーデンのスノーズレン世界で活用されている障害者や高齢者のための環境設定法. *新評論*, 17: 50-51

木原勇夫, 橋本龍樹 (2000) 知的障害児における体力の縦断的測定. *体力科学*, 49 (6) : 887

Kim, H.K., Suzuki, T., Saito, K., Yoshida, H., Kobayashi, H., Kato, H., Katayama, M. (2012) Effects of exercise and amino acid supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: A randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60 (1) : 16-23

金俊東, 久野譜也, 相馬りか, 増田和実, 足立和隆, 西嶋尚彦, 石津政雄, 岡田守彦, (2000) 加齢による下肢筋量の低下が歩行能力に及ぼす影響. *体力科学*, 49 (5) : 589-596

衣笠隆, 長崎浩, 伊東元, 橋詰謙, 古名丈人, 丸山仁司 (1994) 男性 (18~83歳) を対象にした運動能力の加齢変化の研究. 体力科学, 43 (5) : 343-351

小林寛道 (1982) 日本人のエアロビックパワー. 杏林書院

小林 寛道, 近藤 孝晴 (1985) 高齢者の運動と体力. 朝倉書店, 123-175

小林寛道 (1986) 幼児のAerobic Powerと持久走力に関する研究. 体育科学, 13: 138-145

小林寛道 (1987) 運動生理学からみる高齢者と運動. 臨床スポーツ医学, 4: 1361-1366

小林寛道 (1990) 幼児の発達運動学. ミネルヴァ書房, 246-290

小林寛道 (1996) スピード向上のための工夫 スプリントトレーニングマシンの開発・発明. Japanese Journal of Sports Sciences, 15 (5) : 291-296

小林寛道 (2001) スポーツ動作の創造, 杏林書院, 72-74, 東京

小林寛道 (2004) 運動神経の科学、講談社現代新書, 115-123, 東京

小林寛道 (2006) 低体力者対象健康づくりトレーニング方法のエビデンス構築とサービス事業の創出, ちば産学官連携健康づくり推進事業報告

小林寛道 (2013) 健康寿命をのばす認知動作型 QOM トレーニング. 杏林書院, 83-90, 東京

Kobayashi, K., Kitamura, K., Miura, M., Sodeyama, H., Murase, Y., Miyashita, M., Matsui, H. (1978) Aerobic power as related to body growth and training in Japanese boys: a longitudinal study. Journal of Applied Physiology. 44(5): 666-672

Kohen-Raz, R., Volkmar, F., Cohen, D. (1992) Postural control in children with autism. Journal of Autism and Developmental Disorders, 22(3): 419-431

国際スヌーズレン協会 (2014) <http://isna-mse.jp/> (参照日 2014年2月17日)

厚生労働省 (2006) 健康づくりのための運動指針 2006. 運動所要量・運動指針の策定検討

会

厚生労働省 (2009) 2008 国民健康・栄養調査. 東京

古谷野亘, 安藤孝敏 (2003) 新社会老年学. ワールドプランニング, 33-167, 東京

Kral, P. A. (1972) Motor characteristics and development of retarded children : success experience. *Education and Training of the Mentally Retarded*, 7(1): 14-21

Kuno, S., Itai, Y., Katsuta, S. (1994) Influence of endurance training on muscle metabolism during exercise in elderly men. *Advances in Exercise and Sports Physiology*, 1 (1) : 51-56

Liu, C.K., Fielding, R.A. (2011) Exercise as an intervention for frailty. *Clinics in Geriatric Medicine*, 27 (1): 101-110

Lynch, J., Helmrich, S.P., Lakka, T.A., Kaplan, G.A., Cohen, R.D., Salonen, R., Salonen, J.T. (1996) Moderately intense physical activities and high levels of cardiorespiratory fitness reduce the risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in middle-aged men. *Archives of Internal Medicine*, 156 (12) : 1307-1314

