

愛知工業大学大学院経営情報科学研究科

博士論文

肥満の健康リスク分析に基づく

マネジメントモデルの提唱

Proposal for Management Model

Based on Health Risk Analysis with Obesity

B17805 内藤 譲

2020年3月

指導教員：藤井 勝紀 教授

目次

第1章 序論

第1節 研究目的.....	1
第2節 研究の意義.....	4

第2章 文献研究の概要

第1節 肥満の現状に関する文献研究.....	7
第2節 肥満の判定に関する文献研究.....	10
第3節 体脂肪率の加齢変化に関する文献研究.....	12
第4節 肥満と疾病に関する文献研究.....	14
第5節 肥満と体力・運動能力に関する文献研究.....	16

第3章 研究方法

第1節 研究の手順.....	20
第1項 成人肥満の現状に関する検証－若年成人における4体型区分からみた肥満の現状－	
第2項 肥満判定法の構築に関する検討①－幼児期の体脂肪率に基づく肥満判定法の構築－	
第3項 肥満判定法の構築に関する検討②－学齢期の体脂肪率加齢変化の検証と体脂肪率に基づく肥満判定法の構築－	
第4項 肥満の健康リスクに関する検証①－高校生肥満者における身体的、体力・運動能力的特徴－	
第5項 肥満の健康リスクに関する検証②－大学生重度肥満者における生理的・体的特徴－	
第6項 肥満の健康リスクに関する検証③－若年成人隠れ肥満者における身体的、体的特徴－	

第7項 肥満のヘルスマネジメントモデルの構築

第2節 対象および調査・測定方法.....25

第1項 成人肥満の現状に関する検証 ー若年成人における4体型区分からみた肥満の現状ー

第2項 肥満判定法の構築に関する検討① ー幼児期の体脂肪率に基づく肥満判定法の構築ー

第3項 肥満判定法の構築に関する検討② ー学齢期の体脂肪率加齢変化の検証と体脂肪率に基づく肥満判定法の構築ー

第4項 肥満の健康リスクに関する検証① ー高校生肥満者における身体的、体力・運動能力的特徴ー

第5項 肥満の健康リスクに関する検証② ー大学生重度肥満者における生理的・身体的特徴ー

第6項 肥満の健康リスクに関する検証③ ー若年成人隠れ肥満者における身体的、体的特徴ー

第3節 解析手法.....27

第1項 成人肥満の現状に関する検証 ー若年成人における4体型区分からみた肥満の現状ー

第2項 肥満判定法の構築に関する検討① ー幼児期の体脂肪率に基づく肥満判定法の構築ー

第3項 肥満判定法の構築に関する検討② ー学齢期の体脂肪率加齢変化の検証と体脂肪率に基づく肥満判定法の構築ー

第4項 肥満の健康リスクに関する検証① ー高校生肥満者における身体的、体力・運動能力的特徴ー

第5項 肥満の健康リスクに関する検証② ー大学生重度肥満者における生理的・体力的特徴ー

第6項 肥満の健康リスクに関する検証③ ー若年成人隠れ肥満者における身体的、体力的特徴ー

第4節 研究による限界.....38

第1項 対象による限界

第2項 方法による限界

第4章 検討課題I 成人肥満の現状に関する検証

ー若年成人における4体型区分からみた肥満の現状ー

第1節 本章の目的.....40

第2節 方法.....42

第1項 対象

第2項 体格と身体組成計測

第3項 解析手順

第3節 結果.....44

第4節 考察.....45

第5節 まとめ.....47

第6節 図表.....48

第5章 検討課題II 肥満判定法の構築に関する検討①

ー幼児期の体脂肪率に基づく肥満判定法の構築ー

第1節 本章の目的.....52

第2節 方法.....54

第1項 対象

第2項 体格と身体組成計測

第3項	解析手順	
第3節	結 果.....	56
第1項	身長, 体重, 体脂肪率の統計値	
第2項	体脂肪率の平均値評価チャートの構築	
第3項	身長に対する体重の回帰評価チャートの構築	
第4項	体脂肪率の平均値評価チャートと身長に対する体重の回帰評価チャートから 判定された肥瘦度の比較	
第4節	考 察.....	58
第5節	ま と め.....	60
第6節	図 表.....	61
第6章	検討課題III 肥満判定法の構築に関する検討②	
	—学齢期の体脂肪率加齢変化の検証と体脂肪率に基づく肥満判定法 の構築—	
第1節	本章の目的.....	67
第2節	方 法.....	69
第1項	対 象	
第2項	体格と身体組成計測	
第3項	解析手順	
第3節	結 果.....	71
第1項	学齢期における体脂肪率の加齢変化傾向	
第2項	5段階の肥瘦度評価チャートの構築	
第3項	5段階の肥瘦度分布および分布の正規性の検定	
第4節	考 察.....	73
第5節	ま と め.....	76

第6節 図表.....	77
-------------	----

第7章 検討課題Ⅳ 肥満の健康リスクに関する検証①

－高校生肥満者における身体的，体力・運動能力的特徴－

第1節 本章の目的.....	86
第2節 方法.....	89
第1項 対象	
第2項 体力・運動能力測定	
第3項 解析手順	
第3節 結果.....	91
第1項 各学年における身体要素の統計値および分散分析結果	
第2項 各学年における体力・運動能力の統計値	
第3項 レーダーチャートによる身体要素の評価	
第4項 レーダーチャートによる体力・運動能力の評価	
第4節 考察.....	94
第5節 まとめ.....	97
第6節 図表.....	98

第8章 検討課題Ⅴ 肥満の健康リスクに関する検証②

－大学生重度肥満者における生理的，体力的特徴－

第1節 本章の目的.....	103
第2節 方法.....	105
第1項 対象	
第2項 体格および生理項目，体力項目の測定	
第3項 解析手順	
第3節 結果.....	107

第1項	体格項目, 生理項目, 体力項目の年次別統計値	
第2項	経年的評価チャートに基づく肥満学生の生理項目の特徴	
第3項	経年的評価チャートに基づく肥満学生の体力項目	
第4節	考 察.....	109
第5節	まとめ.....	114
第6節	図 表.....	115
第9章 検討課題VI 肥満の健康リスクに関する検証③		
—若年成人隠れ肥満者における身体的, 体力的特徴—		
第1節	本章の目的.....	121
第2節	方 法.....	124
第1項	対 象	
第2項	身体的, 生理的, 体力的要素の測定	
第3項	解析手順	
第3節	結 果.....	126
第1項	隠れ肥満の身体的要素の男女別傾向	
第2項	隠れ肥満の生理的要素の男女別傾向	
第3項	隠れ肥満の体力的要素の男女別傾向	
第4節	考 察.....	127
第5節	まとめ.....	130
第6節	図 表.....	131
第10章 検討課題VII 肥満のヘルスマネジメントモデルの構築		
第1節	T & F 理論を活用した肥満のヘルスマネジメントモデルの構築.....	134
第2節	肥満のヘルスマネジメントモデルの構造と推進のための提案.....	136
第3節	図 表.....	138

第 11 章 総 括

第 1 節 要 約.....	140
第 2 節 本研究の結論.....	142
第 3 節 今後の課題.....	144

引用・参考文献

論文投稿・Proceeding

業績一覧

第 1 章

序 論

第1節 研究目的

企業経営では、人的資源が企業の生産性を向上させるために重要な一翼を担っている。人的資源とは、従業員個々の労働遂行能力やそこからもたらされる経済的価値のことを指すが、それは、従業員が健康で従事できているからこそ成り立つ要素と言える。いくら有能な従業員であっても、その者が健康問題により労働に支障がきたされることになった場合には人的資源の一部は失われたと同然で、企業の生産性の低下にも繋がりがねない。しかし、このような従業員の健康問題から派生した生産性の低下に関しては、それぞれの健康管理上の問題、つまり自己責任として捉えられることも少なくない。このように、企業経営には、人的資源管理の重要性が謳われているものの、その主たるところは個々の資質や能力に関わるもので、従業員の健康についてはあまり注視されていないようである。

健康とは、人生の目的を達成するために必要不可欠な要素である（藤井，2006）と述べられているように、健康はあらゆる事柄や行動において先立つ重要な要素であると言える。健康を確保するためには、当然のことながら本人の努力が必要となるが、全く予期せずに疾病等を引き起こすことがあるように、健康には、それ以外の遺伝や環境的要因も影響をおよぼす可能性があることも事実である。したがって、企業において従業員が長きにわたり健康を確保し続けるためには、本人の健康に対する意識や行動のみならず、企業サイドからの健康の維持増進のための支援も必要となろう。

現在、労働環境においては、従業員の健康管理のために定期健康診断や、40歳以上を対象に、重篤な疾病を引き起こす可能性のある内臓脂肪蓄積型肥満の解消を目的とした特定健康診査（メタボ健診）が実施されている。メタボ健診では、検査結果に有所見が認められた場合、特定保健指導として医師や保健師により肥満解消に向けた食習慣や運動習慣など、生活習慣改善のための支援が実施される仕組みとなっている。また、経済産業省では、平成26年度から従業員の健康管理を経営的な視点として捉え、戦略的に実践する企業が株式市

場等で評価される仕組みが敷かれている。いわゆる健康経営（Health Management）と呼ばれているものであるが、従業員の健康が仕事の効率化や、結果として企業の生産性の向上に繋がるといった概念のもとその経営の推進が図られてきている。最近では、これらの仕組みも後押しして、従業員の健康の維持増進に向け、さまざまな活動を独自に企画し、実践する企業が増えつつある。しかしながらその一方で、定期健康診断における有所見率は2018年度で55.6%と年々増加傾向にあり、なかでも肥満と関連性が高いとされている血圧や血中脂質、肝機能などの有所見率が他の検査項目に比べて高い（厚生労働省：定期健康診断報告書，2018）ことが示されているように、労働環境における健康の維持増進に向けた取り組みは十分に成果が得られていない現状にある。

ところで、本研究のテーマとなる肥満とは「体内に体脂肪が過剰に蓄積した状態」と定義されており、一般的には、遺伝的要因を除けば、身体活動不足や過食等により引き起こされることが示されている。体脂肪は、成人では過剰な蓄積により疾病のリスクを増大させることが周知されているが、発育発達期では加齢とともに体内に蓄積されることが必然的な事象であるため、この時期における肥満と疾病との関係性を示す報告は少ない。しかしながら、子どもの頃からの急激な体重増加は若年成人の内臓脂肪蓄積型肥満に影響する（Araujo de França GV, et al., 2016）ことや、子どもの頃の肥満は高い確率で成人肥満へトラッキングする（藤井，2016）ことなど、成人肥満には子どもの頃からの肥満が大きく関与することが示されてきているため、成人肥満の解消に向けては、成人だけに焦点をあてた対策ではなく、できるだけ早期からの肥満のマネジメントが必要となる。

肥満をマネジメントするためには、的確に肥満を判定することが重要となる。現在、肥満の判定法は体格からのアプローチと身体組成からのアプローチに大別される。体格ではBMI（Body Mass Index）がその代表的な指標であるが、BMIは身長や体重など簡易的なデータから求められるものの、体格から判断がつきづらい肥満（隠れ肥満）の判定は容易ではない。一方、身体組成では、肥満状態を直接的に表す体脂肪率とその代表的指標とされている

が、それを計測するためには専用機器やそれぞれの年齢に応じた判定基準が必要となるため、活用の汎用性から見ると課題が多い。しかしながら、近年は、隠れ肥満者の存在も報告されつつあるため、今後は、体脂肪率といった身体組成面からアプローチした肥満判定の必要性は高くなるものと推察される。また、個々や企業サイトに肥満の防止・解消を促すためには、それぞれにその必要性が十分に伝わるよう肥満に関するさまざまな情報を提供する必要がある。最も重要な情報としては、肥満者の健康リスク情報である。肥満はどのような側面に健康被害をおよぼすのかについては、肥満防止・解消のための行動に向けて動機づけを与えるという意味において貴重な情報となろう。最後に、労働や教育の環境下で、肥満防止・解消に向けた取り組みを定着させるための具体的方策を提案することが必要となる。しかし、前述のとおり、現場のみの取り組みでは十分に成果が得られていない現実があるため、その打開に向けては、専門家や専門機関との連携のなか、徹底したマネジメント機構を構成した上で、それらを推進していくことが得策であると考えられる。

以上のことをまとめると、成人肥満を解消させるためには、子ども肥満への対応を行うこと、的確な肥満判定をもとにした肥満者の健康リスク情報を得ること、そして、それぞれの環境に応じた肥満の肥満防止・解消のためのヘルスマネジメント機構を確立することが必要になるものと考えられる。

そこで本研究は、幼児から成人に至るまで、肥満を的確に判定できる環境を整備し、肥満者の身体的、体力的側面から健康リスクを分析するとともに、田中と藤井（2013）のロジスティックス戦略理論を応用した T & F 理論を活用することで、成人肥満の防止・解消に向けた、教育、労働現場における研究機関との連携を基盤とした肥満のヘルスマネジメントモデルを提唱することを目的とした。

第2節 研究の意義

我が国では、昭和47年に制定された労働安全衛生法により労働者の健康維持や増進のための基準が定められている。それによると、事業者は労働者の健康に向けて、定期健康診断や特定健診の実施、生活習慣病予防のための措置、運動活動やレクリエーション活動の実施の促進などが義務として明記されている。

しかしながら、疾病等健康問題に関与が深い肥満の現状について、厚生労働省の「平成27年国民健康・栄養調査の概要」からは、20歳以上の「メタボリックシンドロームが強く疑われる人およびその予備群」は、男性の2人に1人、女性の6人に1人と、その割合の多いことが報告されており、メタボ健診の実施が義務付けられた平成 年から10年以上経った現在も改善の兆しが見られないことが示されている。このように多くの成人を対象とした労働環境において、メタボの解消を目的とした特定健診や特定保健指導が実施されているにもかかわらず十分な成果が得られていない現状にある。この理由の一つとしては、栗林ら(2018)が指摘しているように、従業員の健康行動(食事改善や体力の維持・増進など)に向けた意識の薄さにある。いくら企業が肥満解消に向けた取り組みを実施していても、肥満者自身がその重要性を認識して、具体的に解消にむけた行動を起こさなければならないのである。つまり、肥満解消には、当事者それぞれがその観点に立つための動機付けが重要な要素として先立つのである。しかし、既に肥満については、高血圧や高脂血症、糖尿病などの生活習慣病を誘引するものになっていることや、脳卒中や心臓疾患などの重篤な疾病を引き起こす可能性の高いことが医学的見地から指摘されてきているため、こと成人については、その危険性についてはある程度認識しつつあり、肥満当事者に至っても、それ解消に向けた行動の重要性は理解しているものと考えられる。

しかしながら、日々仕事に追われるなかで、長きにわたって確立してきた生活スタイルを変えることはなかなか難しいことが想像つく。そのため、成人肥満の解消に向けて今後は、

現状の対策とあわせたかたちで、新たな視点から見直していかなければならないと考える。

現在、成人の肥満と同様に子どもの肥満も問題視されている。子どもの肥満については、成人肥満のように直接的に重篤な疾病に繋がることは少ないが、問題は、成人肥満への移行や成人の重篤な疾病との関わりなど、将来の健康に影響を与える可能性が高いことである。そのため、成人肥満の解消に向けては、多くの子どもと携わる幼児教育や学校教育の現場に対しても、子ども肥満の解消に視点をあてた取り組みを推進する必要があるものと考えられる。しかしながら、子どもたち自身が日頃から肥満を意識し、その防止や解消に向けた具体的な行動をとることは難しいことが予想されるため、教員や子どもたちの健康に関わる職員が健康診断等を通して子どもたちのそれらの状況を的確に把握し、子どもたちに対しては、肥満防止・解消に向けて教育的な観点からアプローチしていくことが必要となろう。

このように、企業や教育現場においては、肥満防止・解消のために、運動の機会や研修会、講習会など、それらの意識を高めるための機会をそれぞれの現場独自で設けていくことが必要となるが、これらを実施し十分に成果を得ていくためには、個々のみならず企業の経営者や教育に携わる者が、肥満の状況を常に的確に判断できる仕組みを確立し、それぞれの年齢に応じた肥満リスクの特徴を把握しておかなければならない。

このような現状に対して、研究機関が労働現場や教育現場と連携し、それぞれの環境に応じた、そして、その時代に則した肥満に関わる情報や対策をシステム化したかたちで提供することができれば、従業員や子どもたちの肥満防止・解消に向けた取り組みの具体化や効率化が図られるとともに、結果として経営的、教育的生産性の向上にも繋がるものと考えられる。また、それらを通じて、多くの成人や子どもたちには、自身の健康の維持・増進のための意識や具体的な行動を獲得していく際の一助となろう。

第 2 章

文献研究の概要

第1節 肥満の現状に関する文献研究

Imperial College London と世界保健機関（WHO）の研究チームが協力し、世界の186カ国を対象に、BMIをもとに肥満の調査を行った報告（NCD-RisC, 2016）からは、男性の10人に1人以上、女性の7人に1人以上が肥満（BMI25以上）であることが示されており、今後10年で5人に1人が肥満になると試算されており、我が国においても男性の28.7%、女性の21.3%が肥満に該当するとされている。

肥満とは、摂取エネルギーが消費エネルギーを上回ることにより体内に占める脂肪組織が過剰に蓄積した状態過剰のことを指す（鶴木ら, 2015）。肥満は皮下脂肪蓄積型肥満と内臓脂肪蓄積型肥満に大別されるが、一般的に、後者の内臓脂肪蓄積型肥満（メタボリックシンドローム）の方が疾病にかかる率が高いとされており、男女とも40歳を過ぎると急速に増加することが示されている（厚生労働省：平成17年国民健康・栄養調査, 2005）。したがって、厚生労働省では、40歳以上の者に対しては特定健康診査（メタボ健診）を受診することを義務付けているが、「平成27年国民健康・栄養調査の概要（厚生労働省, 2015）」からは、20歳以上の内臓脂肪蓄積型肥満（メタボ）が「強く疑われる人およびその予備群」は男性の約2人に1人、女性の約6人に1人と、その割合の高いことが報告されている。そして、この割合はおよそ10年前のメタボ健診が義務付けられた時期（平成20年4月）からほとんど変わらない状況にある（平成19年度から27年度の国民健康・栄養調査の概要より）。このように、肥満は世界のみならず我が国においても大きな社会問題として取り上げられている。

ところで、成人を対象とした労働環境においてはさまざまな職種が見られるが、比較的肥満の多い職種として運輸業、製造業、工場作業、事務職、エンジニア職が挙げられている（CabanA et al., 2005 ; Luckhaupt E et al., 2014 ; AERA., 2015 ; 水野ら, 2016）。なかでもエンジニアにおける肥満は特に多く、エンジニアを目指す新入社員や30代のエンジニアの

約 30%が肥満であることが報告されている（水野，2016）．一般的に，エンジニアとは技術職のことを指し，日本においても多くのモノづくりを支えている職種である．また，昨今，普及が目覚ましい IT（情報技術：Information Technology）関係においてもエンジニアは重要な役割を担っている．このようなエンジニアの多くは，コンピュータ作業など長時間の座位が多く肉体的活動が少ない，さらには不規則な生活の場合が多いといったような行動傾向にあり，それらが肥満を引き起こしやすいことが Caban A et al.（2005）によって指摘されている．実際，コンピュータの使用時間と肥満には相関があることも報告されている（Seong-Ho H et al., 2006）．このように労働環境では，コンピュータの発展に伴い肉体的な作業が減り，自ら動かなくとも効率良く効果的に作業できる時代に変化しつつある．近年は，コンピュータのみならず人工知能（AI：Artificial Intelligence）の発達に伴って，ヒトは今以上に活動が減り，そのことによりさらに肥満への影響も高まっていくものと推察される．

一方，若年層の肥満についてもさまざまな課題が報告されている．文部科学省の学校保健統計調査（2016）の結果からは，小学校から高等学校までの学齢期における児童の 6～9%が肥満度+20%以上とあるように，約 1 割の子どもが肥満にあることが示されている．幼児については，2000 年頃のピークからは増加に歯止めがかかったものの，その割合は依然横這い状態である（2.73%：平成 29 年度学校保健統計調査報告書による 5 歳児全国平均）．また，藤井（2016）は，子どもの頃の肥満は高い確率（肥満児の約 70%，重度肥満児では 100%の確率）で成人肥満にトラッキングすることを指摘しており，成人肥満解消に向けては，子どもの頃からの肥満の管理がいかに重要であるかが伺える．

肥満については，1990 年頃から身体組成情報が簡便に精度よく得られる BIA 法（インピーダンス法）を用いた研究が進められてきたことに伴い，隠れ肥満者の存在も明らかにされてきた．一般的な肥満は体型からある程度判断できるものの，隠れ肥満は，内臓に脂肪が蓄積しているにもかかわらず見た目は標準的な体型であるため，体脂肪率などの身体組成の情報が得られる環境下でないとその判断が困難であるといった特徴がある．隠れ肥満は，武

田ら（2017）の報告にもあるように、大学生など若年成人女性に多く見られ（3～5割）、また、男性労働者を対象とした内間ら（2016）の調査からは、隠れ肥満は、20歳代で22%、30歳代で33.7%、40歳代で36.5%、50歳代で41.3%とその割合は加齢とともに増加し、40歳以降では肥満よりその割合が大きくなる（肥満：40歳代35.1%、50歳代31.3%）ことが報告されている。さらに、労働タイプ別にみた隠れ肥満の割合（内間ら、2009）では、オフィス労働者の方が工場労働者に比べて隠れ肥満の割合が高いことが示されており、肥満と同様に、オフィス労働者はコンピュータによる作業が中心であることや肉体的な活動が少ないことがその背景にあるものと推察される。このように、隠れ肥満については、肥満と同様またはそれ以上の存在が確認されているにもかかわらず、上記に示したとおり、内臓脂肪の蓄積状況を調べないと判断ができないことから、現状、肥満のようにある程度明確にその存在が示されていないものと推察される。

以上より、肥満については、40歳以上の中高齢者が多くの割合を占めることが明らかとなっているが、それにあわせて20歳前後からの若年成人における増加や、一時期に比べては減少傾向にあるが、依然、子どもの肥満が多い状況にあることが示されている。また、隠れ肥満については、若年成人女子や成人男性の一部においてその割合が示されているものの、判定法の確立や汎用性に課題が見られることから、各年齢における割合は十分に明らかになっていない。

第2節 肥満の判定に関する文献研究

肥満の判定については、これまでさまざまな手法が用いられているが、なかでも BMI (Body Mass Index) は世界共通の基準として広く用いられている。BMI における肥満判定の基準は各国で若干異なるものの、一般的には世界保健機関 (WHO) が示す判定基準が採用されていることが多い。BMI は身長と体重 (体重[kg]÷身長[m]²) から簡便に求められるといった利点がある一方で、木村 (2001) が指摘しているように、肥満判定の際に体重など体格の影響を受けやすいといった課題が見られる。つまり、身長に対して体重が重い者は肥満と判定される可能性が高くなるわけであるが、それが筋肉量によるものか、骨格量によるものか、または体脂肪量によるものかについては身体組成情報が未知なため詳細には判断できない。そのため、たとえ肥満と判定されたとしても、スポーツ選手のように筋肉量が多いことで体重が重いケースでは、体脂肪率は正常範囲であることもしばしば見受けられる。このように BMI は、その簡便性から汎用性の高い指標ではあるものの、肥満の精度良い評価という観点からは、身体組成面へのアプローチでないためその評価に限界が見られる。

身体組成面にアプローチし、肥満を判定できる手法としては、DXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry) 法、水中体重秤量法、皮下脂肪厚法、MRI (Magnetic Resonance Imaging) 法、空気置換法、超音波法、BIA 法 (Bioelectrical Impedance Analysis : インピーダンス法) などが代表的手法として挙げられる。なかでも DXA 法と水中体重秤量は高い精度で身体組成情報を得ることができるため、得られた情報は新たな手法を確立するときの基準値として活用されてきた。しかしながら、これら高精度な手法の多くは、機器自体が高価であることや、測定の簡便性に課題があるなどで、一般的に用いることは現状として難しい。

そこで、近年は、簡便に精度高く身体組成情報が得られる手法として、BIA 法が研究面のみならず一般家庭においても広く用いられるようになった。BIA 法については、これまで Lukaski et al. (1985), Segal et al. (1985), 中塘ら (1992), Nakadomo et al. (1990) によって

水中体重秤量法や DXA 法，皮下脂肪厚法など高精度な手法と関係性の高いことが検証されてきたが，それらはいずれも欧米人を対象としたものであった．日本人を対象としては，村岡と小宮（1990），Komiyama and Masuda（1990）が，身体組成情報を求めるために重要な体水分量の推定式を検討し，最終的に，田中ら（1999）が日本人に対応した身体組成評価のための推定式を構築してきた経緯がある．

BIA 法は，現在，6～99 歳までを対象に，体脂肪率等の推定式が構築されているが，6 歳未満については，幼児の身体組成情報が少ないため推定式が構築されていないのが現状である．幼児の肥満については，現在，身長と体重から求められるカウプ指数（BMI と同様の算出式）や肥満度，伊藤ら（1996）の身長－体重標準曲線から判定することが一般的ではあるが，これらは体脂肪率の加齢変化や性差を考慮に入れていないため，発育発達の著しい幼児への適応には課題が見られる．これに対して藤井ら（2012） ， Sakai et al.（2009），酒井ら（2011）（2013）は，伊藤ら（1996）の手法を参考に，身長と体重の回帰多項式から得られた肥瘦度と BIA 法で得られた肥瘦度とを比較検討することにより，BIA 法による幼児に対応した身体組成評価法の構築を試みている．しかしながら，これらの研究では対象人数が各年齢で僅か 30 名前後ということで，より精度良い身体組成評価の構築に向けて対象人数に課題が残されていた．一方，学齢期については，Fujii et al.（2011）が，BIA 法で求めた体脂肪率の加齢変化を考慮に入れた肥瘦度評価チャートを構築したが，対象が小学生期，中学生期すべてを含めたかたちでの構築ではなかったため，学齢期全般における肥瘦度評価チャートの構築が課題として残されていた．

以上のことから，より精度良く肥満を判定するためには身体組成面からのアプローチが必須であり，そういった意味において，精度高く，多くのデータを採取可能な BIA 法は，今後，肥満の判定のための手法として汎用化していくものと考えられる．しかしながら，上述のとおり，BIA 法による肥満判定は，幼児期や学齢期においては体脂肪率の加齢変化を考慮に入れた評価基準が十分に設けられていないといった現状にある．

第3節 体脂肪率の加齢変化に関する文献研究

幼児期や学齢期のような発育発達期においては、身体の発育にあわせて体脂肪率も成人とは異なった発育様相を示すことが報告されている。

一般的に、誕生後から幼児期にかけては、男女児ともに1歳頃までには体脂肪率は20%前後まで増加し、2,3歳頃から6歳頃にかけては、一旦減少に転じることが報告されている（日本小児医療保健協議会，2019）。

学齢期における体脂肪率加齢変化の特徴として、Fujii et al. (2012) は、体脂肪率とBMIの加齢変化パターンを男女別で比較検討し、それぞれの加齢変化の特徴を調べているが、BMIの加齢変化傾向は男女で類似しているものの、体脂肪率の加齢変化については成人に向けて異なる様相を見せる可能性を示唆している。これを受けて小林ら(2015)は、BMIと体脂肪率の加齢変化の類似性と相違性を男女別で検討しているが、男女のBMIと、女子のBMI-体脂肪率には類似性が認められてものの、男子のBMI-体脂肪率については異なるパターンであることを報告している。また、体脂肪率加齢変化の男女別傾向の詳細として、山田(2012)は、小学生期の男子については、小学1年生から4年生までは多少増加し、5,6年生ではほとんど変化せず、小学4年生から6年生の標準偏差が大きくなることを報告している。中学生期に向けた傾向としては、増田(1998)が、小学5年生頃から12,13歳にかけて体脂肪率は減少することを報告している。一方、女子については、小学1年生から6年生を通して標準偏差がほぼ一定で、加齢に伴い一定の体脂肪を蓄積することを示唆している(山田, 2012)。このように、小学生高学年以降に向けて、体脂肪率の加齢変化に男女差が見られるようになるが、この要因として、吉田ら(2016)は、第二性徴や身長発育、筋・骨格系の発達などが関与することを指摘している。

以上のとおり、幼児期、学齢期における体脂肪率の加齢変化は、年齢や性別で異なることが示されているため、体脂肪率に基づいた肥満判定を行う際には、これらの加齢変化を考慮

に入れた基準を設ける必要がある。しかしながら、幼児期や小学生を中心とした学齢期においてはその傾向が示されているものの、小学生と中学生をあわせた学齢全般における加齢変化の特徴や性差を検討した報告は見られない。

第4節 肥満と疾病に関する文献研究

肥満については、これまでも脳血管障害や心疾患、高血圧、高脂血症、糖尿病などの生活習慣病を引き起こす可能性の高いことが報告されている (Hubert et al., 1983 ; 山本ら, 1992 ; Ikeda et al., 2009 ; Okada et al., 2011).

