

博士論文

中学生における低体力予防のために必要な身体活動量と  
関連する要因の検討

平成 29 年 3 月

東京学芸大学 連合学校教育学研究科

健康・スポーツ科学系教育講座

R14-8001m

城所哲宏

## 目次

## 目次

博士論文の要旨.....	1
--------------	---

### 第1章

中学生における身体活動を通じた低体力予防を目指す意義.....	6
1-1 子ども期のライフスタイルと生活習慣病.....	7
1-2 身体活動の意義.....	8
1-3 身体活動実施の現状.....	9
1-4 子ども期における身体活動の重要性.....	10
1-5 低体力予防の重要性.....	11
1-6 子どもの体力低下.....	12
1-7 低体力予防のために必要な身体活動量とは？.....	13
1-8 日本人中学生を対象とした研究実施の重要性.....	16
1-9 座りすぎと健康障害.....	17

## 第2章

本博士論文の目的と位置づけ.....	19
2-1 博士論文の目的.....	20
2-2 博士論文の位置付け.....	21
2-3 本論文中の略語一覧.....	24

## 第3章 (研究1)

日本人中学生における低体力予防の意義.....	26
3-1 要約.....	27
3-2 緒言.....	29
3-3 方法.....	30
3-4 結果.....	36
3-5 考察.....	48
3-6 結論.....	52
3-7 図表一覧.....	52

## 第4章（研究2）

低体力予防に必要な身体活動の量および強度に関して.....	53
4-1 要約.....	54
4-2 緒言.....	56
4-3 方法.....	59
4-4 結果.....	63
4-5 考察.....	70
4-6 結論.....	74
4-7 図表一覧.....	74

## 第5章（研究3）

日本人中学生における身体活動に関連する要因の検討.....	75
5-1 要約（研究3）.....	76
5-2 緒言.....	78
5-3 方法.....	79
5-4 結果.....	85
5-5 考察.....	100
5-6 結論.....	105
5-7 図表一覧.....	106

## 第6章

総括.....	107
6-1 本論文より明らかとなったこと.....	108
6-2 定量的手法を用いた本論文が示していること.....	110
6-3 本論文より期待される波及効果.....	118

## 第7章

将来の展望.....	120
7-1 日本の中学生に特化した身体活動ガイドライン作成に向けて.....	121
7-2 幼少期から身体活動習慣確保の重要性.....	122
7-3 量的・質的な両面からのアプローチ.....	123
7-4 研究デザインの発展.....	124
7-5 身体活動と脳機能.....	124
図表一覧.....	126
引用文献.....	129
付録資料.....	145
博士課程在籍中における研究業績および社会活動等.....	154
謝辞.....	161

## 博士論文の要旨

### 背景

体力水準が高かった昭和 60 年頃と比較し、現在、子どもにおける新体力テストの成績が低いことが示されている。低体力を予防する重要性は一般的に認識されているが、生活習慣病の重要指標である血中脂質値に対し、低体力が「どの程度」影響を及ぼすか明らかでない。また、低体力を予防していく上で、十分な身体活動を行うことが重要とされているが、どのくらいの「量」および「強度（強さ）」の身体活動を行うことが、「どの程度」体力項目に影響を及ぼすか明らかでない。特に、わが国において、中学生に特化した身体活動ガイドラインは未だ策定されておらず、この年代を対象とした客観的なエビデンスを蓄積していく必要がある。

### 本論文の目的

本博士論文の目的は、定量的手法を用い、中学生における低体力予防のために必要な身体活動量を具体的に算出することであった。また、本論文の特色は、日本人中学生における「日常生活での身体活動量」、「体力値」、「血中脂質」を実測し、それらの関連性について、統計的手法を用い、詳細に分析したことであった。さらに、提示された身体活動の目標値への達成に関連する要因検討を行い、今後の介入研究へ資するエビデンスを蓄積した。

## 論文の構成

### ■第1章（文献レビュー）

第1章では、子どもの身体活動と体力に関する先行研究を総括し、中学生における身体活動を通じた低体力予防の意義を論じた。また、先行研究における問題点の所存を提示した。

### ■第2章（博士論文の目的と位置づけ）

第2章では、博士論文の目的と、当該研究分野における博士論文の位置づけを記載した。

### ■第3章（研究1）

第3章（研究1）は、中学生における低体力予防の意義に関して、血中脂質の観点から論じた内容となっている。結果、低体力を予防することは、血中脂質値に良好な影響を及ぼす可能性が示された。具体的には、体力カテゴリーが A/B/C の中学生と比較し、カテゴリーが D/E の中学生で血中脂質が好ましくない値を示した。従って、「新体力テストカテゴリーの C 以上」を目指すことで、血中脂質値を有意に改善できる可能性が示唆された。

## ■第4章（研究2）

第3章より、低体力を予防することの重要性が示されたが、具体的に、どのくらいの「量」および「強度」の身体活動を行うことが、「どの程度」低体力を予防する上で効果的か定かではなかった。具体的な目標値を示すことは、ポピュレーションレベルでの低体力予防の取り組みに大変重要である。そこで、第4章（研究2）では、日本人中学生における低体力（体力カテゴリーD/E）と分類される確率を下げるために必要な身体活動の「量」および「強度」の算出を試みた。本研究の特色は、活動量計を用い、日常生活下における強度別の身体活動量を定量的に評価したことである。結果、「低体力予防のために必要な身体活動量」は男女で異なる可能性が示された。具体的には、男子では1日80.7分以上の中高強度身体活動（3METs以上の身体活動）、女子では1日8.4分以上の高強度身体活動（6METs以上の身体活動）を行うことで、低体力と分類される確率が77%-83%低下する可能性が示唆された。

## ■第5章（研究3）

第4章より、今後、提示された身体活動の目標値に達成する中学生を増やすことができれば、低体力者の割合を大きく減少させる可能性がある。集団全体において行動変容を起こし、身体活動の推奨をしていく上では、身体活動に関連する要因を明らかにする必要があった。そこで、第5章（研究3）においては、日本人中学生を対象に、第4章で提示された身体活動の目標値への達成に関連する要因を包括的に調査した。結果、男女ともに「運動部活動への所属」と「体脂肪率」が有意に関連している可能性が示唆された。具体的には、運動部活動に所属していない中学生と比較し、運動部活動に所属している中学生で、目標値に達成する確率が4.3-9.7倍高くなる可能性が示

された。また、体脂肪率が1%増加するごとに、目標値に達成する確率が19%-21%低下する可能性が示唆された。さらに、活動的な中学生とそうでない中学生における身体活動量の差は、正課内・外問わず存在する可能性が示唆された。

## ■第6章（総括）

第6章では、博士論文における一連の研究を総括した。研究2で示された身体活動の目標値を達成することは、低体力と分類される確率を大きく減少（77%-83%）させ（研究2）、血中脂質値を有意に改善できる可能性が示された（研究1）。また、身体活動の目標値達成に「運動部活動への所属」が強く関わっていたことから、中学生では「運動部活動」が身体活動を増やす上で重要な要因である一方で、運動部活動に所属していない中学生においても、十分な身体活動量を確保できる環境・場面づくりの重要性が示唆された（研究3）。

定量的手法を用い、具体的な身体活動の目標値や、それに関連する要因検討を行った本博士論文は、今後、学校・教育現場における低体力予防に効果的なプログラム立案に活かせるだけでなく、国の身体活動ガイドライン策定の際に重要なエビデンスとなることが期待される。

## ■第7章（将来の展望）

第7章では、当該分野における将来の展望を論じた。

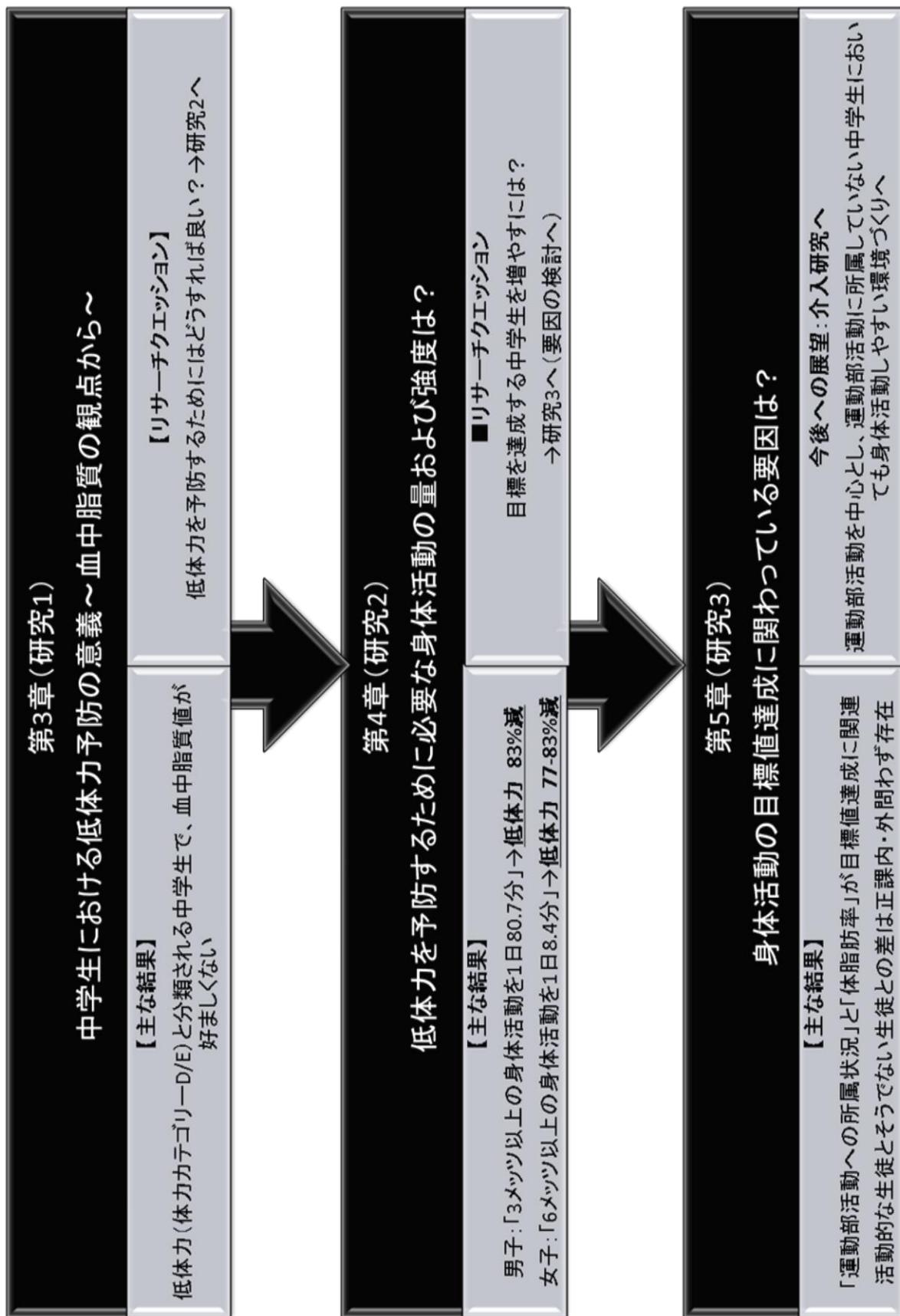


図0-1 博士論文における研究実施のフローチャート(研究1～研究3)

## 第1章

### 緒言

中学生における身体活動を通じた低体力予防を目指す意義

## 1-1 子ども期のライフスタイルと生活習慣病

厚生労働省の調査によると、平成27年度の日本における心疾患および脳血管疾患による死亡数は、約30万8000人であり、全死亡者に占める割合の24.6%を占めている（厚生労働省, 2015）。特に、日本においては世界に先駆け高齢化が進んでおり、今後、より一層、その頻度が増加することが予想される。

心血管疾患の発症率は、40代後半以降高まることが報告されているが、その主な原因である動脈硬化の進行は、子ども期より既に開始されていることが医学的に明らかとなっている（McGill et al., 2000）。具体的には、10歳児の約9割において、動脈硬化の初期病変である「脂肪線条」が確認されたことが報告されている（McGill et al., 2000）。従って、予防医学の観点より、子どもの頃から健全な生活習慣および運動習慣を確保していくことは極めて重要である。

子ども期において体力向上および健康増進に努めていくうえで、「運動」、「食事」、「睡眠」の3つを柱として考えていくことが重要とされている（竹中, 2010）。また、これら3つ要素はそれぞれ独立して健康と関連しているのではなく、相互に影響を及ぼし合いながら関連していることが指摘されている（竹中, 2010）。従って、子ども期における健康増進および体力向上を推進していく際も、どれか一つの要素だけでなく、全ての要素に対してバランス良くアプローチをしていくことが求められる。

本博士論文においては、上述した3つの要素のうち、特に「運動・身体活動（からだを動かすこと）」に着目をして、論じていく。

## 1-2 身体活動の意義

身体活動 (physical activity) とは、安静にしている状態よりも多くのエネルギーを消費する全ての動作を指している。身体活動を構成する要素として、日常生活における労働、家事、通勤・通学等の「生活活動」と、体力の維持・向上を目的とし、計画的・継続的に実施される「運動」の2つに分けられる (厚生労働省, 2013)。これまでの研究より、日常生活の中で身体活動量を増やしていくことで、循環器疾患・糖尿病・がんといった生活習慣病の発症およびこれらを原因として死亡に至るリスクを低下できることが明らかとなっている (厚生労働省, 2013)。学術的に、世界で初めて心血管疾患に対する身体活動を行うことの有用性を科学的に検証したのが、英国ロンドン2階建てバス研究である (Morris et al., 1953a, 1953b)。Morris et al. は、バス運転手と車掌における身体活動の特徴に着目して、研究実施の着想を得た。すなわち、バス運転手は、勤務中に終始座っていることに対して、当時のバス車掌は、1階と2階を階段で上り下りして運賃を徴収しており、運転手と比較し、車掌において身体活動量が多いことが推察された。そこで、両者の心疾患発症リスクを比較した所、運転手と比較し、車掌で有意にリスクが低かったことを明らかにしている (Morris et al., 1953a, 1953b)。バス運転手と車掌の勤務時間や社会的地位に大きな差がなかったことを考慮し、Morris et al. は身体活動の実施状況が、心血管疾患の発症に関連している可能性を指摘している (Morris et al., 1953a, 1953b)。また、ハーバード大学男子卒業生を対象とした追跡研究によると、週あたりの身体活動量が多いほど全死亡率は低下し、余暇での身体活動量と全死亡との関係が明らかにしている (Paffenbarger et al., 1986)。さらに、近年の研究では、より少ない身体活動量においても、死亡リスクが軽減する可能性が示されている。すなわち、Wen et al. は、約42万人を対象とした大規模コホ

一ト研究を実施し、身体活動量と全死亡率との関連性を検討した。その結果、1日わずか15分程度の身体活動を実施している対象者において、全く身体活動を実施していない対象者と比較し、全死亡リスクが14%低下し、寿命が3年延びる可能性を示唆している (Wen et al., 2011)。

### 1-3 身体活動実施の現状

このように、生活習慣病予防のための身体活動の重要性に関して、これまで数多くの科学的エビデンスが構築されている。しかしながら、現在の状況を概観すると、一般的に身体活動（運動）を行うことの重要性は理解されている一方で、実際には多くの人が十分な身体活動量を確保できていない現状にある。国際的な医学誌である「The Lancet」は、2012年に身体活動特集号を公表し、身体不活動（Physical inactivity）に対する警鐘を鳴らしている。それによると、現在、身体不活動は世界的に「大流行している（pandemic な状態）」であり、健康に対するその影響の大きさは、肥満や喫煙に匹敵するとしている (Lancet, 2012)。また、WHO（世界保健機関）によると、身体不活動は、高血圧、喫煙、高血糖に次いで、全世界の死亡者数に対する第4番目の危険因子としている (WHO, 2009)。

日本においても、身体不活動は重要な社会問題となっている。厚生労働省の調査によると、1997年においては約8,000歩であった平均歩数が、2009年においては平均で約7,000歩と、約1,000歩も減少していることが指摘されている (Miyachi, 2012)。また、成人における運動習慣者（1回30分以上の運動を週2回以上実施し、1年以上継

続している者)の割合が約3割であり、大多数が定期的に運動をする習慣を保持していないことが指摘されている(厚生労働省, 2014)。

### 1-4 子ども期における身体活動の重要性

身体不活動が蔓延し、社会に大きな影響を及ぼしている現代において、身体活動を促進していくことは社会的に大変重要な課題である。また、健康増進の観点から、身体活動は生涯にわたって実施されるべきことであり、各年代に合わせた身体活動の促進の取り組みは重要である。その中でも、特に、公衆衛生学視点で考えた際に、子ども期における身体活動促進の取り組みは極めて重要である。すなわち、「現在の子ども」は「将来の大人」であり、「活動的な子ども」を社会として育てていくことは、将来における「活動的な大人」を増やし、生涯にわたる健康増進の取り組みにつながる可能性が考えられる。実際に、これまでの大規模追跡研究より、子ども期の身体活動量は、成人後の身体活動量と密接に関連し、「活動的な子ども」は「活動的な大人」になる確率が高くなる可能性が示唆されている(Telma et al., 2014)。また、子ども時代の身体活動は、その時の健康状態だけでなく、成人後の身体活動習慣や健康状態に「持ち越す」可能性が示唆されている(持ち越し効果)(竹中, 2010)。Schmidt et al. は、オーストラリアの青少年(7-15歳)を対象に、20年間の追跡調査を実施した結果、1,600m走で評価した全身持久力が高かった青少年において、全身持久力が低かった青少年と比較し、20年後のメタボリックシンドローム発症の相対危険率が36%減少したことを示している(Schmidt et al., 2016)。このように、子ども時代に身体活動を促進していくことは、現在だけでなく、将来のわが国における健康問題に対して、大きな影響を及ぼすことが予想される。

## 1-5 低体力予防の重要性

身体活動の低下に伴い、低体力（体力が低いこと）となることは、健康に対して様々な悪影響を及ぼすことが予想されるが、実際の科学的根拠はどのようなのであろうか。これまでの疫学研究によると、心疾患および脳血管疾患等の発症には、様々な要因が関連しているとされているが、特に、低体力が重要な危険因子である可能性が示唆されている。Blair et al は、米国に住む4万人を超える成人を対象に、大規模追跡研究を実施し、最大負荷運動で評価された全身持久力と死亡リスクとの関連性を検討している（Blair et al., 2009）。結果、全身持久力が低いことが、全死亡に対する寄与危険割合が約16%に達し、肥満を含むその他の危険因子（喫煙、高血圧、高コレステロール血症、糖尿病）と比較しても高い値であることが示されている（Blair et al., 2009）。また、日本人を対象とした大規模コホート研究も実施されている（Sawada et al., 2014）。Sawada et al. は、9986人の成人男性を対象とし、ベースライン値の全身持久力と、その後、14年間の追跡期間中における全死亡との関連性を検討している（Sawada et al., 2014）。結果、全身持久力が下位25%であった対象者と比較し、その他の群において、全死亡の相対危険度が有意に低値を示したことを明らかにしている（Sawada et al., 2014）。さらに、最近の研究より、高い全身持久力を保持することが、年齢に伴う動脈硬化の進行を遅れさせる可能性を報告している（Gando et al., 2016）。このように、低体力を予防することは、将来の死亡リスクを軽減できる上で大変重要であることが考えられる。

## 1-6 子どもの体力低下

低体力が、生活習慣病に対する重要な危険因子とされている一方、日本人子どもの体力に関して、体力水準が高かった昭和60年頃と比較し、現在、子どもにおける新体力テストの成績が低いことが示されている。この体力低下の背景には、様々な要因が関わっているとされているが、特に、生活の自動化に伴う生活活動および運動量の低下が、日常生活での身体活動量の低下を招き、新体力テストの成績に影響を及ぼしている可能性が指摘されている（浅見ら, 2015）。子ども期の体力低下は、子ども期だけの問題に留まらず、その後の身体活動に影響を及ぼすことが明らかになっており、非常に由々しき事態である。Larsenらは、6-12歳の小学生を対象とし、基礎的運動能力（走、跳、投）と身体活動との関連性を検討するため、3年間の追跡調査を実施している（Larsen et al, 2015）。結果、基礎的運動能力は3年後の身体活動量と有意に関連していることが示され、運動能力が低い児童は、3年後の身体活動量も少ない可能性が示唆された。従って、子ども期から多様な動きを通じて、基礎的な体力・運動能力を身につけていくことは、将来、活動的に過ごしていく上で、大変重要であることがわかる。

## 1-7 低体力予防のために必要な身体活動量とは？

### 国際的な身体活動指針～毎日 60 分の身体活動～

それでは、低体力を予防するためには、どのくらいの身体活動を行う必要があるのだろうか。WHO が公表している「健康のための身体活動に関する国際勧告」によると、5歳から17歳における子どもにおいては、「毎日60分の身体活動」を行うことが推奨されている（WHO, 2010）。この国際勧告においては、健康に関する様々なアウトカム（全身持久力、筋体力、体脂肪率、循環器系およびメタボリックシンドローム危険因子、骨代謝、うつ症状）に対し、身体活動が及ぼす影響に関して検討したレビュー（Janssen, 2007; Janssen et al., 2010; Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2008）を総括し、「1日60分」という目標値を設定している。また、全米スポーツ・体育協会においても、WHOの身体活動基準と同様、「毎日少なくとも60分以上の身体活動」を行うことを推奨している（National Association for Sport and Physical Education, 2004）。さらに、オーストラリア保健・高齢者担当省においても、1). 毎日少なくとも60分以上の中強度から高強度の身体活動を行うこと、2). テレビ、インターネット、コンピュータゲームの使用時間を2時間以内にすることを推奨している（Department of Health and Ageing. Active Kids are healthy kids, 2004）。

### 日本人子どもを対象とした公的な身体活動ガイドラインは存在しない

一方、日本における身体活動ガイドラインに関して、2013年に厚生労働省が「健康づくりのための身体活動基準2013」を公表し、各年代別の身体活動基準を示している（厚生労働省, 2013）。その中で、18歳～64歳の健常成人においては、3メッツ以上の

身体活動を毎日 60 分 (=23 メッツ・時/週) 行うこと、65 歳以上の高齢者においては、身体活動の強度を問わず、身体活動を毎日 40 分以上行うことを推奨している（厚生労働省, 2013）。しかしながら、18 歳以下の子どもに関しては、十分な科学的根拠が乏しいとの理由で、身体活動基準の作成が見送られ、未だ、日本人子どもに特化した公的な身体活動ガイドラインは策定されていない（2016 年現在）。Tanaka et al. (2016) によると、特に、日本人子どもにおける「日常生活全般の身体活動に関する客観的なデータ」が乏しいとされており、エビデンス蓄積の重要性が叫ばれている。今後、低体力予防をしていく上で、「漠然」と身体活動を促進していくのではなく、どのくらいの「量」および「強度」の身体活動を行うことが、「どのくらい」低体力を予防するか明らかにしていくことは、集団全体における行動変容を起こす上で大変重要であり、そのための客観的なエビデンス蓄積が急務である。

### 1 日 60 分？科学的根拠は？

公的な身体活動ガイドラインではないが、日本体育協会は、2010 年に小学生を対象とした「アクティブ・チャイルド 60min - 子どもの身体活動ガイドライン」を作成しており、「1 日に最低 60 分の身体活動を行うこと」を推奨している（竹中, 2010）。しかしながら、この「1 日 60 分」という身体活動の目標値は、日本人の子どもを対象とした原著論文を基に算出された数値ではなく、欧米諸国の身体活動ガイドラインに倣い作成された目標値であることが指摘されている（Tanaka et al, 2016）。従って、欧米諸国で推奨されている身体活動の目標値（1 日 60 分）が、果たして、日本人子どもにおいても同様に当てはまるかについて、今後、十分議論される必要がある。例えば、成人における身体活動ガイドラインに関して、WHO は「1 日 30 分、週 150 分の身体活

動」を推奨しているが（WHO, 2010）、本邦においては、日本人成人の身体活動状況を考慮し、「1日60分の身体活動」と、諸外国と比べ、高い目標値を設定している（厚生労働省, 2013）。このように、身体活動ガイドラインは、その集団における身体活動の現状（ファクト）と、健康指標に対する身体活動の有効性によって設定されるため（厚生労働省, 2013）、日本人子どもの身体活動ガイドラインを策定するにあたり、当然ではあるが、日本人子どもを対象としたエビデンスを蓄積することが必須である。

### 活動強度（強さ）に関して

さらに、前述した「アクティブ・チャイルド 60min」において、身体活動の「量」に関しては目標値が定められているが（1日60分）、「強度」に関する記載はない。近年の研究より、健康指標に対し、身体活動の「量」だけでなく、「強度」も重要な要因であることが指摘されており（Carson et al, 2014）、強度に関するエビデンスを蓄積していく必要がある。近年は、活動量計の普及に伴い、強度別の身体活動量を定量的に評価できるようになってきており（熊谷ら, 2015）、今後、こういった定量的手法を用いた研究が進み、エビデンスが蓄積されることが望ましい（活動量計に関する詳細は、第4章を参照）。

## 1-8 日本人中学生を対象とした研究実施の重要性

また、わが国においては、特に、中学生を対象とした身体活動に関する研究が少ないことが指摘されている。前述した通り、「1日60分」という基準に対しては、科学的根拠は乏しいものの、幼児や小学生に対しては、「幼児期運動指針（文部科学省，2012）」や「アクティブ・チャイルド60min（竹中，2010）」より、身体活動の目標値は設定されている。しかし、2016年現在、日本人中学生を対象とした身体活動ガイドラインは策定されていない。

さらに、日本人子どもにおける運動習慣の現状を鑑みても、中学生に着目した身体活動促進の取り組みが、特に重要であることが伺える。文部科学省の調査によると、1週間の総運動量が60分に満たない子どもの割合が、小学生男子で6.6%、小学生女子で13.0%に対し、中学生男子で7.1%、中学生女子で21.0%と、小学生から中学生へと学年が上がるにつれて、「運動をほとんどしない子ども」の割合が増えていることが明らかになっている（文部科学省，平成27年度全国体力・運動能力、運動習慣等調査結果報告書，2015）。また、欧米諸国の青少年を対象とした研究ではあるが、中学生期に身体活動量が低下する可能性も示唆されている（Corder et al, 2015, Dumith et al, 2011;）。Corder et al.は英国人の小学生を対象とし（ $10.2 \pm 0.3$ 歳）、最大4年間、身体活動量の追跡調査を実施している。結果、ベースライン値と比較し、追跡期間後の中強度および高強度身体活動量が、それぞれ1.4分/日および1.5分/日低下し、座位行動時間が1日10.6分増加したことを報告している（Corder et al, 2015）。さらに、26偏の原著論文のシステマティックレビューを行った論文によると、身体活動量は児童期から思春期にかけて、1年ごとに7.0%減少していく可能性を示唆している（Dumith et al, 2011）。加えて、Spittaels et al. が身体活動量および座位行動時間を年代ごと（未就学

児、小学生、中学生、成人) で比較したところ、身体活動量に関して、未就学児が最も高く、年齢を重ねるごとに減少していくことを報告している (Spittaels et al, 2012) 。特に、中学生においては、他の年代と比較し、軽強度身体活動時間 (1.5~3.0 メッツ) が最も少なく、座位行動時間が最も多かったことが示されている (Spittaels et al, 2012) 。

これらを踏まえると、特に身体活動量の低下が顕著になる中学生において、身体活動の維持・向上を推奨する取り組みは極めて重要である。

### 1-9 座りすぎと健康障害

近年、数多くの疫学研究より、長時間の座位行動 (座りすぎ) が、心血管疾患等の健康障害につながる可能性が示されている (Owen et al., 2010) 。特に重要な点として、座りすぎと身体不活動 (3 メッツ以上の身体活動が不足していること) は異なる概念とされていることである (Owen et al., 2010) 。Sedentary Behaviour Research Network によると、座位行動の定義として、「座位および仰臥位におけるエネルギー消費量が 1.5 メッツ以下のすべての覚醒行動」としている (Sedentary Behaviour Research Network, 2012) 。つまり、身体活動基準を満たしている「活動的」な人においても、その他の時間に座位行動時間が多いと、「座りすぎ」となる可能性がある (「活動的かつ座りすぎ」という状況も存在する) 。また、48 偏の縦断研究をまとめたレビューにより、身体活動とは独立して、座位行動がさまざまな健康障害に関連するとされることから (Thorp et al., 2011) 、たとえ身体活動量が多い個人においても、座位行動時間が長いことで、健康に対し悪影響を及ぼす可能性が考えられる。さらに、子どもにおける座

## 第1章 緒言

位行動と健康との関連性を検討したシステマティックレビューによると、1日2時間以上、テレビを視聴している児童生徒において、2時間未満の児童生徒と比較し、体力、身体組成、自己効力感、社会性、学力が劣っていたことを報告している（Tremblay et al., 2011）。従って、健康増進の取り組みとして、身体活動を増やしていくことに加え、座っている時間を減らす取り組みも重要であると考えられる。このように、健康アウトカムに対して、身体活動と座位行動が独立して関連している可能性を考慮すると、身体活動量と座位行動を包括的に調査し、互いの影響を考慮しながら、健康アウトカムに対する関連性を検討していくことが望ましい可能性がある。上記の理由から、本論文においても身体活動に加え、座位活動も調査し、解析を行なっている（第3章～第5章参照）。

## 第2章

### 本博士論文の目的と位置づけ

## 2-1 博士論文の目的

本博士論文では、「日本人中学生における身体活動と体力」をキーワードに一連の研究を実施し、中学生における低体力予防のために必要な身体活動量を定量的に算出することを目的とする。本論文の特色は、日本人中学生における「日常生活での身体活動量」、「体力値」、「血中脂質」を実測し、「どのくらいの身体活動を行うこと」が、「どの程度の確率で低体力を予防し」、そのことにより「血中脂質にどのように影響をもらたすか」について、定量的に示すことである。さらに、身体活動に関連する要因検討も行い、今後の介入研究に有益なエビデンスを蓄積することを目的とする。本博士論文は、3つの研究（研究1～研究3）で構成されている。各研究における主な目的は以下の通りである。

### 研究1（第3章）：

日本人中学生における低体力予防の意義についての検討～血中脂質の観点から～

### 研究2（第4章）：

低体力を予防するために必要な身体活動量および強度の検討

### 研究3（第5章）：

研究2で示された身体活動の目標値達成に関連する要因の検討

## 2-2 博士論文の位置づけ

### 学術的意義および期待される波及効果

これまで、子どもの身体活動に関する研究の多くは、欧米諸国の青少年を対象としており、日本を含むアジア人の青少年を対象とした研究は非常に限られている。

Tanaka et al (2016) によると、日本人子どもを対象とした「日常生活全般に関する客観的な身体活動量」のデータが非常に乏しいとされており、エビデンス蓄積の重要性が強調されている。また、人種が異なれば、健康指標に対する身体活動の効果が異なることが示されており (Gill et al, 2014)、日本人子どもを対象に、身体活動を行うことの有用性について検証していく必要がある。特に、わが国においては、中学生を対象とした身体活動ガイドラインは未だ策定されておらず (2016年現在)、この年代を対象としたエビデンスの蓄積が急務である。

このような背景を踏まえ、本博士論文では、日本人中学生を対象に、「身体活動」および「体力」に関する定量的および客観的なエビデンスを蓄積することを目的に、一連の研究を実施した。「どのくらい」の身体活動を行うことが、「どの程度」低体力を予防し、「どのくらい」血中脂質項目へ影響を及ぼすかについて、定量的に示した本論文は、今後、日本人中学生を対象とした身体活動ガイドラインを策定していく上で、貴重なエビデンスになることが期待される。これまで、既に、本博士論文の一部となっている原著論文2編 (Kidokoro et al, *Eur J Sport Sci*, 16: 1159-1166, 2016; 城所ら, *体力科学*, 65: 383-392, 2016) が、「The 2016 Japan Report Card on Physical Activity for Children and Youth (日本の子供・青少年の身体活動に関する報告 2016)」に引用され、国内・外に幅広い波及効果を及ぼしている。本博士論文は、こうした報告書等に