Matsuoka, O. (2010) Variability of practice and enhancement of acquisition, retention and transfer of learning using an outdoor throwing motor skill by children with intellectual disabilities. *Studies in Physical Culture and Tourism*, 17(2): 157-164

McConaughy, E.K., Salzberg, C.L. (1988) Physical fitness of mentally retarded individuals. *International Review of Research in Mental Retardation*, 15: 227-258

Melzer, I., Benjuya, N., Kaplanski, J. (2003) Effects of regular walking on postural stability in the elderly. *Gerontology*, 49(4): 240-245

Meredith, C.N., Frontera, W.R., Fisher, E.C., Hughes, V.A., Herland, J.C., Edwards, J., Evans, W.J. (1989) Peripheral effects of endurance training in young and old subjects. *Journal of Applied Physiology*, 66 (6) : 2844-2849

文部科学省 (2010) 平成 22 年度全国体力・運動能力、運動習慣等調査結果報告書掲載取組

事例集・特別支援学校. 東京

文部科学省 (2009) 特別支援学校幼稚部教育要領 特別支援学校小学部・中学部学習指導要領 特別支援学校高等部学習指導要領. 東京

文部科学省 (2009) 2008 体力・運動能力調査結果報告書. 東京

文部科学省 (1998) 1997 体力・運動能力調査結果報告書. 東京

文部科学省 (1999) 盲学校、聾学校及び養護学校 教育要領・学習指導要領. 東京

森克己, 川久保清, 李廷秀 (2002) 日本語版 SF-36 を用いた地域住民の HRQOL の測定. 厚生  
生の指標, 49(13): 1-6

森二三男, 北守昭 (1992) 高齢者の QOL に関する研究. 高齢者問題研究, 8: 11-18

守田香奈子, 七木田敦 (2004) 知的障害児のスポーツ参加への参加を規定する要因に関する調査研究 {保護者への調査を通じたニーズの把握}. 障害者スポーツ科学, 2(1): 70-75

本山貢, 角南良幸, 木下藤寿, 入江尚, 清水明, 田中宏暁, 進藤宗洋 (1994) Lactate  
Threshold を指標とした長期トレーニングとその中止が薬物療法下の高齢な高血圧症患者  
の血圧に及ぼす影響について. 体力科学, 43 (4) : 300-308

灘裕介, 山本香織, 五十嵐瑞恵, 鎌田荘平, 神原行志 (2002) 自閉傾向者の“無視”が“期待”にかわるまで {次元適応の視点から}. 作業療法, 21 (4) : 151

Nagasaki, H., Itoh, H., Furuna, T. (1995) The structure underlying physical performance  
measures for older adults in the community. Aging Clinical and Experimental Research,  
7 (6) : 451-458

Nagasaki, H., Itoh, H., Furuna, T. (1995) A physical fitness model of older adults.  
Aging Clinical and Experimental Research, 7 (5) : 392-397

中村容一, 田中喜代次, 重松良祐, 中垣内真樹, 蒲原一之, 井上雅樹 (2002) 体力の改善をねらいとした運動が慢性閉塞性肺疾患 (COPD) 患者の呼吸 困難感および健康関連 QOL に及ぼす効果. 体力科学, 51 (2) : 211-224

Nelson, M. E. (2007) Physical activity and public health in older adults : Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39 (8) : 1435-1445

日本モンテッソーリ協会 (2014) <http://montessori-jp.org/montessori.html> (参照日 2014年2月21日)

日本障害者スポーツ協会 (2012) 重症心身障害児者の運動・レクリエーション. 障害者スポーツ指導教本 (初級・中級) , 196-198

日本スノーゼレン協会 (2014) <http://snoezelen.jp/> (参照日 2014年2月17日)

小原達朗, 村松守 (1991) 障害児における運動能力の再現性. 長崎大学教育学部教科教育学研究報告, 16: 83-90

Oberman, L. M., Hubbard, E. M., McCleery, J. P., Altschuler, E. L., Ramachandran, V. S., Pineda, J. A. (2005) EEG evidence for mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders. *Cognitive Brain Research*, 24 (2) : 190-198