一般的に肥満は、皮下脂肪蓄積型肥満と内臓脂肪蓄積型肥満 (メタボリックシンドローム) に大別されるが、厚生労働省による特定健康診査が実施されるきっかけとなったように内臓脂肪蓄積型肥満は上記重篤な疾病と関わりが高く、40歳以上の成人においてその発症の高いことが示されている (厚生労働省 : 平成17年国民健康・栄養調査, 2005). しかしながら、若年成人を対象とした Camethon MR et al. (2004) における CARDIA (the Coronary Artery Risk Development in Young Adults) 研究や、角谷ら (2014) の30歳時点でメタボリックシンドロームに該当しない者のその後のBMIの変動と、40歳以降のメタボリックシンドローム発症との関係を調べた報告からは、若年層肥満 (予備群) は、非肥満者に比べて後にメタボ発症率が有意に高いことや、30歳からのBMI増加の程度は肥満者、非肥満者ともに40歳以降のメタボ発症率に影響をおよぼすことが指摘されている。このようにメタボについては、一般的に40歳以上の成人肥満者の問題として捉えられているものの、それは単に40歳以上の成人にその割合が高くなることを示しているに過ぎず、実際は、メタボの発症にはそれ以前の若年成人との関わりの深いことがこれらの報告から読み取ることができる。

一方、子どもの肥満についても、藤井 (2016) により、高い確率で成人の肥満にトラッキングすることが示されているが、その後の疾病との関わりについても報告が見られる。Jennifer et al. (2007) は、1930年~76年に生まれたデンマーク・コペンハーゲン市民28万人を対象に、子ども時代の健康状態と成人になってからの病歴を個人ごとに追跡調査した結果、7歳から13歳までの学齢期の肥満は、成人してからの心臓疾患のリスクに明確に影響を与えることを示している。このように、子どもの肥満については直接的に重篤な疾病に

繋がる可能性は低いものの、その後の疾病への関係性を考慮に入れると、子ども肥満も十分に疾病リスクを有しているものと捉えることができよう。

一方、隠れ肥満についても、肥満者同様に体脂肪率が高い状態にあることから、健康診断時に、血圧や血中コレステロール、中性脂肪などといった生活習慣病に関係するパラメーターに異常値を示すことが多いことが報告されている（福井，2000；福井ら，2003；今野谷，2005；金子ら，2006；高橋ら，2009；岡部ら，2010；西崎ら，2010，2014）。また、隠れ肥満者は標準者と比べて、相対的に筋肉量が少ない傾向にあることから、福田ら（2017）が指摘しているように、将来、加齢に伴う筋肉量の低下とあわせてサルコペニア（加齢に伴う筋肉量および筋力の低下した状態）へのリスクが高まることが危惧されている。また、隠れ肥満者は体脂肪量も多いため、サルコペニアより身体機能の低下や代謝性疾患の発症リスクを高める（荒木，2011）とされているサルコペニア肥満に陥ることが指摘されている（内間ら，2016）。

以上のことを踏まえると、40歳以上の肥満者への疾病リスクへの対応は勿論のこと、若年成人やそれ以前の子どもの肥満についても、重篤な疾病を回避すべく対応も必要となろう。また、隠れ肥満についても、肥満同様の危険性が潜んでいることから、的確に診断を行うとともに、隠れ肥満者の健康に関わるリスクもより明らかにしていくことが必要になるものと考えられる。

第5節 肥満と体力・運動能力に関する文献研究

肥満者の健康に関わる課題については、健康診断等の検査項目に見られるような生理学的、生化学的側面からのみならず、体力や運動能力の側面からも報告されている。

Kitagawa et.al. (1978), 林 (1988), 金ら (1993) は、肥満者と非肥満者の体力や運動能力を比較検討し、肥満者は、50m 走や持久走、懸垂など、自分の身体を移動させる能力で劣ることを報告している。また、金ら (1993), 下門ら (2013) らは、体力項目のなかで全身持久力が最も脂肪の影響を受け、非肥満者に比べて大きく劣るとしている。これらの要因としては、肥満者は身体に脂肪という重りを装着しているため、身体を移動させる場合に通常の人に比べてより負荷がかかっているということにある。つまり、肥満者の多くは、自分の体重当たりの体力や運動能力がそうでない人に比べて劣っているということを表しているのである。

一般的に、筋力と体重との関係には正の相関関係があることが示されているように、物体へ力をおよぼす場合には、身体全体やその運動を行う部位の質量が発揮する力（筋力）に影響する。つまり、肥満者は体脂肪が質量にプラスに作用し、絶対的な筋力発揮能力が非肥満者に比べて高くなる傾向にあるとされている。実際、千葉 (2009) は、握力と体脂肪、そして体重との間に有意な正の相関関係があることを報告している。その他の体力の特徴として、河野ら (1993), 千葉 (2010) が、柔軟性は一般的な特徴が無く個人の関節における資質によるものであるとしているように、柔軟性は体型や体格の影響は受けにくいとされている。

以上のように、肥満者の体力や運動能力については、体脂肪がプラスに働く報告が見られるものの、上記報告のとおり、マイナス的な結論を含むものが多くを占めた。また、これらの報告は、中学生期 (林, 1988; 金ら, 1992; 金ら, 1993) のものが多く、大学生期 (千葉, 2010-2012; 下門ら, 2013) を扱ったものもいくつか見られるものの、発育発達の終盤を迎

え、ある程度体力が確立する高校生期や大学生期におけるそれらの特徴を調べた報告は少ない。

肥満同様に、隠れ肥満についても体力や運動能力面で課題が見られることが報告されている。隠れ肥満者の身体組成面における特徴としては、上腕背部、腹部、大腿前部、下腿後部における筋厚総和と骨密度が低い傾向にある（梶岡ら、1996）ことや、上肢の筋肉量が少ない傾向にある（内間ら、2009）こと、また、男性勤労者の隠れ肥満は標準に比べて下肢の筋肉量の少なさが顕著であることや、20代以降の隠れ肥満者の下肢筋量は、標準、肥満より劣る（内間ら、2015）ことが報告されている。このように隠れ肥満者の身体組成面の課題としては、体脂肪量の割合が高いことのみならず、筋肉量が少ないことも課題として挙げられていることから、内間ら（2015）は、将来、体脂肪率の更なる増加と加齢に伴う筋肉量の低下にあわさることでサルコペニア肥満の危険性が高まることを示唆している。

また、隠れ肥満者の筋肉量の少なさは、体力や運動能力面にも影響することが報告されている。藤瀬ら（1999）は、男子大学生における隠れ肥満者の特に筋力や瞬発力に関する項目は、正常者に比べて劣ることを示しているが、一方で、同様に大学生男子を対象とした千葉（2010）の報告からは、隠れ肥満者と標準者との体力間に有意差は認められないことが示されている。これについては、千葉（2010）の対象人数が少なかったことが要因として考えられるが、それにあわせて、両者の分類方法が影響したことも考えられる。両者のBMIにおける分類域は、通常BMI標準域（18.5～25）が採用されるが、この分類では元から両者で体格差（体重やBMIなど）が生じてしまい、その状態で両者の体力を検討した場合には、その体格差が体力の結果に影響をおよぼすことが推察される。千葉（2010）の両者の体力に差が見れなかったのは、それらが影響したことも要因の一つとして考えられる。

体力や運動能力については加齢にともなって低下することは既知である。上記において、肥満者や隠れ肥満者に劣ることが示された体力や運動能力は、加齢にともない最も高値を示す20歳頃から約20～70%も低下する（衣笠ら、1994）ことが示されている。そのため、

標準者においてもそれらの加齢にともなう低下への対策が必要となるが、ましてや、それらが劣る傾向にある肥満者についてはとりわけ優先すべき事柄といえよう。しかしながら、北川（2001）が肥満者の体力は本質的に非肥満者と比べて劣ることはなく、肥満者の体力向上には肥満を解消させることを優先した方が効率が良いと述べているように、働く環境における肥満者へ対応については、疾病リスクを減らす意味においても、まずは肥満を解消させることが先決となろう。

第 3 章

研究方法

第1節 研究の手順

本研究は、次のような手順に従って進める。まずは、肥満者の現状を把握するために、発育発達期終盤を迎え社会人目前となる若年成人を対象に、BMI と体脂肪率から4体型区分に分類した結果から隠れ肥満者を含めた肥満者の状況を明らかにする。続いて、体脂肪率の加齢変化を考慮に入れた肥満判定法の確立のため、幼児期および小学1年生から中学3年生を対象とした学齢期における5段階の肥瘦度評価チャートを構築し、その妥当性を検証する。次に、高校生、大学生の肥満者における身体的、体力的特徴から隠れ肥満を含む肥満の健康リスクを検討する。最後に、ロジスティックス戦略理論を応用したT&F理論を活用することで、教育、労働現場における研究機関との連携を基盤とした肥満のリスクおよびヘルスマネジメントのためのあり方を提唱。

第1項 成人肥満の現状に関する検証

－若年成人における4体型区分からみた肥満の現状－

若年成人として、一般大学生（男女1年生：18、19歳）の身長、体重、身体組成（体脂肪率）情報を収集する。得られた身長と体重からBMIを算出する。



対象のBMIと体脂肪率データから、“痩せ”“標準”“隠れ肥満”“肥満”の4体型区分に分類する。



対象全体における、“肥満”“隠れ肥満”の割合を男女別に検証する。同時に、BMIの標準域および肥満域におけるBMI数値ごとの“肥満”“隠れ肥満”の割合を明らかにする。

第2項 肥満判定法の構築に関する検討①

－幼児期の体脂肪率に基づく肥満判定法の構築－

幼稚園児（男児，女児：3歳児，4歳児，5歳児）を対象に，身長，体重，身体組成（体脂肪率）情報を収集する。



対象の体脂肪率の統計値（平均値，標準偏差）から，5段階評価法により，体脂肪率平均値にもとづく5段階（“痩せ” “やや痩せ” “普通” “やや肥満” “肥満”）評価チャートを構築する。



対象の身長と体重から，男女別，各年齢別に1次～3次の回帰多項式を構築し，AIC（赤池情報量規準）により妥当な次数の回帰多項式を導き出す。
導かれた妥当な次数の回帰多項式をもとに，5段階の回帰評価チャートを構築する。



それぞれの評価チャートから判定された5段階の肥瘦度分布を χ^2 検定により比較し，体脂肪率にもとづく評価チャートの妥当性を検証する。

第3項 肥満判定法の構築に関する検討②

－学齢期の体脂肪率加齢変化の検証と体脂肪率に基づく肥満判定法の構築－

小学1年生から中学3年生までの学齢期男女を対象に，身長，体重，身体組成（体脂肪率）情報を収集する。



各学年における体脂肪率の男女差，男女別学年差を検討するために，それぞれの体脂肪率の統計値に対して，二要因分散分析（学年×性別）および，下位検定としてTukey-Kramerの多重比較検定を実施する。



体脂肪率加齢変化の男女別傾向を把握するために、年齢に対する体脂肪率平均値に2次の回帰多項式を適用し、男女別に体脂肪率の加齢変化傾向を確認する。



二要因分散分析（学年×性別）結果と2次の回帰多項式の傾向から体脂肪率加齢変化の男女差を検討する。



導かれた2次の回帰多項式をもとに、肥満判定のための5段階（“痩せ” “やや痩せ” “普通” “やや肥満” “肥満”）の回帰評価チャートを男女別に構築する。



回帰評価チャートから対象の肥瘦度を判定し、肥瘦度分布の正規性を検定（シャピロ-ウィルク検定）することにより、回帰評価チャートの妥当性を検討する。

第4項 肥満の健康リスクに関する検証①

－高校生肥満者における身体的、体力・運動能力的特徴－

高校生（1年～3年）男女を対象に、身長、体重および体力・運動能力に関する情報を収集する。身長と体重データからは、BMIおよび体表面積、基礎代謝量を算出する。



“肥満（BMI25以上）”と“普通（BMI18.5以上25.0未満）”の身体要素および体力・運動能力の比較を行うために、二要因（学年×判定）分散分析および、下位検定としてTukey-HSD検定を実施する。



各学年，男女別における“肥満”の身体要素と体力・運動能力の評価を行うために，“肥満”の T スコア算出し，5 段階の評価基準を構築する．また，5 段階の評価基準を基に“肥満”のレーダーチャートを作成する．



二要因（学年×判定）分散分析結果と評価レーダーチャートから，“肥満”の身体要素，体力・運動能力要素の特徴を明らかにする．

第 5 項 肥満の健康リスクに関する検証②

－大学生重度肥満者における生理的・体力的特徴－

2008 年から 2016 年までの女子大学生（1 年生）を対象に，身長と体重，血圧，安静時脈拍，そして 7 項目の体力測定情報を得る．また，身長と体重から BMI を算出する．さらに，BMI30 以上を“重度肥満”として抽出する．



各年次における，体格および生理的，体力的項目の平均値と標準偏差を算出する．また，標準偏差値の $\pm 0.5SD$ 値， $\pm 1.5SD$ 値を算出する．



得られた平均値および各標準偏差値に対してウェーブレット補間法（Wavelet Interpolation Method : WIM）を適用し，各測定項目の経年的スパン評価チャートを構築する．



構築された経年的スパン評価チャートに，BMI 値 30 以上の“重度肥満”学生の各年次における各測定項目の値を適用し，生理的，体力的特徴を明らかにするとともに，“重度肥満”の健康リスクについて検討する．

第6項 肥満の健康リスクに関する検証③

－若年成人隠れ肥満者における身体的、体力的特徴－

大学生男女を対象に、身体的要素（身長、体重、BMI）、生理的要素（骨密度、血圧、安静時脈拍）、体力的要素（握力、垂直跳び、反復横跳び、上体起こし、最大酸素摂取量、閉眼片足立ち、立位体前屈）の情報を収集する。

↓

BMIと体脂肪率をもとに対象を3体型群（“標準”“隠れ肥満”“肥満”）に分類する。
“標準”と“隠れ肥満”のBMI分類領域は、両者に体格の差が出ないように、BMI域を狭めて設定する。

↓

各要素の3体型群間、男女間の比較として、二元配置分散分析および下位検定としてTukey-Kramerを実施し、得られた結果から、“隠れ肥満”の各要素の特徴を“普通”“肥満”との比較により考察する。

第7項 肥満のヘルスマネジメントモデルの構築

ロジスティックス戦略理論を応用したT&F理論（田中ら、2013）を参考に、労働、教育現場における研究機関との連携を基盤とした肥満防止・解消のためのヘルスマネジメントモデルを提唱する。

↓

肥満防止・解消のためのヘルスマネジメントモデルにおける構造として、4つのシステムの詳細とそれらの具体的活用手段から、肥満のヘルスマネジメントの推進の仕方を提案する。

第2節 対象および調査・測定方法

第1項 成人肥満の現状に関する検証

－若年成人における4体型区分からみた肥満の現状－

対象は、2008年から2016年の期間に、愛知県内の某大学に在籍した学生（18, 19歳）18,343名（男子13,392名、女子4,951名）であった。

身長をタニタ社製のデジタル身長計で計測し、体重と体脂肪率を、BIA法（インピーダンス法）を採用したタニタ社製の身体組成計（DC-320）を用いて計測した。また、得られた身長と体重から対象のBMI（体重[kg]÷身長[m]²）を算出した。BIA法における、体脂肪率導出の方法を下記に記す。

BIA法では、生体に微弱な電流を流し、その際の電気抵抗値を計測し体脂肪率などを推定する。筋肉は、電解質を多く含むため電気を通しやすく、一方、脂肪組織は電気をほとんど通さないという性質を利用している。また、筋肉はその太さ（断面積）により抵抗値が変わり、断面積が大きいほど抵抗値は低くなり、断面積が小さいほど抵抗値は高くなる。人体を円柱体と仮定すると、インピーダンス（抵抗：Z）は、容積低効率（ ρ ）を定数とすれば、円柱の長さ（L）に比例し円柱の断面積（A）に反比例することが電気物理学的に証明されているため、次の式が導かれる。

$$\text{インピーダンス (Z)} = \rho L / A$$

上式より、既知の身長情報とあわせて筋肉量を算出し、身体組成計測で最も精度が高いとされているDXA法の測定値に対して、それらを説明変数とする重回帰分析から得られた重回帰式（算出式）をもとに体脂肪率を推定する。

第2項 肥満判定法の構築に関する検討①

－幼児期の体脂肪率に基づく肥満判定法の構築－

対象は、幼稚園児、男児 317 名（3 歳：105 名，4 歳：111 名，5 歳：101 名），女児 332 名（3 歳：92 名，4 歳：134 名，5 歳：106 名）の計 649 名であった。測定に先立ち、園の責任者と対象の保護者に調査および測定の内容を説明することで、研究に対するインフォームドコンセントを得た。対象のなかに急性および慢性の疾患を患っている者はいなかった。

身長は、デジタル身長計（タニタ社製）を用いて測定した。体重と体脂肪率を、BIA 法を採用したデュアル周波数体組成計（タニタ社製 DC-320）を用いて測定した。なお、現在は日本人幼児の BIA 法による推定式が確立されていないため、本機器の対象年齢も 6 歳から 99 歳までとなっている。そのため、測定においては年齢を全て 6 歳と設定し、計測した。

第3項 肥満判定法の構築に関する検討②

－学齢期の体脂肪率加齢変化の検証と体脂肪率に基づく肥満判定法の構築－

対象は、愛知県内の某小学校の 1 年生から 6 年生までの男子児童 359 名（1 年 50 名，2 年 64 名，3 年 49 名，4 年 64 名，5 年 74 名，6 年 58 名），女子児童 324 名（1 年 64 名，2 年 47 名，3 年 48 名，4 年 63 名，5 年 49 名，6 年 53 名）の計 683 名，某中学校 1 年生から 3 年生までの男子生徒 307 名（1 年 106 名，2 年 101 名，3 年 100 名），女子生徒 319 名（1 年 118 名，2 年 95 名，3 年 106 名）の計 626 名，全計 1,309 名であった。対象には、事前に調査および測定の内容を説明し、これに対するインフォームドコンセントを得た。また、対象には急性および慢性の疾患を患っている者はいなかった。

身長は、デジタル身長計（タニタ社製）を用いて計測した。体重と体脂肪率は、BIA 法を採用したデュアル周波数体組成計（タニタ社製 DC-320）を用いて計測した。

第4項 肥満の健康リスクに関する検証①

－高校生肥満者における身体的、体力・運動能力的特徴－

対象は、2006年から2014年の期間に、某高等学校に在籍した1年生から3年生までの生徒、男子が1,631名（1年生467名、2年生595名、3年生569名）、女子が3,821名（1年生848名、2年生1,500名、3年生1,473名）の計5,452名であった。

体格として身長（タニタ社製デジタル身長計）と体重（タニタ社製DC-320）を計測し、BMI（体重[kg]÷身長[m]²）を算出した。身長と体重データからは、藤本ら（1968）の算出式により体表面積を、国立健康・栄養研究所で用いている Ganpule AA et.al.（2007）の算出式により基礎代謝量を算出した。各算出式は以下のとおりである。

$$\cdot \text{体表面積 (cm}^2\text{)} = 88.83W^{0.443} \times H^{0.663}$$

$$\cdot \text{基礎代謝量 (kcal/日)} = ((0.1238 + (0.0481W) + (0.0234 \times H) - (0.0138 \times \text{年齢} - 0.5473 \times 2)) \times 1000 \div 4.186 \quad W : \text{体重} \quad H : \text{身長}$$

また、体力・運動能力として、12～19歳を対象とした新体力テスト（文部科学省）8項目（握力、立ち幅跳び、反復横跳び、50m走、上体起こし、持久走（男：1500m、女：1000m）、ハンドボール投げ、長座体前屈）を計測した。各測定は以下のような手順で行われた。

- ・握力：直立の姿勢で両足を左右に自然に開き腕を自然に下げ、握力計を身体や衣服に触れないようにして力いっぱい握りしめる。握力計は人差し指の第2関節がほぼ直角になるように握りの幅を調節する。両腕2回ずつ実施し各腕良い方の記録を採用する。
- ・立ち幅跳び：両足を軽く開いて、つま先が基準線の内側に触れないように前端にそろうように立つ。両足で同時に踏み切って前方へ全力で跳ぶ。身体が最も基準線に近い位置と、踏み切り前の両足の中央の位置とを結ぶ直線の距離を計測する。2回実施し良い方の記録を採用する。

- ・反復横跳び：3本のライン（1m間隔）を引き，中央のラインをまたいで立つ。「始め」の合図でサイドステップし（ラインを越すかまたは触れるまでステップ），次に中央ラインにもどり，さらに反対側にサイドステップする．上記の運動を20秒間繰り返し，ラインを通過するごとの回数を数える．2回実施して良い方の記録を採用する．
- ・50m走：クラウチングから合図によりスタートし，50mをできる限り速く走る．スタートの合図からゴールライン上に胴体部分が到達するまでに要した時間を計測する．試技は1回のみとする．
- ・上体起こし：仰臥の状態で両手を軽く握り，両腕を胸の前で組み，両膝の角度を90°程度に保つ．補助者は，被測定者の両膝をおさえ固定する．「始め」の合図で，仰臥姿勢から両肘と両大腿部がつくまで上体を起こし，その後素早く開始時の仰臥姿勢に戻す．これを30秒間繰り返し，その回数を記録する．
- ・持久走（男：1500m，女：1000m）：スタンディング状態から合図によりスタートし，男女各決められた距離をできる限り早く走る．スタートの合図からゴールライン上に胴体部分が到達するまでに要した時間を計測する．試技は1回のみとする．
- ・ハンドボール投げ：直径2mの円内から，ハンドボール2号を前方に向けて，角度30度幅の内側に入るように全力で遠くに投げる．円の中心からボールが落下した地点までの距離を計測する．2回実施して良い方の記録を採用する．
- ・長座体前屈：壁に背と尻がつくようにして背筋を伸ばして長座姿勢をとる．肩幅の広さで両肘を伸ばして測定器具所定の位置に手をセットする．自分のタイミングで，測定器具の手をかけた部分を，真っ直ぐ前方にできるだけ遠くまで滑らせる．スタート位置から，最も遠くへスライドした部分が位置した距離（測定器具のメモリ）を記録する．2回実施して良い方の記録を採用する．

第5項 肥満の健康リスクに関する検証②

－大学生重度肥満者における生理的・体力的特徴－

対象は、2008年から2016年の期間の各年次で大学1年生（18，19）であった女子学生計5945名（2008年：490名，2009年：606名，2010年：571名，2011年：682名，2012年：659名，2013年：735名，2014年：757名，2015年：710名，2016年：735名）であった。

体格項目として、身長（タニタ社製デジタル身長計）と体重（タニタ社製DC-320）を計測した。また、身長と体重からは肥満判定として用いられているBMI（体重[kg]÷身長[m]²）を算出した。

メディカル関連項目の測定では、血圧（拡張期，収縮期，脈圧[拡張期血圧－収縮期血圧]）および安静時脈拍数（オムロン社製HEM-104）を計測した。

体力項目として、握力，垂直跳び，反復横跳び，上体起こし，最大酸素摂取量（コンビ社製900U-ex），閉眼片足立ち，立位体前屈（竹井機器工業社製フレクションD TTK5403）を計測した。なお，各計測の方法について，握力，反復横跳び，上体起こしは前項（第4項）を参照されたい。それ以外については下記に示した。

- ・垂直跳び：立位の姿勢から，自分のタイミングで，反動を使って全力で上方向にジャンプする。地面から振り上げた手先の最高点までの最短の距離を計測する。2回実施して良い方の記録を採用する。
- ・最大酸素摂取量（自転車エルゴメータによる持久力テスト）：計測には，コンビウェルネス社製エアロバイク900U-exにあらかじめプログラムされている「体力（全身持久力＝心肺・循環器系の能力）テスト」を利用する。年齢，性別，体重を入力して1分間安静のち9分間ペダリングを行う。同時に，運動中の脈拍をイヤースエンサーで検出し，脈拍の上がり方とペダリング時の運動量との関係から最大酸素摂取量（ml/kg/min）を推定する。

- ・閉眼片足立ち：両目を閉じ，両手を腰にあてて，左右どちらでも立ちやすい側の足で片足立ちになる．上げた足は軸足には触れないようにしたままバランスをとる．その状態で最大 180 秒計測し，軸足がずれたり，上げた足が床に着いたりした場合，その時間の時間を記録する．2 回実施して良い方の記録を採用する．
- ・立位体前屈：計測では，専用のデジタル前屈計を使用する．ボックスの上に乗る，立位状態から前屈計の可動部分を指先で下方向へ押しながら最大屈曲を行う．ボックスより下に行けばプラス，上であればマイナスで表示される．2 回実施して良い方の記録を採用する．

第 6 項 肥満の健康リスクに関する検証③

－若年成人隠れ肥満者における身体的，体力的特徴－

対象は，2012 年から 2016 年に期間に，某大学に在籍した 1 年生（18，19 歳）の男子学生 8,044 名（2012 年：1,462 名，2013 年：1,631 名，2014 年：1,660 名，2015 年：1,612 名，2016 年：1,679 名），女子学生 3,185 名（2012 年：584 名，2013 年：662 名，2014 年：684 名，2015 年：603 名，2016 年：625 名）の計 11,229 名であった．

身体的要素として，身長（タニタ社製デジタル身長計），体重，身体組成（体脂肪率）情報（タニタ社製 DC-320）を計測した．身長と体重からは，BMI（体重[kg]÷身長[m]²）を算出した．生理的要素として，骨密度（エルク社製 CM-100），血圧（収縮期，拡張期，脈圧[収縮期血圧－拡張期血圧]），安静時脈拍（オムロン社製 HEM-104）を計測した．

体力的要素として，握力，垂直跳び，反復横跳び，上体起こし，最大酸素摂取量（コンビ社製 900U-ex），閉眼片足立ち，立位体前屈（竹井機器工業社製フレクション DTKK5403）を計測した．なお，各計測の方法については，前項（第 4 項および第 5 項）を参照されたい．

第3節 解析手法

第1項 成人肥満の現状に関する検証

－若年成人における4体型区分からみた肥満の現状－

対象を男女別に BMI（四捨五入による整数値）ごとに分け、それぞれにおける体脂肪率を日本肥満学会（2000）の基準をもとに、4つの群（体脂肪[少]：男 10%未満，女 20%未満，体脂肪[標準]：男 10%以上 20%未満，女 20%以上 30%未満，体脂肪[多]：男 20%以上 25%未満，女 30%以上 35%未満，体脂肪[過多]：男 25%以上，女 35%以上）に分類した。また，BMI を，日本肥満学会（2011）の基準を参考に“低体重（BMI19 未満）”“標準（BMI19 以上 25 未満）”“肥満（BMI25 以上）”の3つの区分に分けた。なお，体型的な表記として，BMI 標準域の体脂肪[標準]は“標準”，BMI 標準域の体脂肪[多][過多]は“隠れ肥満”，BMI 肥満域の体脂肪[多][過多]は“肥満”，BMI 低体重域は“痩せ”と表した。これら BMI の数値別，区分領域別における肥瘦度（体脂肪率 4 群）の分布傾向から肥満の現状について男女別に調べた。