も引用されることが予想され、学術だけでなく、学校・教育現場、指針策定、施策等、多方面にインパクトを与えることが期待できる。

### 限界点

#### 低体力の定義に関して

体力は身体的要素と精神的要素から構成され、両者とも行動体力と防衛体力から構成される（猪飼, 1969）。本論文においては、文部科学省より作成された「新体力テスト」を用いて対象者の体力を評価した。従って、本論文で「体力」として定義しているのは、あくまで身体的要素の行動体力のみである。

また、本論文における「低体力」の定義として、文部科学省の体力評価基準を基に「体力カテゴリーDもしくは体力カテゴリーEと分類された中学生」としている。従って、「低体力」であることがすなわち、疾病・疾患や重大な健康障害につながるわけではなく、あくまで母集団（日本人中学生）に対して、新体力テストの成績が下位に位置することを示している（下位 13.6%～29.3%）。ゆえに、得られた研究成果の臨床的意義は定かではない。しかしながら、文部科学省の体力基準値を用いることで、研究成果を一般化することが可能となり、より現場に還元し得るエビデンスへと発展できることが期待される。

### 身体活動量の目標値に関して

現在、日本人中学生を対象とした身体活動ガイドラインがないことを踏まえ、本論文では日本人中学生における身体活動量の目標値設定を目指し、一連の研究を行った。研究1において、低体力（体力カテゴリーD/E）と分類された中学生で脂質リスク得点が有意に高い値を示したことから、研究2では低体力と分類される確率を下げることが必要な身体活動量を算出した（第3章、第4章を参照）。従って、本論文で提示している身体活動量の目標値は、あくまで「文部科学省の体力カテゴリーD/Eと分類される確率を下げることが必要な身体活動量」であり、他のアウトカムを用いた場合においては、身体活動量の目標値が異なってくる可能性がある。実際に、身体活動ガイドラインを作成していく際には、様々なアウトカムに対する身体活動実施の有用性を検討することが求められる。例えば、WHOより作成された子どもの身体活動基準では、健康に関するアウトカムとして、「全身持久力」、「筋力」、「体脂肪率」、「循環器系危険因子」、「メタボリックシンドローム危険因子」、「骨の健康」、「うつ症状」を用いて、身体活動との関連性を検討し、身体活動の基準値を作成している（WHO, 2010）。従って、本博士論文で用いた「新体力テスト成績」に加え、今後、日本人中学生を対象に、様々な健康アウトカムに対する身体活動の実施および体力向上の意義を検討していくことが望まれる。

### 論文の外的妥当性に関して

本論文より得られた研究成果が、どの程度、外的妥当性（一般化）が担保されるかについては定かではない。本論文は、東京都および長野県における研究協力校にて実施した研究調査をまとめたものであり、得られたサンプルが、母集団（日本人中学生）をどれだけ正確に反映しているか定かでない。母集団を代表するデータを収集するためには、無作為抽出法を用いた全国規模の調査が行われる必要がある。もしくは、各研究機関で実施した結果を統合し（メタ解析）、身体活動の有効性を検討する方法も考えられる。本博士論文を皮切りに、今後、日本人中学生を対象とした身体活動に関する客観的なエビデンスが蓄積されることが期待される。

### 2-3 本論文中の略語一覧

MVPA：中高強度身体活動（3メッツ以上の身体活動）

VPA：高強度身体活動（6メッツ以上の身体活動）

MPA：中強度身体活動（3～6メッツの身体活動）

Fit：体力

Fat：肥満度

メッツ（メッツ）：Metabolic equivalents→活動・運動を行った時に、安静状態の何倍の代謝（エネルギー消費）に相当するか示している。

ORs：オッズ比

## 第2章 博士論文の目的と位置づけ

95%CI : 95%信頼区間

HDL コレステロール（通称、善玉コレステロール）：高比重リポタンパク/High  
Density Lipoprotein

LDL コレステロール（通称、悪玉コレステロール）：低比重リポタンパク/Low Density  
Lipoprotein

## 第3章

### 日本人中学生における低体力予防の意義

#### ～血中脂質の観点から～

#### (研究1)

### 3-1 要約（研究1）

#### 背景

これまで、欧米諸国の青少年を対象に、血中脂質に対する低体力予防の意義が報告されているが、日本人中学生を対象とした研究は皆無である。そこで本研究は、日本人中学生 87 名（男子 44 名、女子 43 名）を対象に、新体力テストで評価した体力値と血中脂質関連項目との関連性を検討し、低体力であることが生活習慣病の重要指標である血中脂質にどの程度影響を及ぼすか検討した。

#### 方法

血中脂質項目として、総コレステロール、中性脂肪、LDL コレステロール、HDL コレステロールを測定し、脂質リスク得点を算出した（血中脂質の総合的指標、値が高ければリスクが高い）。体力に関しては、研究協力校で実施された新体力テストのデータを使用した。体力テスト結果の取得後、文部科学省の体力評価基準を基に対象者は5群に分類した（カテゴリーA [最も体力がある] ~ カテゴリーE [最も体力がない]）。本研究においては、体力カテゴリーD/E と分類された中学生を「低体力」と定義した。

## 結果

体力値と脂質リスク得点との間に有意な負の関連性が示めされた（体力総合得点,  $r = -0.392$ ,  $p < .001$ 、体力が高いほど、リスクが低い）。また、低体力（体力カテゴリーD/E）と分類された中学生と比較し、体力カテゴリーA/B もしくは体力カテゴリーC と分類された中学生において、脂質リスク得点が有意に低い（好ましい）値を示した（ $F_{(2, 78)} = 5.45$ ,  $p = .005$ ）。

## 結論

日本人中学生において、新体力テスト成績と血中脂質値が有意に関連している可能性が示された。具体的な目標としては、「新体力テストカテゴリーの C 以上」を目指すことで、血中脂質値を改善できる可能性が示された。

## 3-2 緒言

これまで、欧米青少年を対象とした研究では、生活習慣病予防の観点から低体力予防の重要性が示されているが (Schmidt et al., 2016)、日本人中学生を対象に、血中脂質値をアウトカムとし、低体力予防の意義を検討した研究は皆無である。人種が異なれば、健康指標に対する身体活動の有効性が異なる可能性が示されており (Gill et al, 2014)、日本人中学生のデータ蓄積が必要である。

また、これまで先行研究の多くでは、全身持久力を用いて体力値を評価しており、その他の体力項目 (筋力、柔軟性、筋持久力等) と脂質代謝に関する科学的なエビデンスは乏しい。近年、成人を対象とした追跡研究によると、握力で評価された筋力と全死亡リスクには負の関連性があり、握力が 5kg 低下するごとに全死亡リスクが 16% 増加するとしている (Leong et al., 2015)。さらに、近年のレビューにおいても、全死亡リスクと筋力に有意な負の関連性が報告されており、全身持久力の影響を排除した後も、その有意性は認められている (Artero et al., 2012)。従って、確立された健康指標である全身持久力だけでなく、体力を総合的 (筋力、筋パワー、筋持久力、柔軟性等) に向上させていくことが、脂質代謝に対しても有益な影響を及ぼす可能性が考えられる。

文部科学省により作成された新体力テストは、計 8 項目 (握力、上体起こし、長座体前屈、反復横跳び、立ち幅跳び、50m 走、20m シャトルラン [持久走]、ボール投げ) の体力測定項目を含み、運動能力を総合的に評価できるテストである (筋力、筋持久力、柔軟性、敏捷性、筋パワー、スピード、全身持久力、巧緻性) (文部科学省, 2005)。

そこで、本研究は日本人中学生を対象とし、新体力テストを用いて体力を総合的に評価し、脂質代謝関連項目との関連性を検討することを目的とした。

### 3-3 方法

#### 対象者

長野県 A 市の学校に通う中学 2 年生 93 名 [男子 48 名、女子 45 名] を対象とした。研究実施にあたり、学校長、本人およびその保護者に研究目的・方法を説明した上、研究協力の同意が得られた生徒のみを研究対象とした。本研究は、ヘルシンキ宣言を尊重し、対象者の人権及び利益の保護に配慮した研究計画を立て、東京学芸大学の研究倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号:160）。

#### 測定項目

#### 脂質代謝項目

本研究は、2015 年度 5 月に長野県 A 市で行われた学校血液検査のデータを基に解析を行った。主要評価項目は、総コレステロール、LDL コレステロール、HDL コレステロール、中性脂肪とした。測定は自動分析装置 LABOSPECT 008（株式会社日立ハイテクノロジーズ、東京）を用い、総コレステロールおよび中性脂肪に関しては酵素法、HDL コレステロールに関しては選択阻害法（直接法）、LDL コレステロールに関しては直接法により測定した。全ての測定は、対象者が空腹時の状態で、朝学校に登校時に実施した。データが得られた後、各脂質代謝項目における男女別の z 得点をそれぞれ

れ算出した。本研究では、脂質代謝 4 項目における z 得点の合計を「脂質リスク得点」と定義した。脂質リスク得点が高ければ、リスクが高いとする。なお、HDL コレステロールにおける z 得点に関して、HDL コレステロールは概ね、値が高いほど良好であるとされていることから、得られた z 得点にマイナスを乗じて算出した。また、総コレステロールから HDL コレステロールを引いた「非 HDL コレステロール」は、LDL コレステロールにトリグリセライド (TG) を多く含んだ、リポ蛋白のコレステロールが加わった動脈硬化惹起リポ蛋白すべてのコレステロール値を表しており、これまでの疫学研究より、動脈硬化の進展および将来の心疾患および脳血管疾患発症に対する重要な予測因子であることが指摘されている (Packard et al., 2004)。従って、本研究においても、「非 HDL コレステロール」(総コレステロール - HDL コレステロール) を算出した。

#### 体力値

体力値に関して、対象者が通う学校において実施された新体力テストのデータを使用した(実施日: 2015 年 5 月)。新体力テストの実施項目は、握力、上体起こし、長座体前屈、反復横跳び、立ち幅跳び、ハンドボール投げ、50m 走、20m シャトルランであった(文部科学省, 2005)。スポーツ庁より公表されている各体力項目における年齢別、男女別の平均値および標準偏差を基に、それぞれの体力項目における z 得点を算出した(スポーツ庁, 2014)。本研究では、8 項目における z 得点の合計を「体力総合得点」とした。体力総合得点が高ければ、運動能力が高いとする。なお、50m 走に関して、タイムが短いほど体力が高い(走力がある)とされていることから、得られた z 得点にマイナスを乗じて算出した。また、新体力テストの評価基準を基に、20m

シャトルラン（全身持久力）、握力（筋力）、上体起こし（筋力・筋持久力）、長座体前屈（柔軟性）における z 得点の合計を、「健康関連体力得点」とした（文部科学省, 2005）。

#### 肥満度

対象者の体格に関して、対象者が通う学校において実施された身体測定データをを使用した（実施日：2015年5月）。身体測定は、専門知識と十分な経験のある保健体育教員および養護教諭の指導により2015年4月下旬から5月下旬にかけて、対象者の通う学校において実施した。評価項目は身長ならびに体重とし、それぞれ0.01m、ならびに0.1kgまで測定した。対象者の体格指数（BMI）に関して、得られた身長および体重を用い算出した $[\text{体重 (kg)} \div (\text{身長 (m)} \times \text{身長 (m)})]$ 。BMIに関して、成人では肥満の判定方法として代表的評価方法であるが、子ども期では年齢とともにBMIが変動するため、成人と同様には使用できないことが指摘されている（日本肥満学会, 2004）。わが国における小児期の体格の評価方法として、実測体重が標準体重の何パーセントにあたるのかを算出する、いわゆる肥満度法が一般的である（日本肥満学会, 2004）。肥満度に関しては、実測した体重に加えて、性別、年齢別、身長別標準体重を用い算出した $[\text{肥満度 (\%)} = 100 \times (\text{実測体重} - \text{標準体重}) \div \text{標準体重}]$ （公益財団法人日本学校保健会, 2015）。なお、標準体重に関して、文部科学省の学校保健統計調査報告書（5歳～17歳）のデータをもとに作成された標準体重計算式を用いて算出した（公益財団法人日本学校保健会, 2015）。

#### 身体活動量

本研究における身体活動量の評価には、一軸活動量計ライフコーダ EX（株式会社スズケン、名古屋；以後、活動量計）を用いた。対象者には、入浴・入水時間を除く、起床から就寝までの終日、腰部の斜め前方に活動量計を装着するよう依頼した。活動量計の装着期間は、学校がある平日における連続した 5 日間とした。活動量計により記録されたデータは、専用のソフトウェア（ライブライザー02 ベーシック、株式会社スズケン、名古屋）に転送した。本活動量計は、4 秒ごとに対象者の動きを捉え、その最大電圧と歩数により、9 段階の活動強度を決定している（レベル 1～9）（Kumahara et al., 2004）。これまでの青少年を対象とした研究を踏まえ（笹山ら, 2016）、各強度（レベル 1～9）における活動時間の合計を「総身体活動量」とした。非装着時間は、ゼロカウントの継続時間が 60 分以上連続した場合とし、24 時間から非装着時間を引いた時間を装着時間とした。1 日の装着時間が 10 時間以上を有効日とし、有効日が 2 日以上あった対象者のデータを採用した。有効日における身体活動量の平均値を個人代表値とした。

#### 座位行動時間

近年は、テレビ視聴時間やゲームなどを行なっている際の座位活動が、健康評価項目に悪影響を及ぼす可能性が報告されている（Tremblay et al., 2011）。本研究における対象者の座位活動時間に関しては、「普段の 1 週間で、あなたは以下のようなことを何日しますか。あてはまる活動をすべてお答え下さい。またその活動は 1 日何分間くらいでしたか」との問いに対し、1. 読書や音楽鑑賞をする、2. テレビ／ビデオ／DVD を見る、3. テレビゲーム／コンピューターゲームで遊ぶ、4. 授業以外にインターネット

トやメールを使う、5. 宿題や勉強をする（書く、読む、コンピューターを使う）、6. 車に乗る（買い物や習い事の送り迎えなど）の6項目について平日と休日別に尋ねた（Sugiyama et al., 2008; Sugiyama et al., 2007）。その後、各項目における平日と休日の値を考慮した個人代表値を算出した〔（平日の平均値×5＋休日の平均値×2）/7〕。本研究では、6項目を合計した時間を座位活動時間とした（付録資料：質問紙1）。

#### その他調査項目

対象者における運動部活動の所属状況に関して、質問紙を用い調査した。具体的には、「あなたは、今、学校の運動部や民間のスポーツクラブ、地域のスポーツクラブなどに入っていますか。」との問いに対し、学校内・外問わず、運動部活動および民間・地域のスポーツクラブに1つでも所属していると答えた対象者を「運動部群」、それ以外を「非運動部群」と定義した。対象者の朝食摂取状況に関して、文部科学省（2015）より作成された「睡眠を中心とした生活習慣と子供の自立等との関係性に関する調査」に基づき評価した。具体的には、「あなたの最近（1～2ヶ月程度の間）の食生活についておたずねします。朝ごはんを毎日食べていますか。」との質問に対し、「はい」、「いいえ」の2択にて回答した（付録資料：質問紙1）。

## 統計解析

対象者の特徴および属性に関しては、平均値 ± 標準偏差または割合 (%) を算出した (表 3-1)。評価項目の性差に関しては、t 検定もしくは  $\chi^2$  検定を用いて検討した。データの正規性および等質性が確保されていない項目に関しては、ノンパラメトリック検定 (マン・ホイットニーの U 検定) を用い、解析を行った。対象者の体力値および肥満度と脂質代謝項目との関連性を検討するため、ピアソンの相関係数を用いて検定を行った (表 3-2)。また、脂質代謝項目に対する体力値および肥満度の独立した関連性を検討するため、偏相関係数を用い、体力値および肥満度でそれぞれ調整し、解析を行った (表 3-2)。

本研究では、文部科学省が示している体力カテゴリーと脂質代謝項目との関連性を検討した。具体的には、新体力テスト実施要項の総合評価基準を基に、対象者をカテゴリーA (最も体力が高い) からカテゴリーE (最も体力が低い) の 5 群に分類した。その後、各カテゴリーに分類された人数を考慮し (表 3-1)、カテゴリーA および B を「高体力群」、カテゴリーC を「中程度体力群」、カテゴリーD および E を「低体力群」と定義した。体力カテゴリー間 (高体力群 vs 中程度体力群 vs 低体力群) における脂質代謝値の差の検定として、共分散分析を用いた (年齢、性別、身体活動量、座位行動時間、朝食摂取状況で調整) (表 3-3)。有意差が認められた場合、多重比較検定 (ボンフェローニ法) を行った。

肥満度に関して、肥満度の基準値を用い、対象者を 4 群に分類した (やせ [肥満度:  $\leq -20\%$ ] vs 標準 [肥満度:  $> -20\%$ ,  $< 20\%$ ] vs 軽度肥満 [肥満度:  $\geq 20\%$ ,  $< 30\%$ ] vs 中高度肥満 [肥満度:  $\geq 30\%$ ]) (日本肥満学会, 2004)。また、肥満度が標準と分類される対象者の割合は、83.9%と大多数と占めたため (表 3-1)、標準体重

を基準とし、標準と分類される対象者を2分割した（標準（低）： $> -20\%$ ,  $< 0\%$ ；標準（高）： $> 0\%$ ,  $< 20\%$ ）。その後、肥満度カテゴリー間（やせ vs 標準（低） vs 標準（高） vs 軽度肥満 vs 中高度肥満）における脂質代謝値の差の検討として、年齢、性別、身体活動量、座位行動時間、朝食摂取状況で調整後の共分散分析を用いた（表 3-4）。

すべての統計処理には統計解析ソフト SPSS Statistics Version 22.0（IBM 社）を用い、統計的有意水準は5%未満とした。

#### 3-4 結果

対象者 93 名のうち、研究参加への同意が得られなかった者（2 名）、新体力テスト、身長・体重、活動量計のデータおよび質問紙のデータに欠損があった者（4 名）を除く、87 名（男子：44 名；女子：43 名）を分析対象者とした（有効データ率：93.5%）。対象者の身体的特徴、体力値、脂質代謝項目値、身体活動量、座位行動時間を表 3-1 に示した。

表3-1 対象者の身体属性

属性	男子 (n=44)	女子 (n=43)	統計量	p値
	平均値 ± SD or % (n)	平均値 ± SD or % (n)		
<b>属性</b>				
年齢 (歳)	14.4 ± 0.3	14.5 ± 0.3	t = -0.1	.942
身長 (cm)	157.9 ± 7.1	154.8 ± 4.2	t = 2.5	.015
体重 (kg)	47.3 ± 8.3	48.5 ± 6.9	t = -0.7	.452
体格指数 (BMI)	18.9 ± 2.6	20.2 ± 2.5	t = -2.4	.018
<b>体力</b>				
体力総合得点	-1.0 ± 6.4	-1.0 ± 5.1	t = -0.1	.976
健康関連体力	-0.8 ± 3.1	-0.8 ± 2.5	t = 0.1	.989
z-握力	-0.3 ± 1.1	-0.3 ± 0.9	t = 0.1	.965
z-上体起こし	-0.1 ± 1.1	-0.3 ± 1.0	t = 0.8	.420
z-長座体前屈	-0.4 ± 1.1	-0.2 ± 0.9	t = -0.9	.364
z-反復横とび	0.0 ± 1.1	0.1 ± 1.2	t = -0.4	.701
z-立ち幅とび	-0.2 ± 1.0	-0.3 ± 0.9	t = 0.3	.795
z-ボール投げ	0.1 ± 1.1	0.2 ± 1.1	t = -0.4	.716
z-50m走	-0.2 ± 1.3	-0.5 ± 1.1	t = 1.7	.090
z-20mシャトルラン	-0.1 ± 1.1	-0.1 ± 1.0	t = -0.4	.696
<b>体力カテゴリー</b>				
カテゴリーA (最も体力がある) (%)	5.9 (3)	4.9 (2)	$\chi^2 = 6.7$	.150
カテゴリーB (%)	24.7 (11)	20.7 (9)		
カテゴリーC (%)	18.8 (9)	34.1 (15)		
カテゴリーD (%)	32.9 (14)	31.7 (13)		
カテゴリーE (最も体力がない) (%)	17.6 (7)	8.5 (4)		
<b>肥満度</b>				
肥満度 (%)	-0.5 ± 14.1	-0.5 ± 12.3	t = 0.1	.998
<b>肥満度カテゴリー</b>				
やせ (%)	0.8 (3)	5.0 (2)	$\chi^2 = 13.6$	.008
標準 (低) (%)	51.3 (22)	52.9 (23)		
標準 (高) (%)	31.1 (13)	33.9 (15)		
軽度肥満 (%)	3.4 (1)	3.3 (1)		
中高度肥満 (%)	13.4 (5)	5.0 (2)		
<b>脂質代謝</b>				
総コレステロール (mg/dl)	161.0 ± 24.4	165.6 ± 22.5	t = -1.7	.083
中性脂肪 (mg/dl)	69.3 ± 33.4	76.8 ± 32.1	U = 11059.5	.023
HDLコレステロール (mg/dl)	63.0 ± 10.8	62.2 ± 10.4	t = 0.7	.511
LDLコレステロール (mg/dl)	90.8 ± 21.7	95.1 ± 19.5	t = -1.9	.065
脂質リスク得点	-0.1 ± 2.6	-0.1 ± 2.5	t = -0.1	.937
非HDLコレステロール	97.8 ± 22.8	103.1 ± 20.3	t = -2.2	.026
<b>身体活動量</b>				
総身体活動量 (分/日)	171.3 ± 43.2	146.4 ± 32.8	t = 5.8	<.001
歩数 (歩/日)	17726 ± 4726	15003 ± 3512	t = 5.8	<.001
課外でのスポーツ活動 (% (n))	70.6 (86)	45.2 (53)	$\chi^2 = 22.3$	<.001
<b>座位行動時間 (分/日)</b>	319.7 ± 159.2	341.4 ± 174.7	U = 10414.5	.311
読書、音楽鑑賞 (分/日)	35.1 ± 41.9	48.7 ± 59.2	U = 11449.0	.020
TV視聴 (分/日)	118.6 ± 88.8	124.3 ± 95.0	U = 13038.0	.568
ビデオゲーム (分/日)	59.6 ± 66.0	27.8 ± 42.5	U = 8231.0	<.001
インターネット (分/日)	26.2 ± 46.3	32.6 ± 53.6	U = 12695.0	.366
勉強 (分/日)	63.6 ± 47.7	74.5 ± 54.3	U = 11853.0	.018
車での移動 (分/日)	23.9 ± 28.0	29.5 ± 23.9	U = 10298.5	<.001

灰色で塗りつぶした箇所は、有意な男女差が認められた項目を示している (p < .05)。

### 第3章 日本人中学生における低体力予防の意義

表 3-2 に、対象者における体力、肥満度、座位行動時間と血中脂質項目との関連性を示した。体力に関して、体力総合得点と脂質リスク得点との間に有意な関連性が認められた ( $r = -.392, p < .001$ )。同様に、健康関連体力得点と脂質リスク得点との間に有意な関連性が認められた ( $r = -.307, p < .001$ )。各体力項目に関して、長座体前屈を除き、その他の体力項目と脂質リスク得点に有意な関連性が認められた ( $r < -.174, p < .001$ )。肥満度に関して、脂質リスク得点と有意な関連性が認められた ( $r = .298, p < .001$ )。身体活動量は HDL コレステロールとの間にのみ、有意な関連性が認められた ( $r = -.195, p < .001$ )。座位行動時間と脂質代謝項目には有意な関連性が認められなかった ( $r < .080, p > .05$ )。

脂質代謝項目に対して、体力値および肥満度の独立した関連性を検討するため、それぞれの要因で調整した偏相関分析を行った。肥満度で補正後、体力得点と脂質リスク得点との関連性は弱まったものの、以前有意な関連性が認められた ( $r = -.300, p < .001$ )。同様に、健康関連体力得点と脂質リスク得点の間にも肥満度で調整後も有意な関連性が認められた ( $r = -.239, p < .001$ )。各体力項目に関して、長座体前屈を除き、全ての体力項目で脂質リスク得点と有意な関連性が認められた ( $r < -.156, p < .05$ )。肥満度と脂質代謝項目に関して、体力総合得点で補正後においても、両項目の関連性は弱まったものの、以前有意な関連性が認められた ( $r = -.228$ )。

表3-2 体力、肥満度および脂質代謝項目の関連性

	脂質リスク得点	非HDL コレステロール	z-縦コレステロール	z-中性脂肪	z-LDL コレステロール	z-HDL コレステロール	肥満度
<b>単相関係数</b>							
<b>体力</b>							
体力総合得点	-.392**	-.336**	-.238**	-.304**	-.333**	-.139	-.403**
健康関連体力	-.307**	-.281**	-.175*	-.209**	-.265**	-.155*	-.313**
z-握力	-.174*	-.197**	-.209**	-.082	-.207**	.070	.007
z-上体起こし	-.210**	-.200**	-.110	-.137	-.195**	-.102	-.221**
z-長座体前屈	-.094	-.036	.016	-.115	-.038	-.109	-.130
z-反復横とび	-.291**	-.230**	-.131	-.157*	-.250**	-.171*	-.356**
z-50m走	-.288**	-.259**	-.165*	-.211**	-.252**	-.124	-.372**
z-20mシャトルラン	-.323**	-.270**	-.118	-.228**	-.240**	-.273**	-.474**
z-立ち幅とび	-.454**	-.359**	-.250**	-.365**	-.358**	-.185*	-.458**
z-ボール投げ	-.239**	-.167*	-.127	-.210**	-.193*	-.079	-.212**
<b>肥満</b>							
肥満度	.298**	.252**	.089	.181**	.239**	.227**	-
身体活動量	-.069	-.006	.091	-.036	.017	-.195**	.040
座位行動時間	.073	.047	.036	.047	.080	.004	.078
<b>偏相関係数</b>							
<b>体力</b>							
体力総合得点	-.300**	-.261**	-.235*	-.225*	-.261**	-.025	-
健康関連体力	-.239*	-.212*	-.192*	-.176*	-.206*	-.018	-
z-握力	-.198*	-.229*	-.261**	-.102	-.230*	.114	-
z-上体起こし	-.156*	-.144	-.137	-.093	-.163*	.008	-
z-長座体前屈	-.083	-.021	.006	-.135	-.020	-.065	-
z-反復横とび	-.223*	-.210*	-.203*	-.135	-.226*	.012	-
z-50m走	-.212*	-.197*	-.165*	-.127	-.186*	-.050	-
z-20mシャトルラン	-.218*	-.190*	-.130	-.150	-.150	-.121	-
z-立ち幅とび	-.362**	-.294**	-.254*	-.312**	-.286**	-.051	-
z-ボール投げ	-.178*	-.129	-.125	-.172*	-.149	.005	-
<b>肥満</b>							
肥満度	.228*	.123	-.007	.163*	.139	.280*	-

灰色で塗りつぶした箇所は、有意な関連性が認められた項目を示している (p<.05)。

\*\*P<.001, \*P<.05

偏相関係数に関して、体力項目においては肥満度で、肥満度においては体力総合得点にてそれぞれ調整後、脂質代謝項目との関連性を検討した。

図 3-1 では、体力カテゴリー別の脂質リスク得点を示した。年齢、性別、身体活動量、座位行動時間、朝食摂取状況で調整後の共分散分析の結果、3 群間に有意な差が認められた ( $F_{(2, 78)} = 5.76, p = .004$ )。多重比較検定の結果、低体力群（体力カテゴリーD/E）と比較し、高体力群（体力カテゴリーA/B）および中程度体力群（体力カテゴリーC）において脂質リスク得点が有意に低い値を示した ( $p < .05$ )。

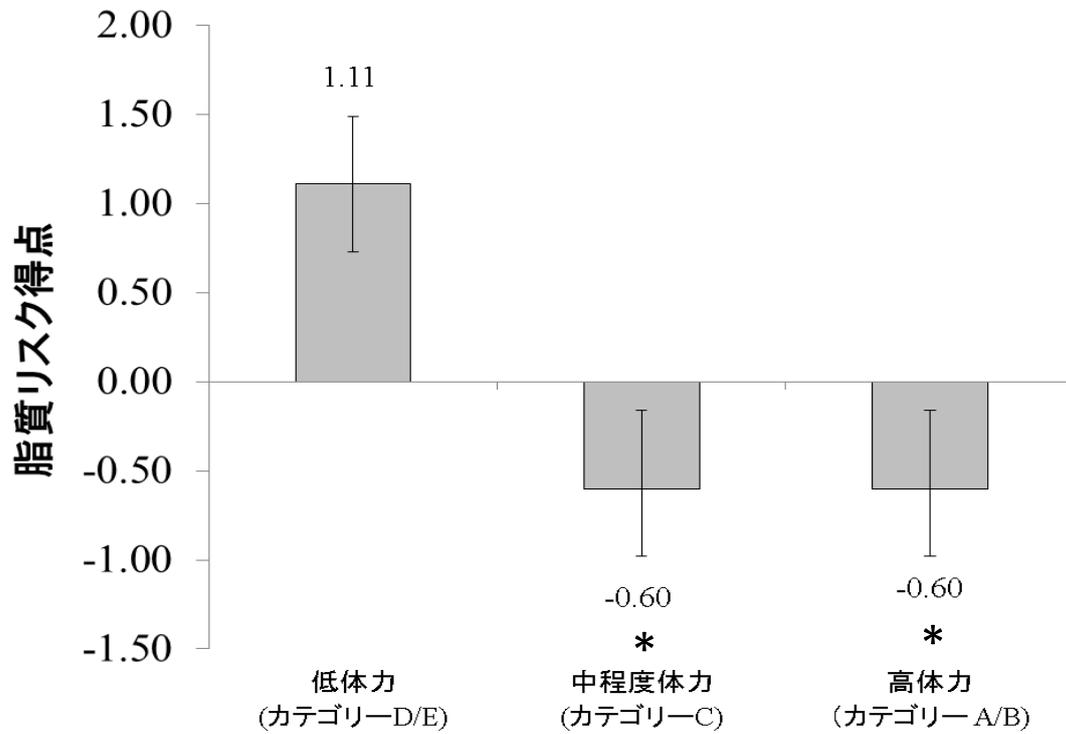


図3-1 体力カテゴリーと脂質リスク得点

\* 低体力群と比較し、 $p < .05$

共分散分析：年齢、性別、身体活動量、座位行動時間、朝食摂取状況で調整。3群間で有意差が認められた場合、多重比較検定（ボンフェローニ法）を実施。

### 第3章 日本人中学生における低体力予防の意義

表 3-3 では、体力カテゴリー別の脂質代謝関連項目の値を示した。非 HDL コレステロールにおいて有意な群間差が認められ ( $F_{(2,78)} = 5.39, p = .006$ )、低体力群（体力カテゴリーD/E）と比較し、高体力群（体力カテゴリーA/B）および中程度体力群（体力カテゴリーC）で非 HDL コレステロールが有意に低い値を示した ( $p < .05$ )。また、LDL コレステロールにおいて有意な群間差が認められ ( $F_{(2,78)} = 4.54, p = .012$ )、低体力群（体力カテゴリーD/E）と比較し、高体力群（体力カテゴリーA/B）で LDL コレステロールが有意に低い値を示した ( $p < .05$ )。

表3.3 体力カテゴリーと脂質代謝関連項目

	体力カテゴリー			検定	比較
	カテゴリー-A/B (高体力)	カテゴリー-C (中程度体力)	カテゴリー-D/E (低体力)		
非HDLコレステロール	-0.18±0.19	-0.24±0.19	0.48±0.15	F(2, 78) = 5.39, p = .006	カテゴリー-A/B < カテゴリー-D/E カテゴリー-C < カテゴリー-D/E
総コレステロール	-0.16±0.12	-0.14±0.16	0.30±0.15	F(2, 78) = 3.62, p = .064	.
中性脂肪	-0.27±0.12	-0.04±0.15	0.34±0.15	F(2, 78) = 3.67, p = .067	.
HDLコレステロール	0.03±0.11	0.03±0.14	0.14±0.14	F(2, 78) = 0.34, p = .716	.
LDLコレステロール	-0.28±0.18	-0.12±0.18	0.40±0.15	F(2, 78) = 4.54, p = .012	カテゴリー-A/B < カテゴリー-D/E