Obrusnikova, I. (2008) Physical educators beliefs about teaching children with disabilities. *Perceptual & Motor Skills*, 106(2): 637-644

奥住秀之 (2001) 7つの課題からみた知的障害者の身体運動能力. *Anthropological Science*, 108(2): 91-99

Rantanen, T., Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Penninx, B. W., Leveille, S., Sipila, S. (2001) Coimpairments as predictors of severe walking disability in older women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49: 4921-4927

Ravin, H. M. (1957) The relationship of age, intelligence and sex to motor proficiency in mental defectives. *American Journal of Mental Deficiency*, 62: 507-516

Reed, K., Sanderson, S. R. (1983) *Concepts of occupational therapy (second edition)*. Baltimore: Williams and Wilkins, 81-101



Robinson, M. (2012) Growing health disparities for persons who are aging with intellectual and developmental disabilities: the social work linchpin. *Journal of Gerontological Social Work*, 55 (2) : 175-190

Romo-Pérez, Schwingel, Chodzko-Zajko. (2011) International resistance training recommendations for older adults: Implications for the promotion of healthy aging in Spain. *Journal of Human Sport and Exercise*, 6(4): 639-648

Rosenthal-Malek, A., Mitchell, S. (1997) Brief report: the effects of exercise on the self-stimulatory behaviors and positive responding of youths with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 27(2): 193-202

Rydwik, E., Frandin, K., Akner, G. (2004) Effects of physical training on physical performance in institutionalized elderly patients(70+) with multiple diagnoses. *Age and Ageing*, 33 (1) : 13-23

Sanders, D. (1993) Selected literature and case studies supporting the effectiveness of a sensorimotor and behavior modification approach to autism. *Sensory Integration Special Interest Section Newsletter*, 16(1): 3-6

笹川スポーツ財団 (2010) スポーツ白書 2010, 32-34

Sawada, S. (2003) Cardiorespiratory fitness and the incidence of type 2 diabetes: prospective study of Japanese men. *Diabetes Care*, 26: 2918-1922

Scheerer, C. (1992) Perspective on an oral-motor activity: The use of rubber tubing as a “chew”. *American Journal of Occupational Therapy*, 46(4): 344-352

Schmidt, J.A., Gruman, C., King, M.B., Wolfson, L.I. (2000) Attrition in exercise intervention: a comparison of early and later dropouts. *Journal of the American Geriatrics Society*, 48(8): 952-960

重松良祐 (2007) 運動実践の 頻度別にみた高齢者の特徴と運動継続に向けた課題. *体育学研究*, 52 (2) : 173-186

下仲順子 (1997) 老年心理学. 培風館, 140-150, 東京

静岡県総合健康センター (2006) 低体力者の歩行能力の向上に関する研究. 平成 18 年度健康筋力づくり推進事業報告書, 23-43

静岡県総合健康センター (2005) 知的障害者の歩行能力向上に関する研究 (中間報告). 平成 17 年度健康筋力づくり推進事業報告書, 91-97

Sloan, W. (1951) Motor proficiency and intelligence. *American Journal of Mental Deficiency*, 55: 394-405

Spina, R. J., Turner, M. J., Ehsani, A. A. (1997) Exercise training enhances cardiac function in response to an afterload stress in older men. *American Journal of Physiology*, 272 (2) : H995-1000

Srikanth R., Cassidy G., Joiner C., Teeluckdharry S. (2011) Osteoporosis in people with intellectual disabilities: a review and a brief study of risk factors for osteoporosis in a community sample of people with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 55(1): 53-62

Tachi, T., Oguri, K., Torii, S., Kobayashi, K., Fujii, K., Kim, J. D., Nho, H. S. (2011) Changes in psoas major and quadriceps cross sectional area in elderly people after 12 weeks of exercise. *Korean Journal of Life Science* 21(1): 1-8