第2項 肥満判定法の構築に関する検討①

－幼児期の体脂肪率に基づく肥満判定法の構築－

年少（3 歳児），年中（4 歳児），年長（5 歳児）における身長，体重および体脂肪率の統計値を男女別で算出した。対象の体脂肪率の統計値（平均値，標準偏差）から，5 段階評価法により，体脂肪率平均値にもとづく 5 段階（+1.5SD 以上を“肥満”，+0.5SD 以上から+1.5SD 未満を“やや肥満”，-0.5SD 以上から+0.5SD 未満を“標準”，-1.5SD 以上から-0.5SD を“やや痩身”，-0.5SD 未満を“痩身”）評価チャートを構築した。一方，体脂肪率

にもとづく評価の対象として、Ito et.al. [5]の手法を参考に、男女別、各年齢別に身長に対する体重の1次～3次の回帰多項式（身長-体重曲線）を構築し、AIC（赤池情報量規準）により適切な次数の回帰多項式を導き出した。導かれた適切な次数の回帰多項式をもとに、男女別、各年齢別に5段階（体脂肪率にもとづく評価基準と同じ）の回帰評価チャートを構築した。両評価チャートから得られた5段階の肥瘦度分布を、 χ^2 検定（エクセル統計2015：SSRI社製）によって比較（統計的有意水準は5%未満）し、体脂肪率にもとづく評価チャートの妥当性を検証した。

なお、本研究における身長に対する体重の回帰多項式構築のオリジナリティー性と適切な次数の回帰多項式の導出方法を下記に示した。

身長に対する体重の回帰多項式について、伊藤ら（1996）は、適切な次数の回帰多項式から標準体重を導き出しその15%以上を肥満と設定したが、本研究では、適切な次数の回帰多項式を導き出したのち5段階の回帰評価チャートを構築し、それらによって肥瘦度を判定した。

一般的に、2変量の回帰分析により回帰式を構築する際は、回帰直線が適用されることが多い。しかしながら、Matsuura and Kim（1991）やLargo RH et al.（1978）は、身長や体重の発育パターンに対して、最小二乗近似法による多項式を適用しており、直線回帰以外の次数においても有効な知見を導き出している。本研究においても、各年齢に対する体脂肪率の回帰多項式の決定については、残差平方和（最小二乗近似）の手法（Matsuura and Kim, 1991）を採用することとした。最適な多項式の導きについて、2次式を例に下記に示す。

2次式を $y=ax^2+bx+c$ とした際、測定した体脂肪率値（ x_i, y_i ）と2次式から得られたデータが最も小さくなるように係数 a, b, c を決定する。つまり、下記の残差の二乗和（ S ）が最小になるように係数を導き出す。その他の次数についても同様の処理を実施した。

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i^2 - bx_i - c)^2$$

S を最小にするためには、S の a, b, c での偏微分が 0 になる点を求める。

$$\frac{\partial S}{\partial a} = 2 \sum_{i=1}^n (ax_i^4 + bx_i^3 + cx_i^2 - x_i^2 y_i) = 0$$

$$\frac{\partial S}{\partial b} = 2 \sum_{i=1}^n (ax_i^3 + bx_i^2 + cx_i - x_i y_i) = 0$$

$$\frac{\partial S}{\partial c} = 2 \sum_{i=1}^n (ax_i^2 + bx_i + c - y_i) = 0$$

回帰多項式については、Matsuura and Kim (1991) が採用している残差平方和の手法を採用し、1~3 次における次数の妥当性については、赤池情報量基準 (AIC : Akaike Information Criterion, 赤池ら, 2007) を適用して確認した。AIC の算出式を以下に示した。最適な次数については AIC 値が最も小さい値を採用した。

$$AIC = n \log \left(\frac{2\pi RSS}{n} \right) + n + 2k$$

(log は自然対数, n はサンプル数, k は説明変数の数, RSS は残差平方和)

赤池ら (2007) は、対数尤度を使った最尤法を適用し、モデルの情報量規準の評価を次の式で示した。

$$AIC = -2 \log L + 2k$$

(L は最大対数尤度, k は説明変数の数)

logL は下記の式で表されるため、上式に代入すると下記算出式が導かれる。

$$\text{Log}L = -\frac{n}{2} \log(2\pi\sigma^2) - \frac{RSS}{2\sigma^2}$$

(σ^2 は誤差の分散)

第3項 肥満判定法の構築に関する検討②

—学齢期の体脂肪率加齢変化の検証と体脂肪率に基づく肥満判定法の構築—

小学1年生から中学3年生までの各学年における身長、体重、体脂肪率の平均値と標準偏差を男女別で算出した。体脂肪率の加齢変化を検討するために、男女別各学年における体脂肪率の統計値に対して二要因分散分析(学年×性別)および下位検定としてTukey-Kramerの多重比較検定(エクセル統計2015:SSRI社製)を実施した。いずれも統計的有意水準は5%未満とした。

多重比較検定では、下記の式より統計量(q)を算出し、 q 値がスチューデント化された範囲(Q)の臨界値表[18]と比較し、大きければ有意差あり(5%水準)と判定される。なお、 Q 値は対比較数(k)と自由度(dfe)から導かれる。

$$q = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{MS^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

(n は比較する群のデータ数、 \bar{x} は平均値、 MS は群内の偏差平方和の分散)

$$MS = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})$$

また、年齢に対する体脂肪率平均値に2次の回帰多項式を適用し、男女別に体脂肪率の加齢変化傾向を概観した(なお、女子については、1次から6次までの回帰多項式を構築し、赤池情報量規準(AIC)を適用することにより2次の回帰多項式を導き出した)。なお、各年齢に対する体脂肪率の回帰多項式の決定については、Matsuura and Kim(1991)の残差平方和(最小二乗近似)の手法を採用した。

続いて、学齢期における肥満判定法の構築に向けて、導かれた回帰多項式をもとに段階評価5点法により5段階(+1.5SD以上を“肥満”, +0.5SD以上から+1.5SD未満を“やや肥

満”， $-0.5SD$ 以上から $+0.5SD$ 未満を“標準”， $-1.5SD$ 以上から $-0.5SD$ を“やや痩身”， $-0.5SD$ 未満を“痩身”）の評価チャートを構築した。評価チャートをもとに対象の肥瘦度を評価し、各評価別の頻度分布（ヒストグラム）を求めた。各評価のヒストグラムとシャピロ-ウィルクの正規性の検定（エクセル統計 2015：SSRI 社製）により、評価チャートの妥当性について検討した。

シャピロ-ウィルク検定では、下記の式から統計量 (W) を算出し、それをもとに有意確率 (p 値) を求め、有意水準と比較することで正規性を確認した。なお、統計的有意水準は 5% 未満とし、 p 値が有意水準 5% より大きい場合に、帰無仮説（正規分布に従う）が棄却されず正規性が認められる。

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

($x_{(i)}$) は i 番目の順序統計量、 \bar{x} はサンプルの平均値、 a_i は定数)

定数 a_i は、次の式によって与えられる。

$$(a_1, a_2, \dots, a_n) = \frac{m'V^{-1}}{(m'V^{-1}V^{-1}m)^{-1}}$$

($m = (m_1, m_2, \dots, m_n)'$ は正規分布順序統計量期待値、 V は共分散行列)

第 4 項 肥満の健康リスクに関する検証①

— 高校生肥満者における身体的、体力・運動能力的特徴 —

世界保健機関（WHO）および日本肥満学会の基準により BMI18.5 以上 25.0 未満を“普通”，BMI25.0 以上を“肥満”と定義した。“普通”と“肥満”の身体要素（身長、体重、BMI、体表面積、基礎代謝量）と体力要素（新体力テスト 8 種目）の各学年における統計値を算出した。

“肥満”の身体要素と体力要素の特徴を“普通”との比較から明らかにするために二要因分散分析（学年×判定）および下位検定として Tukey-HSD 検定を実施した（エクセル統計 2015：SSRI 社製）。なお、統計的有意水準は 5%未満とした。

また、“普通”と“肥満”の身体要素と体力要素の T スコアを学年ごとに算出した。それぞれの T スコアから 5 段階の評価基準を構築し、“肥満”の身体要素および体力要素の各学年におけるレーダーチャートを作成した。なお、身体要素の評価基準は、T スコア 65 以上を“高い”，55 以上 65 未満を“やや高い”，45 以上 55 未満を“標準”，35 以上 45 未満を“やや低い”，35 未満を“低い”とした。一方、運動能力の評価基準は、T スコア 65 以上を“優れる”，55 以上 65 未満を“やや優れる”，45 以上 55 未満を“標準”，35 以上 45 未満を“やや劣る”，35 未満を“劣る”とした。

“普通”と“肥満”の各要素における二要因分散分析結果と評価レーダーチャートから“肥満”の身体能力を検討した。

第 5 項 肥満の健康リスクに関する検証②

－大学生重度肥満者における生理的・体力的特徴－

各年次における、体格および生理的、体力的データの平均値と標準偏差を算出し、平均値に対する $\pm 0.5SD$ 値と $\pm 1.5SD$ 値を算出した。得られた経年的な平均値と標準偏差にデータに対してウェーブレット補間法（WIM：Wavelet Interpolation Method）を適用し、各測定項目の経年的なスパン評価チャートを構築した。

WIM は、身長や体重などの発育のピーク年齢（MPV：Maximum Peak Velocity）など局所的事象を詳細に記述するために、与えられた時系列データにウェーブレット関数（基底は Meyer の mother wavelet）を適用することで補間データを再構築する手法である。WIM は、このような局所的事象を敏感に読み取るために、元データを極めて高い精度で近似できる

ことが報告されている（藤井，2006）。

本研究では BMI 値 30 以上の者を“重度肥満”として扱い，“重度肥満”の学生の各年次における各測定項目データを抽出した。そして，構築された経年的スパン評価チャートに，“重度肥満”学生の各年次における各測定項目の値を適用し，生理的，体力的特徴を明らかにするとともに，“重度肥満”の健康リスクに関して検討した。

第 6 項 肥満の健康リスクに関する検証③

－若年成人隠れ肥満者における身体的，体力的特徴－

BMI と体脂肪率をもとに対象を 3 体型群に分類した。各体型の分類基準としては，BMI 標準域（BMI18.5 以上 25 未満）平均値 \pm 0.5SD 内，かつ体脂肪率男子 20%未満，女子 25%未満を“標準”，“標準”の BMI 域と同じ範囲，かつ体脂肪率男子 20%以上，女子 25%以上を“隠れ肥満”，BMI25 以上，かつ体脂肪率男子 20%以上，女子 25%以上を“肥満”とした。

分類した 3 体型群の男女別における身体的，生理的，体力的データに対して，二元配置分散分析（性別 \times 体型）および下位検定として Tukey-Kramer を実施（統計的有意水準は 5%未満，エクセル統計 2015：SSRI 社製）し，得られた結果から“隠れ肥満”の各要素の特徴を“普通”“肥満”との比較から検討した。

第4節 研究の限界

第1項 対象による限界

本研究では、幼児は愛知県内の某幼稚園2園の園児、学齢期の児童については愛知県内の小学校2校の児童、中学校2校の生徒、高校生については神奈川県某高等学校の生徒、大学生については愛知県内の某大学の学生とした。つまり、各対象は、基本的には一般者として取り扱ったものの、所属の地域性や専攻学部の特徴などは考慮に入れず検証したことになる。

本研究の結論は、これらの対象による限界に基づいて述べている。

第2項 方法による限界

ヘルスマネジメントを広義に捉えると身体的な側面と心理的な側面（メンタルヘルス）が挙げられる。本研究では、肥満者の健康リスクとして、主に、身体的・生理的・生化学的な特徴、および体力・運動能力の特徴から検討しているため、肥満者のヘルスマネジメントのあり方を全般的な観点から捉えて提供できているわけではない。

本研究の結果は、これらの方法による限界に基づいて述べている。

第 4 章

検討課題 I

成人肥満の現状に関する検証
—若年成人における 4 体型区分からみた肥満
の現状—

第1節 本章の目的

肥満は、高血圧や高脂血症などの生活習慣病を誘引するものとなっていることや、心疾患、脳血管障害など重篤な疾病を引き起こす要因となっている。現在、日本の男性の28.7%、女性の21.3%が肥満であると（NCD -RisC, 2016）されており、20歳以上の内臓脂肪蓄積型肥満（メタボリックシンドローム）が「強く疑われる人およびその予備群」は男性の約2人に1人、女性の約6人に1人と、その割合の高いことが報告されている（厚生労働省：「平成27年国民健康・栄養調査の概要」, 2015）。このように、肥満については大きな社会問題として捉えられており、その解消に向けた対策がさまざまな観点から講じられてきている。

また他方で、1990年代以降、身体組成情報を簡便に得ることができるBIA法（インピーダンス法）の普及とともに隠れ肥満の存在も確認されるようになった。近年では、若年成人女性の隠れ肥満（傾向）の割合が約3~5割と高い（武田ら, 2017）ことや、加齢に伴い肥満のみならず隠れ肥満の割合が増えつつあり、50歳代で全体の約4割を占める（内間ら, 2016）ことが報告されている。隠れ肥満の判定基準は、BMIが標準域（18.5以上25未満）、且つ、体脂肪率が男性20%以上、女性30%以上とされているが、このように隠れ肥満は肥満同様に体脂肪率が高い状態にあることから、生活習慣病に関するパラメーター（血圧、コレステロール、中性脂肪など）に異常値を示すことが多いことが指摘（福井, 2000；今野谷, 2005；金子ら, 2006；西崎ら, 2010）されている。また、隠れ肥満は標準者と比べて、相対的に筋肉量が少ない可能性が高いため、将来、加齢に伴いサルコペニア肥満のリスクが向上することも示唆されている（内間ら, 2016）。

一般的に、肥満の判定には、世界共通の指標であるBMI（Body Mass Index）が用いられているが、BMIは身体組成からの判定でないため、見た目では肥満と分かるような体格であれば肥満（BMI25以上）と判定されるものの、見た目は標準体型であるにもかかわらず内

臓脂肪が蓄積した隠れ肥満に対しては BMI では判定が困難であるといった課題がある。このように、隠れ肥満は肥満同様に身体面での課題が多いにもかかわらず、BMI では隠れ肥満が判定できないため、それらのリスクの明確化や解消までには十分に至っていない現状にある。

BMI の肥満判定では、主に 3 区分（低体重、標準、肥満）で評価が行われる。しかし、各区分領域が広いことから、上記のとおり、特に隠れ肥満や痩身など各区分の境目に近い判定では個々の特徴を十分に捉えることができない。そこで、BMI 別に体脂肪率をもとにした体型の分布状況を示すことで、簡便な BMI を用いて隠れ肥満をあわせた肥瘦度傾向をより具体的に把握することができるものと考えた。

本研究では、若年成人である大学生を対象に、男女別に各 BMI における体脂肪率の分布状況を調べ、それらをもとに BMI 区分別の体型分布傾向を明らかにすることを目的とした。

第2節 方法

第1項 対象

対象は、2008年から2016年の期間に、愛知県内の某大学の学生（18、19歳）18,343名（男性13,392名、女性4,951名）であった。

第2項 体格と身体組成計測

タニタ社製の身体組成計（DC-320）を用いて対象の体重と体脂肪率を計測し、デジタル身長計（タニタ社製）を用いて身長を計測した。また、身長と体重からBMI（体重[kg]÷身長[m]²）を算出した。

第3項 解析手法

対象を男女別、そしてBMIの整数値（四捨五入）ごとに分け、それぞれにおける体脂肪率を日本肥満学会（2000）の基準をもとに、4つの群（体脂肪[少]：男性10%未満、女性20%未満、体脂肪[標準]：男性10%以上20%未満、女性20%以上30%未満、体脂肪[多]：男性20%以上25%未満、女性30%以上35%未満、体脂肪[過多]：男性25%以上、女性35%以上）に分類した。

また、BMIを日本肥満学会（2011）の基準を参考に“低体重（BMI19未満）”“標準（BMI19以上25未満）”“肥満（BMI25以上）”の3つの区分に分けて、各区分における体脂肪率（4群）の分布傾向を男女別に概観した。なお、体型的な表記として、BMI標準域の体脂肪[標準]は“標準”，BMI標準域の体脂肪[多][過多]は“隠れ肥満”，BMI肥満域の体脂肪[多][過多]

は“肥満”，BMI 低体重域は“痩せ”と表した．4 体型区分領域の詳細については，Table 2-1 で示した．

これら BMI の数値別，区分領域別における肥瘦度（体脂肪率 4 群）の分布傾向から肥満（肥満と隠れ肥満）の現状について男女別に調べた．

第3節 結果

本研究の対象の全体における4体型の分布状況について、男性は“痩せ”が18.0%，“標準”が55.7%，“隠れ肥満”が13.0%，“肥満”2.0%であった。一方、女性は“痩せ”が18.5%，“標準”が62.8%，“隠れ肥満”が10.9%，“肥満”が7.1%であった。男女差の傾向を見ると、女性に比べて男性の方が“標準”の割合が低く，“肥満”“隠れ肥満”の割合が高いことが示された。

BMIの区分別体脂肪率分布の特徴としては、BMI“標準”区分では、男女ともBMI22あたりから体脂肪[多]以上、つまり“隠れ肥満”の割合が増加する傾向を示し、その割合はBMI23で約5割、BMI24では約7割と高いことが示された（男性：Fig. 2-1、女性：Fig. 2-2）。BMI“低体重”（痩せ）区分では男女で傾向が異なり、男性に比べて女性の体脂肪[少]の割合が高いことが示された。

第4節 考察

本研究では、若年成人である大学生を対象に、男女別に各 BMI における体脂肪率の分布状況を調べ、それらをもとに BMI 区分別の体型分布傾向を明らかにすることを目的とした。

対象全体の体型分布傾向については、全対象者の傾向としては、男性については、“痩せ”が 18.0%，“標準”が 55.7%，“隠れ肥満”が 13.0%，“肥満” 12.0%であり、本研究同様、男子学生を対象にした、約 20 年前の藤瀬ら（1999）報告と比較すると、“肥満”は減少し“隠れ肥満”は増加する結果であった。また、約 10 年前の千葉（2010）の報告との比較では、“肥満（18.0%）”“隠れ肥満（21.3%）”とも本研究の割合は低い傾向を示した。いずれにしても、“隠れ肥満”の存在が示されるようになった 1990 年代以降（武田ら，2017）の肥満傾向としては、“肥満”は若干減少傾向にあるものの、“隠れ肥満”については増加傾向にあることが明らかとなった。

内間ら（2016）は、男性成人における 20 歳代以降における各体型群の分布傾向を報告しているが、20 歳代における“隠れ肥満（22.0%）”の割合は“肥満（12.0%）”より高く、その後、50 歳代（“肥満” 31.3%，“隠れ肥満” 41.3%）にかけて両者とも割合は増えつつけるものの、その差はあまり変わらないことが示されている。本研究の対象の平均年齢は 18.5 歳であり、内間ら（2016）の 20 歳代に続く結果と捉えることができるが、そのような観点から“肥満”と“隠れ肥満”の傾向を見ると、“肥満”は 12.0%と同じ傾向を示したものの、“隠れ肥満”は 13.0%と、内間ら（2016）の 20 歳代の割合（22.0%）と比較して約 7%もの差が見られ、若年成人層においては、短期間で“隠れ肥満”が増加傾向にあることが明らかとなった。

一方、女性については、“痩せ”が 18.5%，“標準”が 62.8%，“隠れ肥満”が 10.9%，“肥満”が 7.1%と、男性に比べて、“肥満”“隠れ肥満”とも割合の低いことが示された。これまでの大学生を対象とした先行研究と比較すると、約 20 年前の藤瀬ら（1999）の報告では、

“肥満”，“隠れ肥満”ともに本研究の結果より，割合が多い結果であった（“肥満” 20.5%，“隠れ肥満” 13.6%）．以降，間瀬ら（2005），間瀬ら（2012），新堀ら（2013），木下ら（2018）の年代順で両者の傾向を見ると，“肥満”は，木下ら（2018）の報告では若干割合が高い傾向を示したものの，それ以外では約 5～7%と，本研究の結果同様に 20 年前と比べて割合が大幅に低い傾向を示した．一方，“隠れ肥満”については，本研究では約 11%であったものの，先行研究では 16～22%と全体的に割合が高い傾向にあった．

以上のことから，“肥満”“隠れ肥満”の現状としては，男性は，約 20 年前と比べて“肥満”と“隠れ肥満”をあわせた割合が増加傾向を示し，特に“隠れ肥満”の増加が顕著であることが示された．女性については，“肥満”“隠れ肥満”共に，割合が減少傾向であることが明らかとなった．

BMI 数値別における体脂肪率に基づく肥瘦度分布の傾向としては，男女とも BMI21～22 あたりから，“隠れ肥満”の割合が増加する傾向を示し，その割合は BMI23 で約 5 割，BMI24 では約 7 割と高いことが示された．一般的に，働く環境や教育の現場で肥満判定を行う際には，身長と体重から簡便に求められる BMI を用いることが多い．BMI における肥満度の標準域は BMI18.5～25 とされているが，本研究の体脂肪率に基づいた肥瘦度分布結果から，標準域において“肥満（隠れ肥満）”の可能性をほとんど示さない BMI 値は，男女とも約 BMI19～20 であることが明らかとなった．このように体脂肪率に基づく BMI 別体型的傾向を示すことで，各 BMI 値における体型的特徴が把握しやすくなるとともに，肥満の解消に向けたより有益な情報が得られるものと考えられる．

本研究では，肥満の現状として，若年成人である大学生の肥瘦度分布傾向を調べたが，肥満が増加傾向を示すとされている 20 歳代以降の成人については，この傾向はさらに悪化することが推察される．また，この時期の肥瘦度分布傾向が示されたことで，幼児から学齢期，そして青年期に至るまでの“肥満”や“隠れ肥満”の経年的傾向が捉えやすくなることが期待される．

第 5 節 まとめ

本研究では、若年成人である大学生を対象に、男女別に各 BMI における体脂肪率の分布状況を調べ、それらをもとに BMI 区分別の体型分布傾向を明らかにした。

結果、肥満と隠れ肥満の割合は、男性は、過去と比べて、肥満と隠れ肥満をあわせた割合が増加傾向を示し、特に、隠れ肥満の増加が顕著であることが示された。一方、女性については、両者とも割合が減少傾向であることが明らかとなった。

また、BMI 数値別における体脂肪率に基づく肥瘦度分布の傾向としては、男女とも BMI21～22 あたりから、“隠れ肥満”の割合が増加する傾向を示し、その割合は BMI23 で約 5 割、BMI24 では約 7 割と高いことが示された。

Table 2-1 Classification of 4 body types based on BMI and body fat percentage

		Body Fat Percentage (%FAT)			
		Low	Standard	High	Excess
	Male	%FAT < 10%	20 > %FAT ≥ 10%	%FAT ≥ 20%	%FAT ≥ 25%
	Female	%FAT < 20%	30 > %FAT ≥ 20%	%FAT ≥ 30%	%FAT ≥ 35%
BMI < 19	Lean	Lean			
BMI > BMI ≥ 19	Normal				
BMI ≥ 25	Obesity	Normal		Hidden Obesity	
				Obesity	

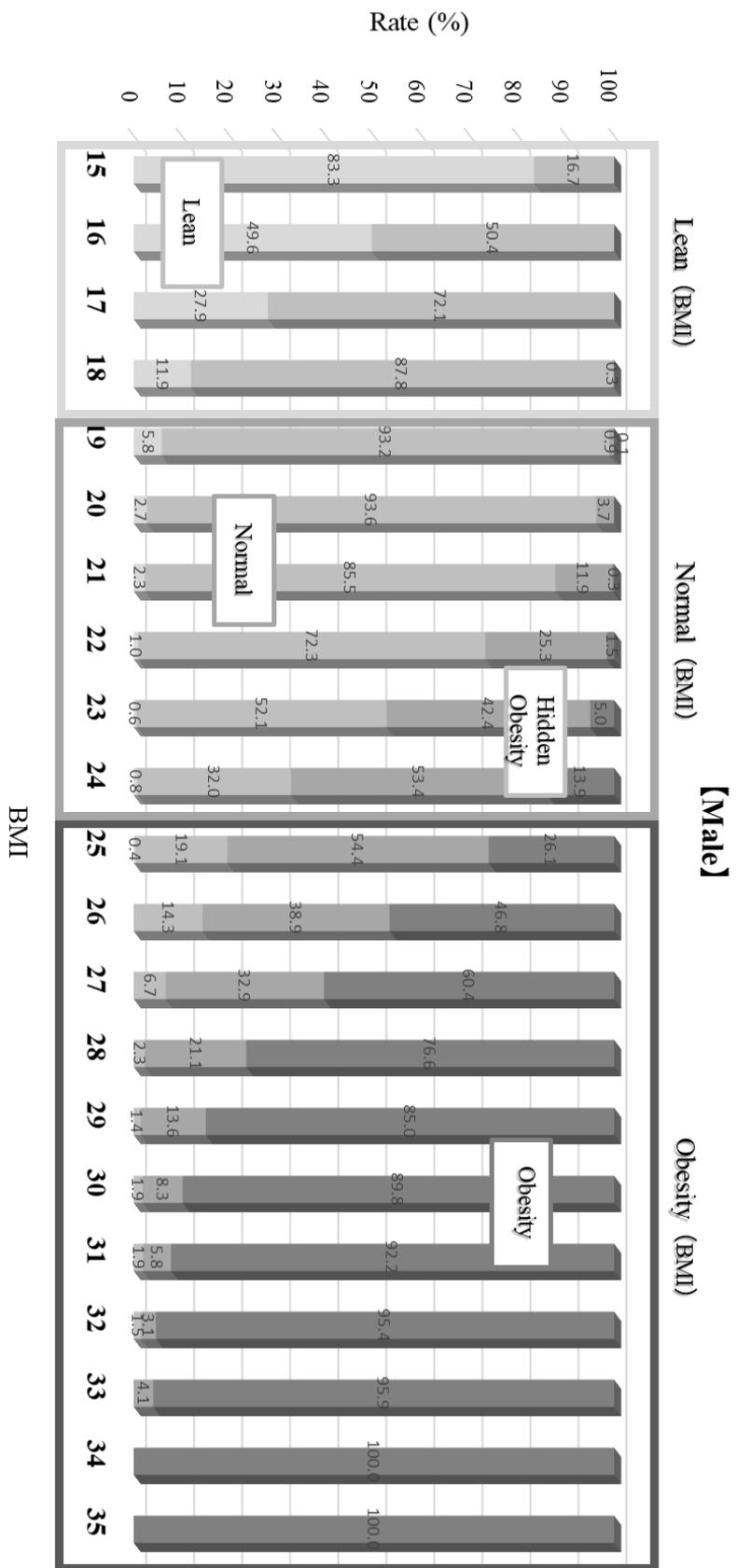


Fig. 2-1 Trends of distribution in 4 body types on BMI value and BMI evaluation area in males