共分散分析：年齢、性別、身体活動量、座位行動時間、朝食摂取状況で調整。群間で有意差が認められた場合、多重比較検定（ボンフェローニ法）を実施。

図 3-2 に、肥満度基準値別の脂質リスク得点を示した。年齢、性別、身体活動量、座位行動時間、朝食摂取状況で調整後の共分散分析の結果、5 群間に有意な差が認められた ( $F_{(4, 76)} = 13.79, p < .001$ )。多重比較検定の結果、中高度肥満群と比較し、その他 4 群（やせ～軽度肥満）において、脂質リスク得点が有意に低い値を示した ( $p < .05$ )。

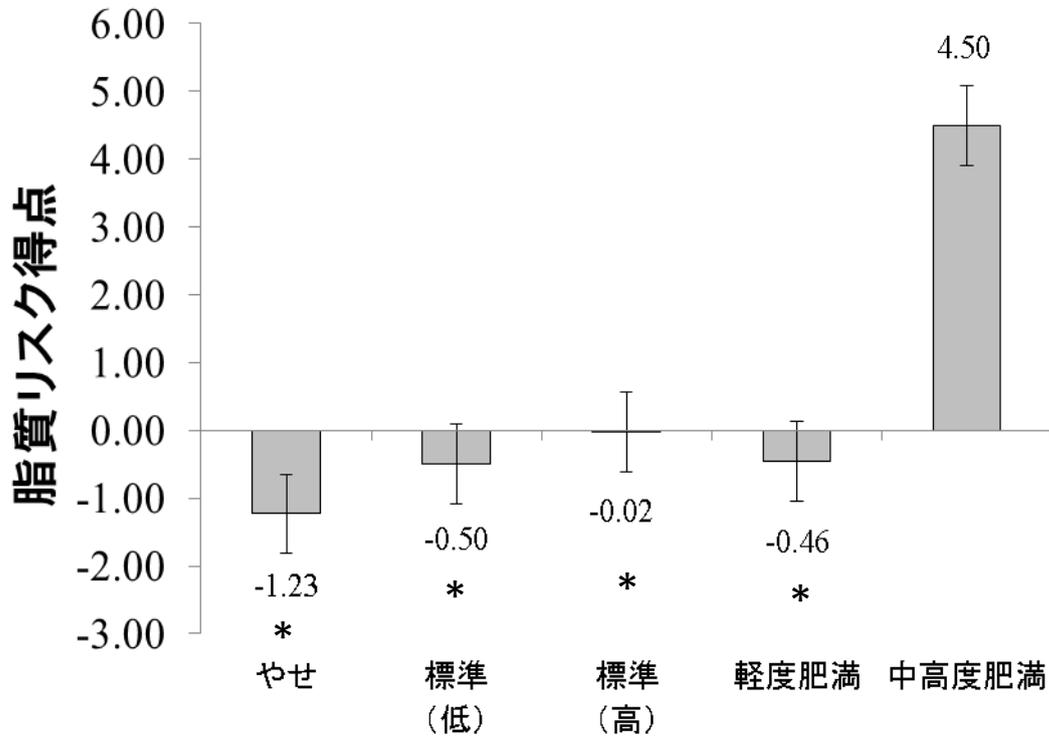


図 3-2 肥満度基準と脂質リスク得点

\* 中高度肥満群と比較し、 $p < .05$

共分散分析：年齢、性別、身体活動量、座位行動時間、朝食摂取状況で調整。3群間で有意差が認められた場合、多重比較検定（ボンフェローニ法）を実施。

表 3-4 では、肥満度基準値別の脂質代謝関連項目の値を示した。結果、全ての脂質代謝関連項目において、有意な群間差が認められた。非 HDL コレステロールおよび LDL コレステロールに関して、中高度肥満群と比較し、その他の 4 群（やせ～軽度肥満）において、脂質リスク得点が有意に低い値を示した ( $F_{(4, 76)} \geq 10.57, p < .05$ )。中性脂肪および HDL コレステロールに関して、中高度肥満群と比較し、やせ群、標準（低）群、標準（高）群において、脂質リスク得点が有意に低い値を示した ( $F_{(4, 76)} \geq 4.64, p < .05$ )。総コレステロールに関して、中高度肥満群と比較し、標準（低）群および標準（高）群において、脂質リスク得点が有意に低い値を示した ( $F_{(4, 76)} = 2.63, p < .05$ )。

表3-4 肥満度基準と脂質代謝関連項目

	肥満度基準				検定	比較	
	やせ	標準 (低)	標準 (高)	軽度肥満			中高度肥満
非HDLコレステロール	-0.24±0.37	-0.12±0.10	0.01±0.13	-0.01±0.44	1.66±0.26	F(4,76) = 10.57, p<.001	やせ<中高度肥満 標準(低)<中高度肥満 標準(高)<中高度肥満 軽度肥満<中高度肥満
z総コレステロール	-0.11±0.39	0.02±0.10	0.03±0.13	-0.25±0.46	0.87±0.26	F(4,76) = 2.63, p = .036	標準(低)<中高度肥満 標準(高)<中高度肥満
z中性脂肪	-0.42±0.38	-0.10±0.10	-0.06±0.13	0.05±0.50	1.06±0.26	F(4,76) = 4.64, p = .001	やせ<中高度肥満 標準(低)<中高度肥満 標準(高)<中高度肥満
zHDLコレステロール	-0.31±0.32	-0.24±0.08	0.02±0.11	0.27±0.29	0.98±0.23	F(4,76) = 6.69, p<.001	やせ<中高度肥満 標準(低)<中高度肥満 標準(高)<中高度肥満
zLDLコレステロール	-0.18±0.32	-0.15±0.08	-0.02±0.10	-0.08±0.30	1.32±0.23	F(4,76) = 9.33, p<.001	やせ<中高度肥満 標準(低)<中高度肥満 標準(高)<中高度肥満 軽度肥満<中高度肥満

共分散分析(年齢、性別、身体活動量、スクリーningタイム、朝食摂取で調整)

### 3-5 考察

本研究は、日本人中学生における体力および肥満度と脂質代謝項目との関連性を検討することを目的とした。本研究より、脂質代謝項目に対して、体力値と肥満度がそれぞれ独立して関連している可能性が示唆された。体力に関して、低体力群（体力カテゴリーD/E）と分類された中学生と比較し、高体力群（体力カテゴリーA/B）および中程度体力群（体力カテゴリーC）において脂質リスク得点が有意に低い値を示した。また、肥満度に関して、中高度肥満と分類された中学生においてその他の群（やせ～軽度肥満群）と比較し、脂質リスク得点が有意に高い値を示した。

これまで心血管疾患および冠動脈疾患発症の予防として、全身持久力を高めることの重要性が示されている。33編の論文における約10万3000人を対象としたメタ解析によると、最大有酸素性作業能力が1メッツ増加するごとに、冠動脈疾患および心血管疾患のリスク比がそれぞれ13%ならびに15%低下する可能性を報告している（Kodama et al., 2009）。また、オーストラリアの青少年（7-15歳）を20年間追跡した縦断研究によると、1,600m走で評価した全身持久力が高かった青少年において、全身持久力が低かった青少年と比較し、成人後のメタボリックシンドローム発症の相対危険率が36%減少したことを示している（Schmidt et al., 2016）。本研究では、文部科学省の体力総合評価基準を基に、対象者を3つのカテゴリーに分類し、脂質リスク得点を比較した。結果、低体力群（体力カテゴリーD/E）と比較し、高体力群（体力カテゴリーA/B）および中程度体力群（体力カテゴリーC）で脂質リスク得点が有意に低い（良好な）値を示した。一方、高体力群（体力カテゴリーA/B）と中程度体力群（体力カテゴリーC）との間には脂質リスク得点に有意な差は認められなかった。本結果を踏まえると、特に、体力が低い中学生が体力を向上することで、脂質代謝項目によ

り有益な効果が得られる可能性が考えられる。これまで、23 編のコホート研究をまとめたレビューより、心血管疾患および冠動脈疾患発症の相対リスクは、全身持久力の 25 パーセンタイル付近で急激に減少し（39%減少）、その後は緩やかな減少することが報告されている（Williams et al., 2001）。すなわち、特に体力が下位 25%の成人においては、体力を向上することによって心血管疾患等のリスクを大きく減少できる可能性を示しており、本研究結果を支持している。また、「健康づくりのための身体活動基準 2013」におけるメタ解析によると、全身持久力が最も低い群と比較し、2 番目に低い群で死亡数および生活習慣病発症数等の相対危険率が有意に低下し（37%～45%）、それより体力が高い群と同程度の相対危険率を示したことが報告されている（厚生労働省, 2013）。これら先行研究および本研究結果を踏まえると、体力が低い中学生に対して体力向上を支援していくことは、脂質代謝改善ならびに生活習慣病予防の観点から非常に効果的である可能性が考えられる。

体力向上がどのような作用機序で脂質代謝に影響を及ぼすかについて、本研究より明らかにすることはできない。体力テストを実施する際には、体の様々な機能（筋骨格系、循環器系、血液性状、神経心理系、内分泌代謝系）が協同で働き、得られる体力成績はこれらの項目を複合的に評価しているとされている（Ortega et al., 2008）。個人の体力値には、遺伝要因に加えて環境要因が関連しているとされており、中でも身体活動は体力に影響を及ぼす重要な要因とされている（Ortega et al., 2008）。本研究では、低体力群（体力カテゴリーD/E）と比較し、高体力群（体力カテゴリーA/B/C）において運動部活動に所属している割合が高く（高体力群 [男子] = 87.1% vs 低体力群 [男子] = 45.5%, 高体力群 [女子] = 58.2%, 低体力群 [女子] = 26.5%）、日常生活での身体活動量が有意に多かった（高体力群 [男子] =  $170.1 \pm 30.3$  (分/日) vs 低体力群 [男子] =  $160.0 \pm 33.2$  (分/日), 高体力群 [女子] =  $150.7 \pm 31.4$  (分/日), 低体力群 [女子] =  $140.1$

± 31.5 (分/日) )。先行研究によると、身体活動に伴い筋収縮が生じると、骨格筋内のリポ蛋白リパーゼが活性化することにより、中性脂肪の分解および細胞内への吸収が促進し、血中中性脂肪が低下ならびに HDL コレステロールが増加する可能性を指摘している (及川ら, 2005)。これらを踏まえると、運動部活動等を通じて、身体活動を多く行なっている中学生では、体力が向上し、脂質代謝が改善している可能性が考えられる。

また、本研究では、肥満度の基準値を用いて、対象者をやせから中高度肥満の 5 群に分類し、各群における脂質リスク得点を比較した。これまで、日本人児童 5056 名を対象とした研究より、肥満の程度が高度になるにつれて、脂質異常症および高血圧症の頻度が高くなることが示されており、適正な体重を管理することの重要性が指摘されている (日本肥満学会, 2004)。本研究においても、肥満度が 30% 以上に該当する中高度肥満群に分類された中学生において、その他の群に分類された中学生と比較し、脂質リスク得点が有意に高い得点を示した。従って、脂質代謝の観点から該当する中学生はハイリスク群である可能性が考えられる。一方で、諸外国と比較し、日本における肥満児出現率は低く (Ng et al., 2014)、中高度肥満 (肥満度  $\geq 30.0\%$ ) と分類される中学生の割合は 5% に達しないとしている (男子: 3.2%、女子 4.8%) (文部科学省, 平成 27 年度学校保健統計調査, 2015)。さらに、本研究において、やせ群から軽度肥満群における 4 群間で脂質リスク得点に有意な群間差がなかったことを踏まえると、日本人中学生における集団全体での取り組みとしては、体力向上に努めていくことがより重要となる可能性が考えられる。

本研究の特色は、日本人中学生を対象に、新体力テストと脂質代謝項目との関連性を検討したことである。動脈硬化の進行は子どもの頃から開始することは医学的に明

らかにはなっているが (McGill et al., 2000)、これまで日本人中学生を対象に血中脂質代謝関連項目を主要評価項目とした研究は皆無であった。そこで、本研究は日本人中学生を対象に、脂質代謝評価項目として確立されている総コレステロール、LDL コレステロール、HDL コレステロール、中性脂肪を測定し、総合的な指標として脂質リスク得点を算出した。体力の評価方法に関しても、これまで多くの先行研究で用いられている全身持久力だけでなく、新体力テストを用いて、対象者の運動能力および体力を総合的に評価し、それぞれ脂質代謝関連項目との関連性を検討した。特に、本研究で用いた新体力テストは、わが国では基本的に全ての中学校で実施されている学校・教育現場に馴染み深いテスト項目であり、研究成果の学校現場へ応用という観点からも意義が高い可能性がある。

本研究の限界点として、まず本研究は体力および肥満度と脂質代謝との関連性を検討した横断的研究であり、因果関係を証明することができない点である。また、過体重に加えて、体脂肪分布が代謝項目に影響を及ぼすことがこれまで明らかとなっており (Pischon et al., 2008)、今後は BMI や肥満度に加え、腹囲やウエスト・ヒップ比等を含めて検討していく必要がある。

### 3-6 結論

日本人中学生において、体力値と肥満度がそれぞれ独立して関連している可能性が示唆された。また、体力カテゴリー別の解析より、低体力（体力カテゴリーD/E）と分類された中学生において、高体力（体力カテゴリーA/B）ならびに中程度体力（体力カテゴリーC）と分類された中学生と比較し、脂質リスク得点が有意に高い（好ましくない）値を示した。従って、脂質代謝項目を改善していく具体的な目標として、「新体力テストカテゴリーの C 以上」を目指すことが重要である可能性が示唆された。

### 3-7 図表一覧

表 3-1 対象者の身体属性

表 3-2 体力、肥満度および脂質代謝項目の関連性

表 3-3 体力カテゴリーと脂質代謝関連項目

表 3-4 肥満度基準と脂質代謝関連項目

図 3-1 体力カテゴリーと脂質リスク得点

図 3-2 肥満度基準と脂質リスク得点

## 第4章

低体力予防に必要な身体活動の量および強度に関して

～活動量計による定量的評価～

(研究2)

以下の研究成果を基に執筆

**Kidokoro et al, *Eur J Sport Sci*, 16: 1159-1166, 2016**

## 4-1 要約（研究2）

### 背景

研究1（第3章）より、新体力テストカテゴリーがD/Eと評価された中学生において、脂質リスク得点が有意に高い（好ましくない）値になる可能性が示された。従って、低体力（カテゴリーD/E）と分類される確率を下げる事ができれば、血中脂質を改善できる可能性が予想される。これまで、体力値を高める上で身体活動を行うことの重要性が示されているが、どのくらいの「量」および「強度」の身体活動を行うことが、「どの程度」低体力予防に有効なのか定かでなかった。そこで、本研究は、日本人中学生を対象に、活動量計を用いて強度別の身体活動量を定量的に評価し、低体力と分類される確率（オッズ比）を低下されるために必要な身体活動の「量」および「強度」を算出することを目的とした。

### 方法

対象は日本人中学生300名（男子：145名、女子155名）とした。体力に関して、研究協力校で実施した新体力テストのデータを使用した。新体力テスト結果の取得後、文部科学省の体力評価基準を基に、対象者は5群に分類し（カテゴリーA[最も体力がある]～カテゴリーE[最も体力がない]）、体力カテゴリーD/Eと分類された中学生を「低体力」と定義した。身体活動量に関して、活動量計を用いて、対象者の日常生活の中での身体活動量を強度別に評価した（中強度身体活動量 [MPA：3メッツ～5.9メッツ]）、高強度身体活動量 [VPA：≥6メッツ]、中高強度身体活動量 [MVPA：≥3

## 第4章 低体力予防に必要な身体活動の量および強度は？

メッツ] )。データ取得後、強度別の身体活動量の3分位を用い、対象者をT1 (最も非活動的) からT3 (最も活動的) の3群に分類した。その後、各群における低体力 (体力カテゴリーD/E) と分類される確率 (オッズ比) を算出した。

### 結果

男子では、T3群に分類された中学生 (MVPAが1日74.4分以上) において、T1群 (MVPAが1日57.3分未満) と分類された中学生と比較し、低体力と分類される確率が83%低下する可能性が示唆された。一方、女子では、T2群 (VPAが1日6.8分以上) およびT3群 (VPAが1日11.0分以上) と分類された中学生において、T1群 (VPAが1日6.8分未満) と比較し、低体力と分類される確率が77%および83%低下する可能性が示唆された。男子におけるMVPAのT3群、女子におけるVPAのT2群の中央値より、低体力と分類される確率を下げるために必要な身体活動量は、男子では「3メッツ以上の身体活動を1日80.7分」、女子では「6メッツ以上の身体活動を1日8.4分」である可能性が示唆された。

### 結論

日本人中学生における低体力 (体力カテゴリーD/E) を予防するために必要な身体活動量は男女で異なる可能性が示唆された。具体的には、男子においては「3メッツ以上の身体活動を1日80.7分」、女子においては「6メッツ以上の身体活動を1日8.4分」を行うことが、低体力と分類される確率を77%-83%低下させる可能性が示唆された。

## 4-2 緒言

これまで、低体力が全死亡のリスクになることが大規模疫学調査より示されている (Blair et al., 2009)。このような背景を踏まえ、研究1 (第3章) では、日本人中学生を対象に、新体力テスト成績と血中脂質関連項目との関連性を検討し、低体力と分類されることが、脂質リスク得点にどのような影響を及ぼすか検討した。結果、低体力 (体力カテゴリーD/E) と分類された中学生において、高体力 (体力カテゴリーA/B) ならびに中程度体力 (体力カテゴリーC) と分類された中学生と比較し、脂質リスク得点が有意に高い (好ましくない) 値を示した (図3-1)。

研究1を踏まえ、今後、低体力 (カテゴリーD/E) と分類される中学生の割合を減らすことができれば、血中脂質項目が有意に改善し、将来の生活習慣病リスクを軽減できることが期待される。体力値には遺伝要因に加えて環境要因等、様々な要因が影響を及ぼすとしているが、特に、身体活動は最も重要な要因とされている (Ortega et al, 2008)。

それでは、低体力予防のためには、具体的にどのくらいの身体活動量が必要なのだろうか。WHOが公表している「健康のための身体活動に関する国際勧告」によると、5歳から17歳における子どもにおいては、「毎日60分の身体活動」を行うことが推奨されている (WHO, 2010)。この国際勧告においては、健康に関する様々なアウトカム (全身持久力、筋体力、体脂肪率、循環器系およびメタボリックシンドローム危険因子、骨代謝、うつ症状) に対し、身体活動が及ぼす影響に関して検討したレビュー (Janssen, 2007; Janssen et al., 2010; Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2008) を総括し、「1日60分」という目標値を設定している。また、日本体育協会より作成された「アクティブ・チャイルド60min - 子どもの身体活動ガイドライン」においても、

#### 第4章 低体力予防に必要な身体活動の量および強度は？

日本人小学生を対象とし、「1日に最低60分の身体活動を行うこと」を推奨している（竹中, 2010）。ここでは、1週間に420分以上（1日60分以上）運動を実施している小学生で新体力テスト上位群となる割合が高かったことを踏まえ、「1日60分」という基準を設定している（竹中, 2010）。しかしながら、2016年現在、本邦において日本人中学生を対象とした身体活動基準は未だ作成されていない。従って、日本人中学生において、低体力を予防するためにはどのくらいの身体活動量が必要か未だ定かでない。

さらに、これまでの先行研究における身体活動の評価方法に関しても、いくつか問題点が指摘されている。日常生活における身体活動量を評価する方法として、二重標識水法、心拍数法、活動量計法、活動記録法、質問紙法が挙げられる（Westerterp et al., 2013）。その中で、これまで質問紙法が主に用いられてきた。しかしながら、質問紙法は、1) 対象者の認知情報に基づくこと、2) 記述した活動内容から活動強度に対応させる場合の妥当性に個人差があること、3) 活動内容の記述漏れや活動時間が曖昧である等、4) 得られるデータが主観的であり妥当性は定かではないことが指摘されている（熊谷ら, 2015）。特に、子どもにおいては、自身の身体活動状況を正しく把握することは困難であるとされている（Kohl et al., 2000）。従って、日常生活における身体活動量を正確に評価するためには、質問紙のような主観的方法でなく、客観的方法を用いることが重要である（熊谷ら, 2015）。

加えて、近年、様々な健康アウトカムに対して、身体活動量の「量」だけでなく、「強度」も重要であることが示されている（Carson et al, 2014）。この点、わが国の身体活動研究で多く用いられている歩数計では、1日の合計歩数を記録することで身体活動の「量」を評価できるものの、「強度」を評価することができない（熊谷ら,

#### 第4章 低体力予防に必要な身体活動の量および強度は？

2015)。一方、昨今では、科学技術の発展に伴い、加速度センサーを内蔵した歩数計（活動量計）が普及し、近年の身体活動研究において頻繁に用いられている。活動量計を用いることで、日常生活での身体活動量を強度別に客観的に評価でき、データの妥当性に関しても、概ね認められている。

今後、活動量計を用いて身体活動量を定量的に評価し、様々な健康アウトカムとの関連性を明らかにすることは、わが国の身体活動研究分野において大変重要である。実際、日本子どもの身体活動ガイドラインを概観すると、前述した「アクティブ・チャイルド 60min」および「幼児期運動指針」においては、身体活動の「量」に関しては目標値が定められているが（1日 60分）、「活動強度」に関する記載はなく、エビデンス蓄積の重要性が指摘されている（Tanaka et al, 2016）。

そこで、本研究は日本人中学生 300 名を対象とし、活動量計を用いて強度別の身体活動量を客観的に評価し、新体力テスト成績との関連性を検討することを目的とした。また、低体力（体力カテゴリーD/E）に分類される確率を下げるために必要な身体活動量の算出し、目標値設定に資する研究へと発展させることを目的とした。

### 4-3 方法

#### 研究デザインおよび対象者

対象者は東京都 A 中学校に通う中学生 1、2 年生 317 名を対象とした。研究実施に伴い、317 名のうち、316 名の対象者およびその保護者より研究参加の同意を書面より得た（同意書未提出より 1 名を研究対象者から排除した）。身体活動および体力値のデータ欠損より、16 名を研究対象から除外した（有効データ率 94.6%）。最終的な分析対象者は、中学生男女 300 名であった（男子:145 名、女子 155 名）。なお本研究は、ヘルシンキ宣言を尊重し、東京学芸大学の研究倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号：130）。

#### 身体活動量測定

本研究における身体活動量の評価には、一軸活動量計ライフコーダ EX（株式会社スズケン、名古屋）を用いた。これまでの先行研究より、活動量計により得られたデータの妥当性および正確性について、概ね、認められている（Kumahara et al., 2004; 笹山ら, 2016）。

身体活動量の測定方法に関して、対象者に入浴・入水時間を除く起床から就寝までの終日、腰部の斜め前方に活動量計を装着するよう指示した。活動量計により記録されたデータは、専用のソフトウェア（ライフライザー02 ベーシック、株式会社スズケン、名古屋）に転送した。活動量計は、4 秒ごとに対象者の動きを捉え、その最大電圧と歩数により、9 段階の活動強度を決定している（レベル 1～9）（Kumahara et al., 2004）。

#### 第4章 低体力予防に必要な身体活動の量および強度は？

国内・外の身体活動基準によると、3メッツ以上の身体活動を中・高強度身体活動（MVPA）、6メッツ以上の身体活動を高強度身体活動（VPA）と定義している（WHO, 2010; 厚生労働省, 2013）。笹山らは、日本人青少年を対象に活動量計の活動強度とメッツとの関連性を検討し、活動強度レベル4は3.25メッツに、活動強度レベル7は5.75メッツに相当すると報告している（笹山ら, 2016）。従って、本研究においては、活動強度レベル4以上をおよそ3メッツ以上の身体活動としてMVPA、活動強度レベル7以上をおよそ6メッツ以上の身体活動としてVPAとそれぞれ定義した。非装着時間は、ゼロカウントの継続時間が60分以上連続した場合とし、24時間から非装着時間を引いた時間を装着時間とした。また、1日の装着時間が10時間以上を有効日とし、平日および休日を最低1日ずつ含む有効日が4日以上あった対象者のデータを採用した（Mâsse et al., 2005; Troiano et al., 2008, Healy et al., 2011）。

活動量計の装着期間は連続した14日間とした。身体活動量の評価方法に関して、中学生の生活行動上の特性を考慮し、学校へ行く平日と、学校へ行かない休日の値をそれぞれ評価し、対象者における個人代表値を算出した〔(平日の平均値×5+休日の平均値×2) / 7〕。

## 体力値

日本では、基本的に、全ての中学校において文部科学省より作成された新体力テストを実施している。新体力テストは計 8 項目から構成されている（握力、上体起こし、長座体前屈、反復横跳び、50m 走、立ち幅跳び、ハンドボール投げ、持久走）。データが得られた後、新体力テスト評価基準を基に、体力総合得点を算出した。また、体力総合得点を基に、対象者をカテゴリーA（最も体力がある）からカテゴリーE（最も体力がない）に分類した（文部科学省, 1998）。これまでの先行研究を基に、カテゴリーD および E の対象者を「低体力」と定義した（東京教育委員会, 2014）。

## 質問紙調査

近年は、テレビ視聴やゲーム使用等のスクリーンタイムの増加が健康評価項目に悪影響を及ぼす可能性が報告されている（Biddle et al., 2014; Tremblay et al., 2011）。本研究における対象者のスクリーンタイムに関しては、「普段の 1 週間で、あなたは以下のようなことを何日しますか。あてはまる活動をすべてお答え下さい。またその活動は 1 日何分間くらいでしたか」との問いに対し、1. テレビ/ビデオ/DVD を見る、2. テレビゲーム/コンピュータゲームで遊ぶ、3. 授業以外にインターネットやメールを使う、の 3 項目について、それぞれ平日と休日別に質問した。各 3 項目における平日および休日 1 日あたりの平均使用時間 [ (使用頻度×1 回あたりの使用時間) / 平日日数 (5 日) or 休日日数 (2 日) ] を算出した。その後、平日と休日の値を考慮した個人代表値を算出した [ (平日の平均値×5+休日の平均値×2) / 7]。上記 3 項目の合計をスクリーンタイムとした（Sugiyama et al., 2008）（付録資料：質問紙 2）。

## 統計解析

対象者の特徴および属性に関しては、平均値±標準偏差または割合（%）を算出した（表 4-1）。各項目における男女差に関して、t検定もしくは $\chi^2$ 検定を行った。強度別の身体活動量およびスクリーンタイム、体力値の関連性に関して、ピアソン相関係数を用いて検討した（表 4-2）。データの正規性および等質性が確保されていない項目に関しては、ノンパラメトリック検定（マン・ホイットニーの U 検定）を用い、解析を行った。

強度別の身体活動量（MVPA、MPA、VPA）における 3 分位を基に、対象者を 3 群に分類した（MVPA/MPA/VPA-T1（最も非活動的）～MVPA/MPA/VPA-T3（最も活動的））。体力値に対する MPA および VPA の独立の関連性を検討するため、独立変数を身体活動量実施状況（MPA/VPA-T1～T3）、従属変数を体力値（1:低体力、0:それ以外）としたロジスティック回帰分析を行った（表 4-3）。

また、MPA と VPA の組み合わせの関連性を検討するため、独立変数を MVPA 実施状況（MVPA -T1～T3）、従属変数を体力値（1:低体力、0:それ以外）としたロジスティック回帰分析を行った。各群において低体力と分類されるオッズ比（ORs）ならびに 95%信頼区間（CI）を算出した（表 4-3）。

### 4-3 結果

対象者の身体的特徴、身体活動量、体力、スクリーンタイムに関して、表 4-1 に示した。全ての活動強度（MPA、VPA、MVPA）において、女子と比較し、男子で有意に高い値を示した（全て  $p < 0.05$ ）。

表4-1 対象者の身体属性

	男子 (n = 145)		女子 (n = 155)		p値
	平均値 ± 標準偏差 or % (n)	範囲	平均値 ± 標準偏差 or % (n)	範囲	
<b>属性</b>					
年齢 (歳) *	13.3 ± 0.6	12.0 - 14.0	13.2 ± 0.6	12.0 - 14.0	.802
身長 (cm) †	160.7 ± 7.3	143.2 - 175.7	156.6 ± 5.0	143.8 - 168.4	<.001
体重 (kg) †	47.7 ± 7.6	29.2 - 78.4	47.3 ± 6.3	30.6 - 63.8	.656
体格指数 (BMI) *	18.4 ± 2.0	13.2 - 26.6	19.3 ± 2.3	14.7 - 25.4	<.001
体脂肪率 (%) *	14.5 ± 2.7	10.5 - 26.2	22.7 ± 5.4	12.4 - 35.9	<.001
<b>身体活動量</b>					
MVPA (分/日) *	66.4 ± 18.4	24.1 - 114.2	55.6 ± 15.6	18.1 - 113.4	<.001
MPA (分/日) *	51.4 ± 13.8	19.9 - 88.2	45.9 ± 12.3	15.5 - 98.7	<.001
VPA (分/日) †	15.0 ± 7.3	1.8 - 45.8	9.7 ± 5.6	1.7 - 37.0	<.001
<b>体力項目</b>					
握力 (kg) †	26.9 ± 6.5	15.0 - 48.0	24.3 ± 4.6	13.0 - 37.0	<.001
上体起こし (回/30秒) *	23.9 ± 5.1	9.0 - 41.0	20.0 ± 4.7	7.0 - 37.0	<.001
長座体前屈 (cm) *	39.8 ± 10.0	7.0 - 80.0	44.2 ± 9.4	7.0 - 82.0	<.001
反復横とび (回/30秒) *	49.7 ± 6.8	22.0 - 72.0	42.5 ± 5.4	24.0 - 54.0	<.001
立ち幅とび (cm) *	185.4 ± 23.8	128.0 - 260.0	164.7 ± 17.9	115.0 - 220.0	<.001
ハンドボール投げ (m) †	17.6 ± 4.9	8.0 - 32.0	11.1 ± 2.8	4.0 - 19.0	<.001
50m走 (秒) *	8.1 ± 0.6	6.7 - 9.8	8.9 ± 0.6	7.3 - 10.3	<.001
持久走**					
1000 m走 (秒)	-	-	298.2 ± 32.8	216.0 - 417.0	
1500 m走 (秒)	405.1 ± 52.3	312.0 - 576.0	-	-	
体力総合得点*	34.7 ± 8.5	15.0 - 61.0	43.5 ± 8.4	22.0 - 63.0	<.001
カテゴリーA (最も体力がある) †	2.8 (4)		12.9 (20)		
カテゴリーB	11.7 (17)		38.7 (60)		
カテゴリーC	40.0 (58)		36.1 (56)		<.001
カテゴリーD	38.6 (56)		11.6 (18)		
カテゴリーE (最も体力がない)	6.9 (10)		0.1 (1)		
<b>スクリーンタイム</b>					
TV視聴 (分/日) †	165.6 ± 120.1	0.0 - 668.6	160.5 ± 117.2	0.0 - 542.9	.703
ビデオゲーム (分/日) †	78.5 ± 61.5	0.0 - 668.6	83.2 ± 68.9	0.0 - 542.9	.350
インターネット (分/日) *	46.0 ± 56.2	0.0 - 308.6	22.4 ± 35.4	0.0 - 368.6	<.001
	41.1 ± 53.8	0.0 - 351.4	54.9 ± 64.1	0.0 - 231.4	<.001

\*灰色で塗りつぶした箇所は、男女で有意な差が認められなかった項目を示している (p<0.05)。

\*\*対応のないt検定、マン・ホイットニーのU検定、χ<sup>2</sup>乗検定

\*\*持久走に関して、男子は1500m走、女子は1000m走

MVPA：中高強度身体活動量 (3METs以上の身体活動)

MPA：中強度身体活動量 (3METs~6METsの身体活動)

VPA：高強度身体活動量 (6METs以上の身体活動)