高宮朋子, 下光輝一 (2010) 健康づくりにおける運動・身体活動の意義と施策の変遷. *体育の科学*, 60(8): 521-527

田中喜代次, 中村容一, 坂井智明 (2004) ヒトの総合的 QOL (Quality of life) を良好に維持するための体育科学・スポーツ医学の役割. *体育学研究*, 49 (3) : 209-229

The American Psychiatric Association (2007) The fourth edition of the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV)

飛松好子 (2003) 障害と体力-脳性麻痺者. *総合リハビリテーション*, 31 (8) : 735-738

Tomlinson, B. E., Walton, J. N., Rebeiz, J. J. (1969) The effects of ageing and of cachexia upon skeletal muscle: A histopathological study. *Journal of the Neurological Sciences*,

9(2) : 321-346

U. S. Surgeon General's Report (1996) Physical Activity and Health. Washington DC: US Government Printing Office.

Vandervoort, A.A. (2002) Aging of the human neuromuscular system. *Muscle Nerve*, 25 (1) : 17-25

Van den Berg-Emons, R. J. , Saris, W.H. , Westerterp, K.R. , Van Baak, M.A. (1996) Heart rate monitoring to assess energy expenditure in children with reduced physical activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28 (4) : 496-501

Villareal, D.T. , Smith, G. I. , Sinacore, D.R. , Shah, K. , Mittendorfer, B. (2011) Regular multicomponent exercise increased physical fitness and muscle protein anabolism in frail, obese, older adults. *Obesity (Silver Spring)* , 19(2): 312-318

Visser, M. , Goodpaster, B.H. , Kritchevsky, S.B. , Newman, A.B. , Nevitt, M. , Rubin, S.M. , Simonsick, E.M. , Harris, T.B. (2005) Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60 (3) : 324-333

Wei, M. , Gibbons, L.W. , Mitchell, T.L. , Kampert, J.B. , Lee, C.D. , Blair, S.N. (1999) The association between cardiorespiratory fitness and impaired fasting glucose and type 2 diabetes mellitus in men. *Annals of Internal Medicine*, 130 (2) : 89-96

Williams J.H, Whiten A. , Singh T. (2004) A systematic review of action imitation in autistic spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 34 (3) : 285-299

矢部京之助 (1975) 心身障害者のための運動. *体育の科学*, 25: 49-53

Yamanouchi, K. , Nakajima, H. , Shinozaki, T. , Chikada, K. , Kato, K. , Oshida, Y. , Osawa, I. , Sato, J. , Sato, Y. , Higuchi, M. , Kobayashi, S. (1992) Effects of daily physical activity on insulin action in the elderly. *Journal of Applied Physiology*, 73 (6) : 2241-2245

吉沢茂弘 (1989) 育ちざかりの体力とスポーツ. *Japanese Journal of Sports Science*,  
8(8): 492-499

## 謝辞

博士論文の研究を進めるにあたり、多くの方々に御世話になりました。ここに深く感謝の意を表します。

被験者になって頂いた知的障害を持った参加者グループの皆さんや保護者の方々、およびお世話を頂いた小松久晃さん、千葉県立柏特別支援学校の校長先生をはじめ、お世話をいただいた担任の先生方、指導者としてサポート頂いた寺腰隆志さん、測定や指導に関わって頂いた樋熊敬史さんはじめ、東京大学柏Ⅱキャンパス生涯スポーツ健康科学研究センターのスタッフの方々には、大変お世話になり、助けていただきました。長い間、高齢者の被験者としてトレーニングを継続していただいた皆さんにも心から感謝致します。

この論文を執筆するにあたり、長い期間にわたって研究の継続に協力していただいた方々に心からお礼申し上げます。

最後に、小林寛道教授には万般にわたり親身なご指導を賜りましたこと、深く感謝申し上げます。

本研究の成果が、今後、地域社会で大いに役立てられるよう、引き続き精進に励んで参りますことを決意致しまして、ここに重ねて厚く謝意を表し、謝辞とさせていただきます。