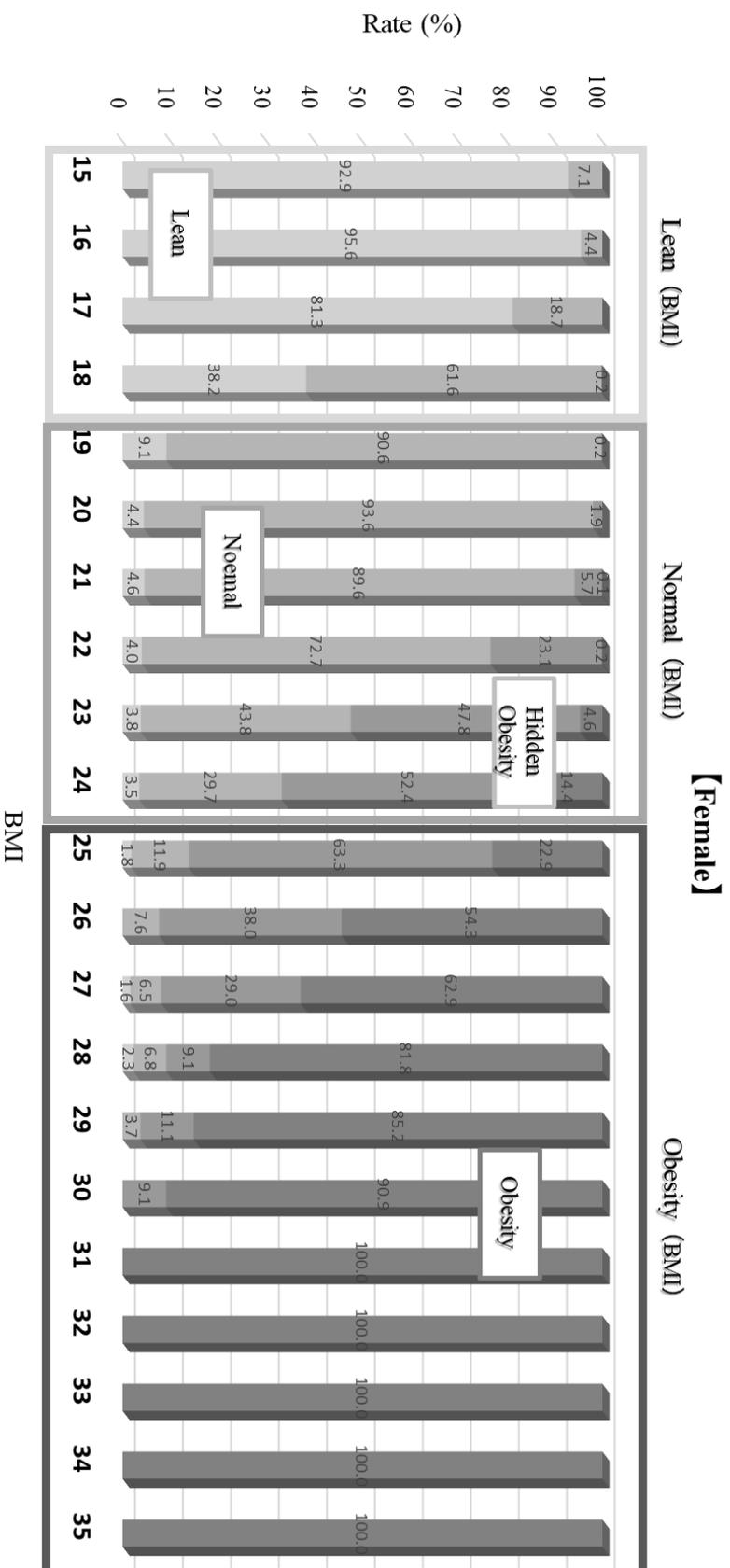


Fig. 2-2 Trends of distribution in 4 body types on BMI value and BMI evaluation area in females

第 5 章

検討課題Ⅱ

肥満判定法の構築に関する検討①

— 幼児期の体脂肪率に基づく肥満判定法の構築

—

第1節 本章の目的

古郡（2010）は、肥満は企業の生産性低下に影響をおよぼす要因であると指摘している。しかしながらその一方で、企業内において肥満のリスクを取り除くことは容易でないとも述べている。その理由の1つとしては、幼少期から肥満を呈している者は成人になってから肥満を解消することは非常に難しいということにある。つまり、藤井（2016）が指摘しているように、肥満は幼少期からトラッキングする確率が非常に高いのである。したがって、成人肥満の解消に向けては幼少期からの肥満のリスク要因を明らかにし、それらの解決に向けた対策を講じる必要がある。

そこで、幼少期から肥満への対策を講じることが必要であるが、そのためには幼少期における肥満判定が不可欠となる。近年では、BIA法（インピーダンス法）による体脂肪率の測定が広く普及されてきているが、残念ながら幼児期ではBIA法は適用できないといった欠点がある。BIA法は人体組織の電流抵抗値をもとに体脂肪率を推定する方法であるが、そのための推定式を構築するためには身体組成に関する生体情報が必要不可欠となる。ところが、幼児に関しては、乙木ら（1999）や衛藤らが日本人幼児の体脂肪分布に関する報告をしているものの、依然、体脂肪率を算出するための推定式を構築するほどの情報量に至っていない。

しかしながら、幼児期におけるBIA法の適用は参考資料かもしれないが、身長と体重から判断されるBMIや伊藤ら（1996）の身長、体重標準曲線から導かれる肥満判定より簡便で身体内部を把握できる利点があるため、多くのBIA法による測定データが蓄積できれば、肥満判定の有効性が確立されるのではないだろうか。朝山ら（2002）は、BMIは成長期にある小児の基準には適さないとし、BIA法は成人に比べて判定の精度が落ちるものの、測定条件等を注意すれば十分応用可能な精度を有すると提言しており、BIA法を小児の身体組成評価に用いることの有用性を示している。そこで、本研究においても幼児の肥満判定に簡便

で汎用性の高い BIA 法を取り入れることとした。

測定の妥当性の検証については、伊藤ら（1996）の身長に対する体重の回帰多項式を用いた判定法が、現段階で幼児の肥満判定として最適であることを考慮し、本研究では、それらと BIA 法で得られた体脂肪率から判定された肥瘦度とを比較検討し、その妥当性を検証することにした。既に、酒井ら（2011）（2013）は、伊藤ら（1996）の手法を用い、幼児の BIA 法における身体組成評価の妥当性を検討しているが、各年齢の対象人数が 30 名前後と少なかったことから、今後、身体組成を正確に把握するためにはより多くのデータを用いることが必要であると述べている。本研究においてはこの点を考慮に入れ、より精度の高い肥満判定法の確立に向けて各年齢の対象人数を増やすこととした。

本研究では、成人肥満へのトラッキングのリスクマネジメントに向けて、幼児に簡便な BIA 法を用いて体脂肪率を測定することの妥当性を検証し、幼児期における肥満判定の標準化を図ることを目的とした。

第2節 方法

第1項 対象

対象は、幼稚園男児 317 名（3 歳：105 名，4 歳：111 名，5 歳：101 名），女児 332 名（3 歳：92 名，4 歳：134 名，5 歳：106 名）の計 649 名の幼児であった。

測定に先立ち、園の責任者と対象の保護者に調査および測定の内容を説明することで、研究に対するインフォームドコンセントを得た。なお、対象のなかに急性および慢性的の疾患を患っている者はいなかった。

第2項 体格と身体組成

体重、体脂肪率を、BIA 法を採用したデュアル周波数体組成計（タニタ社製 DC-320）を用いて測定した。なお、現在は日本人幼児の BIA 法による推定式が確立されていないため、本機器の対象年齢も 6 歳から 99 歳までとなっている。したがって、得られた数値は参考的な意味を含むが、Fujii and Sakai (2009), Sakai et al. (2009) による知見から信頼性は高いと考える。

そのため、測定においては年齢を全て 6 歳と設定し計測を行った。身長は、デジタル身長計（タニタ社製）を用いて測定した。

第3項 解析手順

各年齢における身長、体重および体脂肪率の統計値を男女別で算出した。対象の体脂肪率の統計値（平均値、標準偏差）から、5 段階評価法により、体脂肪率平均値にもとづく 5 段

階（+1.5SD 以上を“肥満”，+0.5SD 以上から+1.5SD 未満を“やや肥満”，-0.5SD 以上から+0.5SD 未満を“標準”，-1.5SD 以上から-0.5SD を“やや痩身”，-0.5SD 未満を“痩身”）評価チャートを構築した。一方，体脂肪率にもとづく評価の対象として，伊藤ら（1996）の手法を参考に，男女別，各年齢別に身長に対する体重の 1 次から 3 次の回帰多項式（身長-体重曲線）を構築し，赤池情報量基準（AIC：Akaike Information Criterion）により妥当な次数の回帰多項式を導き出した。導かれた妥当な次数の回帰多項式をもとに，男女別，各年齢別に 5 段階（体脂肪率にもとづく評価基準と同じ）の回帰評価チャートを構築した。両評価チャートから得られた 5 段階の肥瘦度分布を， χ^2 検定（エクセル統計 2015：SSRI 社製）によって比較（統計的有意水準は 5%未満）し，体脂肪率にもとづく評価チャートの妥当性を検証した。

第3節 結果

第1項 身長，体重，体脂肪率の統計値

Table 5-1 に，対象の各年齢における身長，体重および体脂肪率の平均値と標準偏差を示した。

体脂肪率は，全年齢において女兒の方が男児に比べ高い傾向を示した。また，体脂肪率の加齢変化としては，男児は年齢が上がるごとに減少傾向を示した（3歳：11.48%，4歳 10.45%，5歳：10.00%）が，女兒については，3歳（14.00%）から4歳（12.18%）にかけては減少したものの，4歳から5歳（12.69%）にかけては向上傾向を示した。

第2項 体脂肪率の平均値評価チャートの構築

Table 5-2 に，体脂肪率の平均値と標準偏差から段階評価 5 点法により導き出された判定基準を男女別，年齢別に示した。

肥満（“肥満” “やや肥満”）の判定基準については，全年齢において，女兒が男児に比べて高い傾向にあった。

第3項 身長に対する体重の回帰評価チャートの構築

Table 5-3 に，3歳児，4歳児，5歳児の男女別における身長に対する体重の1次から3次までの回帰多項式における残差平方和と AIC 値を示した。回帰多項式の妥当な次数は，AIC 値から判断して，男児全てと女兒の4歳児で1次，女兒の3歳児と5歳児で2次が妥当であることが示された。

Fig. 1 に、妥当な回帰多項式をもとに構築された 5 段階の回帰評価チャートを、男女別、学年別で示した。

第 4 項 体脂肪率の平均値評価チャートと身長に対する体重の回帰評価チャートから判定された肥瘦度の比較

Fig.2 は、両評価チャートから判定された 5 段階の肥瘦度分布を比較した結果である。各肥瘦度分布を χ^2 検定により比較検討した結果、男児、女児とも全年齢において有意な差は認められなかった。

第4節 考察

本研究では、成人肥満へのトラッキングのリスクマネジメントに向けて、幼児に簡便なインピーダンス法を用いて体脂肪率を測定することの妥当性を検証し、幼児期における肥満判定の標準化を図ることを目的とした。

評価の妥当性を検討するために、伊藤ら（1996）が用いた身長に対する体重の回帰評価チャートを参考にしたが、本研究では、次数を残差平方和、AIC から総合的に判断し、より妥当な次数を決定した。その結果、男児はすべての年齢帯で1次が妥当と判断され、女児では3歳、5歳が2次、4歳で1次の回帰多項式が妥当と判断された。伊藤ら（1996）と酒井ら（2013）は、本研究と同様の手法で標準身長体重曲線モデルを構築したが、ともに2次式が採用されていた。このように先行研究と異なる次数が出た要因としては、伊藤ら（1996）は、曲線モデルの構築に年齢別ではなく幼児全体を対象としたこと、一方、酒井ら（2013）は、本研究と同様に年齢別に曲線モデルを構築したが各対象人数が少なかったことが影響したものと考えられる。

身長に対する体重の5段階回帰評価チャートから導かれた肥瘦度の分布と、BIA法で計測した体脂肪率の平均値から導かれた肥瘦度分布を比較した結果、3歳から5歳までの男児、女児全てにおいて有意な差が認められなかった。つまり、伊藤ら（1996）の手法と同等の肥満判定が可能であることが示された。しかしながら、この結果から一概にBIA法による測定の妥当性を唱えるのは尚早と考えられる。というのも、比較対象とした伊藤ら（1996）の手法も身長と体重から導き出された体型的な判定であり、身体内部の脂肪を測定しているわけではないからである。

一般的に、身長と体重から簡便に肥満判定ができる方法にBMI（Body Mass Index）法がある。しかし、BMIは発育期では適用できる範囲が限られるといった問題点がある。Rolland-Cachera（1984）は、BMIのリバウンド現象（adiposity rebound）が現れる6歳前後では、

BMI は身長が発育と有意な相関が示すことから、幼児期における肥満の指標に用いることの限界を提起している。このように、BMI を幼児の肥満判定に用いることについてはリバウンド現象の影響が示されているものの、身長に対する体重の回帰評価においてはそれらの影響はないものと考えられる。そのため、伊藤ら（1996）の方法が提唱されてきた経緯がある。

本研究では、酒井ら（2011）（2013）の報告に比べて、各年齢の対象人数を増やして検討を行ったが、依然、各対象人数が100名前後ということで、標準化に向けてのサンプル数としては課題が残る。今後、より肥満判定の普遍性を高めるためにはサンプル数を増やす努力が必要になるとともに、それぞれの時代背景に合わせた見直しが必要となろう。いずれにせよ、BIA法という簡便で身体内部まで踏み込んだデータから幼児の肥満をある程度妥当に判定でき、またそれらを受け、BIA法による幼児の肥満判定の標準化が図れたことは大変有意義なことである。

これらを受け、今後は成人肥満トラッキングのリスクマネジメントに向けて、幼児期の肥満リスクをより詳細に解析するための基盤が整えられたと言えよう。

第5節 まとめ

本研究では、幼児の BIA 法による肥満判定の妥当性を検証するために、BIA 法による体脂肪率を基に構築した平均値評価チャートから判定された肥瘦度分布と、伊藤ら (1996) が提唱した身長-体重標準曲線を参考に構築した回帰評価チャートから判定された肥瘦度分布を比較検討した。

結果、男女、各年齢において、両評価チャートから判定された肥瘦度分布との間に有意な差は認められなかった。したがって、両評価から導かれた肥瘦度判定は変わらないことが示され、BIA 法による肥満判定の妥当性が立証された。

以上のことから、簡便な BIA 法による幼児の肥満判定の標準化が図られたことで、成人肥満トラッキングのリスクマネジメントに向けた基礎となるシステムが整えられた。

第 6 節 圖 表

Table 5-1 Statistics of height and weight and body fat percentage for each grade in gender

		Boys			Girls		
		3years n=105	4years n=111	5years n=101	3years n=92	4years n=134	5years n=106
Height (cm)	Mean	97.93	105.79	110.99	96.92	104.28	111.45
	SD	4.86	4.56	4.58	3.86	4.51	4.87
Weight (kg)	Mean	14.80	16.82	18.45	14.43	16.26	19.05
	SD	1.94	2.22	2.15	1.54	1.95	2.87
Body fat percentage (%)	Mean	11.48	10.45	10.00	14.00	12.18	12.69
	SD	3.76	3.35	3.52	3.12	3.08	4.42

Table 5-2 The 5-step mean evaluation chart for body fat percentage obtained with impedance analysis

Evaluation	Boys	Girls	
3years	Fat	body fat percentage > 17.1	body fat percentage > 18.7
	A little fat	17.1 ≥ body fat percentage > 13.3	18.7 ≥ body fat percentage > 15.6
	Normal	13.3 ≥ body fat percentage ≥ 9.6	15.6 ≥ body fat percentage ≥ 12.5
	A little lean	9.6 > body fat percentage ≥ 5.8	12.5 > body fat percentage ≥ 9.3
	Lean	5.8 > body fat percentage	9.3 > body fat percentage
4years	Fat	body fat percentage > 15.5	body fat percentage > 16.8
	A little fat	15.5 ≥ body fat percentage > 12.1	16.8 ≥ body fat percentage > 13.7
	Normal	12.1 ≥ body fat percentage ≥ 8.8	13.7 ≥ body fat percentage ≥ 10.6
	A little lean	8.8 > body fat percentage ≥ 5.4	10.6 > body fat percentage ≥ 7.6
	Lean	5.4 > body fat percentage	7.6 > body fat percentage
5years	Fat	body fat percentage > 12.9	body fat percentage > 16.4
	A little fat	12.9 ≥ body fat percentage > 10.5	16.4 ≥ body fat percentage > 13.4
	Normal	10.5 ≥ body fat percentage ≥ 8.1	13.4 ≥ body fat percentage ≥ 10.4
	A little lean	8.1 > body fat percentage ≥ 5.6	10.4 > body fat percentage ≥ 7.4
	Lean	5.6 > body fat percentage	7.4 > body fat percentage

Table 5-3 Estimated average magnification of Weight calculated by wavelet interpolation mode

		Boys		Girls	
	Order	Residual sum of squares	AIC	Residual sum of squares	AIC
3years	Linear	108.75	331.1	78.57	249.2
	Quadratic	108.65	333.1	76.33	248.6
	Cubic	107.72	333.6	75.88	250.1
4years	Linear	187.97	379.5	182.37	425.4
	Quadratic	187.09	381.0	181.80	427.0
	Cubic	182.50	380.2	181.61	428.9
5years	Linear	183.84	353.1	295.85	412.8
	Quadratic	181.76	354.0	260.99	401.6
	Cubic	180.99	355.5	259.04	405.5

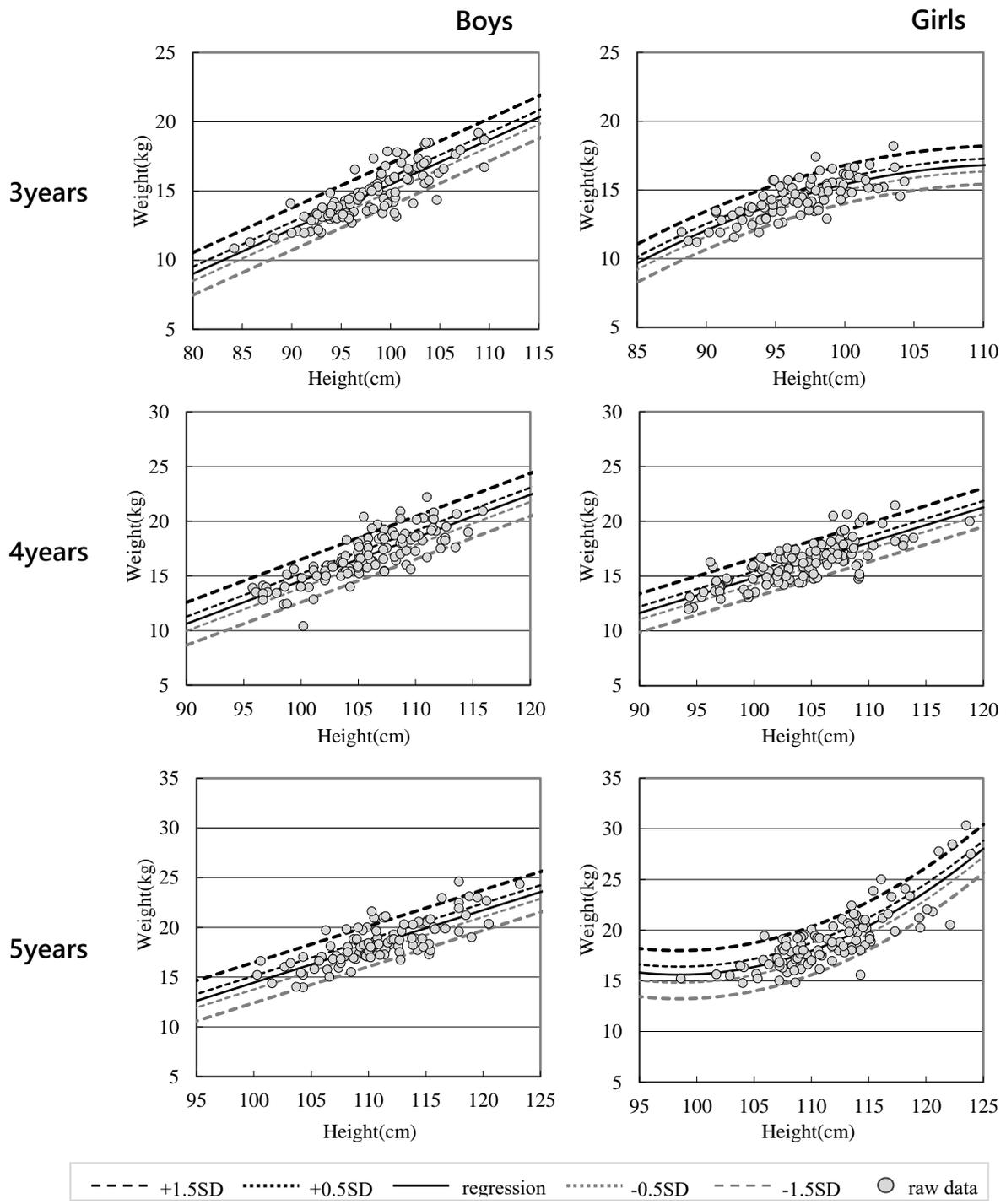


Fig. 5-1 The 5-step regression evaluation chart constructed based on the valid regression polynomials

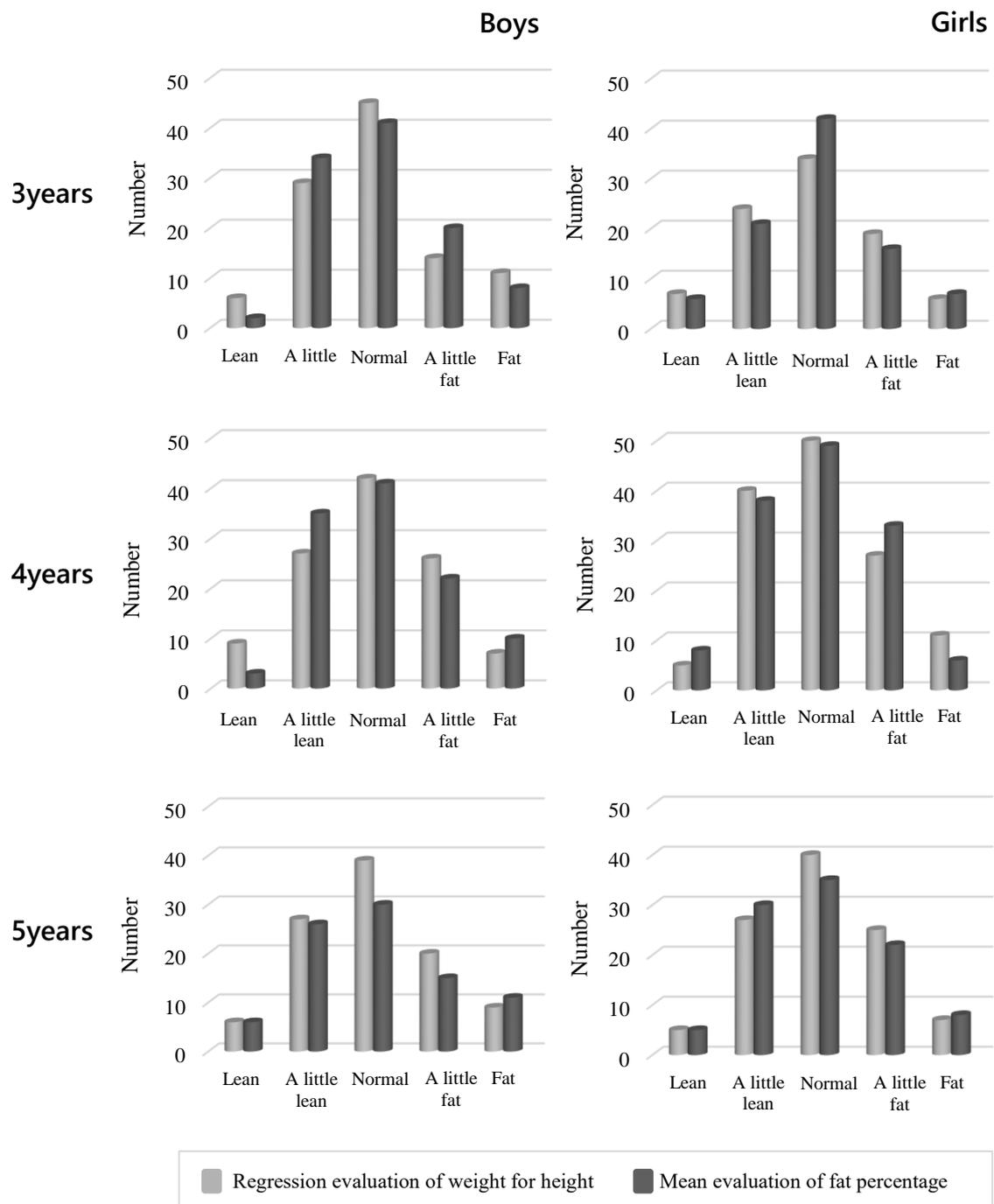


Fig. 5-2 Comparison of frequency distribution for judged from regression evaluation of weight for height and mean evaluation of fat percentage

第 6 章

検討課題Ⅲ

肥満判定法の構築に関する検討②

—学齢期の体脂肪率加齢変化の検証と体脂肪率
に基づく肥満判定法の構築—

第1節 本章の目的

近年は、成人の肥満同様に子どもの肥満も問題視されるようになってきている。子どもの肥満が増加するようになったのは、日本の高度経済成長期終盤の1970年頃からである（文部科学省，2016）。日本の経済が飛躍的に発展を遂げている最中、日本人のライフスタイルは大きく変化してきた。食生活の欧米化や自家用車の普及、鉄道や高速道路などの各種インフラ整備、コンビニエンスストアなどの増加により、国民生活の利便性が格段に向上してきた。こうしたライフスタイルの変化により国民の身体活動量が低下し、併せて、高カロリー食を口にする機会が増えたことで肥満が増加してきたと考えられている（安部ら，2016）。その後、子どもの肥満は2000年頃にピークを迎え、それ以降は若干低下傾向を示したものの2011年頃で下げ止まりとなり、依然、子どもの6～11%程度は肥満傾向にある現状である（文部科学省，2016）。

子どもの肥満の問題点は、藤井（2016）が示すように、高い確率で成人肥満へとトラッキングすることにある。したがって、成人肥満の解消には、子どものうちから肥満のリスク管理を行い、できるだけ肥満を解消させておくことが重要となる。そのためには、子どもの肥満度を的確に評価することが必要であるが、肥満の判定に成人の基準を一律に適用することはできないため、子どもに合った年齢ごとの基準値を設けることが必要となる。

一般的に肥満の判定には、BMI（Body Mass Index）指数が用いられることが多いが、BMI指数は、体重を身長²で除して求めるため、肥満判定の際に体格の影響を受けやすいといった問題点が挙げられている（木村，2001）。そのため、肥満をより正確に評価するためには、体脂肪率や筋肉率などの身体組成面へアプローチできる手法を用いる必要がある。

身体組成の測定法として、DXA法（Dual Energy X-Ray Absorptiometry）やMRI（Magnetic Resonance Imaging）、水中体重秤量法などがあるが、これらは、身体組成情報がある程度正確に捉えることができるものの、計測自体が大掛かりであることや測定機器が高額である

ことなどから、多くの被験者を対象とする場合には適さない。そこで近年は、身体組成面にアプローチできる手法として BIA 法 (Bioelectrical Impedance Analysis : インピーダンス法) が着目されている。BIA 法は、その簡便性と利便性から身体組成の研究において広く取り入れられるようになってきている。

BIA 法を用いた身体組成評価の妥当性については, Lukaski et al. (1985), Segal et al. (2006), Nakadomo et al. (1990) が、対象が欧米人ではあるが、その妥当性を報告している。日本人へは、村岡と小宮 (1990) や Komiya and Masuda (1990) が日本人の体水分量の推定式を模索し、最終的に田中ら (1990) によって、日本人に合った身体組成評価法のための評価式が構築されてきた。

BIA 法による身体組成評価に関する研究としては、谷本ら (2009) が、日本人の 18 歳～70 歳までを対象に、筋肉量の加齢変化を部位別に検討しているが、体脂肪率については検討されていない。幼少期を対象としては、藤井ら (2012) が、幼児期における身長と体重の回帰多項式から得られた肥満度と BIA 法で得られた肥満度とを比較し、BIA 法による身体組成評価の妥当性を検証している。学齢期については、Fujii et al. (2011) が、BIA 法で求めた体脂肪率の加齢変化を回帰多項式を用いて検討しているが、肥満判定のための標準化までは検討されていない。また、この報告では、スポーツや運動に携わる生徒のみを対象にしていることや、小学校低学年から中学 2 年頃までの期間しか取り扱っていないことなどから、学齢期対象として取り扱うには課題が残されていた。つまり、学齢期全般の一般的な対象に対する体脂肪率加齢変化の検討や、肥満判定のための標準化が十分になされていないのが現状である。

そこで本研究では、肥満リスク分析のための肥満判定の標準化に向けて、BIA 法で計測した小学 1 年生から中学 3 年生までの学齢期における体脂肪率横断的データから、その加齢変化傾向を検証するとともに、肥満判定のための評価チャートを構築し、その妥当性を検討することを目的とした。