#### 第4章 低体力予防に必要な身体活動の量および強度は？

男子において、身体活動量と体力総合得点との間に有意な線形の関連性は認められなかった（表 4-2）。しかし、ロジスティック回帰分析より、身体活動量を基に分類した3群間（MVPA/MPA/VPA-T1~T3）において、低体力と分類されるオッズ比に有意差が認められた。MVPAに関して、MVPA-T3（最も活動的）と分類された男子において、MVPA-T1（最も非活動的）と分類された男子と比較し、低体力と分類されるオッズ比が有意に低値を示した（表 4-3）。MPAに関して、MPA-T3（最も活動的）と分類された男子において、MPA-T1（最も非活動的）と分類された男子と比較し、低体力と分類されるオッズ比が有意に低値を示し、VPAで調整後も有意な差が認められた（表 4-3）。VPAに関して、VPA-T3（最も活動的）およびVPA-T2（2番目に活動的）と分類された男子において、VPA-T1（最も非活動的）と分類された男子と比較し、低体力と分類されるオッズ比が有意に低値を示した。しかしながら、MPAで調整後、有意なオッズ比は認められなかった（表 4-3）。

女子においては、MVPAと体力総合得点との間に有意な関連性が認められ、VPAと体力総合得点との間により強い関連性が認められた（表 4-2）。また、VPAと多くの体力項目（上体起こし、反復横跳び、ハンドボール投げ、立ち幅跳び、50m走、持久走）との間に有意な関連性が認められた（表 4-2）。MPAと体力項目の間には有意な関連性は認められなかった（表 4-2）。ロジスティック回帰分析より、MVPAおよびMPAの値を基に分類された群間において有意な差は認められなかった（表 4-3）。しかしながら、VPAの3分位を基に分類された群間において有意な差が認められた。すなわち、VPA-T3（最も活動的）およびVPA-T2（2番目に活動的）と分類された女子において、VPA-T1（最も非活動的）と分類された女子と比較し、オッズ比が有意に低い値を示し、MPAで調整後も有意な関連性が認められた（表 4-3）。

表4.2 身体活動およびスクリーンタイムと体力との関連性

	体力総合得点	握力	上体起こし	長座体前屈	反復横とび	50m走	立ち幅とび	ハンドボール 投げ	持久走	BMI	体脂肪率
<b>男子 (n=145)</b>											
<b>身体活動量</b>											
MVPA	0.11	-0.14	0.16	0.06	0.04	-0.04	0.01	0.07	-0.23*	-0.07	-0.15
MPA	0.08	-0.07	0.16	0.06	-0.01	-0.02	-0.01	0.03	-0.14	-0.01	-0.097
VPA	0.17	-0.19*	0.17*	0.12	0.11	-0.07	0.39	0.15	-0.35**	-0.17*	-0.20*
スクリーンタイム	-0.01	-0.04	-0.03	0.10	0.08	0.03	0.01	0.01	0.04	-0.05	0.016
TV視聴	-0.85	-0.12	-0.12	0.07	-0.04	0.08	-0.09	-0.09	0.10	-0.05	-0.038
ビデオゲーム	-0.01	-0.06	-0.08	0.09	0.08	0.05	-0.07	-0.04	0.02	-0.09	0.014
インターネット	0.26	0.09	0.10	0.03	0.05	-0.06	0.01	0.06	-0.02	0.03	0.065
<b>身体組成</b>											
体格指数 (BMI)	0.20*	0.48**	0.25**	0.10	0.12	-0.23**	0.25**	0.33**	0.09	-	0.60*
体脂肪率	-0.06	0.18	-0.02	0.12	-0.02	0.18*	-0.05	0.09	0.42*	0.60*	-
<b>女子 (n=155)</b>											
<b>身体活動量</b>											
MVPA	0.20*	-0.16	0.13	0.05	0.25*	-0.16*	0.15	0.27*	-0.24*	-0.22**	-0.27**
MPA	0.10	-0.16	-0.01	0.04	0.15	-0.09	0.09	0.21*	-0.13	-0.16*	-0.18*
VPA	0.31**	-0.15	0.33**	0.06	0.33**	-0.24*	0.26*	0.27*	-0.42**	-0.25**	-0.36**
スクリーンタイム	-0.08	0.03	-0.14	-0.07	-0.09	0.12	-0.12	0.09	0.10	0.24**	0.20*
TV視聴	-0.02	0.09	-0.08	-0.15	-0.06	0.06	0.01	0.12	0.03	0.036	0.01
ビデオゲーム	-0.12	0.01	-0.06	-0.09	-0.10	0.17*	-0.14	0.02	0.13	0.18*	0.15
インターネット	-0.04	-0.04	-0.12	0.05	0.03	0.09	-0.16*	0.01	0.03	0.30**	0.26**
<b>身体組成</b>											
体格指数 (BMI)	0.03	0.39**	-0.06	0.08	-0.08	0.11	-0.14	0.14	0.23**	-	0.82**
体脂肪率	-0.14	0.17*	-0.24**	0.08	-0.20*	0.23**	-0.20*	-0.01	0.27**	0.82**	-

灰色に塗りつぶした箇所は、有意な関連性が認められた項目を示している (p<0.05)。

\* p<0.05, \*\* p<0.01

MVPA: 中高強度身体活動量 (3METs以上の身体活動)、MPA: 中強度身体活動量 (3METs~6METsの身体活動)、VPA: 高強度身体活動量 (6METs以上の身体活動)

表4-3 身体活動別グループにおける低体力と分類されるオッズ比

	男子			女子		
	オッズ比	95%信頼区間	p値	オッズ比	95%信頼区間	p値
<b>モデル1</b>						
MVPA-T1	1.00			1.00		
MVPA-T2	0.51	0.19 - 1.33	.168	0.55	0.17 - 1.85	.337
MVPA-T3	0.17	0.06 - 0.47	.001	0.59	0.17 - 2.02	.403
MPA-T1	1.00			1.00		
MPA-T2	0.43	0.17 - 1.12	.190	0.93	0.30 - 2.85	.927
MPA-T3	0.16	0.06 - 0.45	.001	0.47	0.13 - 1.71	.253
VPA-T1	1.00			1.00		
VPA-T2	0.27	0.09 - 0.75	.012	0.23	0.06 - 0.91	.037
VPA-T3	0.20	0.07 - 0.58	.003	0.17	0.04 - 0.76	.021
<b>モデル2</b>						
MPA-T1	1.00			1.00		
MPA-T2	0.69	0.20 - 2.18	.539	1.15	0.40 - 3.95	.850
MPA-T3	0.25	0.08 - 0.80	.021	0.80	0.20 - 3.50	.710
VPA-T1	1.00			1.00		
VPA-T2	0.38	0.15 - 1.08	.060	0.23	0.05 - 0.89	.032
VPA-T3	0.35	0.10 - 1.15	.075	0.15	0.03 - 0.80	.017

灰色で塗りつぶした箇所は、T1と比較し、低体力と分類されるオッズ比が有意に低い群を示している。

ロジスティック回帰分析：モデル1（年齢、BMI、スクリーンタイムで調整）、モデル2（モデル1で用いた交絡因子に加え、MPAもしくはVPAでそれぞれ調整）

**【MVPA】**

MVPA-T1：<57.3分/日（男子）、<48.2分/日（女子）

MVPA-T2：≥57.3~<74.4分/日（男子）、≥48.2~<61.9分/日（女子）

MVPA-T3：≥74.4分/日（男子）、≥61.9分/日（女子）

**【MPA】**

MPA-T1：<44.7分/日（男子）、<40.8分/日（女子）

MPA-T2：≥44.7~<57.0分/日（男子）、≥40.8~<49.2分/日（女子）

MPA-T3：≥57.0分/日（男子）、≥49.2分/日

**【VPA】**

VPA-T1：<11.1分/日（男子）、<6.8分/日（女子）

VPA-T2：≥11.1~<17.3分/日（男子）、≥6.8~<11.0分/日（女子）

VPA-T3：≥17.3分/日（男子）、≥11.0分/日（女子）

#### 第4章 低体力予防に必要な身体活動の量および強度は？

図4-1は各体力カテゴリーにおける身体活動量を示している。男子において、カテゴリーD・Eと分類された男子において、カテゴリーA・B・Cと分類された男子と比較し、MVPAが有意に低い値を示した。女子においては、カテゴリーA・Bと分類された女子において、カテゴリーC・D・Eと分類された女子と比較し、MVPA、MPAおよびVPAが有意に高い値を示した（図4-1）。

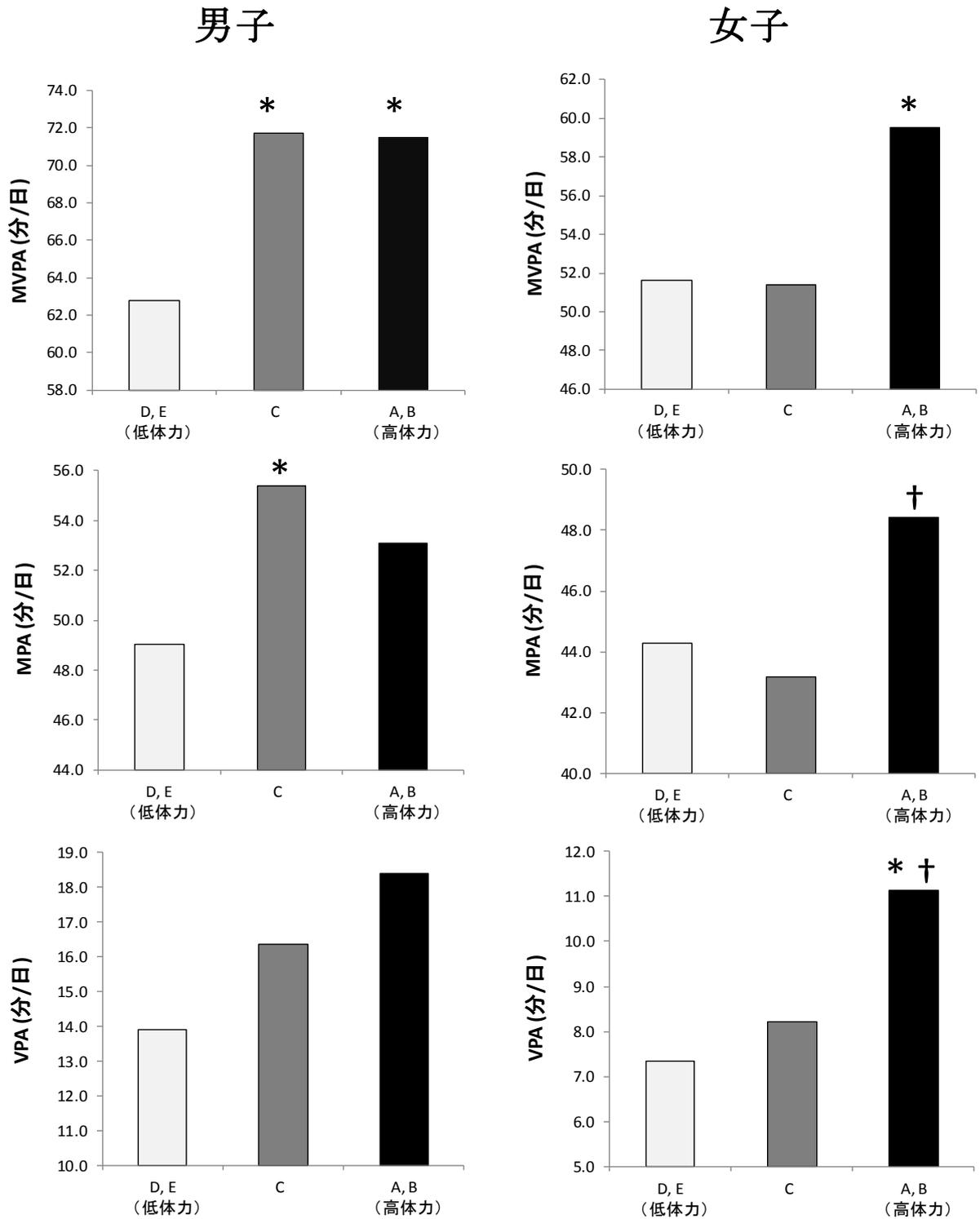


図4-1 体力カテゴリー別の身体活動量

\*体力カテゴリーD/Eと比較し、 $p < 0.05$

+体力カテゴリーCと比較し、 $p < 0.05$

MVPA：中高強度身体活動量（3METs以上の身体活動）

MPA：中強度身体活動量（3METs～6METsの身体活動）

VPA：高強度身体活動量（6METs以上の身体活動）

#### 4-4 考察

本研究より、日本人中学生における低体力予防のために必要な身体活動量は男女で異なる可能性が示された。まず、男子において、身体活動量と体力総合得点との間に有意な線形の関連性は認められなかった。しかし、ロジスティック回帰分析より、男子においては低体力になる可能性を低減させるため、1日 80.7分 (MVPA-T3の中央値) 以上のMVPAを行うことが重要である可能性が示唆された。興味深いことに、VPAの3分位を基に分類された群間におけるオッズ比は、MPAで調整した後、有意差は認められなかった。これらの結果より、男子においては、活動の強度に関わらず、全体の活動量を高めていくことが、低体力予防の視点より重要である可能性が示唆された。一方、女子において、VPAと体力項目との間に有意な関連性が認められ、その相関係数はその他の強度 (MPA、MVPA) と比較して、大きな値を示した。また、ロジスティック回帰分析の結果、VPAの3分位を基に分類した群間のみにおいて、有意な群間差が認められた。特に、1日わずか8.4分のVPAを行うことが、低体力と分類される確率を低下させる可能性を示した。これらの結果より、低体力予防の観点から、女子においては高強度 (6メッツ以上) の身体活動を蓄積していくことが重要性であることが示唆された。

本研究において、身体活動と体力との間に男女差が認められた原因は明らかではない。しかしながら、考えられる原因として、以下の点が挙げられる。本研究のサンプルにおいては、女子と比較し、男子において身体活動量が有意に高値を示した (男子のMVPA平均値 = 66.4分/日、女子のMVPA平均値 = 51.4分/日)。これまでの先行研究においても、男子と比較し、女子で身体活動量が低値を示していることが報告されており、本研究結果と一致している (Butte et al., 2007; Marques et al., 2015)。これら男

#### 第4章 低体力予防に必要な身体活動の量および強度は？

女における身体活動実施状況の差が、身体活動と体力との関連性に男女で有意な差が認められた1つの原因である可能性が考えられる。特に、本研究においては、女子の35.5%が推奨される身体活動ガイドライン（毎日60分以上）に達成していたことに対して、男子では59.3%がこの基準に達しており、これまでの先行研究と比較し、男子は非常に活動的な集団であったことが伺える（Hay et al., 2012）。つまり、集団における身体活動量が男子で高かったことが、男子のサンプル内における身体活動の重要性を弱めてしまった可能性が考えられる。一方、ロジスティック回帰分析では、男子において、1日80.7分以上のMVPAを行うことが、低体力と分類される確率を低下させる可能性が示された。体力カテゴリー別の身体活動量の差を検討すると、体力カテゴリーがDもしくはEと分類されている男子において、体力カテゴリーがA、BまたはCと分類されている男子と比較し、身体活動量が有意に低かったことが示された（図4-1）。つまり、低体力と分類される男子（体力カテゴリーDもしくはE）とそれ以外の男子（体力カテゴリーA、BもしくはC）で身体活動量が有意に異なっていたことより、低体力予防という観点からは身体活動が重要な要因として働いた可能性が考えられる。これらを踏まえると、男子において身体活動量を増やすことが体力向上につながるか本結果から定かではないが、少なくとも十分な身体活動量（1日80.7分以上）を保持することが、低体力予防（体力カテゴリーDもしくはE）には有効である可能性が示唆された。

一方、女子においては、MVPAが体力総合得点と有意な関連性が認められた。また、MVPAと比較し、VPAと体力総合得点と間により強い関連性が認められた。さらに、ロジスティック回帰分析より、1日わずか8.4分のVPAを行うことにより、低体力と分類される確率が低くなる可能性が示された。これまでの先行研究においても、わず

#### 第4章 低体力予防に必要な身体活動の量および強度は？

か1日7分のVPAが、体力値や血圧等の健康指標項目と有意に関連していたことが報告されており、本研究結果と概ね一致している (Hay et al., 2012)。

本研究よりわずか10分弱のVPAを実施することで体力値を有意に改善できる可能性が示されたことは、公衆衛生学的に非常に重要である。現在、国内・外の身体活動ガイドラインでは身体活動を毎日60分以上行うことが推奨されているが (竹中, 2010; WHO, 2010)、多くの青少年でこの基準に達成できていないことが報告されている (Riddoch et al., 2007)。身体活動を実施しない理由としては様々挙げられているが、特に、「時間がない」ことが主な理由として挙げられている (Gibala, 2007)。また、現状で非活動的な中学生においては、はじめから「毎日60分」を目標とすることは困難である可能性が考えられる。このような中学生においては、短時間で有益な効果を得ることができる手段として、VPAが代替策となる可能性が考えられる。心理学的観点からも、子どもにおいては、長時間の低強度身体活動よりも、間欠的な高強度の身体活動の方が魅力的であり、実施しやすいとされている (Logan et al., 2014)。さらに、本研究におけるVPAのデータ範囲 (最大値-最小値) は、MVPAと比較し狭い範囲を示しており、VPAを数分増やすだけでも有益な効果が得られることが期待される。これらを踏まえると、少なくとも女子において、VPAを今よりも数分増やすよう取り組んでいくことは、低体力予防に効果的かつ現実的である可能性が考えられる。

男女差が認められたその他の理由として、体格・体型が影響している可能性も考えられる。まず、男子において、BMIと体力値との間に有意な正の関連性が認められ (表4-2)、BMIの値が高い男子ほど、新体力テストの成績が良い傾向を示した。一方で、高強度身体活動とBMIとの間には負の関連性が認められ、高強度身体活動を多く実施している中学生において、BMIが低い傾向を示した (表4-2)。従って、男子

#### 第4章 低体力予防に必要な身体活動の量および強度は？

では、BMIが交絡因子として働いており、そのことが身体活動量と体力との間に有意な関連性が認められなかった原因である可能性がある。

一方、女子においては、体脂肪率と大多数の体力項目との間に有意な負の関連性が認められ（表4-2）、体脂肪率が高い女子ほど、新体力テストの成績が低い傾向を示した。また、身体活動量と体脂肪率には有意な負の関連性があり、身体活動量を多く実施している女子で体脂肪率が低い傾向を示した。従って、身体活動量が多い女子は、体脂肪率が低く、体力値が高い結果になった可能性が考えられる。本研究は横断的研究であるため、因果関係の証明はできないが、このような身体的特徴の男女差に関しても、結果に影響を及ぼしている可能性が考えられる。

本研究より、低体力予防に対する身体活動の目標値は男女で異なる可能性が示唆された。現在、国内・外の身体活動ガイドラインでは男女共通した目標設定がされているが、身体活動の実施状況や身体活動によって得られる効果に男女差が認められたことを考慮すると、今後は性差を考慮した身体活動ガイドラインを作成していくことが重要である可能性が考えられる。本研究テーマに関して、更なる研究が実施され、エビデンスが蓄積されることが望まれる。

本研究の限界点として、まず本研究は身体活動と体力との関連性を検討した横断研究であり、因果関係を証明することができない点である。先行研究によると、身体活動の実施状況が、2年後の全身持久力を予測する重要因子であることが報告されている一方で（Aggio et al., 2012）、ベースラインの体力値が高い児童ほど、その後の身体活動量が高かったことも報告されている（Larsen et al, 2015）。すなわち、身体活動量と体力との間には双方向の関連性があることが推察される。本研究ではその方向性（因果関係）を検討することはできないが、これまでの実験研究においても、身体活

## 第4章 低体力予防に必要な身体活動の量および強度は？

動量を増やすことが、全身持久力に有益な効果を及ぼすことが報告されていることから (Buchan et al., 2011)、中学生において身体活動量を増やすことが、低体力予防に寄与する可能性が考えられる。2つ目の限界点として、本研究は東京都内における A 中学校に通う中学生を対象としており、本研究より得られた研究成果に関して、どこまで外的妥当性があるか定かではない。3点目として、本研究では、性成熟度、朝食摂取状況、睡眠状況等を交絡因子として調査しておらず、これらの要因が結果に影響を及ぼした可能性も否定できない (Govindan et al., 2013; Sandercock et al., 2010; Mota et al., 2008)。

### 4-5 結論

日本人中学生における低体力 (体力カテゴリーD/E) を予防するために必要な身体活動量は男女で異なる可能性が示唆された。すなわち、男子においては「3メッツ以上の身体活動を1日80.7分」、女子においては「6メッツ以上の身体活動を1日8.4分」を行うことで、低体力と分類される確率が77%-83%低下する可能性が示唆された。

### 4-6 図表一覧

表 4-1 対象者の身体属性

表 4-2 身体活動およびスクリーンタイムと体力との関連性

表 4-3 身体活動別グループにおける低体力と分類されるオッズ比

図 4-1 体力カテゴリー別の身体活動量

## 第5章

日本人中学生における身体活動に関連する要因の検討

～活動的な中学生とそうでない中学生の特徴を明らかにする～

(研究3)

以下の研究成果を基に執筆

城所ら, 体力科学, 65: 383-392, 2016

## 5-1 要約 (研究3)

### 背景

第3章 (研究1) および第4章 (研究2) の結果を踏まえ、今後、研究2で提示された身体活動の目標値を達成する中学生を増やすことができれば、低体力者の割合が減り、血中脂質項目が有意に改善することで、生活習慣病リスクを軽減できる可能性が考えられる。一方、現在、身体不活動は世界的に蔓延している状態 (パンデミックな状態) であり、重大な社会問題となっている。今後、ポピュレーションレベルでの身体活動量の促進をしていくためには、身体活動に関連する要因を明らかにすることが非常に重要である。そこで、本研究は、日本人中学生を対象に、活動量計で評価した身体活動量と、それに関連する要因を包括的に調査した。特に、第4章 (研究2) で示された身体活動の目標値を踏まえ、「どの要因」が「どの程度」目標値への達成に関連しているか検討することを目的とした。

### 方法

東京都のA中学校に通う中学1・2年生293名 (男子:140名;女子:153名) を対象とした。対象者の日常生活での身体活動量は、活動量計を用い評価した。データ取得後、研究2より提示された身体活動の目標値 (男子:3メッツ以上の身体活動を1日80.7分、女子:6メッツ以上の身体活動を1日8.4分) を達している中学生を「目標達成群」、達していない中学生を「目標未達成群」と定義した。また、副次評価項目として、国際的に推奨されている身体活動基準 (1日60分の身体活動) を達しているか

否かに関して、同様の検討を行った（基準値達成群 vs 基準値未達成群）。身体活動に関連し得る要因として、体格、学年、スクリーンタイム、メンタルヘルス、運動部活動への所属、睡眠、朝食摂取を調査した。

### 結果

身体活動目標値に対して、男女ともに「運動部活動への所属」と「体脂肪率」が有意に関連していることが示唆された。運動部活動に所属していない中学生と比較し、運動部活動に所属している中学生で、身体活動の目標値に達する確率が男子で 9.72 倍、女子で 4.30 倍高くなる可能性が示された。体脂肪率に関して、体脂肪率が 1% 増加するにつれて、身体活動の目標値に達する確率が、男子で 21%、女子で 19% 低下する可能性が示唆された。さらに、身体活動量が生じる「場面」に着目した解析結果より、基準値達成群（1日のMVPAが60分以上）と比較し、基準値未達成群（1日のMVPAが60分未満）の身体活動量は、正課内・外問わず少ないことが示唆された。

### 考察および結論

日本人中学生において、男女ともに「運動部活動への所属」と「体脂肪率」が有意に関連している可能性が示唆された。特に、「運動部活動への所属」が目標達成に強く関わっていたことから、中学生では「運動部活動」が身体活動を増やす上で重要な要因である一方で、運動部活動に所属していない中学生においても、十分な身体活動量を確保できる環境・場面づくりの重要性が示唆された。本研究成果を基に、今後の身体活動推進および介入研究へと発展させることが期待される。

## 5-2 緒言

第3章（研究1）および第4章（研究2）では、日本人中学生を対象に、低体力予防の意義を血中脂質項目の観点から検討し（研究1）、低体力予防に必要な身体活動量の算出を行った（研究2）。結果、男子で「3メッツ以上の身体活動を1日80.7分」、女子で「6メッツ以上の身体活動を1日8.4分」を行うことで、低体力と分類される確率が77%-83%低下し（研究2）、そのことが脂質リスク得点に対し、大きな影響を及ぼす可能性が示唆された（研究1）。従って、今後、研究2で提示された身体活動の目標値を達成する中学生を増やすことができれば、低体力者の割合が減り、血中脂質項目が有意に改善することで、生活習慣病リスクを軽減できる可能性が考えられる。

一方、現在、身体不活動は世界的に蔓延している状態（パンデミックな状態）であり、重大な社会問題となっている（Lancet, 2012）。今後、ポピュレーションレベルでの身体活動量の促進をしていくためには、身体活動に関連する要因を明らかにすることが重要であるとされている（Sallis et al., 2000）。身体活動量に関する生態系モデルによると、個人内の要因、対人的な要因、環境要因、国の政策等が身体活動量に影響を及ぼすことが指摘されている（Bauman et al., 2012）。これまで報告されている研究においても、様々な要因と身体活動との関連性が報告されているが、生活環境の異なる日本を含むアジア諸国のデータは含まれていない（Ferreira et al., 2007）。国の教育体制や社会的要因が身体活動量と関連していることを考慮すると（Bauman et al., 2012）、今後、日本人中学生における身体活動基準値の設定に向け、エビデンスを蓄積していく必要がある。

そこで、本研究では、日本人中学生を対象に、活動量計を用いて客観的に評価した身体活動量と、それに関連する要因を包括的に検討することを目的とした。特に、研

究2で提示された身体活動の目標値（男子：3メッツ以上の身体活動を1日80.7分、女子：6メッツ以上の身体活動を1日8.4分）に対し、「どの要因」が「どの程度」関わっているか定量的に明らかにすることを目的とした。

### 5-3 方法

#### 対象者

東京都のA中学校に通う中学1・2年生男女318名（男子158名（中学1年生80名、中学2年生78名）、女子160名（中学1年生80名、中学2年生80名））を対象とした。研究実施にあたり、学校長、本人およびその保護者に研究目的・方法を説明した上、研究協力の同意が得られた生徒のみを研究対象とした。本研究は、ヘルシンキ宣言を尊重し、対象者の人権及び利益の保護に配慮した研究計画を行い、東京学芸大学の研究倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号：130）。

#### 測定項目

##### 身体測定

全ての身体測定は、対象者が半袖、半ズボン、靴下を脱いだ服装で実施した。身長は身長計（YS-OA、アズワン株式会社、大阪）を用いて0.01mまで、体重は体重計（インナースキャン50、株式会社タニタ、東京）を用いて0.1kgまで測定した。その後、体格指数（BMI）を算出した〔体重（kg）÷（身長（m）×身長（m））〕。対象者の体脂肪率に関しては、皮下脂肪計（MK-60、株式会社ヤガミ、名古屋）を用いて、

上腕背部および肩甲骨下部の2箇所における皮下脂肪厚を測定した（キャリパー法）。その後、体密度推定式を用い（長峰, 1972）、対象者の体脂肪率（%）を算出した。

## 身体活動量

身体活動量の評価には、一軸活動量計ライフコーダ EX（株式会社スズケン、名古屋；以後、活動量計）を用いた（詳細は第4章：4-3 方法：身体活動量測定を参照）。

データ取得後、研究2（第4章）より提示された身体活動の目標値（男子：3メッツ以上の身体活動を1日80.7分、女子：6メッツ以上の身体活動を1日8.4分）を達成しているか否かで対象者を分類した。すなわち、達成している中学生（男子：MVPA  $\geq$  80.7分/日、女子：VPA  $\geq$  8.4分/日）を「目標達成群」、達成していない中学生（男子：MVPA  $<$  80.7分/日、女子：VPA  $<$  8.4分/日）を「目標未達成群」と定義した。

さらに、本研究における副次評価項目として、WHOが作成した国際的に推奨されている身体活動基準（1日60分の身体活動）への達成状況に対して、関連している要因の検討を行った（WHO, 2010）。すなわち、本研究では、活動量計より得られたMVPAの値が60分/日以上を対象者を「基準値達成群」、60分/日未満の対象者を「基準値未達成群」と分類した。さらに、本研究では、中学校における教育課程内（正課）で積算された身体活動量を「正課での身体活動」、それ以外での時間帯で積算された身体活動を「課外での身体活動」とそれぞれ定義した。すなわち、対象者が通っている東京都A中学校の時刻に基づき、8:30（始業時間）から15:30（終業時間）に積算された身体活動を「正課での身体活動」、それ以外の時間帯で積算された身体活動を

「課外での身体活動」とした。その後、有効日における正課内・外での身体活動量の平均値を算出した。

### その他関連要因

#### 運動部活動への所属状況

先行研究によると、運動部活動に所属している児童・生徒において、所属していない児童・生徒と比較し、活動的であることが報告されている (De Meester et al., 2014)。本研究では、日本人中学生における運動部活動等の所属状況と身体活動量の関連性を検討するため、学校内・外における運動部およびスポーツクラブ所属状況について、質問紙を用い対象者に尋ねた。具体的には、「あなたは、今、学校の運動部や民間のスポーツクラブ、地域のスポーツクラブなどに入っていますか。」との問いに対し、学校内・外問わず、運動部活動および民間・地域のスポーツクラブに1つでも所属していると答えた対象者を「運動部群」、それ以外を「非運動部群」と定義した。

#### スクリーンタイム

また、近年は、テレビ視聴時間やゲームなどを行なっている際の座位活動が、健康評価項目に悪影響を及ぼす可能性が報告されている (Biddle et al., 2014; Tremblay et al., 2011)。本研究における対象者のスクリーンタイムに関しては、「普段の1週間で、あなたは以下のようなことを何日しますか。あてはまる活動をすべてお答え下さい。またその活動は1日何分間くらいでしたか」との問いに対し、1. テレビ/ビデオ/DVDを見る、2. テレビゲーム/コンピュータゲームで遊ぶ、3. 授業以外にインターネットや

メールを使う、の3項目について、それぞれ平日と休日別に質問した (Sugiyama et al., 2008)。各3項目における平日および休日1日あたりの平均使用時間[ (使用頻度×1回あたりの使用時間) / 平日日数 (5日) or 休日日数 (2日) ]を算出した。その後、平日と休日の値を考慮した個人代表値を算出した [ (平日の平均値×5+休日の平均値×2) /7]。上記3項目の合計をスクリーンタイムとした。

### メンタルヘルス項目

身体活動とメンタルヘルスの関係はこれまでも検討されており、身体活動の実施はメンタルヘルスへ好影響を与えるとされている一方 (Biddle et al., 2011)、メンタルヘルスの良好さが身体活動の実施状況へ及ぼす影響も示されている (Azevedo et al., 2012)。そこで、対象者のメンタルヘルスに関しては、文部科学省より作成された「心の健康と生活習慣調査」の尺度を使用し評価した (文部科学省, 2002)。対象者は、「次にあげることがらについて、日頃どのように感じていますか」との質問に対し、1. 将来やってみたいことがある、2. やればできると思っている、3. 何をやってもうまくいかない気がする、4. みんな (先生や友だちやほかの子) と仲良くできないと感ずることがある、5. 急に怒ったり、泣いたり、うれしくなったりすることがある、6. ちょっとしたことでもカッとなることがある、のそれぞれの項目において、「1: よくあてはまる」、「2: あてはまる」、「3: あまりあてはまらない」、「4: あてはまらない」の4択にて回答した。その後、「児童生徒の健康状態サーベイランス調査」に基づき、質問1と2の合計得点を「自己効力感尺度」、質問3と4の合計得点を「不安傾向尺度」、質問5と6の合計得点を「行動尺度」とした (財団法人日本学校保健会,

2010)。「自己効力感尺度」においては得点が低いと、「不安傾向尺度」および「行動尺度」は得点が高いとメンタルヘルスが良いとされている。

### 朝食摂取状況

対象者の朝食摂取状況に関して、文部科学省より作成された「睡眠を中心とした生活習慣と子供の自立等との関係性に関する調査」に基づき評価した(文部科学省, 2015)。朝食摂取頻度に関して、対象者は、「あなたの最近(1~2ヶ月程度の間)の食生活についておたずねします。朝ごはんを毎日食べていますか。」との質問に対し、「はい」、「いいえ」の2択にて回答した。

### 睡眠時間

対象者の睡眠時間に関しては、厚生労働省の「国民健康・栄養調査」に基づき評価した(厚生労働省, 2011)。対象者は、「ここ1ヶ月間、あなたの平均睡眠時間はどのくらいでしたか。」との質問に対し、「1:5時間未満」、「2:5時間以上6時間未満」、「3:6時間以上7時間未満」、「4:7時間以上8時間未満」、「5:8時間以上9時間未満」、「6:9時間以上」の6択にて回答した(付録資料:質問紙2)。

## 統計解析

対象者の特徴および属性に関しては、平均値±標準偏差または割合（%）を算出した（表 5-1）。身体活動に関して、MVPA に有意な性差が認められたため（ $p < .001$ ）、本研究における全ての解析は性別で層別化し、統計解析を行った。評価項目の性差に関しては、 $t$  検定もしくは  $\chi^2$  検定を用いて検討した。データの正規性および等質性が確保されていない項目に関しては、ノンパラメトリック検定（マン・ホイットニーの  $U$  検定）を用い、解析を行った。研究 2（第 4 章）で提示された身体活動の目標値（男子：3 メッツ以上の身体活動を 1 日 80.7 分、女子：6 メッツ以上の身体活動を 1 日 8.4 分）の達成状況に関連する要因を検討するため、従属変数を身体活動目標値への達成状況（1：目標達成群、0：目標未達成群）、独立変数を学年（1 年・2 年）、運動部所属状況（運動部群・非運動部群）、体格（Body mass index (BMI)、体脂肪率）、スクリーンタイム（4 分位による Q1～Q4）、メンタルヘルス項目（自己効力感尺度、不安傾向尺度、行動尺度）、朝食摂取の有無（毎日食べる・毎日食べない）、睡眠時間とした多変量ロジスティック回帰分析を用いて、各々の独立変数で調整後のオッズ比（ORs）と 95% 信頼区間（CI）をそれぞれ算出した。また、副次評価項目として、WHO が推奨している身体活動基準（1 日 60 分の身体活動）への達成状況（1：基準値達成群、0：基準値未達成群）を従属変数として同様な解析を行った（WHO, 2009）。独立変数間の多重共線性に関して、許容度ならびに変動インフレーション因子を確認し、共線性が確認された場合には、独立変数から除去して再検定を行った。また、運動部所属状況（運動部群 vs 非運動部群）および身体活動ガイドライン達成状況（活動群 vs 非活動群）で対象者を分類した群における正課内・外（場面）での身体活動量の差を検討するため、二要因分散分析を用い、各要因の主効果および交互作用（運動部所属状況および身体活動ガイドライン達成状況×場面）をそれぞれ算出した。さらに、

体脂肪率の3分位を基に、対象者を男女別に3群に分類した後、一元配置分散分析を用いて、群間における身体活動量の差を検討した。有意差が認められた場合、多重比較検定（ボンフェローニ法）を行った。すべての統計処理には統計解析ソフト SPSS Statistics Version 22.0 (IBM 社)を用い、統計的有意水準は5%未満とした。

### 5-4 結果

対象者 317 名のうち、研究参加への同意が得られなかった者（1 名）、活動量計のデータおよびアンケート回答に欠損があった者（23 名）を除く、293 名（男子：140 名；女子：153 名）を分析対象者とした（有効データ率：92.4%）。対象者の身体的特徴、身体活動量および身体活動ガイドライン達成状況、その他の諸要因の結果を表 5-1 に示した。MVPA および VPA に関して、男子において女子より有意に高い値を示した（MVPA、男子：66.7±18.5 分/日；女子：55.5±15.6 分、VPA、男子：15.1±7.3 分/日；女子：9.7±5.6 分/日、全て  $p < 0.001$ ）。また、身体活動ガイドライン（ $\geq 60$  分/日）に達している割合においても、女子と比較し、男子において有意に高い値を示した（男子：59.3%；女子：35.5%、 $p < .001$ ）。

表5-1 対象者の身体属性

	男子 (n=140)	女子 (n=153)	統計量	p値
	平均値 ± 標準偏差 or % (n)			
<b>身体属性</b>				
年齢 (歳)	13.2 ± 0.6	13.2 ± 0.6	t = 0.13	.893
身長 (cm)	160.8 ± 7.2	156.6 ± 5.0	t = 6.05	<.001
体重 (kg)	47.3 ± 6.9	47.3 ± 6.3	t = 0.90	.369
体格指数 (BMI)	18.2 ± 1.7	19.3 ± 2.3	t = -3.74	<.001
体脂肪率 (%)	14.5 ± 2.7	22.7 ± 5.4	U = 1661.0	<.001
<b>体脂肪率カテゴリー</b>				
Q1 (最も少ない) (%)	12.0 ± 0.5	17.1 ± 1.8	U = 12.5	<.001
Q2 (%)	13.7 ± 0.7	21.9 ± 1.5	U = 0.0	<.001
Q3 (最も多い) (%)	17.3 ± 2.5	29.0 ± 3.3	U = 11.0	<.001
<b>身体活動量</b>				
歩数 (歩/日)	16021 ± 4421	13719 ± 3315	t = 5.74	<.001
MVPA (歩/日)	66.7 ± 18.5	55.5 ± 15.6	t = 5.51	<.001
VPA (歩/日)	15.1 ± 7.3	9.7 ± 5.6	U = 18007.5	<.001
目標値達成群 (% (n))	22.1% (31)	51.6% (79)	$\chi^2 = 27.95$	<.001
目標値未達成群 (% (n))	77.9% (109)	48.4% (74)		
基準値達成群 (% (n))	59.3% (83)	35.3% (54)	$\chi^2 = 17.07$	<.001
基準値未達成群 (% (n))	40.7% (57)	64.7% (99)		
運動部群のMVPA (歩/日)	68.0 ± 18.4	58.1 ± 15.6	t = 4.34	<.001
非運動部群のMVPA (歩/日)	55.4 ± 15.3	50.6 ± 14.5	t = 1.22	.228
<b>課外でのスポーツ活動</b>				
運動部群 (% (n))	87.1% (122)	66.0% (101)	$\chi^2 = 18.24$	<.001
非運動部群 (% (n))	12.9% (18)	34.0% (52)		
スクリーンタイム (分/日)	165.6 ± 120.1	160.5 ± 117.2	U = 11906.5	.540
TV視聴 (分/日)	78.5 ± 61.5	83.2 ± 68.9	U = 12112.0	.720
ビデオゲーム (分/日)	46.0 ± 56.2	22.4 ± 35.4	U = 8197.5	<.001
インターネット (分/日)	41.1 ± 53.8	54.9 ± 64.1	U = 10332.5	.010
<b>スクリーンタイムカテゴリー</b>				
Q1 (最も活動的) (分/日)	53.6 ± 25.3	41.6 ± 17.5	t = 2.47	.016
Q2 (分/日)	115.3 ± 15.7	96.9 ± 16.6	t = 5.12	<.001
Q3 (分/日)	167.0 ± 20.3	181.4 ± 30.5	U = 525.5	.043
Q4 (最も非活動的) (分/日)	332.1 ± 114.7	326.3 ± 88.2	U = 724.5	.719
<b>メンタルヘルス</b>				
自己効力感	4.1 ± 1.6	4.1 ± 1.7	U = 12223.5	.980
不安傾向尺度	5.7 ± 1.5	5.3 ± 1.6	U = 11144.0	.163
行動尺度	5.4 ± 1.8	5.1 ± 1.9	U = 11013.0	.120
<b>朝食摂取状況</b>				
毎日朝ごはん食べていますか?				
はい (% (n))	92.1% (129)	89.5% (137)	$\chi^2 = 0.78$	.376
いいえ (% (n))	7.9% (11)	10.5% (16)		
<b>睡眠状況</b>				
6時間以下	25.0% (35)	30.7% (47)	$\chi^2 = 4.02$	.260
6時間～7時間	37.2% (52)	40.5% (62)		
7時間～8時間	30.7% (43)	20.9% (32)		
8時間以上	7.1% (10)	7.9% (12)		

灰色に塗りつぶした箇所は、男女で有意な差が認められた項目を示している (p < 0.05)。

MVPA：中高強度身体活動量 (3METs以上の身体活動量)

VPA：高強度身体活動量 (6METs以上の身体活動量)

## 第5章 身体活動目標値への達成に関する要因の検討

表 5-2 に、各々の要因で調整し合った後の身体活動目標値を達成に関するオッズ比を示した（1：目標達成群、0：目標未達成群）。結果、男女ともに男女ともに「運動部活動への所属」と「体脂肪率」が身体活動目標への達成に有意に関連している可能性が示唆された。すなわち、運動部活動に所属していない中学生と比較し、運動部活動に所属している中学生で、上記の身体活動目標値に達する確率が男子で 9.72 倍、女子で 4.30 倍高くなる可能性が示された。体脂肪率に関して、体脂肪率が 1% 増加するにつれて、上記の身体活動目標値に達する確率が、男子で 21%、女子で 19% 低下する可能性が示唆された。

表5-2 研究2で提示された身体活動目標値を達成するオッズ比

	男子		女子	
	オッズ比	95%信頼区間	オッズ比	95%信頼区間
<b>学年</b>				
中学1年生	1.00	-	1.00	-
中学2年生	0.90	0.35-2.28	1.26	0.52-3.05
<b>課外でのスポーツ活動</b>				
非運動部群	1.00	-	1.00	-
運動部群	9.72	1.02-92.3	4.30	1.84-10.00
<b>スクリーンタイム</b>				
Q1 (最も活動的)	1.00	-	1.00	-
Q2	1.17	0.32-4.23	0.62	0.19-1.96
Q3	1.60	0.47-5.53	0.92	0.30-2.83
Q4 (最も非活動的)	0.21	0.04-1.21	0.85	0.27-2.63
<b>体格</b>				
体格指数 (BMI)	1.13	0.81-1.57	1.01	0.75-1.36
体脂肪率	0.79	0.62-0.99	0.81	0.71-0.93
<b>メンタルヘルス</b>				
自己効力感	1.16	0.85-1.59	0.89	0.70-1.13
不安傾向尺度	1.13	0.79-1.60	1.03	0.79-1.33
行動尺度	0.84	0.62-1.13	0.97	0.77-1.23
<b>朝食摂取状況</b>				
毎日朝ごはん食べていますか？				
はい	1.00	-	1.00	-
いいえ	3.25	0.69-14.39	2.53	0.69-9.28
<b>睡眠状況</b>				
6時間以下	1.00	-	1.00	-
6時間～7時間	1.45	0.35-5.97	1.55	0.60-4.01
7時間～8時間	0.87	0.22-3.45	1.28	0.43-3.87
8時間以上	0.20	0.31-1.22	1.02	0.16-6.44

灰色で塗りつぶした箇所は、身体活動目標値への達成に有意に関連している項目を示している  
ロジスティック回帰分析（各要因でそれぞれ調整）

研究2（第4章）で提示された身体活動の目標値

男子：3メッツ以上の身体活動を1日80.7分以上

女子：6メッツ以上の身体活動を1日8.4分以上

表 5-3 に、国際的に推奨されている身体活動基準値への達成に関するオッズ比を示した（1：基準値達成群、0：基準値未達成群）。男女ともに、運動部活動等の所属状況と身体活動ガイドライン達成状況との間に有意な関連性が認められ、非運動部群と比較し、運動部群において、活動群と分類されるオッズ比[95%CI]が男子で 3.90 [1.13-13.49]、女子で 4.80 [1.80-12.81]と有意に高値を示した（ $p < .05$ ）。また、女子において、体脂肪率と身体活動ガイドライン達成状況との間に有意な負の関連性が認められた（ORs [95%CI] = 0.93 [0.87-0.97]）。さらに、男女ともに身体活動ガイドライン達成状況と学年との間に有意な関連性が認められ、中学 1 年生と比較し、中学 2 年生において活動群と分類されるオッズ比 [95%CI] が男子で 0.34 [0.14-0.82]、女子で 0.27 [0.10-0.77]と有意に低値を示した（ $p < .05$ ）。

表5-3 国際的に推奨される身体活動基準（MVPA≥60分/日）に関するオッズ比

	男子		女子	
	オッズ比	95%信頼区間	オッズ比	95%信頼区間
<b>学年</b>				
中学1年生	1.00	-	1.00	-
中学2年生	0.34	0.14-0.82	0.27	0.10-0.77
<b>課外でのスポーツ活動</b>				
非運動部群	1.00	-	1.00	-
運動部群	3.90	1.13-13.49	4.80	1.80-12.81
<b>スクリーンタイム</b>				
Q1（最も活動的）	1.00	-	1.00	-
Q2	2.15	0.83-5.61	1.09	0.42-2.89
Q3	0.85	0.35-2.11	1.52	0.57-3.92
Q4（最も非活動的）	2.18	0.82-5.83	1.42	0.55-3.71
<b>体格</b>				
体格指数（BMI）	1.18	0.88-1.59	1.22	0.88-1.69
体脂肪率	0.91	0.79-1.04	0.93	0.87-0.97
<b>メンタルヘルス</b>				
自己効力感	1.09	0.82-1.46	1.02	0.78-1.34
不安傾向尺度	1.16	0.85-1.57	0.96	0.72-1.27
行動尺度	1.06	0.82-1.37	1.02	0.78-1.33
<b>朝食摂取状況</b>				
毎日朝ごはん食べていますか？				
はい	1.00	-	1.00	-
いいえ	3.32	0.69-15.95	0.99	0.35-2.84
<b>睡眠状況</b>				
6時間以下	1.00	-	1.00	-
6時間～7時間	1.70	0.57-5.03	1.14	0.46-2.80
7時間～8時間	0.51	0.17-1.54	0.66	0.23-1.92
8時間以上	1.92	0.36-10.20	0.92	0.22-3.81

灰色で塗りつぶした箇所は、身体活動ガイドライン達成状況に有意な関連性が認められた項目を示している

ロジスティック回帰分析（各要因でそれぞれ調整）

## 第5章 身体活動目標値への達成に関する要因の検討

図 5-1a および図 5-1b に、運動部所属状況と正課内・外における身体活動量を示した。男女ともに、正課内・外における身体活動量に対して、運動部所属状況に有意な主効果が認められた（男子： $F_{(1, 138)} = 9.20, p = .003$ ；女子： $F_{(1, 151)} = 5.43, p = .021$ ）。また、女子においては、運動部所属状況と場面に有意な交互作用が認められた（ $F_{(1, 151)} = 8.35, p = .004$ ）。男子においては有意な交互作用は認められなかった（ $F_{(1, 138)} = 0.79, p = .377$ ）。

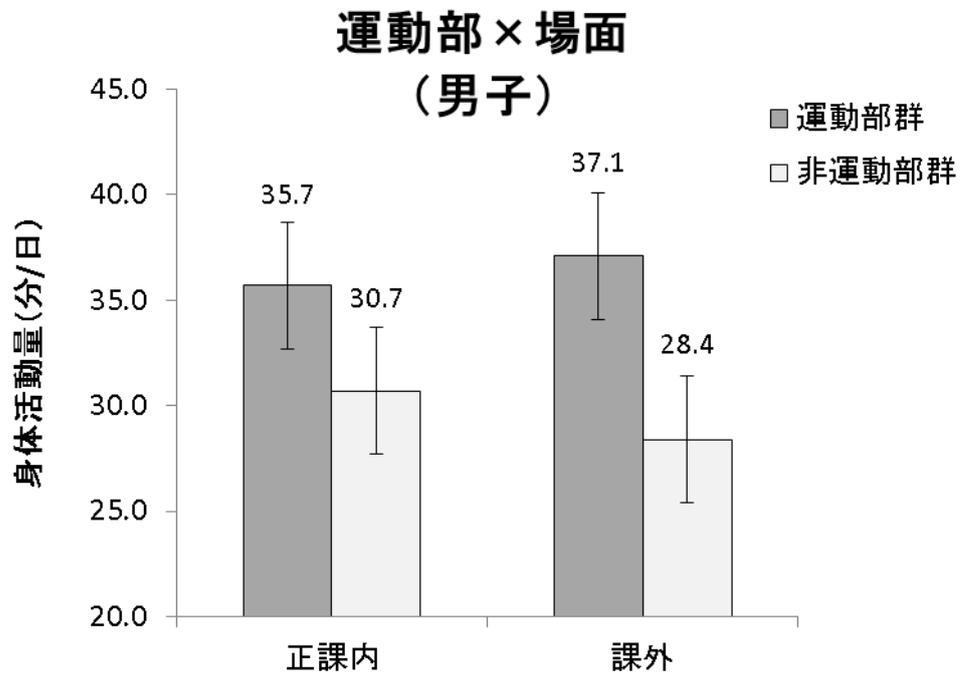


図 5-1a 運動部活動への所属状況と正課内・外における身体活動量 (男子)

主効果 (運動部活動) :  $F_{(1,138)} = 9.20, p = .003$  (比較: 運動部群 > 非運動部群)

交互作用 (運動部活動×場面) :  $F_{(1,138)} = 0.79, p = .377$

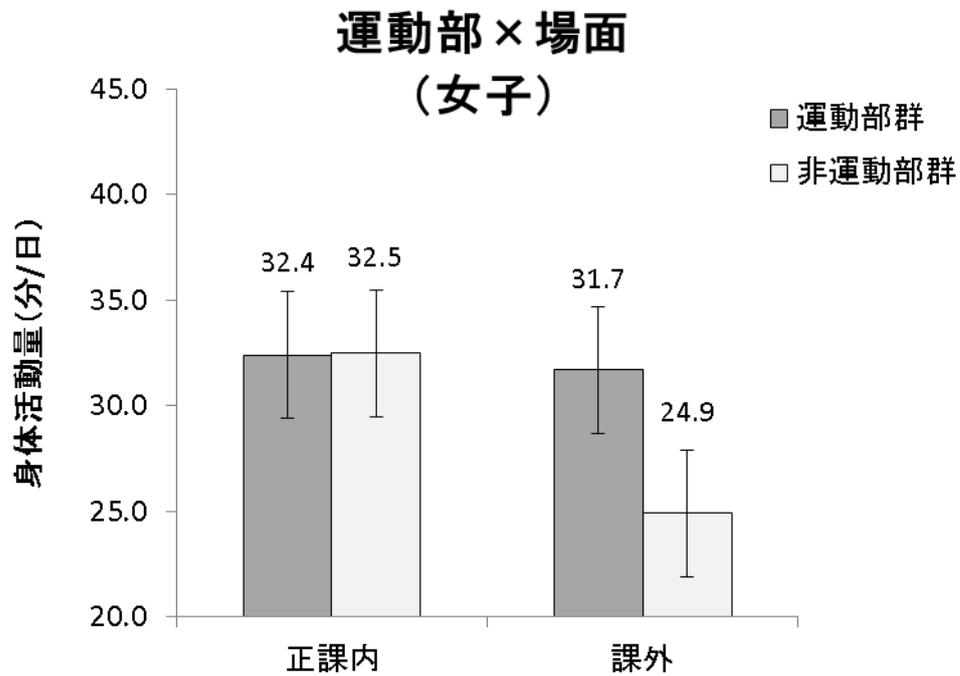


図 5-1b 運動部活動への所属状況と正課内・外における身体活動量 (女子)

主効果 (運動部活動) :  $F_{(1, 151)} = 5.43, p = .021$

交互作用 (運動部活動×場面) :  $F_{(1, 151)} = 8.35, p = .004$  (比較、課外: 運動部群 > 非運動部群)

図 5-2a および図 5-2b に、WHO が推奨している身体活動基準（1 日 60 分以上の身体活動）と正課内・外におけるい身体活動量を示した。男女ともに、正課内・外における身体活動量に対して、身体活動基準達成状況に有意な主効果が認められた（男子： $F_{(1, 138)} = 152.50, p < .001$ ；女子： $F_{(1, 151)} = 181.95, p < .001$ ）。また、女子においては、身体活動基準達成状況と場面に有意な交互作用が認められた（ $F_{(1, 151)} = 4.91, p = .028$ ）。男子においては有意な交互作用は認められなかった（ $F_{(1, 138)} = 0.84, p = .362$ ）。

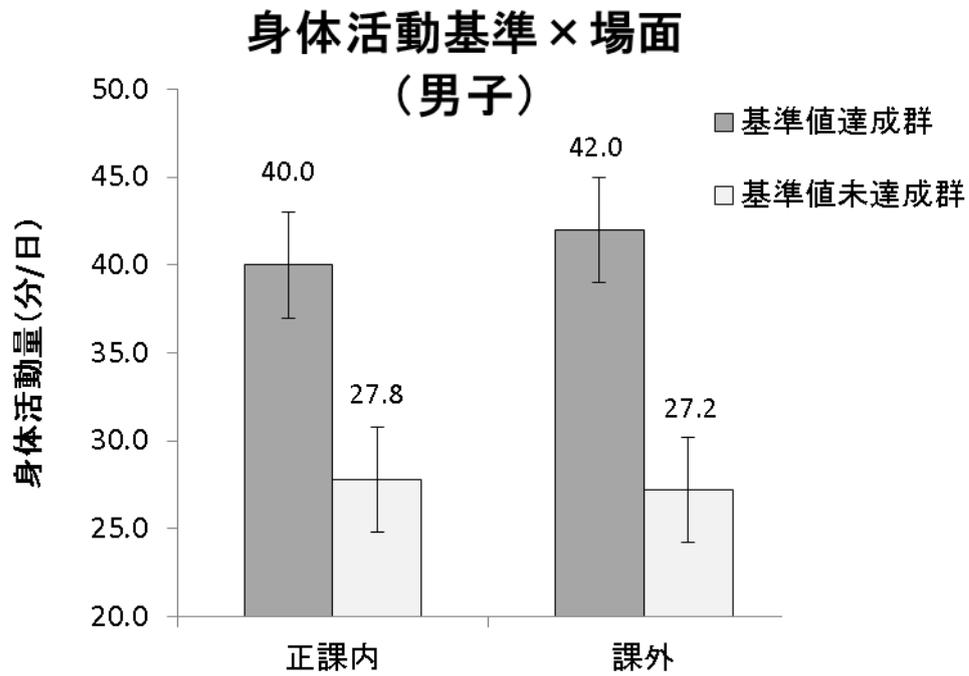


図 5-2a 身体活動基準への達成状況と正課内・外における身体活動量 (男子)

主効果 (基準値達成) :  $F_{(1, 138)} = 152.50, p < .001$  (比較: 達成群 > 未達成群)

交互作用 (基準値達成×場面) :  $F_{(1, 138)} = 0.84, p = .362$

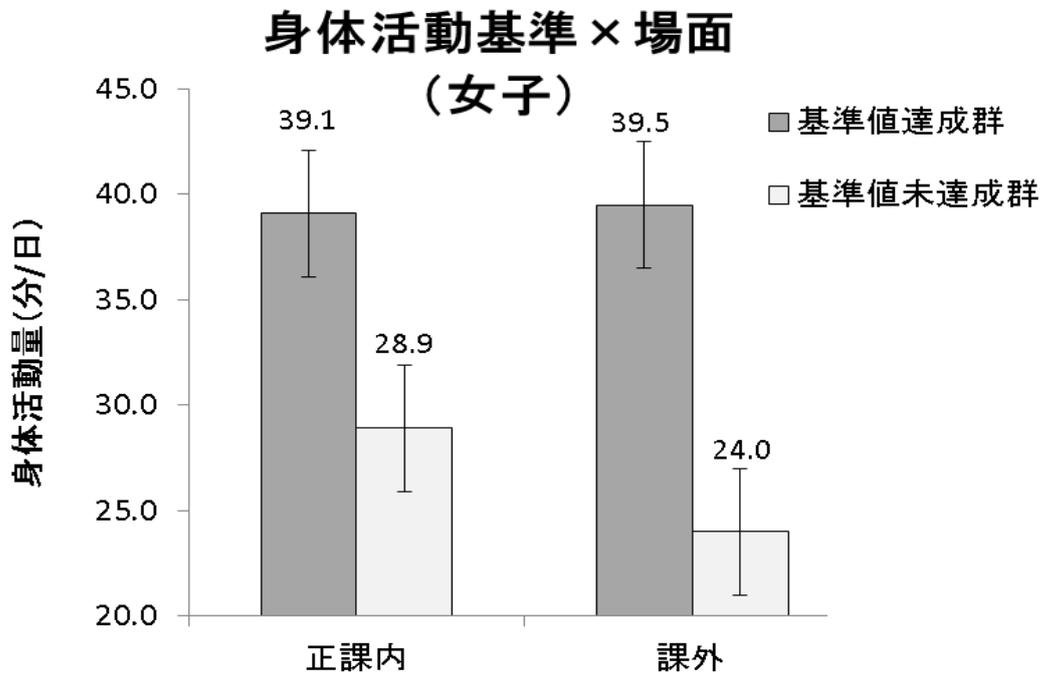


図 5-2b 身体活動基準への達成状況と正課内・外における身体活動量 (女子)

主効果 (基準値達成) :  $F_{(1, 151)} = 181.95, p < .001$

交互作用 (基準値達成×場面) :  $F_{(1, 151)} = 4.91, p = .028$

【比較】 正課内 : 達成群 > 未達成群、 課外 : 達成群 > 未達成群

図 5-3a および図 5-3b に、体脂肪率の 3 分位を用いて対象者を男女別で 3 群に分け (T1 (体脂肪率少) ~T3 (体脂肪率多))、各群における MVPA を示した。男子においては、3 群間に有意な差は認められなかった ( $F_{(2, 137)} = 2.80, p = .059$ )。一方、女子においては、群間の MVPA に有意な差が認められた ( $F_{(2, 150)} = 4.11, p = .018$ )。多重比較検定より、T1 と比較し、T3 において、MVPA が有意に低い値を示した ( $p = .022$ )。

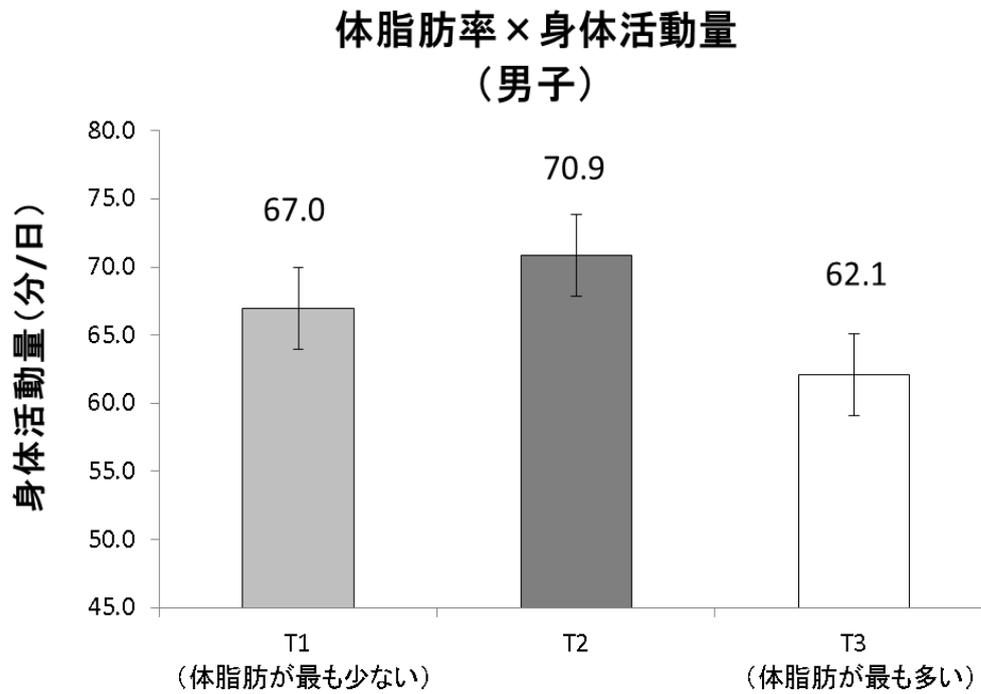


図 5-3a 体脂肪率カテゴリーにおける身体活動量 (男子)

一元配置分散分析 :  $F_{(2, 137)} = 2.80, p = .059$

■ 体脂肪率カテゴリー

T 1: 10.5 ~ 12.7%; T 2: 12.8 ~ 19.8%; T 3: 19.9 ~ 26.2%

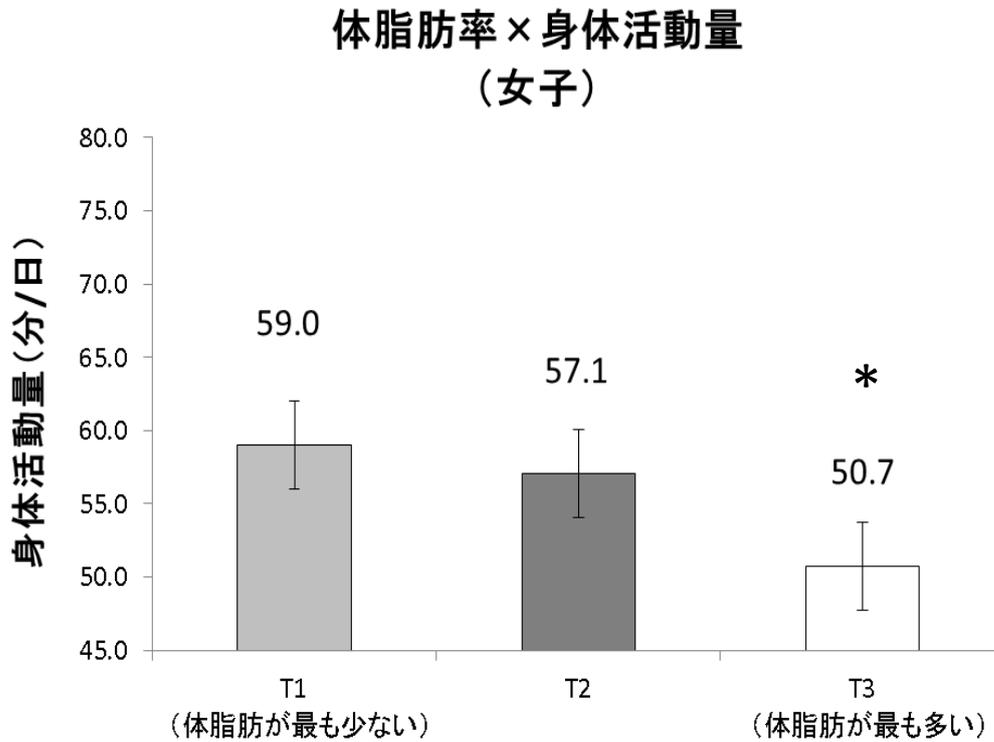


図 5-3b 体脂肪率カテゴリーにおける身体活動量 (女子)

一元配置分散分析 :  $F_{(2, 150)} = 4.11, p = .018$

\*: T1 と比較し、 $p = .022$

■ 体脂肪率カテゴリー

T 1: 12.4 ~ 14.9%; T 2: 15.0 ~ 24.2%; T 3: 24.3 ~ 35.9%

## 5-5 考察

本研究は日本人中学生を対象とし、研究2（第4章）で提示された身体活動目標値への達成状況に関連する要因を検討することを目的とした。本研究より、男女ともに「運動部活動への所属状況」および「体脂肪率」が、身体活動目標値への達成に有意に関連していることが明らかとなった。また、副次評価項目として、WHOが推奨している身体活動基準（1日60分の身体活動）に関連する要因についても検討を行った。結果、1) 男女ともに非運動部群と比較し、運動部群で身体活動目標値に達成する確率が高いこと、2) 男女ともに体脂肪率が高いほど、身体活動目標値を達成する確率が低いこと、3) 活動群と比較し、非活動群で、正課内・外問わず身体活動量が少ないことが明らかとなった。