第2節 方法

第1項 対象

対象は、愛知県内の某小学校の1年生から6年生までの男子児童341名（1年生48名，2年生62名，3年生47名，4年生59名，5年生71名，6年生54名），女子児童324名（1年生64名，2年生47名，3年生48名，4年生63名，5年生49名，6年生53名）の計665名，および某中学校1年生から3年生までの男子生徒293名（1年生102名，2年生94名，3年生97名），女子生徒318名（1年生118名，2年生95名，3年生106名）の計642名であった。

対象には，事前に調査および測定の内容を説明し，これに対するインフォームドコンセントを得た．また，対象には急性および慢性の疾患を患っている者はいなかった。

Table 6-1 に，対象の人数，年齢および身体的特徴を示した。

第2項 体格および身体組成計測

身長は，デジタル身長計（タニタ社製）を用いて計測した．体重と体脂肪率は，BIA法を採用したデュアル周波数体組成計（タニタ社製 DC-320）を用いて計測した。

BIA法による身体組成評価においては，体脂肪量を推定するインピーダンス値は，朝夕や身体活動前後，食事の前後など，体内の水分量などに大きく影響をおよぼされるため，測定の時間帯など，できるだけ統一したタイミングで計測する必要がある．本研究では，朝食を摂取した後の午前中に全対象の測定を実施した。

第3項 解析手順

得られた対象の体脂肪率の小学 1 年生から中学 3 年生までの各学年における平均値および標準偏差を算出した。

学齢期全般における体脂肪率の加齢変化傾向を検討するために、各学年の体脂肪率の統計値に対して一元配置の分散分析 (ANOVA) を行い、下位検定として Tukey-Kramer の多重比較検定 (エクセル統計 2015 : SSRI 社製) を実施した。有意水準は 5%未満とした。

また、各学年の体脂肪率の平均値に対して、Matsuura and Kim (1991) の残差平方和の手法を参考に 2 次の回帰多項式を適用 (なお、女子については、1 次~6 次の回帰多項式を構築し、AIC 値から 2 次が妥当であると確認、Table 6-3 参照) し、学齢期全般における体脂肪率の加齢変化様相を概観した。

対象の肥満の判定には、段階評価 5 点法を採用した。各学年の体脂肪率平均値の $\pm 0.5SD$ 、 $\pm 1.5SD$ を求め、各標準偏差に対して 2 次の回帰多項式を適用し、5 段階の肥瘦度評価チャートを構築した。肥満の判定基準としては、平均値 $+1.5SD$ 以上を“肥満”、 $+0.5SD\sim+1.5SD$ を“やや肥満”、 $\pm 0.5SD$ を“標準”、 $-0.5SD\sim-1.5SD$ を“やや痩身”、 $-1.5SD$ 以下を“痩身”とした。

これらの肥瘦度評価チャートをもとに対象の肥満を判定し、各評価別の頻度分布を求めた。肥満判定の妥当性については、各評価のヒストグラムとシャピロ-ウィルクの正規性の検定 (エクセル統計 2015 : SSRI 社製) により判断した。いずれも有意水準は 5%未満とした。

第3節 結果

第1項 学齢期における体脂肪率の加齢変化傾向

Table 6-2 に、男女別に、各学年における体脂肪率の平均値、標準偏差および分散分析結果を示した。

男子の体脂肪率は、小学1年生から小学校高学年に向けて増加し、4、5年生頃にピーク（4年生：13.42%、5年生：13.30%）を迎えた。その後は、中学生期に向けて減少するといった結果を示した。分散分析の結果では主効果に有意性（ $F=2.98$, $\eta^2=.04$, $p<.01$ ）が認められ、多重比較検定の結果、小学4年生と5年生の体脂肪率が、小学1年生と2年生の体脂肪率が比べて、有意に高くなる結果を示した。また、小学4年生から6年生頃の体脂肪率の標準偏差値が他の学年に比べて大きくなることが示された。

一方、女子の体脂肪率の加齢変化については、身長や体重の発育と同様に中学校高学年に向けて増加する傾向を示し、学齢期の8年間で13.30%も向上する結果を示した。学齢期別でみると、小学生期では、6年間で11.50%（1年生）から17.70%（6年生）までの6.20%程度増加したのに対して、中学生期では、3年間という小学生期に比べて短い期間であったにもかかわらず、20.74%（1年生）から24.80%（3年生）までと4.1%程度増加する結果を示した。各学年における体脂肪率の分散分析の結果、有意性が認められた（ $F=69.33$, $\eta^2=.47$, $p=.00$ ）。多重比較検定の結果、小学生期前半では、2、3学年上の学年以降が有意に高くなり、小学校高学年から中学生期では、一学年上の学年以降が有意に高くなる傾向であった。性差については、

第2項 5段階の肥瘦度評価チャートの構築

導かれた2次の回帰多項式をもとに、5段階の肥瘦度評価チャートを構築した(男子: Fig. 6-1, 女子 Fig 6-2)。黒色の実線は回帰多項式 ($y = 0.1147 x^2 - 0.8273 x + 11.577$) を示した。黒色の点線が+0.5SD, 灰色の点線が-0.5SD, 黒色の破線が+1.5SD, 灰色の点線が-0.5SD, 丸印が対象の体脂肪率データを示した。

対象の肥瘦度の傾向としては、男子は、全体的に“痩せ”を除く各評価帯に分布する傾向にあったが、小学校高学年(小学4年, 5年)では他の学年に比べてばらつき(標準偏差)が大きくなる様相を示した。一方、女子は、小学生期前半(小学1~3年生)では、“標準”帯域に多く分布し、“肥満”や“痩身”帯域にはほとんど分布しない傾向にあったが、中学生期では“標準”帯域が低下し、それ以外の帯域にばらつく傾向となった。

第3項 5段階の肥瘦度分布および分布の正規性の検定

対象の体脂肪率値を肥瘦度評価チャートに当てはめて肥瘦度評価を行い、5段階の度数分布(ヒストグラム)を男女別に求めた(男子: Fig. 6-3, 女子 Fig 6-3)。

男子は、“痩身”が19名, “やや痩身”が208名, “標準”が238名, “やや肥満”が108名, “肥満”が76名であった。一方、女子は“痩身”が20名, “やや痩身”が202名, “標準”が244名, “やや肥満”が116名, “肥満”が61名であった。

ヒストグラムが示すように、男女とも“やや痩身”が多く, “痩身”が少ない傾向を示したものの、正規性の検定(シャピロ-ウィルクの検定)結果からは正規性が認められた(男子: $p=0.3828$, 女子: $p=0.7353$)。

これらを受け、本研究で構築した学齢期における肥瘦度評価のための評価チャートの妥当性が検証された。

第4節 考察

学齡期男子の体脂肪率の加齢変化傾向として、小学1, 2年生に比べて小学5, 6年生が有意に高くなる結果を示した。山田(2012)は、体脂肪率は小学1年生から4年生までは多少増加し、5, 6年生ではほとんど変化しないことを報告している。本研究の小学5, 6年生の体脂肪率平均値もほとんど変化がみられず、山田(2012)の報告を支持するものであった。また、同報告では小学4年生から6年生の標準偏差が大きくなることも示されていたが、本研究においても、小学4年生が7.23%、小学5年生が6.86%、小学6年生が6.51%であり、他の学年に比べて標準偏差値が大きくなる傾向を示した。また、中学生期に向けた傾向として、増田(1998)は、小学5年生頃から12, 13歳にかけて体脂肪率は減少することを報告しており、これに関しても本研究の結果はこのことを支持するものであった。

一方、学齡期女子の体脂肪率の加齢変化は、学年が上がるについて緩やかに増加する正の2次回帰傾向であり、男子に比べて小学校期にはばらつきがそれほど小さくなく、中学生期から大きくなることが示された。この傾向をFujii et al. (2011)の結果と比較すると、本研究の小学生期の体脂肪率が11.50~17.70%であったのに対し、Fujii et al. (2011)の同時期にあたる7.5~12.5歳の体脂肪率は18.00~22.30%であり、全体的に本研究の対象が低い傾向にあった。また、身長や体重についても本研究の対象が低い傾向にあった(本研究:身長118.3~149.1cm, 体重20.9~39.0kg; Fujii et al.: 身長121.3~153.4cm, 体重23.2~45.5kg)。これらの差は、本研究では、特別に運動をしていない一般的な生徒を対象としたが、Fujii et al. (2011)は、週に数回スポーツ教室などで運動をしている生徒を対象としたことに起因しているものと考えられる。それは、発育期に運動やスポーツ習慣がある生徒は、そのような習慣がない者と比べれば体脂肪率は減少傾向で、体格面では優れていることが推測できる。したがって、Fujii et al. (2011)の結果と比較した際に、本研究の体脂肪率、身長、体重が低い傾向を示したことは理解されよう。

これらのことから、Fujii et al. (2011) は、ある程度学齢期全般を通して体脂肪率の加齢変化を捉えているが、対象がスポーツ教室への参加者という限定的であることから、肥瘦度評価構築の標準化という点では些か客観性を失するデータを扱っていると考えられる。しかし、本研究では、あくまで一般的な児童を対象としており、小林ら (2015) の報告のとおり、女子の体脂肪率の加齢変化が BMI の加齢変化と極めて高い類似性が認められたことを考慮すれば、学齢期女子の体脂肪率の加齢変化としては十分妥当な発育プロセスが保証されたと言えよう。以上のように、学齢期における体脂肪率の加齢変化は男女で異なることが明らかとなった。

本研究では、学齢期における肥瘦度評価のために、各学年の体脂肪率の平均値から得られた 2 次回帰多項式をもとに 5 段階の肥瘦度評価チャートを構築したが、そのチャートから得られた各評価の頻度分布に正規性が認められ、構築した肥瘦度評価チャートの妥当性が検証された。これらを受け、今後は成人肥満トラッキングのリスクマネジメントに向けて、学齢期における肥満リスクをより詳細に解析するための基盤が整えられたと言えよう。

最後として、本研究では、BIA 法といった身体内部にアプローチしつつも簡便な手法で計測した体脂肪率を用いて評価チャートを構築できたことは大きな意味を持つものであった。BIA 法は、これまでも体脂肪率の測定に関しては、測定精度が高いとされている水中体重秤量法や DXA 法や MRI 法、皮脂厚法との関係性が高いことや、身体組成を妥当に評価できることが報告 (Lukaski et al., 1985 ; Segal et al., 2006 ; Nakadomo et al., 1990) されている。さらに田中ら (1999) は、BIA 法の有効性として、従来から体組成評価に信頼性の高い DXA 法より優れている点として、BIA 法は、高い精度で計測できることに併せて、測定機器の移動が容易であり、裸足になるだけで測定できるといった利便性や簡便性において優れていると述べている。このような有効性から、近年は、BIA 法の開発が急速に進み、それらを用いた研究が進められるようになってきた。本研究においても、評価チャートの構築に多くのデータを用いることができたことは、まさにこれらの有効性によるものである。

このように身体組成情報が簡便に得られるようにはなったものの、一方で、それらの加齢変化については、測定の統一性やデータ数等の問題から、それぞれの年齢における評価チャートが十分に構築されていないのが現状である。なかでも幼少期に関わる報告は、先に挙げたように藤井ら（2012）のものしか見られない。そういった状況のなか、BIA法を採用した本研究の成果は、今後、幼少期から成人に至るまでの身体組成の加齢変化を検討し、さらには肥満リスクを分析していく上で貴重なものとなるであろう。

第5節 まとめ

本研究では、学齢期を対象に、BIA法をから得られた体脂肪率からその加齢変化傾向を検討するとともに、年齢に対する体脂肪率の回帰多項式から構築された5段階の肥瘦度評価チャートをもとに対象の肥瘦度を評価し、得られた肥瘦度分布から評価チャートの妥当性を検討した。

結果、学齢期男子の体脂肪率は、小学校高学年に向けて増加し、中学生期に向けて減少する負の2次回帰傾向を示すことが明らかとなった。一方、女子については、加齢とともに増加する正の2次回帰傾向であることが明らかとなった。いずれも先行研究を支持するものであった。また、導かれた2次の回帰多項式をもとに5段階の評価チャートを構築し、対象の肥瘦度評価を行った結果、頻度分布の正規性の検定から肥瘦度評価チャートの妥当性が認められた。このことにより学齢期から成人に至るまでの肥満リスクを検討するための筋道が確立された。

第 6 節 図 表

Table 6-1 Statistics of age, height and weight for each grade

Grade		Elementary School						Junior High School				
		1	2	3	4	5	6	1	2	3		
Boys	Number (n)	48	62	47	59	71	54	102	94	97		
	Age (years)	Mean	6.98	8.03	9.05	10.02	11.02	12.00	12.99	13.99	14.98	
		SD	0.32	0.29	0.33	0.28	0.28	0.30	0.29	0.29	0.28	
	Height (cm)	Mean	119.5	125.6	130.8	136.8	142.6	145.9	153.5	162.1	165.8	
		SD	5.5	5.3	6.0	4.9	6.3	7.0	8.2	7.9	6.2	
	Weight (kg)	Mean	21.6	24.5	28.1	31.5	34.6	38.1	41.8	49.1	52.0	
		SD	3.2	4.3	5.4	5.3	6.5	7.4	7.2	9.2	7.3	
	Girls	Number (n)	64	47	48	63	49	53	118	95	106	
		Age (years)	Mean	7.01	7.99	8.94	10.23	11.00	12.03	13.00	14.00	14.91
			SD	0.28	0.25	0.29	0.49	0.25	0.28	0.29	0.29	0.26
		Height (cm)	Mean	118.3	124.7	128.9	136.1	142.5	149.1	153.4	155.1	156.2
			SD	4.9	4.7	5.8	6.9	6.9	5.8	5.7	5.2	5.2
Weight (kg)		Mean	20.9	23.5	25.4	30.6	33.9	39.0	42.8	45.3	48.5	
		SD	2.6	3.6	4.3	7.2	6.3	5.9	5.6	5.9	7.3	

Table 6-2 Statistics and ANOVA of body fat percentage for each grade

		Elementary School						Junior High School			
Grade		1	2	3	4	5	6	1	2	3	
Body fat percentage (%)	Boys	Mean	10.11	10.12	12.76	13.42	13.30	13.21	11.80	12.25	11.96
		SD	4.92	5.45	6.07	7.23	6.86	6.51	4.24	5.04	4.52
	Girls	Mean	11.50	12.53	13.19	15.29	15.65	17.70	20.74	22.42	24.80
		SD	2.85	4.15	4.30	5.87	4.42	4.52	4.85	5.43	5.93
Tukey-kramer		【Boy】 $F=2.98, \eta^2=.04, p<.01$ <ul style="list-style-type: none"> • ES 1<ES 4, ES 5 • ES 2<ES 4, ES 5 			【Girl】 $F=69.33, \eta^2=.47, p=.00$ <ul style="list-style-type: none"> • ES 1<ES 4, ES 5, ES 6, JHS 1, JHS 2, JHS 3 • ES 2<ES 5, ES 6, JHS 1, JHS 2, JHS 3 • ES 3<ES 6, JHS 1, JHS 2, JHS 3 • ES 4<JHS 1, JHS 2, JHS 3 • ES 5<JHS 1, JHS 2, JHS 3 • ES 6<JHS 1, JHS 2, JHS 3 • JHS 1<JHS 3 • JHS 2<JHS 3 						

Table 6-3 The residual sum of squares, R² and AIC in each order regression polynomials for Body fat percentage against age

Order	Regression polynomial	Residual sum of squares	R ²	AIC
1 st	$y = 1.7191 x - 1.7294$	15027.50	0.46	3852.17
2 nd	$y = 0.1147 x^2 - 0.8273 x + 11.577$	14768.02	0.47	3842.99
3 rd	$y = -0.0095 x^3 + 0.4305 x^2 - 4.2164 x + 23.226$	14753.56	0.47	3844.38
4 th	$y = -0.0104 x^4 + 0.4514 x^3 - 7.0377 x^2 + 48.175 x - 110.79$	14693.39	0.47	3847.51
5 th	$y = -0.001 x^5 + 0.042 x^4 - 0.6835 x^3 + 5.0006 x^2 - 14.361 x + 16.398$	14692.24	0.47	5041.16
6 th	$y = -0.0009 x^6 + 0.0572 x^5 - 1.5412 x^4 + 21.936 x^3 - 173.79 x^2 + 726.47 x - 1240.3$	14685.96	0.47	3847.42

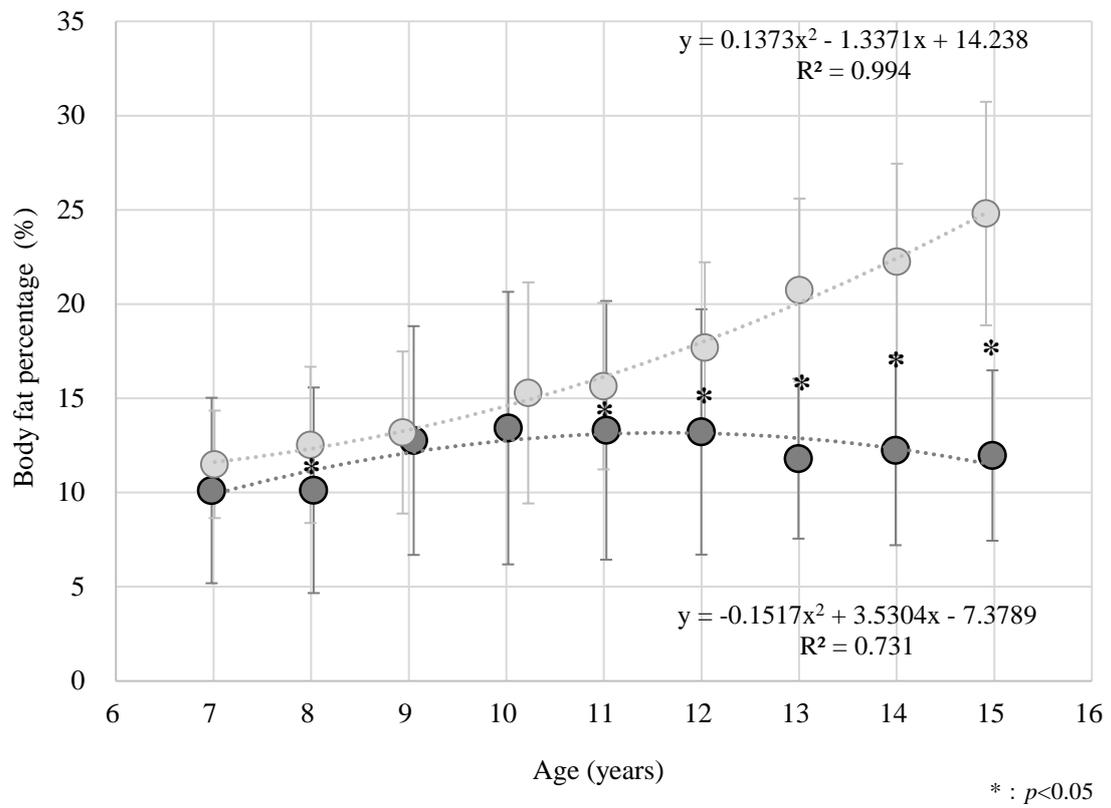


Fig. 6-1 Age-related changes in body fat percentage by gender

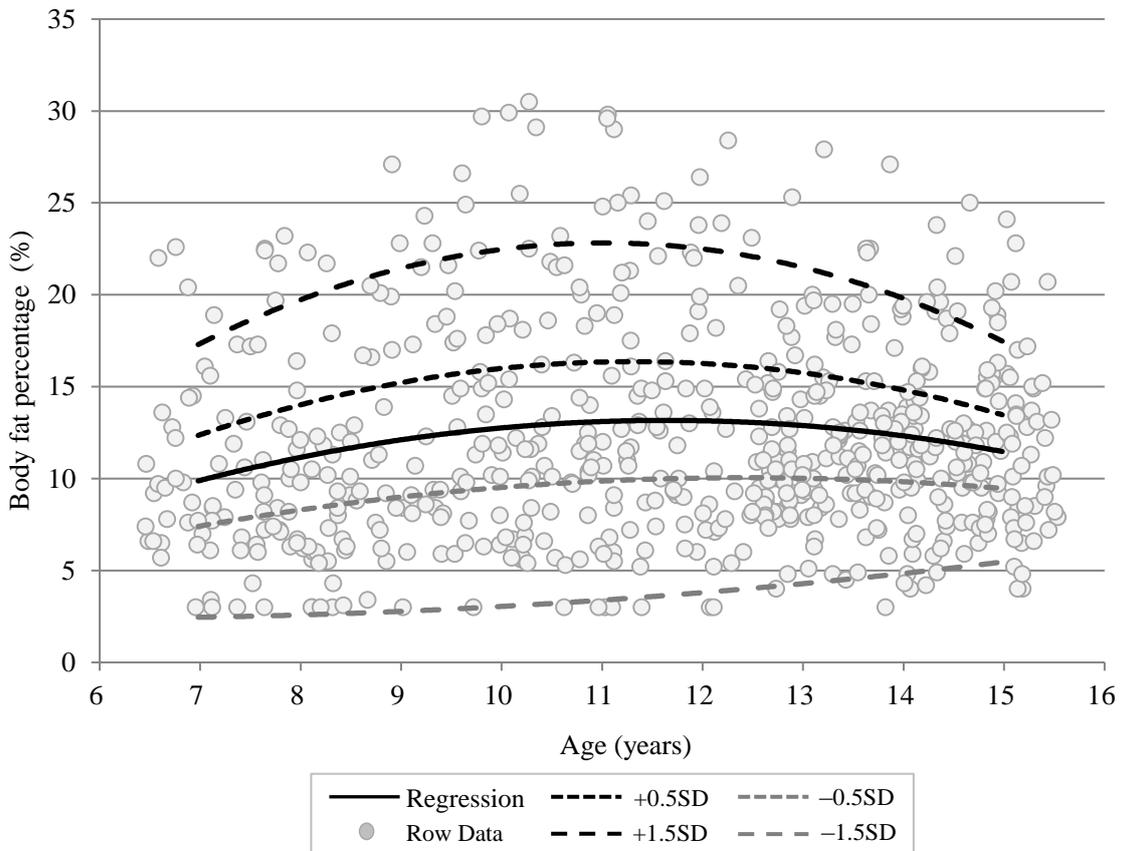


Fig. 6-2 The 5-step evaluation chart constructed based on the regression polynomial of body fat percentage against age for boys

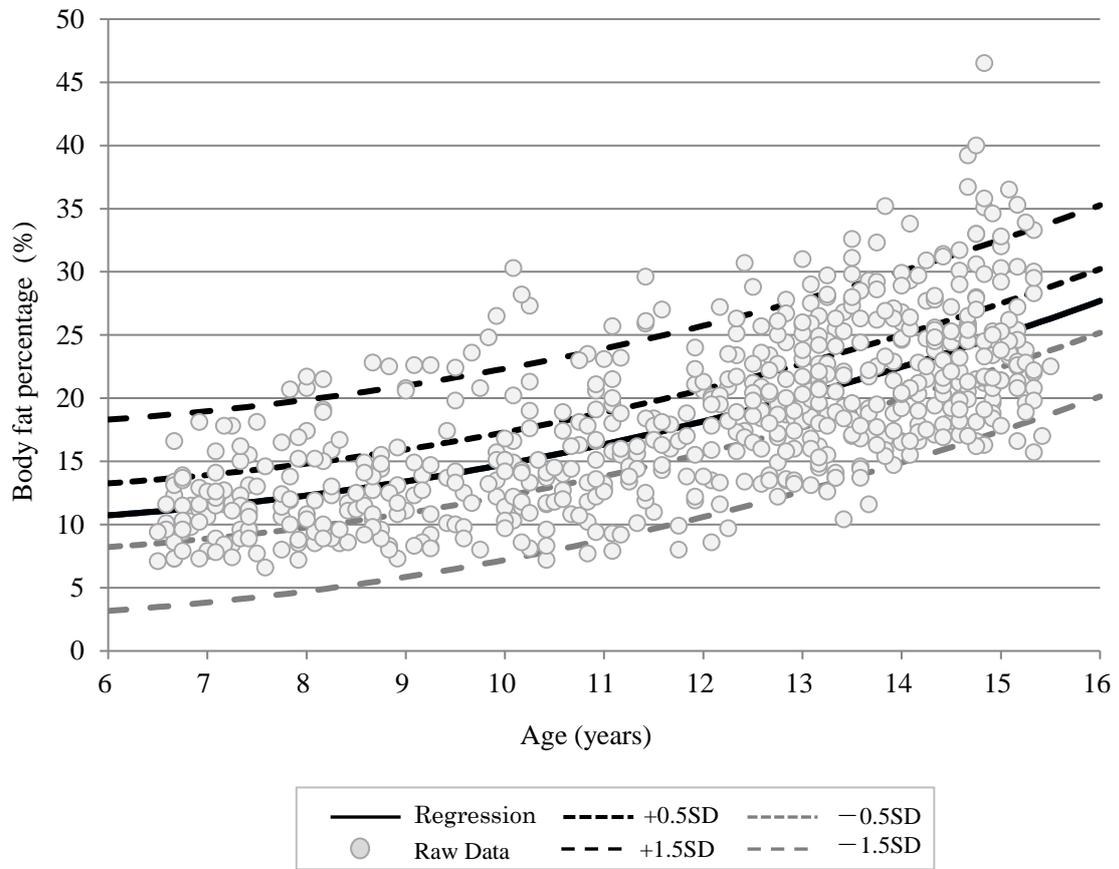


Fig. 6-3 The 5-step evaluation chart constructed based on the regression polynomial of body fat percentage against age for girls

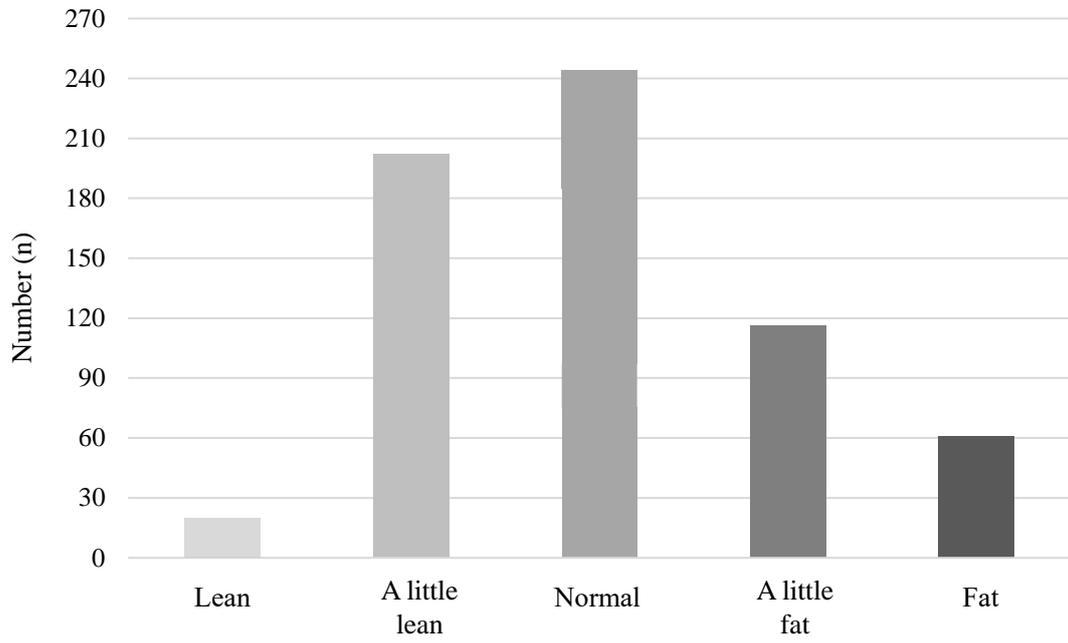


Fig. 6-4 Frequency distribution for judged from the 5-step evaluation chart in boys