中学生において、学校は1日の大半を過ごす場所であり、身体活動量の蓄積という観点からも非常に重要な役割を果たしている（Rezende et al., 2015）。特に、放課後のスポーツ・運動部活動等の実施状況と身体活動量に有意な関連性が報告されており、十分な身体活動量を確保する上で、放課後は重要な時間帯であることが示されている（Rezende et al., 2015）。特に、日本の中学生におけるスポーツクラブ・運動部等への加入状況は男子で82.9%、女子で64.4%に及ぶことが報告されており（笹川スポーツ財団, 2015）、身体活動量の積算という観点から、運動部活動が特異的で貴重な機会となっている可能性がある。質問紙を用いた青少年に対する運動習慣の調査ではあるが、笹川スポーツ財団の「青少年のスポーツライフ・データ 2015」では、スポーツクラブ・運動部への加入状況と運動・スポーツ実施レベル（実施頻度・実施時間・運動強度）の関連性を検討している（笹川スポーツ財団, 2015）。その結果、10代の運動部活動に加入している児童・生徒における運動・スポーツ実施レベル全体に占める割合

は、「レベル0（過去1年間にまったく運動・スポーツをしなかった）」が0%、「レベル1（年1回以上、週1回未満）」が12.8%、「レベル2（週1回以上週5回未満）」が54.9%、「レベル3（週5回以上）」が72.6%、「レベル4（週5回以上、1回120分以上、運動強度「ややきつい」以上）」が91.4%と、レベルが上がるにつれて、運動部活動への加入者の割合が増加することを報告している（笹川スポーツ財団, 2015）。活動量計を用い客観的に身体活動量を評価した本研究からも、運動部活動等に所属することで、研究2で提示された身体活動の目標値（男子：3メッツ以上の身体活動を1日80.7分、女子：6メッツ以上の身体活動を1日8.4分）を達成する確率が男子で9.72倍、女子で4.30倍となる可能性が示された。また、WHOが推奨する身体活動基準（1日60分の身体活動）に達する確率も、運動部活動に所属することにより男子で3.90倍、女子で4.80倍高くなる可能性が示唆された。これまで、児童・生徒における余暇時間の身体活動は心血管代謝系リスクを低下させることが報告されており（Cárdenas-Cárdenas et al., 2015）、中学生における健康増進という観点から、運動部活動の有用性が推察される。さらに、課外活動に参加することは、身体的だけでなくメンタルヘルス項目に好影響を与えることが報告されており（Badura et al., 2015）、運動部活動への参加は長期的な身体活動の継続につながる可能性も考えられる。

また、本研究では、活動群と非活動群における正課内・外での身体活動量をそれぞれ評価した。結果、正課内・外での身体活動量に対して、男女ともに身体活動基準達成状況に有意な主効果が認められ、活動的な生徒と非活動的な生徒の身体活動量の差は正課内・外問わず生じている可能性が示唆された（表5-3）。文部科学省の調査においても、中学生における運動実施の二極化の問題（運動を実施する生徒 vs 運動を全くしない生徒）が明らかにされており（文部科学省, 平成27年度全国体力・運動能力、運動習慣等調査結果報告書, 2015）、特に、非活動的な生徒に対して、いかに身体活動

を推奨していくかは重要な課題である。本研究では、女子において、運動部活動所属状況と場面（正課内・外）において有意な交互作用が認められ、正課外の身体活動量を増やしていくために、運動部活動が重要な要因となっている可能性が示唆された（表 5-3）。しかし、言い換えれば、運動部活動等に所属していない中学生女子においては、正課外で身体活動量を積算していくことが困難な可能性がある。文部科学省の調査によると、質問紙で得られた1週間の総運動時間ではあるが、男女ともに運動部に所属している中学生と比較し、運動部に所属していない中学生で、1週間の総運動量少なかったことを報告されている（男子: 運動部、1009.0分/週 vs. 非運動部、181.2分/週; 女子、運動部、971.0分/週 vs. 非運動部、114.0分/週）（文部科学省, 平成27年度全国体力・運動能力、運動習慣等調査結果報告書, 2015）。これらを踏まえると、我が国の中学生において、運動部活動が身体活動量を増やす観点から非常に重要な要因になっている一方で、運動部活動に所属していない中学生においては、身体活動を蓄積していくことが困難である可能性が考えられる。

一方、学校は基本的に全ての生徒が集まり、非活動的な生徒に対しても呼びかけることができる重要な場である（Dobbins et al., 2013）。特に、体育授業や休み時間は、正課内における身体活動の多く占めるとされていることから（Møller et al., 2014）、体育授業や休み時間において身体活動を推奨していくことは、正課内での身体活動量の増加につながる可能性がある。上地らの小学生を対象とした研究において、体育授業のない日と比べ、体育授業のある日では、1日の平均歩数が約2000歩、歩行時間で約10分程度、活動量が多いことを報告している（上地ら, 2009）。また、休み時間において、非活動的な児童と比較し、活動的な児童で、1日の平均歩数が3000歩、歩行時間で約10分程度、活動量が多いことが明らかにされている（上地ら, 2009）。本研究においても、活動群と非活動群における正課内での身体活動量に、男子で12.2分、女

子で10.2分の差があることが認められた（表5-3）。したがって、体育授業や休み時間における身体活動を推奨し、正課内における活動的な生徒と非活動的な生徒の身体活動量の差を縮めていくことが、非活動的な生徒に対して、有効かつ実施可能な方法である可能性が考えられる。

身体活動目標値への達成状況に関連するその他の要因として、男女ともに体脂肪率が高いほど、身体活動目標値を達成する確率が低いことが示された（表5-2）。すなわち、体脂肪率が1%増加するにつれて、身体活動目標値を達成する確率が、男子で21%、女子で19%低下する可能性が示唆された。これまでの先行研究では、体脂肪率が高い児童・生徒ほど身体活動量が少ないことが報告されており（Metcalf et al., 2011）、本研究結果と一致している。一方、身体活動量が多い児童・生徒ほど体脂肪率が低いことも報告されており（Must et al., 2005）、身体活動と体脂肪率との間には双方向の関連性がある可能性が示唆されている（Richmond et al., 2014）。いずれにせよ、体脂肪率が高い中学生においては、身体活動量が低い特徴があり、十分な身体活動量を確保することが困難である可能性が考えられる。また、女子の体脂肪率が高い上位3割において、体脂肪率が低い下位3割と比較し、身体活動量が有意に低い値を示したことから（図5-3）、特に、体脂肪率が高い女子においては、身体活動量を増やしていくことがより難しい可能性が示唆された。文部科学省の調査より、中学生女子においては、運動実施の二極化（運動を実施する生徒 vs. 運動を全くしない生徒）が生じていることが明らかとなっており（文部科学省, 平成27年度全国体力・運動能力、運動習慣等調査結果報告書, 2015）、今後、体脂肪率が高い女子に対して、身体活動量を増やしていけるよう支援していくことが望まれる。

さらに、WHOが推奨する身体活動基準の達成状況に関しては、学年との間に有意な関連性が認められ、中学1年生を基準とした場合、中学2年生が身体活動基準を達成するオッズ比は、男女ともに有意に低値を示した(表5-3)。小学生から中学生にかけては、年齢を重ねるにつれて身体活動量が減少することが報告されており(竹中, 2010; Telama et al., 2014)、この年代における身体活動量を増やすポピュレーションレベルの取り組みは大変重要である。しかしながら、本研究は横断的研究であるため、時間的要素を考慮しておらず、学年による身体活動量への影響を実証することはできない。従って、今後、日本人中学生を対象とした大規模な追跡研究を実施し、身体活動量に対する年齢および学年の影響を検討していくことが期待される。

本研究の特色は、活動量計を使用し、客観的に身体活動量を測定した点である。子どもを対象とした研究においては、質問紙と比較し、活動量計より得られたデータの妥当性および信頼性が高いことが、これまでの先行研究にて報告されている(Dencker et al., 2011)。また、活動量計の装着期間に関して、対象者本来の身体活動量を評価するため、14日間連続測定と、これまでの先行研究と比較し長期間の測定を実施した。さらに、身体活動量に関連し得る要因を包括的に調査し、身体活動の目標値に対するそれぞれの要因の独立した関連性を検討したことを特色とした。

本研究の限界点として、まず本研究は身体活動目標値への達成に関連する要因を検討した横断的研究であり、因果関係を実証することはできない点である。また、活動量計による身体活動量の測定に際して、対象者に、極力、活動量計を装着するよう依頼したが、水泳時等の水中活動時、激しいコンタクトスポーツ時では活動量計を装着することができないため、スポーツおよび運動部活動中の身体活動量を過小評価している可能性が考えられる。加えて、本研究における身体活動量は、あくまで活動量計

より得られたデータを基に評価した。したがって、活動内容に関しては把握しておらず、正課内・外における身体活動量がどのような活動形式によって積算されたものか定かではない。さらに、欧米諸国の青少年を対象とした先行研究の多くでは、活動量計として主に ActiGraph 等が広く使用されているが (Kim et al., 2012)、本研究で用いた活動レベル4以上で評価した MVPA と ActiGraph より得られた MVPA の値を比較すると有意に異なることが報告されている (McClain et al., 2007)。従って、本研究結果が、どの程度欧米諸国の青少年のデータと比較可能か定かでない。

### 5-6 結論

本研究より、研究2(第4章)で提示された身体活動の目標値(男子:3メッツ以上の身体活動を1日80.7分、女子:6メッツ以上の身体活動を1日8.4分)に対して、「運動部活動への所属状況」および「体脂肪率」が有意に関連している可能性が示唆された。さらに、活動的な生徒と非活動的な生徒における身体活動量の差は、男女ともに正課内・外問わず生じている可能性が示唆された。

## 5-7 図表一覧

表 5-1 対象者の身体属性

表 5-2 研究2で提示された身体活動目標値を達成するオッズ比

表 5-3 国際的に推奨される身体活動基準（MVPA $\geq$ 60分/日）に関するオッズ比

図 5-1a 運動部活動への所属状況と正課内・外における身体活動量（男子）

図 5-1b 運動部活動への所属状況と正課内・外における身体活動量（女子）

図 5-2a 身体活動基準への達成状況と正課内・外における身体活動量（男子）

図 5-2b 身体活動基準への達成状況と正課内・外における身体活動量（女子）

図 5-3a 体脂肪率カテゴリーにおける身体活動量（男子）

図 5-3b 体脂肪率カテゴリーにおける身体活動量（女子）

## 第6章

### 総括

## 6-1 本論文より明らかとなったこと

本博士論文では、「中学生における低体力予防のために必要な身体活動量と関連する要因の検討」を題目とし、医学的・生理学的研究から、現場へ還元可能な実践的研究まで、一連の研究（研究1、研究2、研究3）を実施した。本論文の特色は、日本人中学生を対象に、「身体活動量」、「体力」、「血中脂質関連項目」を実測し、どのくらいの「量」および「強度」の身体活動を行うことが、「どの程度」低体力を予防し、それにより「どのくらい」血中脂質値に影響を及ぼすかについて、定量的な手法を用いて検討したことである。本博士論文より明らかになったことは、以下の通りである。

- 1) 低体力群（新体力テストのカテゴリーがD/E）と分類された中学生において、高体力群（カテゴリーA/B）もしくは中程度体力群（カテゴリーC）と分類された中学生と比較し、脂質リスク得点が有意に高い（好ましくない）～研究1～  
⇒新体力テストのカテゴリーC以上を目指すことで、血中脂質値が有意に改善する可能性
- 2) 低体力群の中学生は、高体力群の中学生と比較し、身体活動量が有意に低い～研究1～  
⇒低体力予防に身体活動が重要な要因となっている可能性→研究2へ

- 3) 男子で「3メッツ以上の身体活動を1日80.7分以上」、女子で「6メッツ以上の身体活動を1日8.4分以上」の身体活動を行うことで、低体力と分類される確率が77%-83%低下する可能性～研究2～  
⇒上記の目標値を達成することで、低体力と分類される確率が低下し、血中脂質値が改善していく可能性  
⇒目標値を達成している中学生と達成していない中学生の特徴は？→研究3へ
- 4) 運動部活動に所属していない中学生と比較し、運動部活動に所属している中学生で、目標値に達成する確率が4.3倍-9.7倍高くなる可能性～研究3～  
⇒運動部活動を中心とし、運動部活動に所属していない中学生においても身体活動しやすい環境づくりへ
- 5) 体脂肪率が1%増加するごとに、目標値に達成する確率が19%-21%低下する可能性～研究3～  
⇒体脂肪率が高い中学生に対する重点的な支援の重要性
- 6) 活動的な生徒と非活動的な生徒における身体活動量の差は、男女ともに正課内・外問わず生じている～研究3～  
⇒正課内・外の両場面における身体活動の推進へ

本章では、以上の結果を踏まえ、論文の総括としたい。

## 6-2 定量的手法を用いた本論文が示していること

本博士論文の特色は、日本人中学生を対象に「身体活動」、「体力」、「血中脂質代謝」を実測し、この年代における身体活動量の目標値設定に資する一連の研究を実施したことである。

結果、研究2で示された身体活動の目標値を達成することは、低体力と分類される確率を大きく減少（77%-83%）させ、血中脂質値を有意に改善できる可能性が示された（研究1）。また、身体活動の目標値達成に「運動部活動への所属」が強く関わっていたことから、中学生では「運動部活動」が身体活動を増やす上で重要な要因である一方で、運動部活動に所属していない中学生においても、十分な身体活動量を確保できる環境・場面づくりの重要性が示唆された（研究3）。

定量的な手法を用い、具体的な身体活動の目標値やそれに関連する要因検討を行った本博士論文は、今後、学校・教育現場における低体力予防に効果的なプログラム立案に活かせるだけでなく、国の身体活動ガイドライン策定の際に重要なエビデンスとなることが期待される。

### 低体力を予防する意義に関して（研究1）

第3章（研究1）では、まず本論文の前提となる「低体力を予防することの意義」に関して、生活習慣病の重要指標である脂質代謝の観点から検討した。結果、低体力群（新体力テストのカテゴリーがD/E）と分類された中学生において、高体力群（カテゴリーA/B）もしくは中程度体力群（カテゴリーC）と分類された中学生と比較し、脂質リスク得点が有意に高い（好ましくない）を示した。特に、低体力（カテゴリー

D/E) の中学生が、次のカテゴリー（カテゴリーC）に移行することで、血中脂質値に対し、大きな効果が得られる可能性が示された。このことから、現段階で低体力と分類される中学生に対して（新体力テスト成績の下位 13.7%～29.2%）、より重点的なサポートをしていくことが、集団全体の血中脂質値を改善していく上で、効果的である可能性が考えられる。

これまで、日本人の子どもを対象に、「血中脂質項目」をアウトカムとした研究は皆無であり、研究1の成果は、当該分野で非常に重要なエビデンスとなることが期待される。また、本研究成果は学術的だけでなく、学校・教育現場にも活用可能なエビデンスとなり得る可能性がある。具体的には、健康増進に努めていく上で、血中脂質値を表す1つの目安として、新体力テスト成績を活用できることが考えられる。特に、長座体前屈を除く全ての体力項目で、脂質リスク得点と有意な関連性が認められており、新体力テストで測定される体力項目を総合的に高めていくことで、結果的に血中脂質値も改善していく可能性がある。動脈硬化の初期病変は、子ども期から既に開始することが医学的に示されていることから（McGill et al., 2000）、子ども期における体力向上の取り組みは、生涯にわたる健康づくりにつながることを期待される。

研究1の限界点として、主要評価項目の「脂質リスク得点」は、あくまでも本サンプル内の相対的評価を用い算出しており、臨床的な意義が明らかでないことである。すなわち、リスク得点が高いことが、脂質異常症および生活習慣病に直結するわけではなく、結果の解釈には十分な注意が必要である。しかしながら、動脈硬化の発症・進展は、日々の生活・運動習慣に強く関連しており（WHO, 2010）、子ども期から「低体力」の状況が継続することで、成人後の生活習慣病のリスクが高まることが考えら

れる。このことから、中学生において「体力カテゴリーC以上」を目指し、取り組んでいくことは、公衆衛生学上、大きなインパクトを及ぼすことが予想される。

### どのくらいの「量」および「強度」の身体活動が必要か？（研究2）

研究1を踏まえ、「では、低体力を予防するには具体的にどうすれば良いか？」について、明確な目標を設定することは大変重要である。これまでの研究より、低体力予防の最も重要な要因として身体活動が確立されているが（Ortega et al, 2008）、日本人中学生に特化した身体活動ガイドラインは策定されておらず、どのくらいの「量」および「強度」の身体活動が低体力予防に必要なのか、定かでなかった。そこで、研究2では、低体力を予防するために必要な身体活動量に関して、具体的な目標値を算出することを目指し、研究調査を行った。結果、男子では、「3メッツ以上の身体活動（MVPA）を1日80.7分以上」、女子では、「6メッツ以上の身体活動（VPA）を1日8.4分以上」を行うことが、低体力と分類される確率を77%-83%低下させる可能性が示された。

国際的に推奨されている身体活動ガイドライン（WHO, 2010）では、「毎日60分の身体活動」が推奨されているが、研究2では、中学生男子においては、「3メッツ以上の身体活動（MVPA）を1日80.7分以上」と、国際的に推奨されているガイドラインよりも高い目標値が提示された。考えられる理由として、本サンプルの男子においては、約6割（59.3%）が「1日60分」のガイドラインに達しており、比較的に活動的な集団であったことで、高い目標値が設定された可能性が考えられる。このように、集団における身体活動の現状（ファクト）によって、設定すべき目標値が変わるため、今後、日本人中学生における身体活動ガイドライン策定に向けては、「日本人中学生」

の客観的なデータを蓄積し、現状把握を正確にしていくことが求められる。本研究を皮切りとし、全国規模で調査が実施され、研究2で示された結果が、異なる集団においても当てはまるか否かについて、検討していくことが望ましい。

一方、中学生女子においては、「6メッツ以上の身体活動（VPA）を1日8.4分以上」という目標値が設定され、身体活動の「量」よりも「強度」が重要な要因である可能性が示された。わずか1日8.4分の高強度身体活動（VPA）を行うことにより、低体力を予防する可能性が示唆されたことは、実現性という観点からも非常に有益な知見である。中学生女子の身体活動に関して、文部科学省の調査より、運動を全くしない（1週間の総運動時間が60分以下）割合が、男子と比べ高い値を示していることが明らかとなっており、その対応が重要な課題となっている（文部科学省, 2015）。加えて、運動を行わない理由として、「時間がない」が主な理由となっていることを考慮すると（Gibala, 2007）、1日わずか10分弱の高強度身体活動を行うことは、習い事等で忙しい中学生女子において、代替策として用いることができる可能性が考えられる。さらに、研究2および研究3で用いた高強度身体活動（VPA）とは、6メッツ以上の身体活動を指しており、必ずしも最大努力を伴う運動である必要はない。厚生労働省より作成された「健康づくりのための身体活動基準2013」によると、6メッツはおおよそジョギング程度の活動に相当し、サッカー、バスケットボール、エアロビックダンス、鬼ごっこ等々、中学生が普段行うようなスポーツ活動は、基本的に高強度身体活動と分類される（厚生労働省, 2013）。従って、中学生が体育授業や課外で行なっているようなスポーツ活動を今後益々推奨していき、「1日10分弱の高強度身体活動」を目安に取り組んでいくことが、低体力予防につながる可能性がある。

男女で身体活動を行うことによって得られる効果が、男女で異なる可能性が示唆されたことは、今後の身体活動介入を考えていく上で、非常に重要な点である。国内・外の身体活動指針では、性差に関する言及はなく、男女問わず「毎日 60 分の身体活動」を推奨している（WHO, 2010; Department of Health and Ageing. Active Kids are healthy kids, 2004; National Association for Sport and Physical Education, 2004; 竹中, 2010）。しかしながら、先行研究や本論文より、日常生活での身体活動量には有意な男女差があり、男子と比較し、女子で身体活動量が少ないことが示されている（研究 2; Butte et al., 2007; Marques et al., 2015; Sallis et al., 2016）。さらに、運動習慣だけでなく、運動に対する趣向も、男女で異なる可能性が示されている。笹川スポーツ財団は、「青少年のスポーツライフ・データ. 10 代のスポーツライフに関する調査報告書 2015」において、10 代の男女における、過去 1 年間に行った運動・スポーツの実施状況を調査している。結果、男子では「サッカー」「バスケットボール」「野球」など、いわゆる「運動スポーツ系種目」が上位を占めていることに対し、女子では「おにごっこ」「なわとび」など、「運動あそび系種目」が上位にランクインしたことを報告している（笹川スポーツ財団, 2015）。このように、運動習慣および運動スポーツに対する趣向に男女差があることを考えると、身体活動を増やすという観点においては、画一的なアプローチよりも、男女別のアプローチが効果的である可能性が考えられる。子どもにおける身体活動の性差に着目した研究は少なく、今後、当該分野の研究が進むことが期待される。

### 活動的な中学生とそうでない中学生の特徴を明らかにする（研究3）

研究1および研究2より、低体力（体力カテゴリーD/E）は血中脂質値に悪影響を及ぼす可能性があり（研究1）、十分な身体活動量（男子：3メッツ以上の身体活動（MVPA）を1日80.7分以上）、女子：6メッツ以上の身体活動（VPA）を1日8.4分以上）を確保することで、低体力となる確率を77% - 83%減少できる可能性が示された（研究2）。一方で、現在、身体不活動が世界的に蔓延していることが明らかになっており（Lancet, 2012）、いかにヒトの行動を変容し、身体活動量を増加させるかが喫緊の課題である。

集団全体（ポピュレーションレベル）において、身体活動量を促進するためには、身体活動に関連する要因を明らかにすることが重要である（Sallis et al., 2000）。これまで、子どもにおける身体活動と関連する要因の検討に関しては、欧米青少年を対象とした研究が大半であり、教育体制や生活環境が異なるアジア人のデータが乏しい状況であった（Ferreira et al., 2007）。特に、日本人中学生におけるスポーツクラブ・運動部等への加入状況は男子で82.9%、女子で64.4%に及ぶとされており（笹川スポーツ財団, 2015）、わが国において、「身体活動を増やす」観点から、運動部活動が非常に貴重な機会となっている可能性が推察される。そこで、研究3（第5章）においては、研究2で提示された身体活動目標値に基づき、その達成状況に関連する要因の検討を行った。調査項目として、「学年」、「運動部活動所属状況」、「体格」、「スクリーンタイム」、「メンタルヘルス項目」、「朝食摂取の有無」、「睡眠時間」と身体活動に関連し得る項目を包括的に調査した。結果、男女ともに「運動部活動への所属」と「体脂肪率」が有意に関連していることが示唆された。特に「運動部活動」と身体活動の目標値への達成状況との間に大きなオッズ比が認められ、運動部活動に

所属していない中学生と比較し、運動部活動に所属している中学生で、上記の身体活動目標値に達する確率が男子で9.72倍、女子で4.30倍高くなる可能性が示された。このことは、日本人中学生において「運動部活動への所属状況」が、身体活動量を増やす観点から重要な機会となっていることを示す反面、言い換えれば、運動部活動に所属していない生徒に関しては、身体活動を確保しづらい環境となっている可能性が考えられる。また、笹川スポーツ財団の調査より、部活動を含む運動・スポーツ系活動を課外で行っていない子どもにおいて、運動・スポーツ系活動を行なっている子どもと比較し、実施している運動・スポーツ系種目が有意に少ないことを報告しており、運動・スポーツ系活動に参加しなければ、運動・スポーツができにくい環境になっている可能性を示唆している（笹川スポーツ財団, 2015）。本論文における研究3（第5章）においても、運動部活動に所属していない中学生における身体活動ガイドラインの達成率（1日60分）は、男子で36.8%、女子で19.2%であり、運動部活動に所属している中学生男女と比較し、有意に低い値を示している（運動部男子：62.4%、運動部女子：43.7%）。従って、「運動部活動以外での場」において、身体活動を確保する手段を提供することが、運動部活動に所属していない中学生に対する支援として重要である可能性が考えられる（地域スポーツクラブ、敷居を下げたスポーツ活動）。

一方、学校は基本的に全ての中学生が通う場所であり、運動が好きな中学生から嫌いな中学生まで、全ての中学生にアプローチができる貴重な機会である。よって、学校内における身体活動を推奨していく取り組みは、非活動的な生徒に対してアプローチ可能な非常に有効である可能性が考えられる。

本論文より、少なくとも女子においては1日10分弱の高強度身体活動が体力向上に有益な効果をもたらす可能性が示唆されたことから（研究2）、体育授業等でそのよ

うな活動を組み込んでいくことは（ウォーミングアップ時など）、集団全体の健康改善を目指すうえで効果的である可能性がある。特に、体育授業や業間休みは、学校内において身体活動が最も生じる重要な場面とされていることを考慮すると（Møller et al., 2014）、これらの時間帯において、身体活動量が高まりやすいような環境づくりをしていくことが重要である。例えば、これまでの先行研究によると、学校現場における生活環境が、子どもの身体活動量に有意に影響を及ぼす可能性が指摘されている（Ridgers et al., 2012）。具体的には、欧米諸国の子どもを対象とした研究より、自由に使える広い遊び場があること（Ridgers et al., 2010）、十分な運動設備・用具が備わっていること（McKenzie et al., 2010）が、子ども達の身体活動量を有意に増加する可能性が報告されている。また、日本人の子どもを対象とした研究に関して、Ishii et al. は、小学生を対象とし、業間休み中の強度別の身体活動量と、学校における身体活動に関する環境を調査し、両要因の関連性を検討している。その結果、身体活動に関する学校設備（スポーツ用具、スポーツ設備、安全性）の得点が良い学校に通っている児童ほど、身体活動量が有意に高く、座位時間が有意に低値を示したことを報告している（Ishii et al., 2014）。このように、学校環境が身体活動に関連していることを考慮すると、今後は、個人に対するアプローチだけではなく、身体活動量が増えるよう環境づくりをしていく、集団的なアプローチも非常に重要である。

### 6-3 本論文より期待される波及効果

本博士論文では、わが国では非常に限られている「中学生における日常生活の客観的な身体活動量」のデータを実測し、体力項目および血中脂質項目との関連性を検討した点で非常に意義があり、学術的のみならず、学校・教育現場においても活用可能なエビデンスとなることが期待される。

学術的な点に関して、Tanaka et al (2016) によると、現在、日本人子どもにおける「日常生活全般における身体活動量」に関して、母集団（日本人子ども）を代表する客観的なデータがないと明記しており、今後、客観的なデータを蓄積していく重要性を訴えている。特に、日本人中学生を対象とした身体活動ガイドラインは未だ策定されておらず、その理由として「科学的な根拠が乏しい」という点が指摘されている

(厚生労働省, 2013)。このような背景を踏まえ、本博士論文では、定量的手法を用いて一連の研究を実施し、エビデンスを蓄積した。「どのくらい」の身体活動を行うことが、「どの程度」低体力を予防し、「どのくらい」血中脂質項目に影響を及ぼすかについて明らかにした本研究成果は、今後、中学生における身体活動ガイドライン策定の際に非常に貴重なエビデンスとなることが予想される。実際に、日本人子どもの身体活動に関する現状をまとめた報告書 (Active Healthy Kids Japan: The 2016 Japan Report Card on Physical Activity for Children and Youth (日本の子供・青少年の身体活動に関する報告 2016)) の中で、本博士論文を構成している原著論文2編 (Kidokoro et al, *European Journal of Sport Science*, 2016; 城所ら, 体力科学, 2016) が既に引用されており、国内・外に幅広い波及効果を及ぼしている。本博士論文は、今後、こういった報告書等に引用されることも期待でき、学術的のみならず、学校・教育現場、指針策定、施策等、多方面にインパクトを与えることが予想される。さらに、学校・教育現場に

## 第6章 総括

においては、健康増進のための効果的なプログラム・教材の立案に活かすことが可能となる。具体的には、必要とされる身体活動の量および強度が達成できるような体育授業の教材作りや休み時間のプログラム作りにつなげることができる。加えて、個人レベルとしても、明確な目標設定を定めることにより、長期的な健康支援の取り組みへとつなげることが可能になる。

## 第7章

### 将来の展望

## 7-1 日本人中学生に特化した身体活動ガイドライン策定に向けて

今後、日本人中学生に特化した身体活動ガイドライン策定に向けて、母集団（日本人中学生）を代表する客観的な身体活動量に関するデータを蓄積していくことが重要である（Tanaka et al, 2016）。従って、本博士論文のような客観的手法を用いた研究が、今後、全国各地で実施されることが望ましいが、一方、単一の大学機関もしくは研究室レベルにおいて、全国規模の無作為抽出調査を行なっていくことは現実的に困難である。よって、多機関が共同で調査実施をしていく体制づくりも、今後、重要であると考えられる。

代表性のあるデータを集約するための、既存の調査を利用した具体的な案として、厚生労働省が毎年実施している「国民健康・栄養調査」や、文部科学省による「全国体力・運動能力、運動習慣等調査」等の全国規模の無作為抽出調査を上手く活用していくことは現実的に実施可能であろう。「全国体力・運動能力、運動習慣等調査」等において、質問紙調査に加え、歩数計等を用いた客観的な身体活動量調査を無作為で行うことができれば、日本の子どもにおける代表性の高いエビデンスを蓄積することができる。また、別の方法として、関連する学会が先導して、子どもの身体活動量に関するデータベースを作成し、二次利用を促進していくことも有効である。具体的には、関連する学術雑誌への投稿に伴い、生データも合わせて投稿することを義務づけ、学術団体が管理してデータベースを構築するのはどうだろうか。その際、他の研究者も申請をすることでデータベースにアクセスすることができるよう体制づくりをすれば、データの二次利用が促進し、研究がより活発になるだろう。さらに、十分なデータを集約することができれば、その中から無作為に抽出することで、母集団（日本人中学生）における現状の身体活動量を正確に推定することが可能となる。

いずれにせよ、今後、多機関が連携し、日本人中学生における母集団に対して代表性のあり客観的な身体活動データを蓄積していくことが、身体活動ガイドライン策定に向け、非常に重要となるだろう。

### 7-2 幼少期から身体活動習慣確保の重要性

本博士論文より、活動的な中学生と非活動的な中学生における身体活動量の差は正課内・外問わず存在し、身体活動実施の二極化が生じている可能性が示唆された（研究3）。6歳～12歳を対象とした3年間の縦断研究によると、ベースラインの運動能力が、3年後の身体活動量を有意に予測する因子であったことが示されている（Larsen et al., 2015）。また、これまでの先行研究より、幼少期の身体活動量は、思春期を通して、成人後の身体活動量に関連する可能性が指摘されている（Mattocks et al., 2008; Malina et al., 2004）。つまり、中学生期で既に身体活動実施の二極化が顕著になることを考慮すると、それよりも早い段階から身体活動介入を推進していき、将来の活動的な子どもと非活動的な子どもの差が縮まるよう努めていくことが肝要である。従って、より若い子ども（幼児、小学生）を対象とした介入研究も、今後、益々実施されることが望ましい。

### 7-3 量的・質的な両面からのアプローチ

本博士論文で用いた活動量計の限界点として、身体活動の「量」および「強度」は定量的に評価できるものの、活動内容に関しては把握することができない点が挙げられる。すなわち、1日の中で「どのくらい」身体活動を行ったかについては評価できるが、「どのように」身体活動が実施されたかについては検討することができない。その点、質問紙を用いれば、「いつ」、「どこで」、「どのように」身体活動を行ったか、質的な観点から身体活動を評価できる。重要な点は、どちらの手法が優れているという訳でなく、質的・量的な手法について、それぞれの長所および短所をきちんと把握し、互いに補う形で研究を進めることである。このことで、より包括的な視点から、日常生活での身体活動を把握することが可能となる。身体活動を量的な観点からだけでなく、構成する活動内容（スポーツ活動、運動遊び、活動的な移動手段）および場面（朝、学校内、夕方、夜）について検討していくことは、将来の介入研究に非常に有益な情報となるだろう。

一方、近年では、GPS機能を備えた活動量計を利用されるようになりつつあり、いままでも量的に評価することができなかつた項目も、科学技術進歩により、今後、ますます数値化できるようになるだろう。こうした科学技術を駆使し、多角的な面から身体活動を分析していくことで、当該分野が飛躍的に発展していくことが予想される。

## 7-4 研究デザインの発展

本博士論文で実施した3つの研究は、全て横断的研究である。従って、それぞれの項目における「関連性」は明らかになったが、その「因果関係」を証明することはできない。従って、今後、研究デザインを縦断研究、介入研究へと発展させ、より強固なエビデンスを蓄積し、因果関係解明に資する研究へと発展させることが期待される。特に、就学期の子どもにおいては、学校という特有のクラスター（集団）があるため、クラスターランダム化比較試験が比較的实施しやすく、実際に諸外国においては研究成果が数多く報告されている（Jago et al., 2016; Telford et al., 2016）。日本においては、子どもにおける身体活動研究分野の縦断研究および介入研究は非常に限られているため、仮に、実施することができれば学術分野に大きなインパクトを与えることができる。

## 7-5 身体活動と脳機能

近年、いくつかの研究より、日常生活での身体活動量および体力と、学力との間に関連があることが示され、活動的で体力が高い子どもにおいて、学校での成績が高かったことが報告されている（Centers for Disease Control and Prevention, 2010; Singh et al., 2012）。一方で、学力には、身体活動や体力以外にも様々な要因が関連していると考えられることから（例、勉強時間等）、子どもにおける運動と学力との間に、関連性が認められなかったとする研究も存在する（LeBlanc et al., 2012）。こうした背景を踏まえ、近年では、学力と密接に関わる「実行機能」と呼ばれる高次脳機能に着目し、身体活動実施の有用性を検討した研究が多くなされている。当該分野の研究をまとめ

たレビューによると、活動的で体力が高い子どもほど、実行機能が優れていたことが示されている（Khan et al, 2014）。また、7歳～9歳の子どもを対象とした9ヶ月間の運動教室実施の結果、実行機能が有意に向上するとの報告もされている（Hillman et al, 2014）。実行機能は、論理的思考や計画性、問題解決能力等が含まれ、これらの能力は、学力に対し密接に関連するとされている（Diamond, 2013）。こういった研究報告を踏まえると、エビデンスは十分でないものの、十分な身体活動を確保することは、実行機能を向上させ、学力を高める可能性が考えられる。

現在、一般的に「身体活動は健康に良い」という認識されているものの、身体不活動が蔓延している状況を鑑みると、「健康増進のための身体活動」というメッセージは、多くの子どもおよびその保護者において、十分に魅力的でない可能性も考えられる。今後、「身体活動をすることで学力が向上する」といった新たなエビデンスが蓄積されれば、身体活動の重要性を再認識する子どもおよび保護者が増えるだろう。こうした学力をアウトカムとしたエビデンスは、今後、益々蓄積されることが望ましく、学力に対する身体活動の有用性が明らかになれば、学校・教育現場における身体活動・運動および体育授業の重要性が改めて見直されることが期待される。

図表一覧

図表一覧

## 図表一覧

### 図一覧

図 0-1	博士論文における研究実施のフローチャート.....	5
図 3-1	体力カテゴリーと脂質リスク得点.....	41
図 3-2	肥満度基準と脂質リスク得点.....	45
図 4-1	体力カテゴリー別の身体活動量.....	69
図 5-1a	運動部活動への所属状況と正課内・外における身体活動量（男子）.....	92
図 5-1b	運動部活動への所属状況と正課内・外における身体活動量（女子）.....	93
図 5-2a	身体活動基準への達成状況と正課内・外における身体活動量（男子）.....	95
図 5-2b	身体活動基準への達成状況と正課内・外における身体活動量（女子）.....	96
図 5-3a	体脂肪率カテゴリーにおける身体活動量（男子）.....	98
図 5-3b	体脂肪率カテゴリーにおける身体活動量（女子）.....	99

## 図表一覧

## 表一覧

表 3-1	対象者の身体属性.....	37
表 3-2	体力、肥満度および脂質代謝項目の関連性.....	39
表 3-3	体力カテゴリーと脂質代謝関連項目.....	43
表 3-4	肥満度基準と脂質代謝関連項目.....	47
表 4-1	対象者の身体属性.....	64
表 4-2	身体活動およびスクリーンタイムと体力との関連性.....	66
表 4-3	身体活動別グループにおける低体力と分類されるオッズ比.....	67
表 5-1	対象者の身体属性.....	86
表 5-2	研究 2 で提示された身体活動目標値を達成するオッズ比.....	88
表 5-3	国際的に推奨される身体活動基準（MVPA $\geq$ 60 分/日）に関するオッズ比....	90

引用文献

引用文献

## 引用文献

1. Active Healthy Kids Japan: The 2016 Japan Report Card on Physical Activity for Children and Youth (日本の子供・青少年の身体活動に関する報告 2016) , 2016.  
<http://www.activekids.jp/index.html>
2. Aggio D, Ogunleye AA, Voss C, Sandercock GR. Temporal relationships between screen-time and physical activity with cardiorespiratory fitness in English schoolchildren: a 2-year longitudinal study. *Prev Med* 55: 37-39, 2012. doi: 10.1016/j.ypmed.2012.04.012.
3. Artero EG, Lee DC, Lavie CJ, España-Romero V, Sui X, Church TS, Blair SN. Effects of muscular strength on cardiovascular risk factors and prognosis. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 32: 351-358, 2012. doi:10.1097/HCR.0b013e3182642688.
4. 浅見俊雄, 福永哲夫: 子どもの遊び・運動・スポーツ, 市村出版, 東京, 2015.
5. Azevedo DSM, Singh-Manoux A, Brunner EJ, Kaffashian S, Shipley MJ, Kivimäki M, Nabi H. Bidirectional association between physical activity and symptoms of anxiety and depression: the Whitehall II study. *Eur J Epidemiol* 27: 537-546, 2012. doi: 10.1007/s10654-012-9692-8.
6. Badura P, Geckova AM, Sigmundova D, van Dijk JP, Reijneveld SA. When children play, they feel better: organized activity participation and health in adolescents. *BMC Public Health* 15: 1090, 2015. doi: 10.1186/s12889-015-2427-5.
7. Bauman AE, Reis RS, Sallis JF, Wells JC, Loos RJ, Martin BW. Lancet Physical Activity Series Working Group. Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? *Lancet* 380: 258-271, 2012. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60735-1.
8. Biddle SJ, Asare M. Physical activity and mental health in children and adolescents: a review of reviews. *Br J Sports Med* 45: 886-895, 2011. doi:10.1136/bjsports-2011-090185.

## 引用文献

9. Biddle SJ, Petrolini I, Pearson N. Interventions designed to reduce sedentary behaviours in young people: a review of reviews. *Br J Sports Med* 48: 182-186, 2014. doi: 10.1136/bjsports-2013-093078.
10. Blair SN. Physical inactivity: the biggest public health problem of the 21st century. *Br J Sports Med* 43: 1-2, 2009. PubMed PMID: 19136507.
11. Buchan DS, Ollis S, Young JD, Thomas NE, Cooper SM, Tong TK, Nie J, Malina RM, Baker JS. The effects of time and intensity of exercise on novel and established markers of CVD in adolescent youth. *Am J Hum Biol* 23: 517-526, 2011. doi: 10.1002/ajhb.21166. PubMed PMID: 21465614.
12. Butte NF, Puyau MR, Adolph AL, Vohra FA, Zakeri I. Physical activity in nonoverweight and overweight Hispanic children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 39: 1257-1266, 2007. PubMed PMID: 17762358.
13. Cárdenas-Cárdenas LM, Burguete-Garcia AI, Estrada-Velasco BI, López-Islas C, Peralta-Romero J, Cruz M, Galván-Portillo M. Leisure-time physical activity and cardiometabolic risk among children and adolescents. *J Pediatr (Rio J)* 91: 136-142, 2015. doi: 10.1016/j.jpmed.2014.06.005.
14. Carson V, Rinaldi RL, Torrance B, Maximova K, Ball GD, Majumdar SR, Plotnikoff RC, Veugelers P, Boulé NG, Wozny P, McCargar L, Downs S, Daymont C, Lewanczuk R, McGavock J. Vigorous physical activity and longitudinal associations with cardiometabolic risk factors in youth. *Int J Obes (Lond)* 38: 16-21, 2014. doi: 10.1038/ijo.2013.135.
15. Centers for Disease Control and Prevention. The association between school-based physical activity, including physical education, and academic performance, 2010.
16. Corder K, Sharp SJ, Atkin AJ, Griffin SJ, Jones AP, Ekelund U, van Sluijs EMF. Change in objectively measured physical activity during the transition to adolescence. *Br J Sports Med* 49: 730-736, 2015. doi: 10.1136/bjsports-2013-093190

## 引用文献

17. De Meester A, Aelterman N, Cardon G, De Bourdeaudhuij I, Haerens L. Extracurricular school-based sports as a motivating vehicle for sports participation in youth: a cross-sectional study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 11: 48, 2014. doi: 10.1186/1479-5868-11-48.
18. Dencker M, Andersen LB. Accelerometer-measured daily physical activity related to aerobic fitness in children and adolescents. *J Sports Sci* 29: 887-895, 2011. doi: 10.1080/02640414.2011.578148.
19. Department of Health and Ageing. Active Kids are healthy kids: Australia's Physical Activity Recommendations for 5-12 years olds, 2004.
20. Diamond A. Executive functions. *Annu Rev Psychol* 64: 135-168, 2013. doi: 10.1146/annurev-psych-113011-143750.
21. Dobbins M, Husson H, DeCorby K, LaRocca RL. School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *Cochrane Database Syst Rev* 2: CD007651, 2013. doi: 10.1002/14651858.
22. Dumith SC, Gigante DP, Domingues MR, Kohl HW 3rd. Physical activity change during adolescence: a systematic review and a pooled analysis. *Int J Epidemiol* 40: 685-698, 2011. doi: 10.1093/ije/dyq272.
23. Ferreira I, van der Horst K, Wendel-Vos W, Kremers S, van Lenthe FJ, Brug J. Environmental correlates of physical activity in youth - a review and update. *Obes Rev* 8: 129-154, 2007. PubMed PMID: 17300279.
24. Gando Y, Murakami H, Kawakami R, Yamamoto K, Kawano H, Tanaka N, Sawada SS, Miyatake N, Miyachi M. Cardiorespiratory Fitness Suppresses Age Related Arterial Stiffening in Healthy Adults: A 2-Year Longitudinal Observational Study. *J Clin Hypertens (Greenwich)* 18: 292-298, 2016. doi: 10.1111/jch.12753.
25. Gibala MJ. High-intensity interval training: a time-efficient strategy for health promotion? *Curr Sports Med Rep* 6: 211-213, 2007. PubMed PMID: 17617995.

26. Gill JM, Celis-Morales CA, Ghouri N. Physical activity, ethnicity and cardio-metabolic health: does one size fit all? *Atherosclerosis* 232: 319-333, 2014.  
doi:10.1016/j.atherosclerosis.2013.11.039.
27. Govindan M, Gurm R, Mohan S, Kline-Rogers E, Corriveau N, Goldberg C, Durussel-Weston J, Eagle KA, Jackson EA. Gender differences in physiologic markers and health behaviors associated with childhood obesity. *Pediatrics* 132: 468-474, 2013. doi: 10.1542/peds.2012-2994.
28. Hay J, Maximova K, Durksen A, Carson V, Rinaldi RL, Torrance B, Ball GD, Majumdar SR, Plotnikoff RC, Veugelers P, Boulé NG, Wozny P, McCargar L, Downs S, Lewanczuk R, McGavock J. Physical activity intensity and cardiometabolic risk in youth. *Arch Pediatr Adolesc Med* 166, 1022-1029, 2012. doi: 10.1001/archpediatrics.2012.1028.
29. Healy GN, Matthews CE, Dunstan DW, Winkler EA, Owen N. Sedentary time and cardio-metabolic biomarkers in US adults: NHANES 2003-06. *Eur Heart J* 32: 590-597, 2011. doi: 10.1093/eurheartj/ehq451.
30. Hillman CH, Pontifex MB, Castelli DM, Khan NA, Raine LB, Scudder MR, Drollette ES, Moore RD, Wu CT, Kamijo K. Effects of the FITKids randomized controlled trial on executive control and brain function. *Pediatrics* 134: e1063-71, 2014. doi: 10.1542/peds.2013-3219.
31. 猪飼道夫: 運動生理学入門. 杏林書院, 1969.
32. Ishii K, Shibata A, Sato M, Oka K. Recess physical activity and perceived school environment among elementary school children. *Int J Environ Res Public Health* 11: 7195-7206, 2014. doi: 10.3390/ijerph110707195.
33. Jago R, Edwards MJ, Sebire SJ, Bird EL, Tomkinson K, Kesten JM, Banfield K, May T, Cooper AR, Blair PS, Powell JE. Bristol Girls Dance Project: a cluster randomised controlled trial of an after-school dance programme to increase physical activity among

## 引用文献

- 11- to 12-year-old girls. *Southampton (UK): NIHR Journals Library*, 2016. PubMed PMID: 27253002.
34. Janssen I. Physical activity guidelines for children and youth. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism* 32, S109–S121, 2007.
35. Janssen I, Leblanc AG. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act* 7: 40, 2010. doi: 10.1186/1479-5868-7-40.
36. 上地広昭, 丹信介, 森田俊介, 木下勝統, 竹中晃二: 小学生における体育授業および休み時間の外遊びへの参加が身体活動量に及ぼす影響, 山口大学教育学部研究論叢 (第 2 部), 58, 149-153, 2009.
37. Khan NA, Hillman CH. The relation of childhood physical activity and aerobic fitness to brain function and cognition: a review. *Pediatr Exerc Sci* 26: 138-146, 2014. doi: 10.1123/pes.2013-0125.
38. Kidokoro T, Tanaka H, Naoi K, Ueno K, Yanaoka T, Kashiwabara K, Miyashita M. Sex-specific associations of moderate and vigorous physical activity with physical fitness in adolescents. *Eur J Sport Sci* 16: 1159-1166, 2016. doi: 10.1080/17461391.2016.1183050.
39. 城所哲宏、田中英登、直井清貴、上野佳代、柳岡拓磨、柏原杏子、宮下政司. 日本人中学生における身体活動ガイドライン達成状況に関連する要因の検討. *体力科学*, 65: 383-392, 2016.
40. Kim Y, Beets MW, Welk GJ. Everything you wanted to know about selecting the "right" Actigraph accelerometer cut-points for youth, but...: a systematic review. *J Sci Med Sport* 15: 311-321, 2012. doi: 10.1016/j.jsams.2011.12.001.
41. Kodama S, Saito K, Tanaka S, Maki M, Yachi Y, Asumi M, Sugawara A, Totsuka K, Shimano H, Ohashi Y, Yamada N, Sone H. Cardiorespiratory fitness as a quantitative

- predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *JAMA* 301. 2024-2035, 2009. doi: 10.1001/jama.2009.681.
42. 公益財団法人日本学校保健会: 児童生徒等の健康診断マニュアル平成 27 年度改訂版, 2015.
43. Kohl HW, Fulton JE, Caspersen CJ. Assessment of physical activity among children and adolescents: a review and synthesis. *Prev Med* 31: 54-76, 2000.
44. 厚生労働省: 平成 27 年人口動態統計の年間推計. 2015.
45. 厚生労働省: 平成 26 年国民健康・栄養調査. 2014.
46. 厚生労働省: 健康づくりのための身体活動基準 2013. 2013.
47. 厚生労働省: 平成 23 年国民健康・栄養調査結果の概要. 2011.
48. 熊谷秋三, 田中 茂穂, 岸本裕歩, 内藤義彦: 三軸加速度センサー内蔵活動量計を用いた身体活動量, 座位行動の調査と身体活動疫学研究への応用. *運動疫学研究*, 17: 90-103, 2015.
49. Kumahara H, Schutz Y, Ayabe M, Yoshioka M, Yoshitake Y, Shindo M, Ishii K, Tanaka H. The use of uniaxial accelerometry for the assessment of physical-activity-related energy expenditure: a validation study against whole-body indirect calorimetry. *Br J Nutr* 91: 235-243, 2004. PubMed PMID: 14756909.
50. Lancet. A series on physical activity. 380: 219-305, 2012.
51. Larsen LR, Kristensen PL, Junge T, Rexen CT, Wedderkopp N. Motor Performance as Predictor of Physical Activity in Children: The CHAMPS Study-DK. *Med Sci Sports Exerc* 47: 1849-1856, 2015. doi: 10.1249/MSS.0000000000000604. PubMed PMID: 25539477.
52. LeBlanc MM, Martin CK, Han H, Newton R Jr, Sothorn M, Webber LS, Davis AB, Williamson DA. Adiposity and physical activity are not related to academic

- achievement in school-aged children. *J Dev Behav Pediatr* 33: 486-494, 2012. doi: 10.1097/DBP.0b013e31825b849e.
53. Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, Lopez-Jaramillo P, Avezum A Jr, Orlandini A, Seron P, Ahmed SH, Rosengren A, Kelishadi R, Rahman O, Swaminathan S, Iqbal R, Gupta R, Lear SA, Oguz A, Yusoff K, Zatonska K, Chifamba J, Igumbor E, Mohan V, Anjana RM, Gu H, Li W, Yusuf S; Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) Study investigators. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet* 386: 266-273, 2015. doi:10.1016/S0140-6736(14)62000-6.
54. Logan GR, Harris N, Duncan S, Schofield G. A review of adolescent high-intensity interval training. *Sports Med* 44: 1071-1085, 2014. doi: 10.1007/s40279-014-0187-5.
55. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation, and physical activity. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics. 2004.
56. Marques A, Santos R, Ekelund U, Sardinha LB. Association between physical activity, sedentary time, and healthy fitness in youth. *Med Sci Sports Exerc* 47: 575-580, 2015. doi: 10.1249/MSS.0000000000000426.
57. Mâsse LC, Fuemmeler BF, Anderson CB, Matthews CE, Trost SG, Catellier DJ, Treuth M. Accelerometer data reduction: a comparison of four reduction algorithms on select outcome variables. *Med Sci Sports Exerc* 37 (11 Suppl): s544-554, 2005. PubMed PMID: 16294117.
58. Mattocks C, Deere K, Leary S, Ness A, Tilling K, Blair SN, Riddoch C. Early life determinants of physical activity in 11 to 12 year olds: cohort study. *Br J Sports Med* 42: 721-724, 2008.
59. McClain JJ, Sisson SB, Washington TL, Craig CL, Tudor-Locke C. Comparison of Kenz Lifecorder EX and ActiGraph accelerometers in 10-yr-old children. *Med Sci Sports Exerc* 39: 630-638, 2007. PubMed PMID: 17414800.

## 引用文献

60. McGill HC Jr, McMahan CA, Herderick EE, Malcom GT, Tracy RE, Strong JP. Origin of atherosclerosis in childhood and adolescence. *Am J Clin Nutr* 72 (5 Suppl): 1307S-1315S, 2000. PubMed PMID: 11063473.
61. McKenzie TL, Crespo NC, Baquero B, Elder JP. Leisure-time physical activity in elementary schools: analysis of contextual conditions. *J Sch Health* 80: 470-477, 2010. doi: 10.1111/j.1746-1561.2010.00530.x.
62. Metcalf BS, Hosking J, Jeffery AN, Henley WE, Wilkin TJ. Exploring the Adolescent Fall in Physical Activity: A 10-yr Cohort Study. *Med Sci Sports Exerc* 47: 2084-2092, 2015. doi: 10.1249/MSS.0000000000000644.
63. Metcalf BS, Hosking J, Jeffery AN, Voss LD, Henley W, Wilkin TJ. Fatness leads to inactivity, but inactivity does not lead to fatness: a longitudinal study in children. *Arch Dis Child* 96: 942-947, 2011. doi: 10.1136/adc.2009.175927.
64. Miyachi M. Measures of physical activity and exercise for health promotion by the Ministry of Health, Labour and Welfare. *J Phys Fitness Sports Med* 1: 467-472, 2012.
65. Møller NC, Tarp J, Kamelarczyk EF, Brønd JC, Klakk H, Wedderkopp N. Do extra compulsory physical education lessons mean more physically active children--findings from the childhood health, activity, and motor performance school study Denmark. *Int J Behav Nutr Phys Act* 11: 121, 2014. doi: 10.1186/s12966-014-0121-0.
66. 文部科学省: 平成 27 年度学校保健統計調査. 2015.
67. 文部科学省: 平成 27 年度全国体力・運動能力、運動習慣等調査結果報告書, 2015.
68. 文部科学省: 睡眠を中心とした生活習慣と子供の自立等との関係性に関する調査, 2015.
69. 文部科学省. 幼児期運動指針, 2012.

## 引用文献

70. 文部科学省: 新体力テスト 有意義な活用のために, (5版), 資料「新体力テスト実施要項」および Q&A, 東京: ぎょうせい, 57-75, 2005.
71. 文部科学省: 心の健康と生活習慣調査, 2002.
72. 文部科学省: 新体力テスト実施要項 (12歳~19歳対象) . 1988.
73. Morris JN, Heady JA, Raffle PA, Roberts CG, Parks JW. Coronary heart-disease and physical activity of work. *Lancet* 265: 1053-1057, 1953a. PubMed PMID: 13110049.
74. Morris JN, Heady JA, Raffle PA, Roberts CG, Parks JW. Coronary heart-disease and physical activity of work. *Lancet* 265: 1111-1120, 1953b. PubMed PMID: 13110075.
75. Mota J, Vale S. Associations between sleep quality with cardiorespiratory fitness and BMI among adolescent girls. *Am J Hum Biol* 22: 473-475, 2010. doi: 10.1002/ajhb.21019.
76. Must A, Tybor DJ. Physical activity and sedentary behavior: a review of longitudinal studies of weight and adiposity in youth. *Int J Obes* 2: 84-96, 2005. PubMed PMID: 16385758.
77. 長嶺晋吉: 皮下脂肪厚からの肥満の判定. 日本医師会雑誌, 68: 919-924, 1972.
78. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, Mullany EC, Biryukov S, Abbafati C, Abera SF, Abraham JP, Abu-Rmeileh NM, Achoki T, AlBuhairan FS, Alemu ZA, Alfonso R, Ali MK, Ali R, Guzman NA, Ammar W, Anwari P, Banerjee A, Barquera S, Basu S, Bennett DA, Bhutta Z, Blore J, Cabral N, Nonato IC, Chang JC, Chowdhury R, Courville KJ, Criqui MH, Cundiff DK, Dabhadkar KC, Dandona L, Davis A, Dayama A, Dharmaratne SD, Ding EL, Durrani AM, Esteghamati A, Farzadfar F, Fay DF, Feigin VL, Flaxman A, Forouzanfar MH, Goto A, Green MA, Gupta R, Hafezi-Nejad N, Hankey GJ, Harewood HC, Havmoeller R, Hay S, Hernandez L, Husseini A, Idrisov BT, Ikeda N, Islami F, Jahangir E, Jassal SK, Jee SH, Jeffreys M, Jonas JB, Kabagambe EK, Khalifa SE, Kengne AP, Khader YS,

- Khang YH, Kim D, Kimokoti RW, Kinge JM, Kokubo Y, Kosen S, Kwan G, Lai T, Leinsalu M, Li Y, Liang X, Liu S, Logroscino G, Lotufo PA, Lu Y, Ma J, Mainoo NK, Mensah GA, Merriman TR, Mokdad AH, Moschandreas J, Naghavi M, Naheed A, Nand D, Narayan KM, Nelson EL, Neuhaus ML, Nisar MI, Ohkubo T, Oti SO, Pedroza A, Prabhakaran D, Roy N, Sampson U, Seo H, Sepanlou SG, Shibuya K, Shiri R, Shiue I, Singh GM, Singh JA, Skirbekk V, Stapelberg NJ, Sturua L, Sykes BL, Tobias M, Tran BX, Trasande L, Toyoshima H, van de Vijver S, Vasankari TJ, Veerman JL, Velasquez-Melendez G, Vlassov VV, Vollset SE, Vos T, Wang C, Wang X, Weiderpass E, Werdecker A, Wright JL, Yang YC, Yatsuya H, Yoon J, Yoon SJ, Zhao Y, Zhou M, Zhu S, Lopez AD, Murray CJ, Gakidou E. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* 384: 766-781, 2014. doi: 10.1016/S0140-6736(14)60460-8.
79. National Association for Sport and Physical Education. Physical Activity for Children: A Statement of Guidelines for Children Ages 5-12, 2004.
80. 日本肥満学会：小児の肥満症マニュアル. 医歯薬出版株式会社, 2004.
81. 及川眞一, 小竹秀夫：高脂血症ハンドブック, ヴァンメディカル, 東京, 2005.
82. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)* 32: 1-11, 2008. PubMed PMID: 18043605.
83. Owen N, Healy GN, Matthews CE, Dunstan DW. Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. *Exerc Sport Sci Rev* 38, 105-113, 2010. doi: 10.1097/JES.0b013e3181e373a2. PubMed PMID: 20577058; PubMed Central PMCID: PMC3404815.
84. Packard CJ, Saito Y. Non-HDL cholesterol as a measure of atherosclerotic risk. *J Atheroscler Thromb* 11, 6-14, 2004. PubMed PMID: 15067193.

85. Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL, Hsieh CC. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N Engl J Med* 314: 605-613, 1986. PubMed PMID: 3945246.
86. Physical Activity Guidelines Advisory Committee (PAGAC). Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report. Washington, DC, US Department of Health and Human Services, 2008.
87. Pischon T, Boeing H, Hoffmann K, Bergmann M, Schulze MB, Overvad K, van der Schouw YT, Spencer E, Moons KG, Tjønneland A, Halkjaer J, Jensen MK, Stegger J, Clavel-Chapelon F, Boutron-Ruault MC, Chajes V, Linseisen J, Kaaks R, Trichopoulou A, Trichopoulos D, Bamia C, Sieri S, Palli D, Tumino R, Vineis P, Panico S, Peeters PH, May AM, Bueno-de-Mesquita HB, van Duijnhoven FJ, Hallmans G, Weinehall L, Manjer J, Hedblad B, Lund E, Agudo A, Arriola L, Barricarte A, Navarro C, Martinez C, Quirós JR, Key T, Bingham S, Khaw KT, Boffetta P, Jenab M, Ferrari P, Riboli E. General and abdominal adiposity and risk of death in Europe. *N Engl J Med* 359: 2105-2120, 2008. doi: 10.1056/NEJMoa0801891.
88. Rezende LF, Azeredo CM, Silva KS, Claro RM, França-Junior I, Peres MF, Luiz Odo C, Levy RB, Eluf-Neto J. The Role of School Environment in Physical Activity among Brazilian Adolescents. *PLoS One* 10: e0131342, 2015. doi: 10.1371/journal.pone.0131342.
89. Richmond RC, Davey Smith G, Ness AR, den Hoed M, McMahon G, Timpson NJ. Assessing causality in the association between child adiposity and physical activity levels: a Mendelian randomization analysis. *PLoS Med* 11: e1001618, 2014. doi: 10.1371/journal.pmed.1001618.
90. Riddoch CJ, Mattocks C, Deere K, Saunders J, Kirkby J, Tilling K, Leary SD, Blair SN, Ness AR. Objective measurement of levels and patterns of physical activity. *Arch Dis Child* 92: 963-969, 2007. PubMed PMID: 17855437.

## 引用文献

91. Ridgers ND, Fairclough SJ, Stratton G. Variables associated with children's physical activity levels during recess: the A-CLASS project. *Int J Behav Nutr Phys Act* 7: 74, 2010. doi: 10.1186/1479-5868-7-74.
92. Ridgers ND, Salmon J, Parrish AM, Stanley RM, Okely AD. Physical activity during school recess: a systematic review. *Am J Prev Med* 43: 320-328, 2012. doi: 10.1016/j.amepre.2012.05.019.
93. Sallis JF, Bull F, Guthold R, Heath GW, Inoue S, Kelly P, Oyeyemi AL, Perez LG, Richards J, Hallal PC; Lancet Physical Activity Series 2 Executive Committee. Progress in physical activity over the Olympic quadrennium. *Lancet* 388: 1325-1336, 2016. doi: 10.1016/S0140-6736(16)30581-5.
94. Sallis JF, Owen N, Fotheringham MJ. Behavioral epidemiology: a systematic framework to classify phases of research on health promotion and disease prevention. *Ann Behav Med* 22. 294-298, 2000. PubMed PMID: 11253440.
95. Sandercock GR, Voss C, Dye L. Associations between habitual school-day breakfast consumption, body mass index, physical activity and cardiorespiratory fitness in English schoolchildren. *Eur J Clin Nutr* 64: 1086-1092, 2010. doi: 10.1038/ejcn.2010.145.
96. 笹川スポーツ財団：青少年のスポーツライフデー2015-10代のスポーツライフに関する調査報告書, 2015.
97. 笹山健作, 足立 稔：青少年男子の歩・走行時における一軸活動量計の活動強度と metabolic equivalents との関連, 体力科学, 65 : 265-272, 2016. doi : 10.7600/jspfsm.65.265.
98. Sawada SS. Physical fitness for health. *J Phys Fitness Sports Med* 3: 377-384, 2014.

99. Schmidt MD, Magnussen CG, Rees E, Dwyer T, Venn AJ. Childhood fitness reduces the long-term cardiometabolic risks associated with childhood obesity. *Int J Obes (Lond)* 40: 1134-1140, 2016. doi: 10.1038/ijo.2016.61.
100. Sedentary Behaviour Research Network. Letter to the Editor: Standardized use of the terms "sedentary" and "sedentary behaviours". *Appl Physiol Nutr* 37: 540-542, 2012.
101. Singh A, Uijtendwilligen L, Twisk JW, van Mechelen W, Chinapaw MJ. Physical activity and performance at school: a systematic review of the literature including a methodological quality assessment. *Arch Pediatr Adolesc Med* 166: 49-55, 2012. doi: 10.1001/archpediatrics.2011.716.
102. Spittaels H, Van Cauwenberghe E, Verbestel V, De Meester F, Van Dyck D, Verloigne M, Haerens L, Deforche B, Cardon G, De Bourdeaudhuij I. Objectively measured sedentary time and physical activity time across the lifespan: a cross-sectional study in four age groups. *Int J Behav Nutr Phys Act* 9, 149. 2012. doi: 10.1186/1479-5868-9-149.
103. スポーツ庁：平成 26 年度体力・運動能力調査. 2014.  
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001054955&cycode=0>
104. Sugiyama T, Healy GN, Dunstan DW, Salmon J, Owen N. Joint associations of multiple leisure-time sedentary behaviours and physical activity with obesity in Australian adults. *Int J Behav Nutr Phys Act* 5: 35, 2008. doi:10.1186/1479-5868-5-35.
105. Sugiyama T, Salmon J, Dunstan DW, Bauman AE, Owen N. Neighborhood walkability and TV viewing time among Australian adults. *Am J Prev Med* 33: 444-449, 2007.  
PubMed PMID: 18022059.
106. 竹中晃二: アクティブ・チャイルド 60min - 子どもの身体活動ガイドライン-, 株式会社サンライフ企画, 東京, 2010.
107. Tanaka C, Tanaka S, Inoue S, Miyachi M, Suzuki K, Reilly JJ. Results From Japan's 2016 Report Card on Physical Activity for Children and Youth. *J Phys Act Health* 13 (11 Suppl 2): S189-S194, 2016. PubMed PMID: 27848753.

## 引用文献

108. Telama R, Yang X, Leskinen E, Kankaanpää A, Hirvensalo M, Tammelin T, Viikari JS, Raitakari OT. Tracking of physical activity from early childhood through youth into adulthood. *Med Sci Sports Exerc* 46: 955-962, 2014.  
doi:10.1249/MSS.0000000000000181.
109. Telford RM, Olive LS, Cochrane T, Davey R, Telford RD. Outcomes of a four-year specialist-taught physical education program on physical activity: a cluster randomized controlled trial, the LOOK study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 13: 64, 2016. doi: 10.1186/s12966-016-0388-4.
110. Thorp AA, Owen N, Neuhaus M, Dunstan DW. Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults a systematic review of longitudinal studies, 1996-2011. *Am J Prev Med* 41: 207-215, 2011. doi: 10.1016/j.amepre.2011.05.004.
111. 東京教育委員会: 東京都統一体力テストの結果について. 2014.
112. Tremblay MS, LeBlanc AG, Kho ME, Saunders TJ, Larouche R, Colley RC, Goldfield G, Connor Gorber S. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act* 8: 98, 2011. doi: 10.1186/1479-5868-8-98.
113. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Mâsse LC, Tilert T, McDowell M. Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Med Sci Sports Exerc* 40: 181-188, 2008. PubMed PMID: 18091006.
114. Wen CP, Wai JP, Tsai MK, Yang YC, Cheng TY, Lee MC, Chan HT, Tsao CK, Tsai SP, Wu X. Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *Lancet* 378: 1244-1253, 2011. doi: 10.1016/S0140-6736(11)60749-6.
115. Westerterp KR. Physical activity and physical activity induced energy expenditure in humans: measurement, determinants, and effects. *Front Physiol* 4: 90, 2013. doi: 10.3389/fphys.2013.00090.