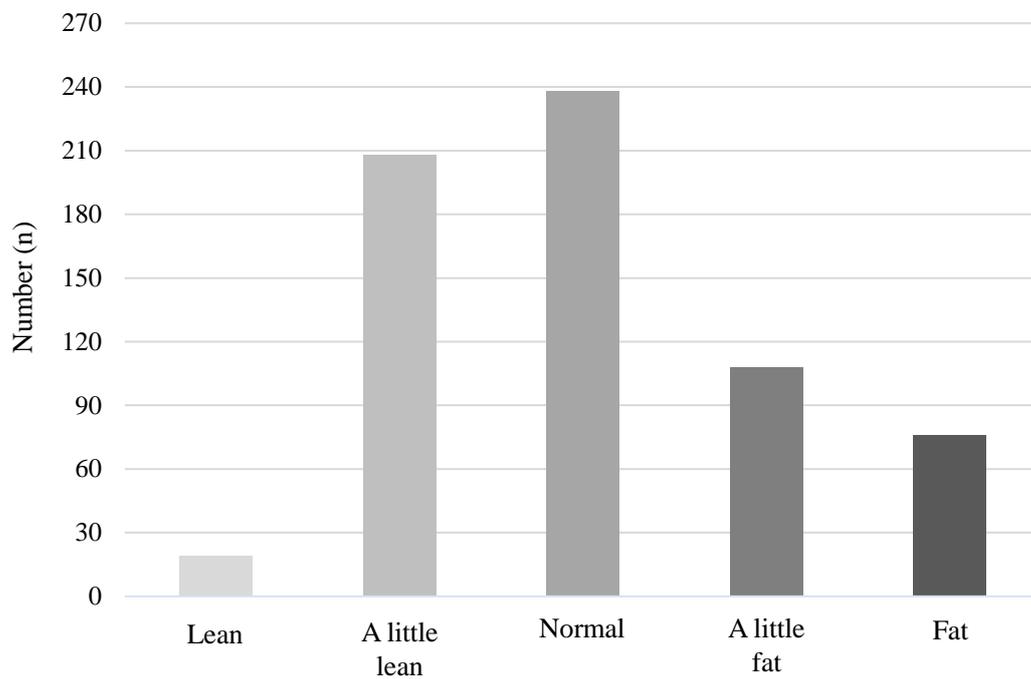


Fig. 6-5 Frequency distribution for judged from the 5-step evaluation chart in girls

第7章

検討課題Ⅳ

肥満の健康リスクに関する検証①

—高校生肥満者における身体的，体力・運動能
力的特徴—

第1節 本章の目的

労働環境において、肥満者は健康な人に比べて欠勤や休職する割合が高いことが示されており（古郡，2010），古川（2010）は，それらで損失される時間を日にちに換算すると，年に22日分にもおよぶとしている．さらに，肥満者は，休暇や欠勤が増えるだけでなく，それらにより医療費が嵩んだり，肉体的にも精神的にも行動傾向が消極的になったり，欠勤や休職には至らないものの心身の健康問題を抱えたまま業務を行ったりすることで，企業の生産性に影響を与えることが示されている（古郡，2012）．このような状況を受け，古郡（2010）は，肥満者が増えることによって起こり得る問題に対して，今後，企業としてどう対処すべきかを考えていく必要があると論じている．

企業における肥満による生産性低下の問題は，欠勤や休職時のみならず出勤している場合にも生じることが明らかとなっている（古郡，2012）．これについては，産業保健分野の課題として挙げられているが，その分野では健康問題全般により欠勤や休職し生産性が低下している状態によるものをアブセンティーズム（*absenteeism*）とし，出勤しているが何らかの心身の健康問題により企業の生産性が低下している状態のものをプレゼンティーズム（*presenteeism*）と定義している．山下ら（2006）の報告によれば，近年，アブセンティーズム以上にプレゼンティーズムによる生産性の低下が重要視されてきていることが示されている．また，Finkelstein et al.（2010）は，肥満によって失われる生産性の損失を調査したが，その結果においてもプレゼンティーズムの方がアブセンティーズムで失われる生産性損失より大きいことが示されていた．このように企業においては，肥満者の日々の健康にも留意することが必要となってきたのである．

健康については，既に世界保健機関（WHO）でも示されているように，疾病にかかっていない状態のみならず，心身ともに満たされた状態をも含んで定義されている．つまり，健康であるためには，それらに關係する体力や運動能力の維持，増進にも着目する必要がある

のである。

これまでに、肥満者の体力や運動能力の特徴を調べた研究はいくつか見られるが、Kitagawa et.al. (1978)、林 (1988)、金ら (1993) は、肥満者と非肥満者の体力を比較検討し、肥満者は、50m 走や持久走、懸垂など、自分の身体を移動させる能力で劣ることを報告している。また、金ら (1993)、下門ら (2013) らは、体力項目のなかで全身持久力が最も脂肪の影響を受け、非肥満者に比べて大きく劣るとしている。これらの要因としては、肥満者は身体に脂肪という重りを装着しているため、身体を移動させる場合に通常の人に比べてより負荷がかかっているということにある。つまり、肥満者の多くは、自分の体重当たりの体力や運動能力がそうでない人に比べて劣っているということを表しているのである。その他として、肥満者は、非肥満者に比べて筋力が高くなる傾向にあるというものや、柔軟性は個々の関節の資質によるもので、体型や体格の影響は受けにくいとするものなど、肥満がマイナスの要因でない報告 (千葉, 2010) も見られるが、上記のように多くの報告がマイナス的な結論を含むものであった。

体力や運動能力については加齢にともなって低下することは既知である。したがって、健康者においてもそれらの加齢にともなう低下に対策を講じることが必須となるが、ましてや、それらが劣る傾向にある肥満者についてはとりわけ優先すべき事柄といえよう。

以上のように、働く環境における成人肥満のリスクは大きいと見られるため、企業としては、それらへの適切な対策、つまり、マネジメントを考える必要があるが、藤井 (2006) は、肥満は成人へトラッキングする確率が 70%程度であることを示唆し、女子に限定すれば 80%以上がトラッキングすると述べている。したがって、できる限り早い時期に肥満の対策を講じることが必要となろう。そのためには、企業従業員になる以前における肥満者の身体能力の特徴を明らかにし、肥満者の健康の維持増進に向けたそれらへの対策を講じなければならない。

これまで、企業従事前の肥満者の体力や運動能力の特徴を調べた報告はいくつか見られるが、いずれも中学生期 (林, 1988 ; 金ら, 1993) や大学生期 (千葉, 2010 ; 下門ら, 2013)

を対象としたものであり，高校生期を取り扱ったものは見られない。

そこで本研究では，肥満のヘルスマネジメントに向けて，企業従業員になる以前の高校生肥満者に焦点を当て，評価のためのレーダーチャートを作成することで高校 3 年間における肥満者の身体要素や体力・運動能力の特徴を明らかにし，それらをもとに経年的推移における肥満者の身体能力評価の標準化を試みた。

第2節 方法

第1項 対象

対象は、2006年から2014年の期間に、某高等学校に在籍した1年生から3年生までの男子生徒1,631名（1年生467名、2年生595名、3年生569名）、女子生徒3,821名（1年生848名、2年生1,500名、3年生1,473名）の計5,452名であった。

第2項 体力・運動能力測定

体力・運動能力測定では、19歳以下を対象とした「新体力テスト」における8種目（握力、立ち幅跳び、上体起こし、反復横跳び、50m走、持久走（男子：1500m、女子：1000m）、長座体前屈、ソフトボール投げ）を実施した。また、あわせて身長や体重の計測も実施した。

第3項 解析手順

肥満の判定にはBMI指数（体重[kg]÷身長[m]²）を採用し、世界保健機関（WHO）の基準を参考に、BMI指数が25.0以上を“肥満”、18.5以上25.0未満を“普通”とした。

身体要素として、身長、体重、BMI指数の他に体表面積と基礎代謝量を求めた。体表面積は藤本ら（1968）の算出式により体表面積を、基礎代謝量は国立健康・栄養研究所の算出式（Ganpule AA et.al., 2007）を用いた。各算出式は以下のとおりである。

$$\text{体表面積 (cm}^2\text{)} = 88.83W^{0.443} H^{0.663} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{基礎代謝量 (kcal/日)} = & ((0.1238 + (0.0481 \times W) + (0.0234 \times H) \\ & - (0.0138 \times \text{年齢}) - 0.5473 \times 2)) \times 1000 / 4.186 \quad (2) \end{aligned}$$

W：体重 H：身長

“普通”と“肥満”の身体要素と体力・運動能力結果の統計値およびTスコアを学年ごとに算出した。“肥満”の各学年における身体要素と体力・運動能力の特徴を“普通”との比較から明らかにするために、各項目別で二要因（学年×判定）の分散分析を実施し、有意な主効果が認められた場合には、下位検定として Tukey-HSD 検定を実施した。なお、統計的有意水準は5%未満とした。

肥満者の身体能力評価の標準化に向けて、身体要素と体力・運動能力の T スコアをもとにそれぞれ5段階の評価基準を構築し、肥満者の身体要素および体力・運動能力のレーダーチャートを作成した。

身体要素の評価基準は、Tスコア65以上を「高い（大きい）」、55以上65未満を「やや高い（やや大きい）」、45以上55未満を「標準」、35以上45未満を「やや低い（やや小さい）」、35未満を「低い（小さい）」とした。

一方、体力・運動能力の評価基準は、Tスコア65以上を「優れる」、55以上65未満を「やや優れる」、45以上55未満を「標準」、35以上45未満を「やや劣る」、35未満を「劣る」とした。

第3節 結果

第1項 各学年における身体要素の統計値および分散分析結果

Table 7-1 に、“普通”と“肥満”の各学年における身体要素の平均値と標準偏差および分散分析結果を示した。

分散分析の結果、男子については、すべての項目において判定間と学年間に有意な主効果が認められた。判定間における多重比較検定の結果、“肥満”は身長を除くすべての項目において、5%水準で“普通”より有意に高い(大きい)ことが示された。なお、“普通”と“肥満”に有意差(5%水準)が認められた項目には、表中“肥満”列にアスタリスクを表記した。また、学年間については、両者ともほとんどの項目で学年が上がるにつれて高く(大きく)なる傾向を示したが、“肥満”の身長のみ学年間で有意な向上が認められなかった。

一方、女子は、すべての項目において判定間に有意な主効果が認められた。多重比較検定の結果、“肥満”は身長を除くすべての項目において、5%水準で“普通”より有意に高い(大きい)ことが示された。また、学年間において有意な主効果が認められず、両者ともすべての項目において1年生から3年生に至るまで変化が見られなかったことが示された。

第2項 各学年における体力・運動能力の統計値

Table 7-2 に、“普通”と“肥満”の各学年における体力・運動能力の平均値と標準偏差および分散分析結果を示した。

分散分析の結果、男子は、すべての項目において判定間と学年間に有意な主効果が認められた。各項目の判定における多重比較検定の結果、“肥満”の立ち幅跳び、50m走、持久走は3年間とも“普通”より有意に劣る結果であった。また、上体起こしや反復横跳びにおい

ても“普通”に比べて劣る傾向にあった。“普通”と“肥満”に有意差（5%水準）が認められた項目には、表中“肥満”の列にアスタリスクを表記した。また、学年間については、両者とも、“普通”がほとんどの項において学年が上がるにつれて有意に向上する傾向を示したが、“肥満”については、すべての項目で、3年間で有意な向上認められなかった。

一方、女子についても、すべての項目において判定間と学年間に有意な主効果が認められた。各項目の判定における多重比較検定の結果、“肥満”の立ち幅跳び、50m走、持久走は3年間とも“普通”より有意に劣る結果であった。また、上体起こしや反復横跳びにおいても“普通”に比べて劣る傾向にあった。また、学年間については、“普通”がほとんどの項目において有意に向上する傾向を示したが、“肥満”については、握力と長座体前屈以外の項目では3年間で有意な変化が認められなかった。

第3項 レーダーチャートによる身体要素の評価

Fig. 7-1に、各学年における、肥満者の各身体要素項目の評価をレーダーチャートで示した。なお、“普通”と“肥満”に有意差（5%水準）が認められた項目には図中にアスタリスクで表記した。

男子の“肥満”は、身長が“普通”と同様、評価が「標準」であったが、それ以外の項目では、体重とBMI指数が「高い」、体表面積と基礎代謝量が「やや高い」評価であった。女子の“肥満”は身長を除くすべての項目において、5%水準で“普通”より有意に高く、評価も「高い（大きい）」結果であった。

第4項 レーダーチャートによる体力・運動能力の評価

Fig. 7-2に、各学年における、肥満者の体力・運動能力項目の評価をレーダーチャートで

示した。なお，“普通”と“肥満”に有意差（5%水準）が認められた項目には図中にアスタリスクで表記した。

男子はの“肥満”の立ち幅跳び，上体起こし，反復横跳びは“普通”に比べて劣る傾向にあったものの評価は「標準」であった。また，50m走，持久走では，“肥満”は2年生以降「やや劣る」評価となった。一方，女子の“肥満”の立ち幅跳び，50m走，持久走は3年間とも“普通”より有意に劣り，評価も「やや劣る」傾向にあった。

第3節 考察

本研究では、肥満のヘルスマネジメントの一環として、身体能力のレーダーチャートを作成することで、高校3年間における肥満者の身体能力評価の標準化を試みた。

身体要素における肥満者の特徴としては、男女とも、非肥満者と比べて身長以外の体重やBMI指数、体表面積、基礎代謝量において有意に高いことが示された。評価も有意差が見られたすべての項目において「高い（大きい）」評価であった。本研究ではBMI指数25以上を肥満と定義したが、BMI指数は身長と体重から算出されるため、筋肉量が多いことから体重が重い者は肥満と判定されることがある。しかしながら、本研究における肥満者と非肥満者の身長においては有意差が認められず、身長を除くすべての項目での評価が「高い（大きい）」こと示したことから、本研究の肥満者は、肥満者特有のいわゆる横に太った体格であることがあらためて確認された。

山本（2005）は、体格が大きい者は活動時のエネルギー消費量も大きくなるとしている。つまり、活動が同じであれば、非肥満者に比べて肥満者の方がエネルギー消費量が大きくなるわけである。しかしながら、Levine et al.（2005）が、肥満者の立位による活動時間が、非肥満者と比べると平均で1日約150分も少なかったと報告しているように、肥満者の実際の活動は非肥満者に比べて消極的な傾向にあることが伺える。したがって、働く環境においては、肥満者は非肥満者に比べて少ない仕事量しかこなせず、たとえ同じ仕事量を行ったとしても非肥満者に比べて早く疲れることが予想される。

一方、体力・運動能力における肥満者の特徴としては、男女とも肥満者は非肥満者と比べて、立ち幅跳び、上体起こし、50m走、持久走といった自分の身体を素早く、そして長く移動させる能力が劣る傾向にあった。なかでも持久力が顕著であった。先行研究（Kitagawa et al., 1978；林, 1988；金ら, 1993）から、肥満者は、脂肪という重りが身体を移動させる場合の負荷となっているため、50m走や持久走、懸垂など、自分の身体を移動させる能力で劣

ることが報告されている。さらに、金ら（1993）、下門ら（2013）は、肥満者は、体力項目のなかで全身持久力が最も脂肪の影響を受け、非肥満者と比べて大きく劣ることを指摘している。本研究の肥満者の傾向もこれらの報告を支持するものであった。

このように肥満者が劣る傾向を示した体力・運動能力に主に関わる体力要素としては、筋力、筋持久力、敏捷性、持久力（スタミナ）である。仕事環境においてこれらの能力が劣っているということは、機敏に行動できない、身のこなしが鈍い、長く継続して働くことができないといった行動傾向に繋がることが予想され、結果的に、企業内でのプレゼンテーションに直結する問題となろう。

健康的に働き続けるためには、病気にかからないことは勿論のことではあるが、あわせて十分な体力が身についていることも重要な要素の一つである。体力要素のなかでも、筋力、筋持久力、持久力、柔軟性、身体組成（体脂肪）は健康関連体力（青木，1993）とされており、また、アメリカ保健体育レクリエーションダンス連合（AAHPERD：American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance）では、健康を高い水準で維持するためには、「体脂肪が少なく、呼吸循環機能（全身持久力）に優れ、仕事や運動をこなすための十分な筋力と筋持久力を有し、腰部や大腿後部の柔軟性が適度に保たれていることが重要である」とし、上記健康関連体力をより具体化したかたちで示している。ヒトの体力や運動能力は加齢に伴い低下することは既に知られているが、なかでも本研究で肥満者が劣る傾向を示した上記体力は、加齢に伴い低下が顕著な体力としても挙げられている。特に、上下肢の筋力や全身の持久力は、70歳頃に向けて最も高い時から約半分以下（約50～75%）までに低下することが示されている（衣笠ら，1994）。したがって、肥満者については、この先も肥満が解消されなければ、加齢にともなう体力の低下が相まってさらに動けなくなる可能性が出てくることも推察される。

しかしながら、北川（2001）が肥満者の体力は本質的に非肥満者と比べて劣ることはなく、肥満者の体力向上には肥満を解消させることを優先した方が効率が良く述べているよう

に、働く環境における肥満者へ対応については、疾病リスクを減らす意味においても、まずは肥満を解消させることが先決となろう。

最後に、近年、山下ら（2006）が、企業の生産性低下には心身の健康問題が大きく影響すると指摘するように、企業では、従業員の健康維持、増進に焦点を当てた経営も生産性向上のための戦略の一つとして求められるようになってきている。また、加齢にともなう身体能力の低下は避けられないため、生涯、健康で働き続けるためには、体力や運動能力の維持、増進もあわせて考慮に入れる必要がある。しかしながら、メタボに対する保健指導や運動指導など、従業員の肥満解消や健康の維持増進を目的とした取り組みは、十分に成果が得られていないのが実態である（森，2018）。企業の経営者としては、これらの課題を十分に把握し、より解決に向けた対策が必要となるわけであるが、若年時の肥満は10年後にメタボになる割合が非肥満者と比べて9倍も高い（角谷ら，2014）ことや、エンジニアの男性新入社員の3割が肥満（水野ら，2016）であること、さらには、藤井（2006）が指摘しているように、成人の肥満については、子どもの頃から肥満が高い確率でトラッキングすることが報告されているため、成人への対策のみでは対応しきれない面も多々あるものと考えられる。そういう意味において、企業従事前のそれらの状況を把握することも、健康経営に向けた対策として有益であるものと捉えることができよう。

本研究では、高校生肥満者の身体要素や体力・運動能力の特徴を、レーダーチャートを作成することで明らかにすることができたが、これらの情報は、企業のヘルスマネジメントのための従業員の肥満対策に向けた有益な情報となろう。

第5節 まとめ

本研究では、肥満のヘルスマネジメントに向けて、企業従事前における高校生肥満者の身体能力について、評価のためのレーダーチャートを作成し、非肥満者と比較検討することで、それらの経年的推移における標準化を試みた。

その結果、肥満者は非肥満者に比べ、高校3年間において体表面積や基礎代謝量が高く、運動能力では、立ち幅跳び、上体起こし、50m走、持久走といった自分の身体を素早く、そして長く移動させる能力が低い傾向にあり、特に持久走ではその差が顕著であることが示された。評価についても、男子の肥満者は50m走、持久走、女子は立ち幅跳び、50m走、持久走が「やや劣る」評価傾向にあった。

第6節 図表

Table 7-1 Statistics and ANOVA of physique and physical elements for each grade

Items	Normal						Obesity		
	Grade			Grade			Grade		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Number (n)	467	595	569	69	65	69			
Height (cm)	Mean	169.8	170.9	171.7	169.4	170.2	170.6		
	SD	6.0	5.7	5.5	7.2	6.2	6.2		
Weight (kg)	Mean	59.0	60.1	61.4	72.6 *	75.9 *	76.9 *		
	SD	6.1	5.5	5.4	9.0	10.3	9.4		
BMI (kg/m ²)	Mean	20.5	20.6	20.8	25.2 *	6.1 *	26.4 *		
	SD	1.6	1.3	1.3	2.1	2.7	2.5		
Body surface area (cm ²)	Mean	20777.4	21047.7	21308.6	22641.4 *	23150.7 *	23325.9 *		
	SD	1318.5	1235.0	1191.7	1770.2	1765.0	1663.7		
Basal metabolic rate (kcal/day)	Mean	1476.6	1495.6	1514.7	1629.9 *	1672.9 *	1686.9 *		
	SD	95.2	88.8	86.1	136.49	142.5	33.1		
Number (n)	619	1176	1138	37	68	74			
Height (cm)	Mean	158.0	158.2	158.3	158.2	157.5	158.2		
	SD	5.0	5.2	5.3	5.3	4.9	5.1		
Weight (kg)	Mean	51.9	52.3	52.5	69.0 *	68.4 *	68.2 *		
	SD	4.9	5.0	4.9	7.7	7.9	8.0		
BMI (kg/m ²)	Mean	20.79	20.87	20.92	27.53 *	27.53 *	27.21 *		
	SD	1.54	1.53	1.48	2.44	2.63	2.61		
Body surface area (cm ²)	Mean	18685.7	18745.4	18797.4	21088.7 *	20937.7 *	20991.7 *		
	SD	1066.8	1106.0	1105.6	1369.5	1333.7	1359.4		
Basal metabolic rate (kcal/day)	Mean	1199.0	1203.3	1207.0	1395.6 *	1384.6 *	1387.2 *		
	SD	76.8	79.6	79.5	109.6	108.9	111.1		

* : p<0.05 (vs. Normal)

Tukey HSD

【Boy】

Height : Normal : 1<3
 Weight : Normal : 1<2,3 2<3 Obesity : 1<2,3
 BMI : Normal : 1<2,3 2<3 Obesity : 1<2,3
 Body surface area : Normal : 1<2,3 2<3 Obesity : 1<3
 Basal metabolic rate : Normal : 1<2,3 2<3 Obesity : 1<2,3

Table 7-2 Statistics and ANOVA of physical fitness elements for each grade

Items	Normal						Obesity		
	Grade			Grade			Grade		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Number (n)	467	595	569	69	65	69			
Grip strength (kg)	Mean	36.5	38.3	39.9	39.5 *	41.0 *	41.3		
	SD	5.8	5.5	5.5	6.9	6.6	6.4		
Standing long jump(cm)	Mean	219.7	224.6	231.2	212.5 *	212.7 *	218.5 *		
	SD	21.9	21.3	21.9	24.5	23.7	25.6		
Sit-Up (rep/30s)	Mean	30.2	32.4	33.7	30.1	30.1 *	31.3 *		
	SD	4.8	4.8	5.3	3.8	5.3	5.9		
Side step test (rep/20s)	Mean	54.5	57.7	58.8	52.7	55.2 *	54.6 *		
	SD	9.9	6.0	6.6	10.4	7.5	9.6		
50m sprint (s)	Mean	7.42	7.20	7.18	7.68 *	7.59 *	7.53 *		
	SD	0.53	0.50	0.55	0.72	0.91	0.73		
Distance run (s)	Mean	359.4	355.5	355.6	387.5 *	395.8 *	408.9 *		
	SD	39.2	50.6	45.5	61.9	59.7	66.7		
Sitting trunk flexion (cm)	Mean	47.9	50.2	52.3	47.6	50.2	50.8		
	SD	10.0	10.5	10.6	10.0	9.1	9.9		
Handball throw (m)	Mean	25.8	27.0	28.2	27.0	27.3	27.7		
	SD	5.3	5.6	5.2	7.1	6.1	4.2		
Number (n)	619	1176	1138	37	68	74			
Grip strength (kg)	Mean	24.2	24.9	25.3	25.4	26.3 *	27.4 *		
	SD	4.0	4.1	4.3	4.2	4.2	3.5		
Standing long jump(cm)	Mean	167.9	170.3	171.5	156.3 *	156.3 *	162.7 *		
	SD	20.1	22.0	22.4	21.3	23.8	23.3		
Sit-Up (rep/30s)	Mean	22.6	23.4	24.0	20.6	21.0 *	22.1 *		
	SD	5.1	5.8	5.9	4.4	5.2	5.0		
Side step test (rep/20s)	Mean	46.2	46.8	47.3	44.1	43.7 *	45.7		
	SD	5.6	6.4	6.4	4.1	6.3	5.5		
50m sprint (s)	Mean	9.0	8.9	8.9	9.6 *	9.5 *	9.5 *		
	SD	0.7	0.8	0.9	0.7	0.7	1.3		
Distance run (s)	Mean	305.2	301.0	306.5	352.1 *	346.1 *	340.8 *		
	SD	41.8	41.3	47.7	50.0	42.9	45.3		
Sitting trunk flexion (cm)	Mean	45.4	46.8	47.8	40.9 *	45.4	46.8		
	SD	9.3	9.3	9.5	7.9	9.6	9.3		
Handball throw (m)	Mean	14.2	14.8	15.2	13.6	14.2	14.9		
	SD	3.8	4.0	4.3	3.5	4.1	4.2		

* : p<0.05 (vs. Normal)

Tukey HSD

【Boy】
 Grip strength : Normal 1<2,3 2<3
 Standing long jump : Normal 1<2,3 2<3
 Sit-Up : Normal 1<2,3 2<3
 Side step test : Normal 1<2,3
 50m sprint : Normal 1<2,3
 Distance run : Obesity 1>3
 Sitting trunk flexion : Normal 1<2,3 2<3
 Handball throw : Normal 1<2,3 2<3

【Girl】
 Grip strength : Normal 1<2,3 Obesity 1<3
 Sit-Up : Normal 1<2, 2<3
 Side step test : Normal 1<3
 50m sprint : Normal 1<2
 Distance run : Normal 2>3
 Sitting trunk flexion : Normal 1<2,3, 2<3 Obesity 1<2,3
 Handball throw : Normal 1<3