## 引用文献

116. WHO. Global recommendations on physical activity for health. Geneva, 2010. PubMed PMID: 26180873.
117. WHO. Global health risks: Mortality and burden of disease attributable to selected major risks, 2009.
118. Williams PT. Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc* 33. 754-761, 2001. PubMed PMID: 11323544.
119. 財団法人日本学校保健会. 平成 20 年度児童生徒の健康状態サーベイランス事業報告書, 2010.

付録資料

付録資料

**【質問紙 1】**

第 3 章（研究 1）

問 1 あなたは、<sup>うんどう</sup>運動やスポーツ、<sup>うんどう</sup>運動あそびをするのが好きですか。（○は 1 つ）

- 1 <sup>す</sup>好き    2 どちらかという<sup>す</sup>と好き    3 どちらかという<sup>きら</sup>と嫌い    4 <sup>きら</sup>嫌い

問 2 あなたは、<sup>うんどう</sup>運動やスポーツ、<sup>うんどう</sup>運動あそびをもっとしたいですか。（○は 1 つ）

- 1 いっぱいしているけど、もっとしたい    2 いっぱいしている<sup>ので</sup>、いまのままでよい  
3 いっぱいしている<sup>ので</sup>、いまよりもへらしたい    4 あまりしていない<sup>ので</sup>、もっとしたい  
5 あまりしていない<sup>けど</sup>、いまのままでよい    6 あまりしていない<sup>けど</sup>、いまよりもへらしたい

問 3 あなたは、いま、<sup>がっこう</sup>学校の<sup>うんどうぶ</sup>運動部や<sup>みんかん</sup>民間のスポーツクラブ、<sup>ちいき</sup>地域のスポーツクラブなどに入<sup>はい</sup>っていますか。またこれまでに入<sup>はい</sup>っていたことがありますか。（○は 1 つ）

- 1 <sup>はい</sup>入っている  
2 <sup>まえ</sup>前は入<sup>はい</sup>っていたが、いまは入<sup>はい</sup>っていない  
3 これまでに入<sup>はい</sup>ったことはない

→2、3 と答<sup>こた</sup>えた方<sup>かた</sup>は、問 6 に進<sup>すす</sup>んでください。

付録資料

問4 どのような運動部やスポーツクラブに入っていますか。(○はいくつでも)

- 1 学校の運動部活動
- 2 民間のスポーツクラブ(スイミングクラブや体操クラブなど)
- 3 地域のスポーツクラブ(スポーツ少年団や地域のスポーツ教室、道場)
- 4 その他(具体的に: )

問5 あなたは、入っている運動部活動やスポーツクラブの活動は楽しいですか。(○は1つ)

- 1 楽しい
- 2 どちらかという楽しい
- 3 どちらかという楽しくない
- 4 楽しくない

問6 あなたは、自分の体力についてどのように感じていますか。(○は1つ)

- 1 とてもあると思う
- 2 すこしはあると思う
- 3 ふつうだと思う
- 4 あまりないと思う
- 5 まったくないと思う

問7 あなたは、自分が運動不足だと感じますか。(○は1つ)

- 1 とても感じる
- 2 すこしを感じる
- 3 あまり感じない
- 4 まったく感じない

問8 あなたは、自分の健康についてどのように感じていますか。(○は1つ)

- 1 とても健康であると思う
- 2 健康だと思う
- 3 あまり健康ではない
- 4 健康ではない

問9 あなたは、自分の体型についてどう思いますか。(○は1つ)

- 1 ふとっている
- 2 すこしふとっている
- 3 ふつう
- 4 すこしやせている
- 5 やせている

付録資料

問 10 あなたはふだん、どのくらい寝ていますか。(○は1つ)

- 1 ~5時間    2 5時間~6時間    3 6時間~7時間    4 7時間~8時間  
5 8時間~9時間    6 9時間~

問 11 あなたは最近、ふとんに入っても寝つきが悪い、ねむれないことがありましたか。(○は1つ)

- 1 頻繁にある    2 ときどきある    3 めったにない    4 まったくない

問 12 あなたはふだん、学校にくるとき、どのくらい歩いてきていますか。(家→学校)

1日 \_\_\_\_\_ 時間 \_\_\_\_\_ 分

問 13 自転車で通学している方にのみお聞きします。あなたはふだん、学校にくるとき、どのくらい自転車に乗っていますか?

1日 \_\_\_\_\_ 時間 \_\_\_\_\_ 分

付録資料

問 14 平日に（月曜日～金曜日）、ふだん、あなたは以下のようなことを何日くらいしますか？あてはまる活動をすべてお答え下さい。また、その活動は1日に何分間くらいでしたか。

- 1 読書や音楽鑑賞をする 週\_\_\_\_\_日（0～5日） 1日\_\_\_\_\_時間\_\_\_\_\_分
- 2 テレビ/ビデオ/DVDをみる 週\_\_\_\_\_日（0～5日） 1日\_\_\_\_\_時間\_\_\_\_\_分
- 3 テレビゲーム/コンピュータゲームで遊ぶ 週\_\_\_\_\_日（0～5日） 1日\_\_\_\_\_時間\_\_\_\_\_分
- 4 授業以外でインターネット、メールをつかう 週\_\_\_\_\_日（0～5日） 1日\_\_\_\_\_時間\_\_\_\_\_分
- 5 宿題や勉強をする 週\_\_\_\_\_日（0～5日） 1日\_\_\_\_\_時間\_\_\_\_\_分
- 6 車に乗る（買い物や習い事の送り迎えなど） 週\_\_\_\_\_日（0～5日） 1日\_\_\_\_\_時間\_\_\_\_\_分

問 15 休日に（土曜日・日曜日）、ふだん、あなたは以下のようなことを何日くらいしますか？あてはまる活動をすべてお答え下さい。また、その活動は1日に何分間くらいでしたか。

- 1 読書や音楽鑑賞をする 週\_\_\_\_\_日（0～2日） 1日\_\_\_\_\_時間\_\_\_\_\_分
- 2 テレビ/ビデオ/DVDをみる 週\_\_\_\_\_日（0～2日） 1日\_\_\_\_\_時間\_\_\_\_\_分
- 3 テレビゲーム/コンピュータゲームで遊ぶ 週\_\_\_\_\_日（0～2日） 1日\_\_\_\_\_時間\_\_\_\_\_分
- 4 授業以外でインターネット、メールをつかう 週\_\_\_\_\_日（0～2日） 1日\_\_\_\_\_時間\_\_\_\_\_分
- 5 宿題や勉強をする 週\_\_\_\_\_日（0～2日） 1日\_\_\_\_\_時間\_\_\_\_\_分
- 6 車に乗る（買い物や習い事の送り迎えなど） 週\_\_\_\_\_日（0～2日） 1日\_\_\_\_\_時間\_\_\_\_\_分

問 16 平日（月曜日～金曜日）の5日間のうち、あなたは、何日朝ごはんを食べますか。（○は1つ）

- 1 食べない    2 1日食べる    3 2日食べる    4 3日食べる    5 4日食べる    6 5日食べる

→ 1とこたえた方は問18へ

付録資料

問 17 あなたはふだん、朝ごはんを何を食べますか。(〇はいくつでも)

- 1 ごはん・パン・麺    2 野菜・海藻    3 肉・魚・たまご・大豆製品  
 4 牛乳・乳製品 (チーズ・ヨーグルトなど)    5 果物    6 その他 (具体的に )

問 18 次からあげる事柄について、ふだんどう感じていますか？4択でおこたえください。

「1：よくあてはまる」、「2：あてはまる」、「3：あまりあてはまらない」、「4：あてはまらない」

しつもん 質問	かいとう 回答 (1~4)
1、将来やってみたいことがある	
2、やればできると思っている	
3、何をやってもうまくいかない気がする	
4、みんな (先生や友達やほかの子) と仲良くできないと感 じることがある	
5、急に怒ったり、泣いたり、うれしくなったりすることがある	
6、ちょっとしたことでかっとなることがある	

ご協力ありがとうございました。

**【質問紙 2】**

第 4 章（研究 2） & 第 5 章（研究 3）

問 1 あなたは、今、学校の運動部や民間のスポーツクラブ、地域のスポーツクラブなどに入っていますか。

またこれまでに入っていたことがありますか。（○は 1 つ）

- 1 入っている
- 2 前は入っていたが、今は入っていない
- 3 これまでに入ったことはない

→2、3 と答えた方は、問 3 に進んでください。

問 2 どのような運動部やスポーツクラブに入っていますか。（○はいくつでも）

- 1 中学の運動部活動
- 2 民間のスポーツクラブ（スイミングクラブや体操クラブなど）
- 3 地域のスポーツクラブ（スポーツ少年団や地域のスポーツ教室、道場）
- 4 その他（具体的に： \_\_\_\_\_ )

問 3 あなたは、通常、通学の手段として、行き帰り合計してどのくらい歩いていますか。

1 日 \_\_\_\_\_ 時間 \_\_\_\_\_ 分

問 4 ここ 1 ヶ月間、あなたの平均睡眠時間はどのくらいでしたか。（○は 1 つ）

- 1 5 時間未満    2 5 時間以上 6 時間未満    3 6 時間以上 7 時間未満    4 7 時間以上 8 時間未満
- 5 8 時間以上 9 時間未満    6 9 時間以上

付録資料

問5 あなたはこの1ヶ月間に、寝床に入っても寝つきが悪い、途中で目が覚める、朝早く目が覚める、熟睡ができないなど、眠れないことがありましたか。(○は1つ)

- 1 頻繁にある    2 ときどきある    3 めったにない    4 まったくない

問6 平日には、通常、あなたは以下のようなことを何日くらいしますか？あてはまる活動をすべてお答え下さい。また、その活動は1日に何分間くらいでしたか。

平日での活動についてお答え下さい。	1週間 (0~5)	1日あたり
1. テレビ/ビデオ/DVDを見る	週_____日	1日_____時間_____分
2. テレビゲーム/コンピュータゲーム/携帯ゲームで遊ぶ	週_____日	1日_____時間_____分
3. 授業以外にインターネット、メールやSNS※を使う	週_____日	1日_____時間_____分

※ SNS とは、Line (ライン) などのことを指します。

問7 休日には、通常、あなたは以下のようなことを何日くらいしますか？あてはまる活動をすべてお答え下さい。また、その活動は1日に何分間くらいでしたか。

休日での活動についてお答え下さい。	1週間 (0~2)	1日あたり
1. テレビ/ビデオ/DVDを見る	週_____日	1日_____時間_____分
2. テレビゲーム/コンピュータゲーム/携帯ゲームで遊ぶ	週_____日	1日_____時間_____分
3. インターネット、メールやSNS※を使う	週_____日	1日_____時間_____分



博士課程在籍中における研究業績および社会活動等

博士課程在籍中における研究業績および社会活動等

(平成 26 年 4 月 1 日～平成 29 年 3 月 10 日)

## I 研究業績

### 【原著論文（査読有）】

1. **Kidokoro T**, Tanaka H, Naoi K, Ueno K, Yanaoka T, Kashiwabara K, Miyashita M. Sex-specific associations of moderate and vigorous physical activity with physical fitness in adolescents, *European Journal of Sport Science*. 2016; 16 (8), 1159-1166. <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2016.1183050>
2. **城所哲宏**、田中英登、直井清貴、上野佳代、柳岡拓磨、柏原杏子、宮下政司. 日本人中学生における身体活動ガイドライン達成状況に関連する要因の検討. 体力科学. 2016; 65: 383-392.
3. 山上隼平, 宮下政司, 長谷川雅, **城所哲宏**, 柳岡拓磨, 柏原杏子, 和氣坂卓也, 松井祐司, 吉村賢治, 竹下尚男, 安永浩一. 2週間の高濃度茶カテキン含有飲料継続摂取が間欠性の運動テストから評価した全身持久力に及ぼす影響：無作為化二重盲検プラセボ対照試験. 日本スポーツ栄養研究誌. 印刷中.
4. 枝元香菜子、丁鉉勲、**城所哲宏**、柳岡拓磨、柏原杏子、高橋将記、宮下政司. 日常生活下における身体活動の増加が閉経後女性の食後中性脂肪濃度に及ぼす影響. 体力科学. 2015; 64: 485-492.
5. Miyashita M, Edamoto K, **Kidokoro T**, Yanaoka T, Kashiwabara K, Takahashi M, Burns SF. Interrupting sitting time with regular walks attenuates postprandial triglycerides. *International Journal of Sports Medicine*. 2016; 37: 97-103.
6. 柏原杏子、**城所哲宏**、柳岡拓磨、宮下政司. 一過性のガム咀嚼・高強度運動が食欲関連ホルモン及びエネルギー摂取量に及ぼす影響. 日本咀嚼学会雑誌. 2015; 25: 8-14.

### 【その他論文】

1. **城所哲宏**、宮下政司. 座り過ぎによる心血管・代謝疾患のメカニズム. 体育の科学 2015;65:534-539.
2. **城所哲宏**、宮下政司. 子どもの身体活動と脂質代謝. 子どもと発育発達 2014;12:104-109.

## 【学会発表（筆頭発表者）】

- 1 **城所哲宏**、田中英登、叶内茜、高橋美登梨. 血液指標値の改善を必要とする子どもに対する生活習慣改善プログラムによる効果検証. 東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科 第 13 回研究討論会. 東京、2016 年 12 月 10 日. 口頭発表.
- 2 **Kidokoro T**, Edamoto K, Hasegawa M, Yanaoka T, Kashiwabara K, Yamagami J, Tanaka T, Miyashita M. The associations of physical activity and physical fitness on clustered cardiometabolic risk in Japanese children and adolescents. *The 6th International Congress on Physical Activity and Public Health (ISPAH2016) in Bangkok, Thailand, November 17, 2016*. Oral communications.
- 3 **城所哲宏**、枝元香菜子、叶内茜、柳岡拓磨、柏原杏子、山上隼平、田中英登、宮下政司. 小・中学生における体力および肥満度と血清脂質項目との関連性. 第 71 回日本体力医学会大会. 岩手、2016 年 9 月 24 日. 口頭発表.
- 4 **Kidokoro T**, Toyoshima Y, Hasegawa M, Yanaoka T, Kashiwabara K, Yamagami J, Tanaka H, Miyashita M. Factors associated with successful physical activity intervention and its efficiency on overall physical fitness in adolescents, *21th European College of Sport Science Annual Congress in Vienna, Austria, 7 July 2016*. Oral communications.
- 5 **Kidokoro T**, Yanaoka T, Kashiwabara K, Tanaka H, Miyashita M. Association between various intensities of physical activity and physical fitness in adolescents, *Research to Practice 2016 by Exercise & Sports Science Australia*, 14 April 2016, Invited poster communications.
- 6 **Kidokoro T**, Objective evaluation of physical activity for health promotion in children and adolescents. *The 8<sup>th</sup> HOPE Meeting with Nobel Laureates in Tsukuba, Japan, 10 March 2016*. Poster communications.
- 7 **城所哲宏**、田中英登、柳岡拓磨、柏原杏子、宮下政司. 中学生における学校内・外での身体活動量と関連する要因の検討. 日本発育発達学会第 14 回大会. 兵庫、2016 年 3 月 5 日. ポスター発表.
- 8 **城所哲宏**、長谷川雅、柳岡拓磨、柏原杏子、山上隼平、田中英登、宮下政司. 中学生における強度別の身体活動量と新体力テスト項目との関連性. 第 70 回日本体力医学会大会. 和歌山、2015 年 9 月 20 日. 口頭発表.
- 9 **Kidokoro T**, Yanaoka T, Kashiwabara K, Yamagami J, Tanaka H, Miyashita M. The associations between physical activity of various intensities and health-related physical fitness in Japanese adolescents. *Pediatric Work Physiology meeting XXIX in Utrecht, the*

Netherlands, 10 September 2015. Mini-oral communications.

- 10 **Kidokoro T**, Yanaoka T, Kashiwabara K, Yamagami J, Tanaka H, Miyashita M. Associations between various intensities of physical activity and physical fitness in adolescents. *20th European College of Sport Science Annual Congress in Malmö, Sweden*, 24 June 2015. Mini-oral communications.
- 11 **城所哲宏**、長谷川雅、柳岡拓磨、柏原杏子、Min DK、山上隼平、田中英登、宮下政司. 子どもにおける身体活動量および健康関連体力指標と血液指標値との関連性. 第18回日本運動疫学学会、名古屋、2015年6月21日. ポスター発表.
- 12 **城所哲宏**、田中英登、柳岡拓磨、柏原杏子、山上隼平、宮下政司. 中学生における強度毎の身体活動と体型との関連性. 日本発育発達学会第13回大会. 東京、2015年3月15日. 口頭発表.
- 13 **城所哲宏**、田中英登、枝元香菜子、柏原杏子、宮下政司. 中学生における身体活動および座位活動とメンタルヘルスとの関連—加速度計を用いた定量評価—. 第16回日本健康支援学会年次学術集会. 福岡、2015年3月8日. 口頭発表.

## 【学会発表（共同研究者）】

1. 豊嶋祐也、**城所哲宏**、柳岡拓磨、柏原杏子、山上隼平、宮下政司. 中学生におけるプラステン運動の実施がメンタルヘルスに及ぼす影響とその達成に関連する要因. 第18回日本健康支援学会年次学術集会. 東京、2017年3月10日. 口頭発表.
2. 倉田クラン、**城所哲宏**、枝元香菜子、宮下政司. 小・中学生男女における学年および運動部所属状況と身体活動量との関連. 第18回日本健康支援学会年次学術集会. 東京、2017年3月10日. 口頭発表.
3. Yanaoka T, Yamagami J, Hasegawa M, **Kidokoro T**, Kashiwabara K, Min DK, Miyashita M. Half-time re-warm up with repeated bouts of exercise improves subsequent intermittent exercise performance in football referees. *21th European College of Sport Science Annual Congress in Vienna, Austria*, 8 July 2016. Mini-oral communications.
4. 柳岡拓磨、山上隼平、長谷川雅、**城所哲宏**、柏原杏子、関棹謙、宮下政司. ハーフタイムにおける間欠的な re warm-up はサッカー審判員のその後の間欠性持久力を向上させる. 日本フットボール学会 13th Congress. 東京、2016年3月13日. ポスター発表.

5. 柏原杏子、関棹謙、柳岡拓磨、山上隼平、城所哲宏、枝元香菜子、宮下政司. 細切れ運動による座位の中断が閉経後高中性脂肪血症女性の食後中性脂肪に及ぼす影響. 第 17 回日本健康支援学会年次学術集会. 名古屋、2015 年 2 月 28 日. 口頭発表.
6. Kashiwabara K, Kidokoro T, Edamoto K, Hasegawa M, Yanaoka T, Yamagami J, Miyashita M. Acute effect of gum chewing and high intensity exercise on appetite-regulating hormones and energy intake. *2015 Winter International Conference and Workshop for Korean Society of Exercise Physiology*, Namseoul University, Korea, 5 December 2015. Poster commutations.
7. 山上隼平、長谷川雅、城所哲宏、柳岡拓磨、柏原杏子、和氣坂卓也、松井祐司、竹下尚男、安永浩一、宮下政司. 高濃度茶カテキンの継続摂取が身体持久力に与える影響. 第 70 回日本体力医学会大会. 和歌山、2015 年 9 月 20 日. 口頭発表.
8. 柏原杏子、城所哲宏、長谷川雅、枝元香菜子、柳岡拓磨、山上隼平、高橋将記、丁鉉勲、宮下政司. 一過性の高強度運動およびガム咀嚼が栄養素エネルギー比率に及ぼす影響. 第 70 回日本体力医学会大会. 和歌山、2015 年 9 月 20 日. 口頭発表.
9. Kashiwabara K, Odagiri Y, Sakata N, Kidokoro T, Edamoto K, Hasegawa M, Hisabori S, Yanaoka T, Yamagami J, Miyashita M. Acute effects of gum chewing and high intensity exercise on appetite-regulating hormones and energy intake. *20th European College of Sport Science Annual Congress in Malmö*, Sweden, 24 June 2015. Mini-oral communications.
10. 柏原杏子、城所哲宏、枝元香菜子、宮下政司. 一過性のガム咀嚼・高強度運動が食欲関連ホルモン及び食事摂取量に及ぼす影響. 第 16 回日本健康支援学会年次学術集会. 福岡、2015 年 3 月 7 日. 口頭発表.
11. 山上隼平、宮下政司、城所哲宏、枝元香菜子、長谷川雅、柳岡拓磨、柏原杏子、和氣坂卓也、松井祐司、吉村賢治、竹下尚男、安永浩一. 高濃度茶カテキンの継続摂取が身体持久力に及ぼす影響. 第 27 回日本トレーニング科学学会、東京、2014 年 11 月 22 日. ポスター発表.

## 【受賞歴】

- 1 日本体力医学会 第1回国際学術交流奨励賞 2016年9月24日.
- 2 平成27年度 東京学芸大学連合大学院教育学研究科 学生表彰 2016年5月.
- 3 第20回ヨーロッパスポーツ科学会 (ECSS) 若手研究者賞 (Young Investigator Award) 第1位、ミニオーラルプレゼンテーション.スウェーデン (マルメ)、2015年6月24-27日. Associations between various intensities of physical activity and physical fitness in adolescents.
- 4 第8回HOPEミーティング (8th HOPE Meeting with Nobel Laureates) ユニークプレゼンテーション賞.筑波、2016年3月7-11日.

## II 社会活動

1. 長野県佐久市立東小学校 体育授業 講師 2017年1月24日
2. 長野県佐久市立岸野小学校 学校保健委員会 講師：「岸野小学校児童の身体活動調査結果～からだを動かして体力をつけよう！～」2016年10月13日
3. 長野県佐久市立東小学校 学校保健委員会 講師：「東小学校児童の健康と体力～加速度計の結果から～」 2016年9月1日
4. 長野県佐久市立平根小学校 学校保健委員会 講師：「子どもたちってうごいてる？」 2016年8月18日
5. 東京学芸大学附属国際中等教育学校 研究会 講師：「中学生における体力向上に必要な身体活動量の提案～東京学芸大学附属学校のデータより～」 2016年4月21日

### Ⅲ 学会活動

1. 日本体力医学会：2015年-現在
2. 日本健康支援学会：2015年-現在
3. 日本発育発達学会：2015年-現在
4. 日本咀嚼学会：2015年-2016年
5. 日本運動疫学学会：2015年-現在
6. Pediatric Exercise Science: 2015年-現在
7. European College of Sport Science: 2015年-現在
8. The International Society for Physical Activity and Health (ISPAH): 2016年-現在

※2017年3月30日現在

### Ⅳ その他活動

#### 【コラム執筆】

1. ECSS - ESSA exchange report, 17 May 2016. URL: [http://sport-science.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=585:yia-exchange-essa&catid=56&Itemid=118](http://sport-science.org/index.php?option=com_content&view=article&id=585:yia-exchange-essa&catid=56&Itemid=118)
2. 順天堂大学女性スポーツセンターコラム「女子の身体活動 Vol.1 Start Active! Stay Active! ～からだを動かす習慣をつけよう！～」2016年8月24日掲載  
<http://www.juntendo.ac.jp/athletes/portal/research/research5.html>
3. 順天堂大学女性スポーツセンターコラム「女子の身体活動 Vol.2 身体活動の男女差を分析！～女子の身体活動を増やすために～」2016年12月9日掲載  
<http://www.juntendo.ac.jp/athletes/portal/research/research6.html>

謝辭

謝辭

## 謝辞

2017年3月をもって、博士号（教育学）を取得するに至りました。2007年3月に高校を卒業して10年、長かった学生生活がようやく終わりを告げようとしています。今日に至るまで、順天堂大学（学士課程）、英国ラフバラ大学（修士課程）、そして東京学芸大学（博士課程）と国内・外を転々として参りました。その折につれ、素晴らしい出会いがあり、本当に多くのことを勉強させていただきました。振り返ってみると、それらの経験1つ1つが私の中で財産になり、現在の原動力になっています。これまで、ご指導・ご支援いただいた全ての皆さまにこの場をお借りして、御礼申し上げます。

特に、主指導教員である横浜国立大学の田中英登先生には大変お世話になりました。私の研究活動の拠点が東京学芸大学であったことから、遠距離でのご指導となり、ご不便をお掛けしたにも関わらず、田中先生からは辛抱強く、かつ温かくご指導いただきました。入学時からの目標であった「3年間で博士号を取得する」ことが無事に達成できたのは、ひとえに先生のご指導・ご理解があつてのことです。本審査終了後における会食の席で、田中先生より「博士号を取ってからが重要」とのお言葉をいただきました。先生のお言葉を肝に銘じて、今後、より一層努力をして参りたいと思えます。

また、研究指導教員である早稲田大学の宮下政司先生には本当にお世話になりました。博士論文における全ての研究は、宮下先生のご指導・ご支援なしには成し得ないものです。心から感謝致します。博士課程に入学した当時の私は、研究に関する基本的なことも知りませんでした。そうした中で、この3年間、宮下先生には研究に関する「いろは」を一から教えていただきました。また、ノウハウだけでなく、研究に対する姿勢や考え方等、多くのことを学ばせていただきました。世界の最前線で活躍さ

## 謝辞

れている宮下先生の下で研究することができたことは、今後、研究活動を続けていく上で、貴重な財産になると思います。ご迷惑をお掛けしたことは多かったと思いますが、未熟な私の意見や考えを全面的に尊重し、研究活動に関して一任していただいたことは本当に有難いことでした。

さらに、博士論文審査の副査としてご指導頂いた、東京学芸大学の鈴木直樹先生、横浜国立大学の有元典文先生、物部博文先生、千葉大学の小宮山伴与志先生に厚く御礼申し上げます。副査の先生方には、それぞれの専門分野から大変貴重なご意見・アドバイスを頂きました。当初は博士論文としてまとまりに欠く論文でありましたが、先生方のご指導があり、納得のいく博士論文に仕上げることができました。審査の中で先生方にご指摘いただいた「研究成果をいかに国民に伝えるか」について、非常に重要な点だと考えています。エビデンス（科学的根拠）は強力なメッセージ性がある反面、解釈を誤れば社会に対し悪影響を及ぼす危険性ははらんでいます。今後は、博士号を取得している研究者としての責任を常に持ちながら、言葉選び等を含め、研究成果を正しく発信できるよう心掛けていきたいと思っています。

当然のことではありますが、本論文における一連の研究は、調査に参加して下さる児童・生徒の協力があって初めて成り立つ研究であります。2014年に身体活動の調査を開始して以来、現在（2017年3月）に至るまで、約1,500名の児童・生徒の皆さんに研究調査へご参加いただき、ビックデータを蓄積することができております。また、多くの子どもがきちんと活動量計を装着してくれたおかげで、データ有効率も9割以上と極めて高く、非常に信頼性の高いデータを集めることができております。これもひとえに、調査に参加していただいた対象者の皆さま、その保護者の皆さまのご理解・ご協力があってこそだと思っています。さらに、一連の調査実施にあたり、研

## 謝辞

研究協力校の先生方に多大なご支援・ご協力をいただきました。特に、東京都 A 中学校の上野先生、直井先生、東京都 B 中学校の板村先生、田島先生、橋本先生、大川先生、澁澤先生、長谷川先生、長野県 C 小学校の依田先生、小林先生、市川先生、長野県 D 小学校の新海先生、金田先生、長野県 E 小学校の大西先生、中西先生、長野県 F 小学校の木内先生、長野県 G 中学校の小林先生、山極先生には大変お世話になりました。心より御礼申し上げます。皆さまのご厚意を無駄にしないためにも、蓄積されたデータを論文化し、研究成果を広く公表することは、研究者である私の努めだと強く感じております。

また、長野県 A 市役所の皆さまに深く御礼申し上げます。特に、井上様には、東京学芸大学と A 市との共同事業の立ち上げにあたり、多大なるご尽力をいただきました。自治体と大学における連携事業においては、様々な部署や機関が複雑に関わっているため、新規事業を始めることは容易ではありません。そうした中で、井上様らのご尽力があり、実施に至りました本プロジェクトは、現在、わが国の子どもを対象とした大変貴重な共同事業へと発展しております。また、研究実施にあたっては、伊藤様には大変お世話になりました。多忙なスケジュールの合間を縫って、毎回、研究協力校へのご送迎や、打ち合わせの日程調整等、伊藤様のご協力なしでは、到底、本事業を実施することはできませんでした。面倒な願いをしたことも多かったと思いますが、我々の考えに共感していただき、常に積極的に本プロジェクトに携わっていただいた伊藤様には、本当に感謝しております。さらに、藤巻様、油井様、海沼様、井出様には、何度となく研究協力校までご送迎いただきました。心より御礼申し上げます。

加えて、常に研究サポートをしていただいた早稲田大学の宮下研究室の皆さまに御礼申し上げます。特に、研究員および大学院生として、この3年間共に研究活動を行

## 謝辞

なってきた、Jung HyunHun さん、長谷川雅君、枝元香菜子さん、久堀駿介君、柳岡拓磨君、山上隼平君、柏原杏子さん、Min DK 君、倉田克蘭さんに感謝致します。ともすると、孤独になりがちな博士課程での研究生活において、良いメンバーに恵まれて、楽しい日々を過ごすことができました。自分のことに追われて、あまり気を配ることができず、良い先輩でなかったと思います。そんな私ではありましたが、この 3 年間、宮下研の皆と一緒に活動をすることができて、とても良い経験になりました。宮下研究室の皆さまの更なるご活躍をお祈りしております。

また、本博士論文を、昨年（2016 年）11 月に亡くなった私の祖父に捧げます。誰に対しても愛情深く接していた祖父は、誰からも愛される本当に素敵な人でした。生前、エンジニアであり、科学にも精通していた祖父は、私が幼い頃からいろいろなことを教えてくれました。当時、スポーツばかりで勉強に興味がなかった私が、まさか研究者の道を志すことになるとは夢にも思いませんでしたが、考えてみると祖父や父の影響が強いのかもかもしれません。晩年の祖父は、私が書いた論文や記事を毎回熱心に読んでくれていました。祖父が入院していた病院でも「これは孫が書いた文章だ」と、周りに自慢げに話してくれていました。祖父が待ち望んでくれていた、完成した博士論文を見せることができなかつたのは心残りではありますが、きっと天国で見えてくれることだと思います。

博士課程における 3 年間で最も印象に残っている出来事は、2015 年ヨーロッパスポーツ科学会（ECSS：スウェーデン、マルメ）での若手研究者賞（ミニオーラル部門第 1 位）の受賞です（当時、博士 2 年生）。授賞させていただいた研究は、宮下政司先生と共に、苦勞をしながら研究フィールドを開拓し、手探りで始めた研究であり、私にとって大変思い入れの強い研究でありました。授賞式の際に私の名前が呼ばれた時

## 謝辞

の光景は、今でも忘れることができません。本受賞は、研究者として大きな自信になりました。

ある先輩の言葉を借りると「研究者における博士号の取得は、運転免許証を取得したようなもの」だそうです。まさに、博士号取得した後のこれからは重要になってくると思います。今後、より一層、活動の幅を広げていけるよう常にアンテナを張りながら、積極的に様々な物事にチャレンジしていきたいと思っております。そして、恩師・宮下政司先生のもットーである「**Research with a high impact, Research for better health** - インパクトのある研究からより良い健康づくりへ」を常に心掛け、良質な研究成果を世の中に発信し、社会全体の健康増進に資する取り組みをしていきたいと考えております。

最後になりますが、今日に至るまで、どんな時でも応援をしてくれている両親に感謝します。苦勞をかけたことは多かったと思いますが、どんな時でも私の意見を尊重し、常に応援してくれた両親がいたからこそ、今日まで自分のやりたいことに没頭することができました。これまで育ててくれた恩をしっかりと感じながら、今後は少しでも恩返しができるよう日々過ごしていきたいと思っております。

2017年3月吉日

城所 哲宏