【Physique and Physical Elements】

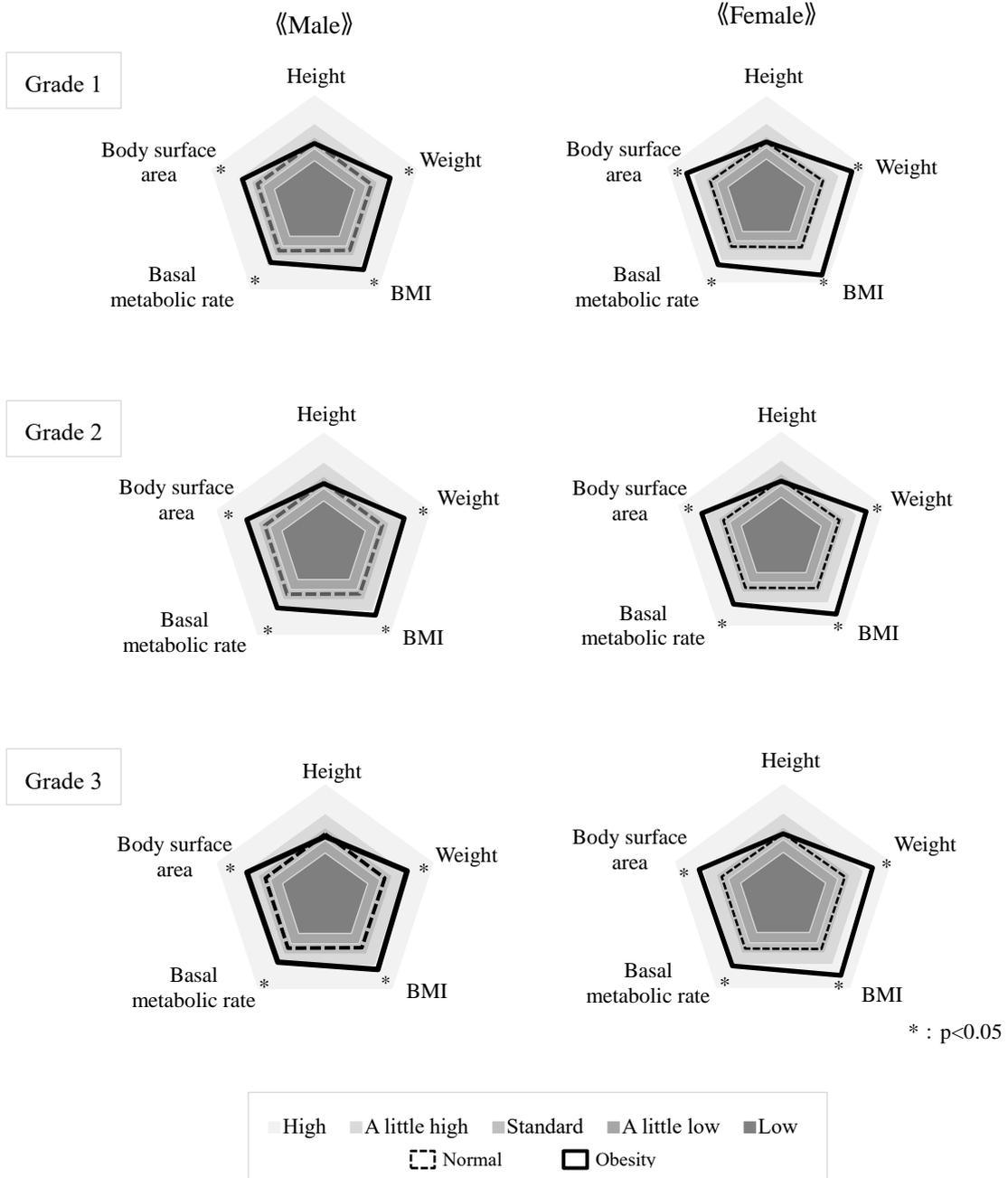


Fig. 7-1 Radar chart of physique and physical elements for obesity

【Physical Fitness Elements】

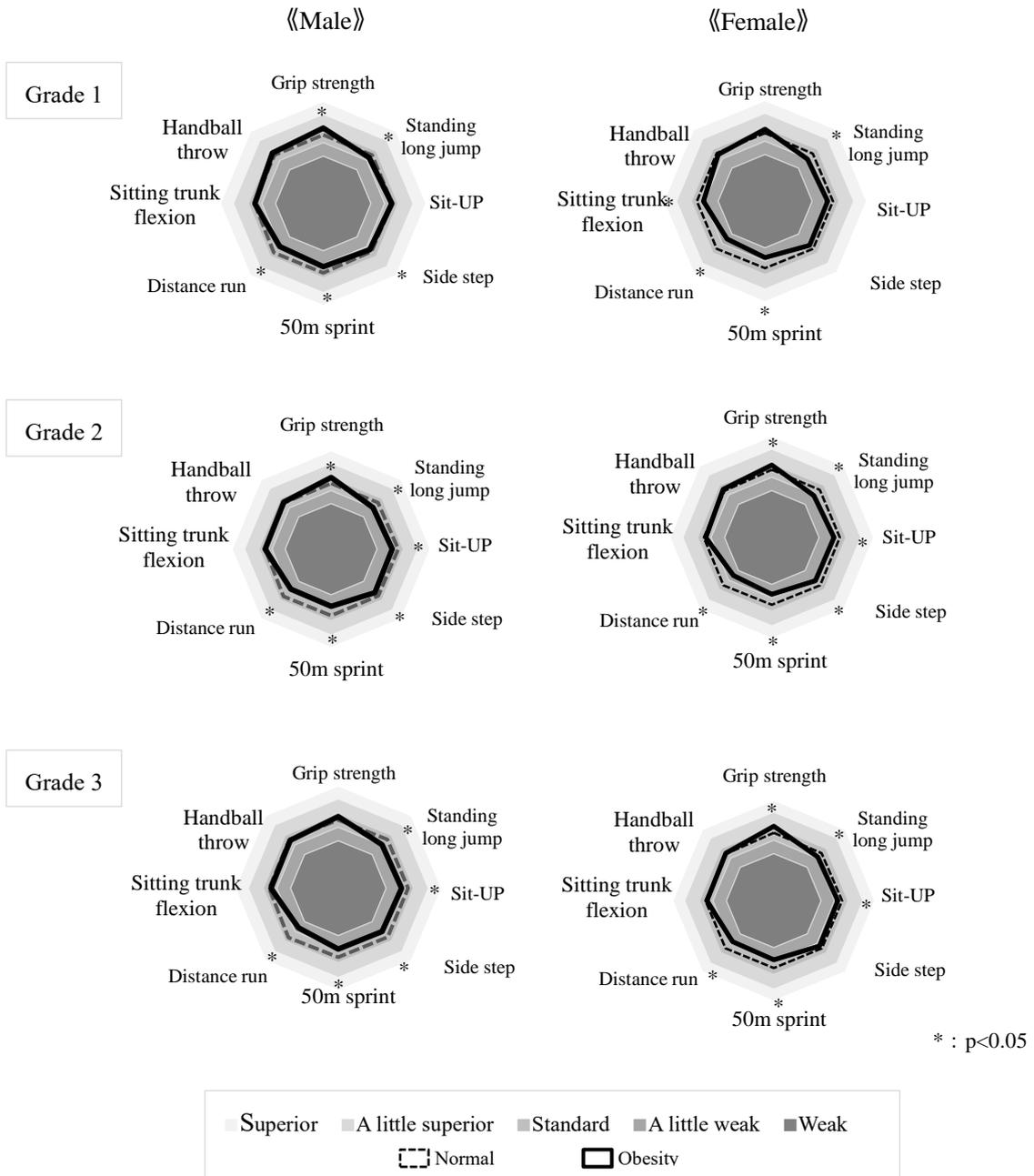


Fig. 7-2 Radar chart of physical fitness elements for obesity

第 8 章

検討課題 V

肥満の健康リスクに関する検証②

—大学生重度肥満者における生理的，体力的特徴—

第1節 本章の目的

肥満とは、体内に過剰に脂肪が蓄積された状態のことを指すが、肥満者ほど高血圧になる確率が高く、あわせて脳卒中などの循環器系疾患を引き起こす可能性が高くなる (Hubert HB et.al., 1983 ; Ikeda et.al., 2009) ことが示されている。また、肥満は企業などの働く環境においても負の影響を与えることが指摘されている。古郡 (2010) は、肥満者は疾病にかかる率が高いため医療費が増大することや、欠勤率が高く行動力や思考力が低い傾向の者が多いことなどから、企業の生産性を低下させる可能性があることを報告している。このように、肥満は個人の健康を害するだけでなく、企業の生産性にまで影響をおよぼすことが示されていることから、日本の経済を支えている多くの成人に対する肥満対策が講じられている現状である。

肥満を引き起こす主な要因として、安部ら (2015) は、遺伝を除けば食生活の乱れや運動不足であると述べている。なかでも運動不足の問題については、交通網の発達や各種オートメーション化の促進により人々にとって便利な環境になったことが要因となっているようである。また、肥満が進行すると、重くなった身体が運動や日常活動の妨げとなり、さらに運動不足に拍車をかけるといった悪循環に陥る可能性があることも忘れてはならない。Kitagawa et.al. (1978), 金ら (1992) は、肥満者の体力がこのような運動不足が要因で低下することを指摘している。実際に、肥満者と非肥満者の体力を比較した報告 (Kitagawa et.al., 1978 ; 林, 1988 ; 金ら, 1992 ; 金ら, 1993 ; 北川, 2001) では、肥満者は身体に脂肪という重りを装着しているため、非肥満者に比べて自分の身体を移動させる能力で劣ることが示されている。そのため、肥満者の体力不足を解消させるには体重に見合った体力を身に付けさせなければならないが、それに対して北川 (2001) は、肥満者の体力は本質的に非肥満者と比べて劣ることはないと述べ、肥満者の体力を向上させるには、すなわち肥満を解消させることを優先した方が効率が良いとしている。また他方で、成人肥満を引き起こす要因と

して藤井（2016）は、子どもの肥満の約 70～100%が成人肥満にトラッキングすることを明らかにし、成人肥満解消には幼少期からの肥満対策が重要であると指摘している。つまり、肥満者の健康面を考えると、まずは肥満を解消させることにポイントを置くことは当然ではあるが、あわせて、成人に至るまでの過程における肥満リスクへの対応も成人肥満解消に向けては重要な要素の一つと言えよう。

成人に至るまでに、肥満者の生理面や体力面における特徴から肥満のリスクを検討した報告は多数みられるが、その多くは学齢期を対象としたもの（Kitagawa et.al., 1978；林, 1988；金ら, 1992, 1993）であり、発育発達期終盤を迎えた大学生あたりの年齢層についての報告はほとんど見られない。大学生は、多くの者にとって社会人に向けた最終局面であることから、この年代の肥満者のそれら特徴を明らかにすることで、子ども肥満から成人肥満に繋がる有益な情報が得られるものと推察される。

ところで、肥満判定の指標には BMI（Body Mass Index）が用いられることが多く、一般的には BMI 値 25 以上が肥満の評価基準として採用されている。しかしながら、BMI は体重を身長²で除して求められるため、例えば、スポーツ選手のように筋肉量や骨量が多い人はそうでない人に比べて BMI 値も高くなる場合がある。そのため、肥満評価を BMI 値 25 以上に設定すると肥満と判定されてしまうことがある。そこで、肥満者を確実に抽出するためには BMI 値 30 以上を対象とすることが妥当であると判断した。これまで、BMI 値 30 以上の肥満者の生理面や、体力面における特徴を経年的に明らかにした報告は見られない。

本研究では、BMI 値 30 以上の女子大学生における生理的、体力的特徴を経年的に明らかにし、そこから肥満の健康リスクを分析することを目的とした。

第2節 方法

第1項 対象

対象は、2008年から2016年の期間の各年次で大学1年生であった女子学生計5945名（2008年490名、2009年606名、2010年571名、2011年682名、2012年659名、2013年735名、2014年757名、2015年710名、2016年735名）であった。

第2項 体格および生理項目、体力項目の測定

体格の測定として身長と体重（タニタ社製）を計測した。また、身長と体重からは肥満判定として用いられているBMI（体重[kg]÷身長[m]²）を算出した。生理項目の測定では、血圧（拡張期、収縮期）、脈圧（拡張期血圧－収縮期血圧）、安静時脈拍数を計測した。一方、体力項目の測定では、左右の握力、垂直跳び、反復横跳び、上体起こし、全身持久力測定、閉眼片足立ち、立位体前屈を実施した。なお、全身持久力測定では、持久力の指標として用いられる体重当たりの最大酸素摂取量を求めた。

第3項 解析手順

2008年から2016年までの各年次における、体格および生理項目、体力項目の平均値と標準偏差を算出した。続いて、各測定項目の平均値に対する±0.5SD値と±1.5SD値を算出した。得られたデータに対してウェーブレット補間法（WIM : Wavelet Interpolation Method）を適用し、各測定項目の経年的な評価チャートを構築した。

本研究ではBMI値30以上の者を肥満として扱い、肥満学生の各年次における各測定項目

データを抽出した。構築された経年的評価チャートに、肥満学生の各年次における各測定項目の値を適用し、肥満者の健康リスクに関する特徴を調べた。

第3節 結果

第1項 体格項目、生理項目、体力項目の年次別統計値

Table 8-1 に、体格および生理項目として、身長、体重、血圧、脈圧、安静時脈拍の各年次における統計値を、Table 8-2 に、体力項目として、握力、垂直跳び、反復横跳び、上体起こし、最大酸素摂取量、閉眼片足立ち、立位体前屈の各年次における統計値を示した。

これら統計値において、2008年から2016年までの全年次に対して一要因の分散分析を実施した結果、すべての項目で有意差は認められなかった。したがって、この経年的スパンにおける変動は無視してできるものとして評価チャートの構築が可能となる。

第2項 経年的評価チャートに基づく肥満学生の生理項目の特徴

Fig 8-1 に、経年的評価チャートに対する肥満学生の収縮期血圧、拡張期血圧、脈圧、安静時脈拍数の結果を示した。

収縮期血圧は、平均以上の評価チャートに着目すると、平均が約110mmHg、+0.5SDが約115mmHg、+1.5SDが125～130mmHgであったが、肥満学生は+0.5～+1.5SDといった高い評価帯で推移する傾向を示した。また、2008～2012年には120mmHgを超える高値を示した。一方、拡張期血圧については、経年的評価チャートでは、平均が約65mmHgであり、収縮期血圧同様、平均以上の評価チャートに着目すると、+0.5SDが約70mmHg、+1.5SDではここ数年の傾向が80～85mmHgであった。肥満学生の拡張期血圧は、平均より高い傾向を示すものの、近年では平均～+0.5SDの範囲で推移していた。

また、脈圧の経年的評価チャートについては、統計的に有意な変動は認められなかったものの、2012年を境に全体的に5mmHg程度低下する傾向が示された。平均は約40mmHgで

あり，高い評価帯では+0.5SD で約 45mmHg，+1.5SD で約 55mmHg であった．肥満学生は+0.5SD の評価帯に推移する傾向を示したが，値としては 2008～2012 年が高く，なかでも 2011 年と 2012 年は 50mmHg を超える結果であった．

最後に，安静時脈拍数の経年的評価チャートは平均が約 80 拍/min であり，肥満学生の結果も平均の評価帯で推移する傾向を示した．

第 3 項 経年的評価チャートに基づく肥満学生の体力項目

Fig. 8-2 と Fig.8-3 に，経年的評価チャートに対する肥満学生の体力項目の結果を示した．

筋力項目である握力については，右の握力の経年的ばらつきがみられるものの，+0.5SD といった比較的高い評価帯で推移することが示された．パワーや敏捷性，筋持久力項目である垂直跳び，反復横跳び，上体起こしは，経年的にみても-0.5SD あたりといった低い評価帯に位置することが多かった．全身持久力の指標である最大酸素摂取量は，全ての年度で低く，-0.5SD から-1.5SD の評価帯で推移した．静的バランス能力である閉眼片足立ちは，パワーや敏捷性，筋持久力項目と同様に，約-0.5SD あたりで推移することを示した．柔軟性の立位体前屈については，2013 年度から 2015 年度で低くなる傾向を示したものの，全体的にみると平均あたりを推移した．

第4節 考察

本研究では、2008年から2016年までの期間における女子学生の生理項目および体力項目の測定結果から経年的な評価チャートを構築し、その評価チャートをもとに、本研究で肥満と定義したBMI値30以上の学生の各測定項目における結果にどのような特徴があるかを調べることで、肥満が健康リスクに与える影響を検討した。

肥満学生の年次推移からみた生理項目の特徴について、血圧では、肥満学生は収縮期、拡張期ともに高い評価帯に推移する傾向を示した。特に、収縮期血圧は顕著に高値(+0.5~+1.5SD)を示した。日本高血圧学会によると、至適血圧は収縮期血圧が120mmHg未満、拡張期血圧が80mmHg未満であり、正常値は収縮期血圧が130mmHg未満、拡張期85mmHg未満となっている。一方、高血圧と診断されるのは、収縮期血圧が140mmHg以上、拡張期血圧が90mmHg以上となっている。本研究における肥満学生は、拡張期血圧については、比較的高い評価帯(+0.5SD)で推移する傾向を示したが、値としてはいずれの年次も80mmHg未満であり正常値であった。しかしながら、収縮期血圧については、近年は120mmHg未満といった低い傾向を示しているものの、2008年~2012年では120mmHgを超える高値であり、2011年は131mmHgと正常値範囲を超える結果であった。

高血圧は循環器系疾患の危険因子とされている(Hubert HB et.al., 1983; Ikeda et.al., 2009)が、一般的に、肥満者ほど正常の人に比べ約2~3倍高血圧症になりやすいことが指摘されている。その要因としては、肥満者は、過食による塩分摂取過剰で上昇した血中ナトリウム濃度を低下させるために血中の水分量が増えることや、インスリンの過剰分泌により末梢血管の収縮を促すカテコールアミンが増えることなどが影響として考えられている。本研究の肥満学生の血圧値は、収縮期、拡張期ともに高血圧症と診断されるまでには至らなかったが、今回はあくまでも平均値による評価であるため、なかには高血圧と診断される域に達する学生も含まれることが十分に考えられる。いずれにしても、肥満学生は平均に比べて高

い値で推移する特徴を示したことから、今後、食事や運動等により肥満の改善が見込まれなければ、加齢とともにさらに高く推移し、疾病との関係性も高まっていくものと推察される。

収縮期血圧と拡張期血圧の差から導き出される脈圧について、山本ら (1992), Okada et.al. (2011) は、中高齢者では脳卒中発症との関連性が高いことを示している。さらに、その危険性は収縮期血圧値と関連性があり、収縮期血圧が正常の範囲 (140mmHg 未満) で脈圧が大きくなると脳卒中発症の危険性が高まることを報告している。また、脈圧値のみで見た場合では 50mmHg 以下が望ましいとしているが、本研究の肥満学生の脈圧値は、経年的に見ても高い傾向を示し、最も高かった 2011 年度の値は 54.6mmHg であり、その他の年次においても 45~50mmHg の値が頻出していた。また、肥満者の収縮期血圧値が正常範囲にあることから、Okada et.al. (2011) が指摘している脳卒中発症に関係する脈圧値と収縮期血圧値の条件に近いことが示された。

このように、脈圧値では脳卒中の発症リスクの危険性が示されたが、高血圧であれば生活習慣病と診断され、脳卒中などの循環器系疾患のリスクへの対応が可能となるが、本研究の肥満学生のように、たとえ血圧値が正常範囲にあったとしても脈圧値が異常値を示す危険性が潜んでいるため、それらのリスクへの対応も難しくなる。従って、肥満者は Okada et.al. (2011) が指摘するように、常に血圧値のみならず脈圧値との関係性も考慮に入れておくことが必要となるであろう。

最後に、安静時の脈拍について、脈拍は一般的に一分間に 60~100 拍が正常範囲とされているが、本研究の肥満学生は、経年的にみても約 80 拍/min と平均を推移した結果であり、正常の範囲であった。戎ら (2014) が、大学生のライフスタイルと血液循環動態および肥瘦度との関連を調べた報告では、運動習慣のない学生は肥満になる傾向があり、さらには安静時脈拍数が高くなることが示されている。しかしながらこの報告では、単に運動不足が及ぼす身体の影響として安静時脈拍の変化を捉えており、肥満と安静時脈拍との関係性は示されていない。つまり、必ずしも肥満者は安静時脈拍が高くなるとは限らず、肥満でなくとも

運動不足により脈拍が高くなる可能性があるということである。従って、安静時脈拍については、肥満との関係性は他の生理項目と比べて低いことが推察される。

肥満者の年次推移からみた体力項目の特徴について、千葉（2009）は、握力と体脂肪、体重との間に正の相関関係があることを報告しており、体脂肪が多い者や体重が重い者は筋力が高くなる傾向にあるとしている。これまでも肥満者の筋力は非肥満者よりも優れることが報告（澤田ら，1981；林，1988；金ら，1993）されてきているが、本研究で筋力項目として行った握力は右側で経年的ばらつきがみられたものの、肥満学生は高い評価帯を推移する傾向を示し、これまでの報告と一致するものであった。

垂直跳び、反復横跳びそして上体起こしの結果では、肥満学生は3項目とも評価が低く、経年変化で見ても-0.5SDあたりを推移し続ける結果であった。肥満者は通常の体重の人と比べて筋力発揮に優れることを先に示したが、一方で、Kitagawa et.al. (1978) や金ら (1993) が指摘しているように、肥満者は身体に脂肪が占める割合が高いため体重当たりの筋肉量が少なく、標準体重の者と比べて自分の身体をパワフルに、素早くそして長く動かすことが不得意であるとされている。本研究の肥満学生の垂直跳び、反復横跳びそして上体起こしの結果が低くなったのも、このことが影響したものと考えられる。

また、静的バランス能力である閉眼片足立ちも肥満学生は上記3項目同様に-0.5SDあたりと低い推移を示した。測定は目を瞑った状態で行うため、記録には当然のごとく三半規管などの平衡器官能力の影響を受けることが考えられるが、あわせて片脚という不安定な状況で身体を支持しなければならないため、体重や体型に見合った身体支持能力つまり下肢や体幹の筋力が十分に確保されていることも重要であるとされている（山口ら，1989；村田，2004；加辺ら，2002；山崎ら，2016）。このように、肥満学生のバランス能力が経年的に見ても一定に低い傾向を示したのは、肥満者の特徴である体重当たりの筋力の低さや体型による不安定さが影響したものと推察される。

全身持久力の指標とされる最大酸素摂取量について、肥満学生は今回計測した体力項目

のなかで最も低い値で推移する傾向を示した。金ら（1993）は、肥満者における体力・運動能力項目のなかで体脂肪の影響を最も受ける項目は全身持久力であるとしている。また、下門ら（2013）は、肥満者の1990年代から2000年代にかけての体力低下の要因を調査した結果、肥満者が非肥満者に比べて体力が劣る主な要因に全身持久力の低下が大きく関わっていることを示唆している。全身持久力は、日頃の活動量や運動習慣に大きく影響することが示されている（中谷ら、2014）ため、運動不足傾向にある肥満者の持久力が非肥満者に比べて低くなることも当然推測がつく。

最後に、柔軟性の項目である立位体前屈は2013年から2015年にかけて低下する傾向を示したが、全体的に見ると平均レベルであることが伺える。河野（1993）や千葉（2010）は、柔軟性は個人の関節の資質であり、体型や体格の影響は受けにくいとしていることから、本研究の肥満学生の立位体前屈の結果も通常レベルで推移したものと考えられる。

これら体力の結果から、肥満者は非肥満者に比べて、垂直跳び、反復横跳び、上体起こし、全身持久力測定といった自分の身体を移動させる項目で劣ることが示された。そして、これらを向上させるためには体重当たりの筋力や持久力を向上させなければならないが、それより北川（2001）は、根本的に肥満者と非肥満者との体力差はそれほどないため、肥満者の場合は脂肪量を減少させることが有効であるとしている。また、Handrigan et.al.（2010）は、本研究でも肥満者が劣る結果を示したバランス能力の改善には、関係する筋力の向上より体重減少が効果的であると報告している。

体力はさまざまなカテゴリーで分類されるが、そのなかでも筋力、筋持久力、全身持久力、柔軟性、そして身体組成は健康関連体力とされている（青木、1993）。この先、成人に向けて健康であり続けるためには、特にこれらの体力を維持増進させることが必要となるが、本研究の結果からも明らかになったように、肥満者の場合は特に身体組成面の改善、つまり肥満を解消することが体力の維持増進に優先的なポイントになるであろう。

以上より、本研究では、対象が女性ではあったが、生理的側面や体力的側面から重度肥満

者の健康リスクに関わる有益な情報を示すことができた。

第5節 まとめ

本研究では、重度肥満者として BMI 値 30 以上の女子学生における生理的、体力的特徴を経年的に調べ、肥満が健康リスクに与える影響を検討した。

結果、生理的特徴として、肥満者は、健康を脅かす可能性のある循環器系疾患の危険因子である収縮期血圧が高くなる可能性や、脈圧に異常値が見られることが示された。

一方、体力的特徴としては、垂直跳び、反復横跳び、上体起こし、全身持久力といった自分の身体を移動させる能力に劣ることが示された。

第 6 節 圖 表

Table 8-1 Statistics of physique and physiological elements for each grade

		Years								
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
		n=490	n=606	n=571	n=682	n=659	n=735	n=757	n=710	n=735
Height (cm)	Mean	157.9	157.7	157.8	157.8	158.3	157.9	157.8	157.5	157.9
	SD	5.3	5.4	5.1	5.5	5.1	5.5	5.2	5.4	5.7
Weight (kg)	Mean	52.5	52.1	51.8	50.9	51.8	51.7	51.6	51.7	51.6
	SD	8.3	7.8	7.6	7.3	7.8	8.4	7.8	9.0	8.0
Blood pressure Systolic (mmHg)	Mean	109.4	109.5	109.8	110.3	108.3	106.6	105.9	106.1	106.5
	SD	13.6	12.6	12.7	13.8	12.5	12.2	12.7	12.4	12.3
Blood pressure Diastolic (mmHg)	Mean	64.0	64.5	64.1	64.1	63.8	67.2	66.8	65.6	67.5
	SD	8.8	8.8	8.6	9.1	9.4	10.7	11.0	10.8	11.0
Blood pressure Systolic- Diastolic (mmHg)	Mean	45.4	45.0	45.7	46.9	44.4	39.4	39.1	40.6	38.9
	SD	10.8	9.7	9.8	11.6	9.6	10.0	10.4	11.2	9.4
Resting heart rate (beats/min)	Mean	79.5	79.2	81.8	81.0	80.5	81.0	82.2	79.8	81.0
	SD	12.6	13.1	13.3	14.0	13.8	14.0	14.8	14.0	13.9

Table 8-2 Statistics of physical fitness elements for each grade

		Years								
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
		n=490	n=606	n=571	n=682	n=659	n=735	n=757	n=710	n=735
Grip strength R (kg)	Mean	26.2	25.9	25.9	25.8	26.3	26.1	25.5	26.0	25.6
	SD	5.0	4.8	4.9	4.8	4.8	4.8	4.6	4.7	4.8
Grip strength L (kg)	Mean	23.9	23.5	23.6	23.6	24.0	24.0	23.5	23.7	23.5
	SD	4.4	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5	4.4	4.7	4.6
Vertical jump (cm)	Mean	39.6	39.4	39.7	39.9	39.4	39.2	39.2	39.6	38.8
	SD	6.4	6.9	6.8	7.5	7.5	7.0	7.5	7.3	7.5
Side step (reps/20s)	Mean	44.9	44.8	44.7	42.8	43.9	46.2	46.7	47.3	46.2
	SD	6.7	6.4	6.1	6.0	6.3	6.3	6.7	6.6	6.5
Sit-Up (reps/30s)	Mean	21.8	21.8	22.1	22.1	23.0	22.1	22.2	23.5	22.6
	SD	5.9	6.3	6.2	5.7	6.5	6.3	6.3	6.4	6.5
V _{O2} Max (ml/kg/min)	Mean	37.2	37.5	36.2	36.8	37.6	38.1	37.9	38.4	37.8
	SD	7.1	6.9	6.6	8.9	8.1	9.6	9.9	9.7	9.1
One leg balance (s)	Mean	84.5	92.3	92.7	93.7	85.9	105.7	85.5	102.7	101.2
	SD	70.3	75.3	73.1	71.4	67.3	72.1	66.7	72.8	70.0
Standing trunk flexion (cm)	Mean	11.0	11.7	11.3	10.7	11.3	11.3	10.1	10.8	10.2
	SD	8.8	8.8	8.9	9.0	9.1	9.0	9.3	9.2	8.9

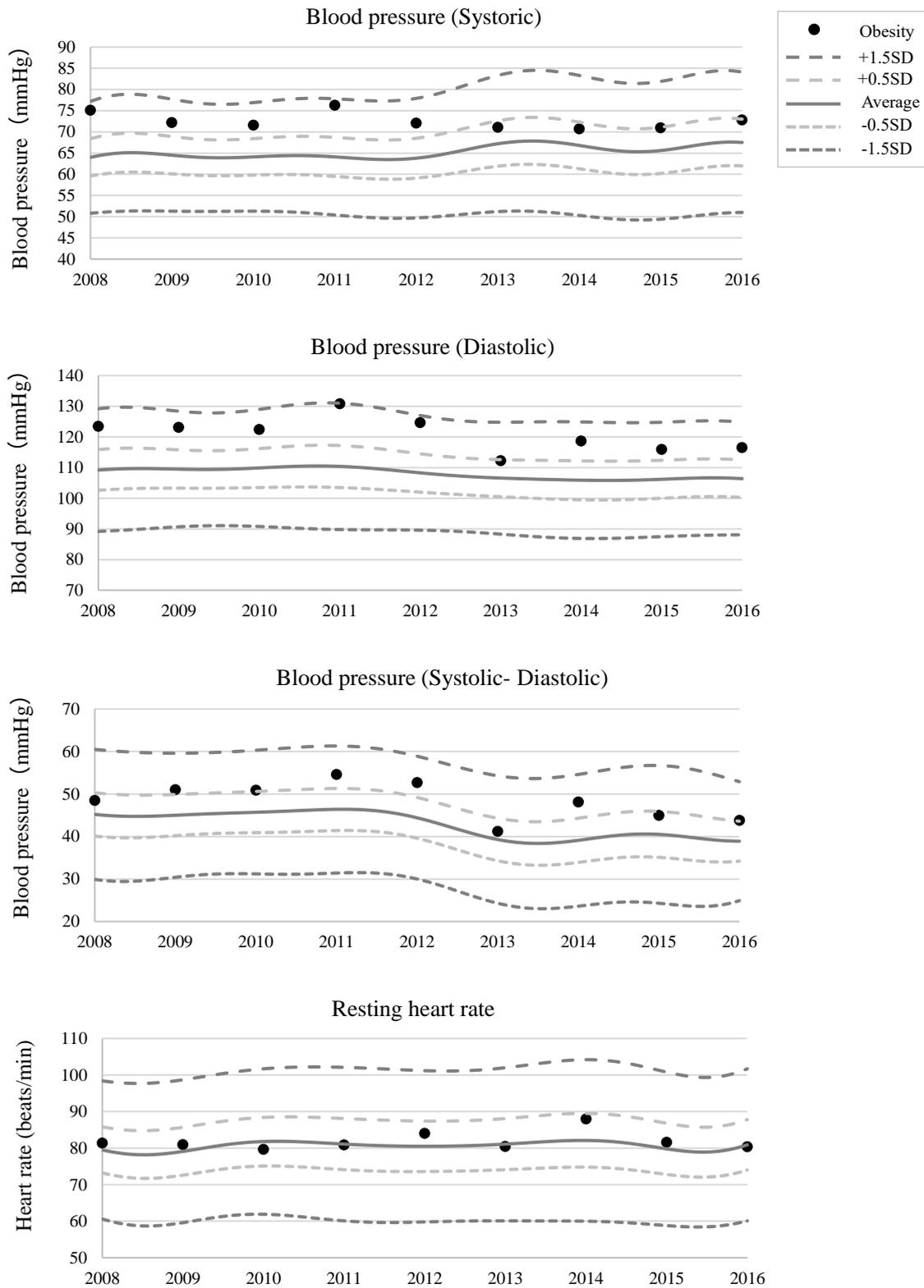


Fig. 8-1 Transition of physiological items for obesity applied to secular span evaluation

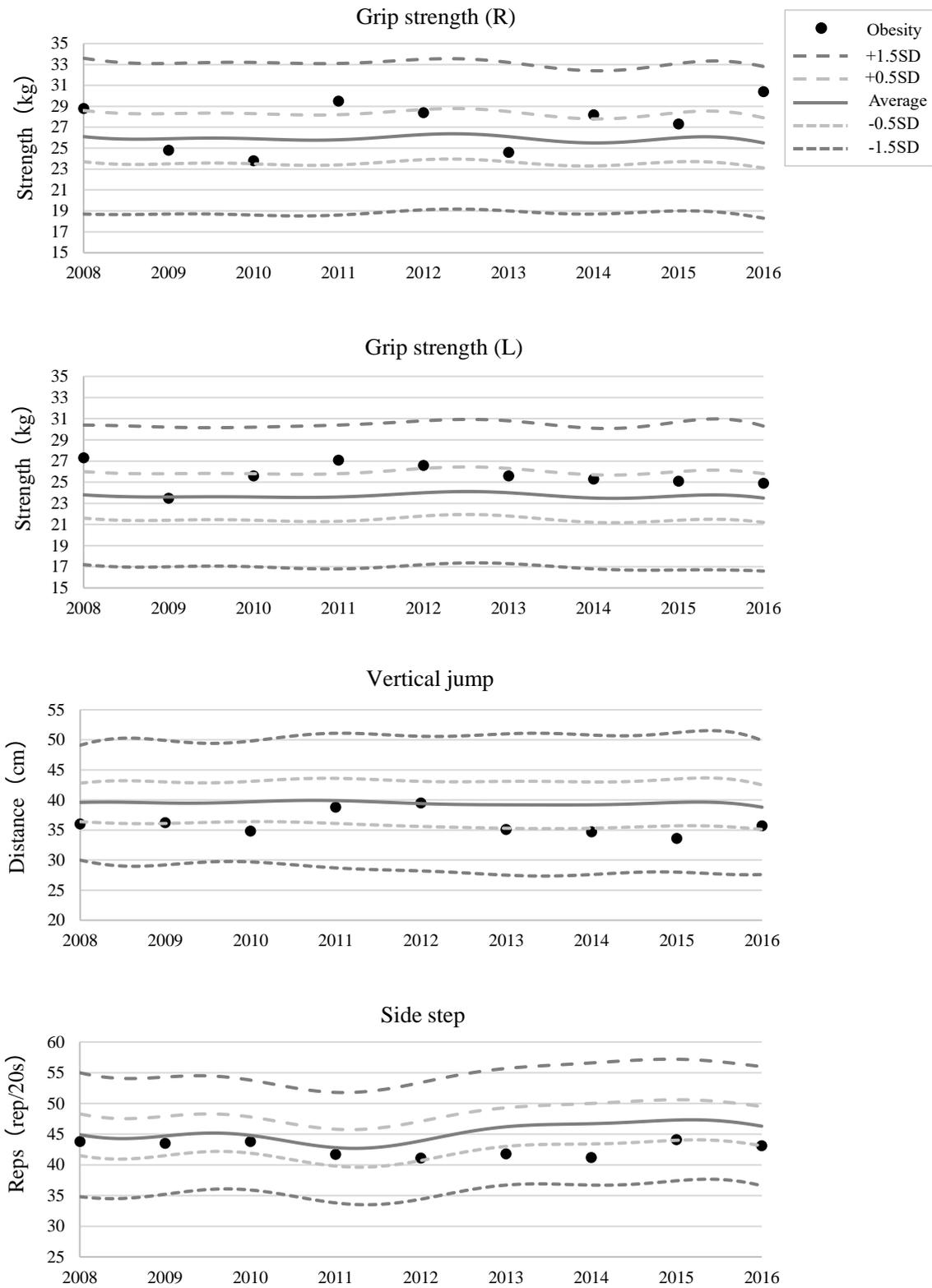


Fig. 8-2 Transition of physical fitness items for obesity applied to secular span evaluation chart

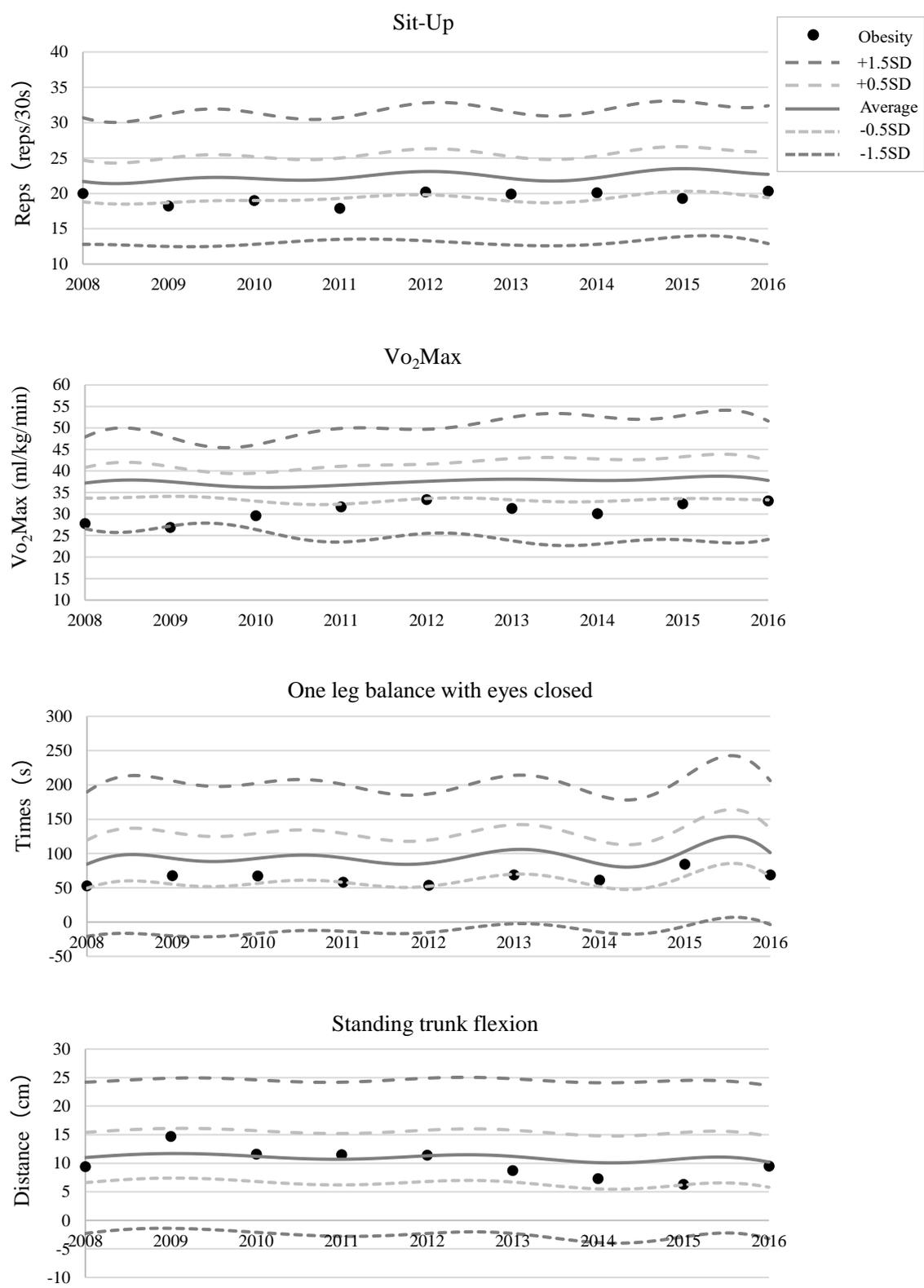


Fig. 8-3 Transition of physical fitness items for obesity applied to secular span evaluation chart

第 9 章

検討課題VI

肥満の健康リスクに関する検証③

—若年成人隠れ肥満者における身体的，体力的
特徴—

第1節 本章の目的

近年、従業員の健康管理を経営的な視点で捉え、実践的に取り組んでいる企業が評価されるようになってきている。いわゆる健康経営と呼ばれているものであるが、従業員が健康であれば仕事が効率化され、結果的に生産性の向上にも繋がる。また、企業のイメージも向上するため、人材の確保や定着という観点からもプラスに働くとされている（経済産業省、2018）。このように、従業員が健康であるといことは、単に医療費が削減できるだけでなく、企業の業績や社会的信用を高めるためにも重要な要素であると言える。

企業では、従業員の健康管理のために、労働安全衛生法に基づき定期健康診断を実施しなければならない。そういったなか、40歳以上の者は、重篤な疾病を引き起こす可能性のある内臓脂肪蓄積型肥満を解消することを目的とした特定健康診査（以降、特定健診）、いわゆるメタボ健診を受診することが義務付けられている。

メタボは、主に、BMI（Body Mass Index）25以上で、内臓脂肪の蓄積があり、脂質異常や高血圧、冠動脈疾患などの健康障害を伴った肥満症、高度肥満症の者が該当するが、BMI25未満においても、内臓脂肪が蓄積されていればメタボと診断される（日本肥満学会、2014）。すなわち、メタボの診断基準では内臓脂肪蓄積が必須の要素となっているのである。特定健診では、内臓脂肪の蓄積の度合いを判断するためにウエスト周囲長を計測している。男性では85cm、女性では90cm以上（メタボリックシンドローム診断基準検討委員会、2005）が内臓脂肪蓄積レベルに該当するとされているが、このように体格的に肥満と分かる者であればメタボ該当の判断が容易ではあるものの、問題は体型が標準であるにもかかわらず内臓に脂肪が多く蓄積した、いわゆる隠れ肥満者の判断である。隠れ肥満は、その名の通り外見からは内臓脂肪の蓄積度合を判断しにくいいため、体脂肪率を測定しない特定健診等では該当者を特定することが困難であることが考えられる。

隠れ肥満は、体脂肪率が高い状態にあることから、肥満者と同様に健康障害に関わる項目

に異常値を示すといった報告が多く見られる(福井ら 2003; 今野谷ら, 2005; 高橋ら, 2009; 西崎ら, 2010, 2014). また, 隠れ肥満者は, 見た目が標準者と変わらない上に体脂肪率が高いため, 相対的に筋肉量が少ない傾向にもある. そのため, 将来は, 加齢に伴う筋肉量の低下とあわせて, さらに身体機能の低下や代謝性疾患の発症リスクが高まる(荒木, 2011)とされているサルコペニア(加齢に伴う筋肉量および筋力の低下した状態(福田ら, 2017))肥満に陥ることが危惧されている(内間ら, 2016). 内間ら(2016)によると, 企業の男性隠れ肥満の割合は, 20歳代で約22%であり, 年齢とともに肥満より増加することが報告されている. また, 女性においては, 若年成人女性を対象とした報告からは, 隠れ肥満者の割合は約30~40%と多く, 男性に比べてその割合が高いことが特徴として挙げられる. したがって, 多くの成人を抱える企業においては, 従業員の健康に向けて, 肥満と同様に隠れ肥満についても的確に診断し, 隠れ肥満者の健康に関わるリスク分析を実施することが重要となる.

隠れ肥満の判定には, これまでさまざまな手法が用いられてきているが, 近年は, BMIなどの体格データと体脂肪率データから判定する方法が多く見られる. BMIと体脂肪率からの判定では, 男性の場合は, BMIが標準帯(18.5以上25未満), かつ体脂肪率が肥満域である20%以上(女性は30%以上)と定義されている(日本肥満学会肥満症診断基準検討委員会, 2000). つまり, 隠れ肥満者と標準者の体格(BMI)は同じであると定義されているのが通例である.

ところが, この判定基準を用い, 隠れ肥満者と標準者, そして肥満者の3者で体格や体組成を比較した内間ら(2016)の報告では, 体重やBMIなどの体格項目で, 隠れ肥満者と標準者の間には有意な差が認められ, 両者に体格の差が生じてしまっているのである. この要因としては, BMIの標準域の幅が広いことが影響したものと考えられるが, この状態で隠れ肥満者と標準者, さらには肥満者と生理的要素や体力的要素を比較検討した際には, それらの結果に筋肉量や筋力の差が影響することが危惧される. したがって, それらを検討する

際には、隠れ肥満者と標準者の体格に差が出ないように BMI 域を調整する必要があるものと考えられる。

そこで本研究では、BMI と体脂肪率の判定基準について、両判定を相互関連的に適用し、隠れ肥満の判定法を模索するとともに、隠れ肥満者の健康に関わる諸要素を標準者、肥満者と比較することにより、隠れ肥満者の健康リスクを男女別に明らかにすることを目的とした。

第2節 方法

第1項 対象

対象は、2012年から2016年に期間に、某大学に在籍した1年生（18、19歳）の男子学生8,044名（2012年：1,462名、2013年：1,631名、2014年：1,660名、2015年：1,612名、2016年：1,679名）、女子学生3,185名（2012年：584名、2013年：662名、2014年：684名、2015年：603名、2016年：625名）の計11,229名であった。

第2項 身体的、生理的、体力的要素の測定

身体的要素として、身長、体重、体脂肪率（デジタル身体組成計：タニタ社製）を計測し、体重を身長²で除してBMIを算出した。生理的要素として、収縮期血圧、拡張期血圧、脈圧、安静時脈拍、骨密度を計測した。体力的要素として、握力（左右の平均）、垂直跳び、上体起こし、反復横跳び、最大酸素摂取量、閉眼片足立ち、立位体前屈を計測した。

第3項 解析手順

BMIと体脂肪率をもとに対象を男女別に3体型群（“標準”“隠れ肥満”“肥満”）に分けた（日本肥満学会肥満症診断基準検討委員会、2000）。Fig. 9-1に、男性における対象のデータと3体型群の分類基準を示した。分類の定義としては、“標準”は、BMI標準域の平均値±0.5SD内、かつ体脂肪率男性20%未満、女性30%未満の者、“隠れ肥満”は“標準”のBMIと同じ範囲で、かつ体脂肪率男性20%以上、女性30%以上の者、“肥満”は、BMI25以上かつ体脂肪率男性20%以上、女性30%以上の者とした。ちなみに、男性のBMI標準域の平均値は21.11、±0.5SD域が20.26～21.96であった。一方、女性のBMI標準域の平均値は20.99、

±0.5SD 域が 20.22～21.76 であった。

3 体型群の男女間，各要素間の比較として，二元配置分散分析を行い，下位検定として Tukey-Kramer を実施した．統計的有意水準は 5%未満とした．

第3節 結果

第1項 隠れ肥満の身体的要素の男女別傾向

Table 9-1 に、各要素の3体型群間の分散分析および多重比較検定結果を示した。

“隠れ肥満”は、全ての項目において、“標準”“肥満”と同様に、男女で有意な差が認められた。男女別傾向として、“隠れ肥満”の身長は、男女ともに“標準”“肥満”との間に有意な差が認められなかった。一方、“隠れ肥満”の体重とBMIは、“標準”との間に有意な差は認められなかったものの、“肥満”との間には有意な差が認められた（“隠れ肥満”<“肥満”）。“隠れ肥満”の体脂肪率は、男女ともに“標準”より有意に高く、“肥満”より有意に低かった。

第2項 隠れ肥満の生理的要素の男女別傾向

“隠れ肥満”は、血圧において、“標準”“肥満”同様に、男子の方が有意に高くなる結果であった。“隠れ肥満”は、女子の安静時脈拍を除く全ての項目において、男女ともに“肥満”より有意に低く、“標準”と間に有意な差は認められなかった。

第3項 隠れ肥満の体力的要素の男女別傾向

男子の“隠れ肥満”は、“標準”より有意に低く、“肥満”より有意に高くなる傾向にあったが、握力のみ3体型群間で最も有意に低い結果であった。一方、女子の“隠れ肥満”についても、全般的に男子同様の傾向を示したが、握力と垂直跳びは“標準”との間に有意な差が認められなかった。男女とも、立位体前屈については、“標準”と“肥満”との間に有意な差は認められなかった。

第4節 考察

男性勤労者を対象とした内間ら (2016) や福井 (2000) の報告では、隠れ肥満者の定義を、BMI が標準域である 18.5 以上 25 未満かつ体脂肪率 20%以上としている。このように BMI を標準域で設定し、隠れ肥満群と標準群を比較すると、体重や BMI に有意な差が生じてしまい、特に標準群との体力差を検討する場合に筋肉量の差、つまり筋力の差が影響することが危惧される。実際、内間ら (2016) の報告では、本研究同様に 3 体型群間で体格や身体組成の違いを検討しているが、体重や BMI において 3 体型群で有意な差が生じている。

そこで本研究では、それらを勘案し、隠れ肥満群と標準群の間で体重差や BMI 差が生じない、つまり、両群の見た目の体格に差が生じないように、かつ両群と肥満群との差を確保したままで各要素を検討できるように両群の判定基準を模索した。結果的に、両群の BMI の領域を、段階評価 5 点法で標準域とされている平均値 $\pm 0.5SD$ 内を採用し判定を試みたが、結果として、対象が両群とも大幅に減少したものの、両群の体重と BMI に有意差はなくすことの目的は達成できた。このように隠れ肥満者の本来の性質を確保できた状態で、3 群間における各要素を比較検討することができたことは、大きな意義があるものと言えよう。

各要素の 3 体型群間の比較から、生理的要素については、隠れ肥満 (内臓脂肪型肥満) は、既に糖尿病や脂質異常症、高血圧などのリスクを高めることが示されている (南ら, 2017) もの、本研究の隠れ肥満の血圧値 (収縮期, 拡張期) は、男女ともに至適血圧 (日本高血圧学会, 2014) (収縮期: 120mmHg 未満, 拡張期: 80mmHg 未満) 範囲であった。また、先行研究 (福井, 2000 ; 今野谷, 2005 ; 西崎ら, 2014) では、血圧は、正常者, 隠れ肥満者, 肥満者の順に有意に高くなることが示されているが、本研究の隠れ肥満者の血圧は、肥満群との間に有意差が認められたものの、標準群との間では差は認められなかった。この要因としては、先行研究の対象が 23 歳から 59 歳までと比較的高年齢層を対象としていたが、本研究では、18, 19 歳と対象が若年層であったためであると考えられる。また、本研究にお

いて BMI の範囲を狭めたことも両群の差に影響した可能性が推察される。いずれにしても、福井（2000）の報告が示すように、今後、年齢を追うごとにそれらのリスクが高まることが予想されるため、従業員の健康リスクという観点からも、特に隠れ肥満者の血圧値については留意が必要になると言えよう。

体力的要素では、男性の隠れ肥満群は、握力、垂直跳び、反復横跳び、上体起こし、最大酸素摂取量といった筋力や瞬発力、持久力に関する項目が標準群より低いことが示された。藤瀬ら（1999）は、隠れ肥満の判定手段が異なるものの、本研究の対象と同年代の青年を対象に、隠れ肥満者の体力や運動能力の特徴を調べている。その結果、BMI が 20 から 23 域の隠れ肥満者は、対象者（標準者）と比べて持続的な能力に差は認められなかったものの、握力や背筋力、垂直跳びといった筋力や瞬発力要素で劣ることが示されており、本研究の握力や垂直跳びの傾向を支持するものであった。他方で、千葉（2010）は、大学生男子の体力においては、隠れ肥満者と正常者と間に有意差は認められないと報告しているが、これについては、本稿の緒言で述べたように、両群の分類において BMI の標準域を採用したため、両群の体重や BMI 差が生じ、その状態で両者の体力を検討したことが影響したものと推察される。一方、女子の隠れ肥満群については、全般的に男子と同様に肥満群より優り、標準群より劣る傾向を示した。しかし、上下肢の筋力に関わる握力と垂直跳びにおいては、標準群との間に有意な差が認められなかった。一般的に、女子は男子に比べて性ホルモン分泌の影響から、脚や腕における筋力が低くなることが示されている。そのため、女子の筋力は全体的に低かったため両者に差が出なかったものと推察される。

上述のとおり、隠れ肥満群の体力的要素は、全般的に肥満群より優るものの標準群より劣る結果であったが、握力については 3 群間で最も劣る結果を示した。この結果については、内間ら（2016）が隠れ肥満者の上下肢の筋肉量の少なさを指摘しているように、隠れ肥満者は標準者に比べて、体脂肪率が高いゆえに相対的に筋肉量が少なくなることが影響したためであると考えられる。今後、加齢に伴い、隠れ肥満者の労働活動の源となる筋力面につい

てはより課題となっていくことが予想されよう。

成人男性の隠れ肥満者は、加齢に伴い肥満者より割合が増加し、50歳代で全体の約4割を占めることが報告されている（内間，2016）。また、加齢に伴う筋肉量低下にあわせて体脂肪量が増加し続けることになれば、将来、サルコペニア肥満のリスクが増すことになることも指摘されている（内間，2016）。サルコペニア肥満は、単なるサルコペニアより身体機能低下や代謝性疾患の発症リスクを高めることも報告（荒木，2011）されており、企業としては、従業員の健康管理に向けて、肥満の解消は勿論のこと、隠れ肥満者への対応も必要となろう。

以上のことから、隠れ肥満者の健康に関わる生理的、体力的要素の特徴を明らかにでき、隠れ肥満者の特に身体的なリスクへの警鐘が促進された。

第5節 まとめ

本研究では、BMI と体脂肪率からの判定を相互関連的に適用し、隠れ肥満の判定法を模索するとともに、成人の隠れ肥満者の健康に関わる生理的、体力的要素を標準者、肥満者と比較することにより、隠れ肥満者の健康リスクについて検討した。

独自に採用した隠れ肥満の判定基準により、標準との体格差をなくした状態で上記諸要素を男女別に検討することができた。隠れ肥満者の生理的特徴として、今後は、特に血圧値については留意が必要になることが示唆された。一方、体力的特徴としては、隠れ肥満群は、握力、垂直跳び、反復横跳び、上体起こし、最大酸素摂取量といった筋力や瞬発力、持久力など、将来の健康に関わる項目が標準群より低いことが示された。

以上の結果から、加齢とともに、肥満者と同様に隠れ肥満者の身体的なリスクへの警鐘が促された。

第6節 図表

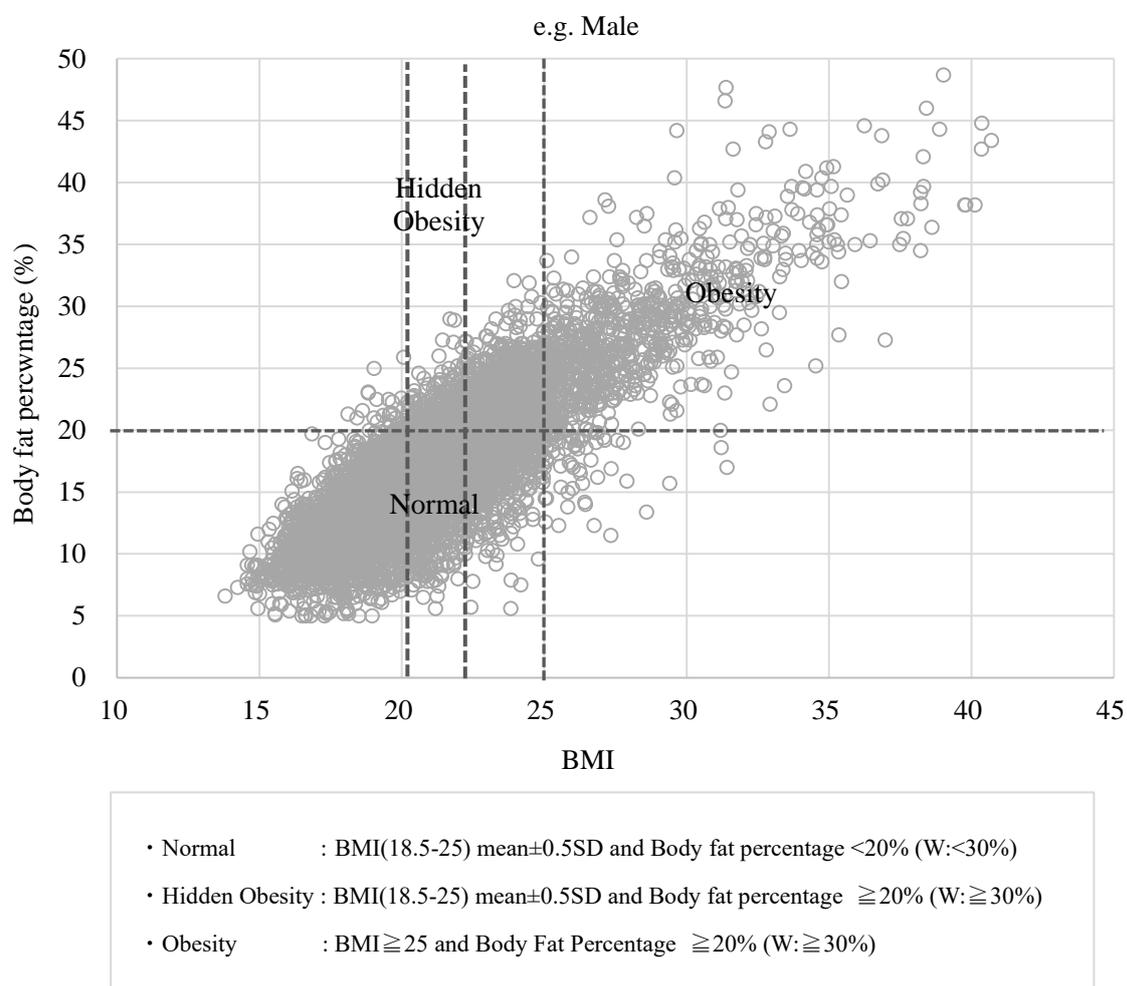


Fig. 9-1 Classification of three body types

Table 9-1 The statistics and ANOVA of items for physical, physiological and physical fitness elements of three body types in gender

Items		Males			Females			Tukey-HSD	
		Normal	Hidden Obesity	Obesity	Normal	Hidden Obesity	Obesity		
		n=1590	n=236	n=784	n=218	n=498	n=191		
Physical Elements	Height (cm)	Mean	170.9	171.1	170.8	158.5	158.0	157.9	Gender M>W
		SD	5.8	5.9	6.0	5.7	5.4	5.4	
	Weight (kg)	Mean	61.5	62.5	82.8	52.2	52.4	69.3	Group M, W: OB>HOB, NR Gender M>W
		SD	4.4	4.5	10.6	3.8	3.7	8.2	
BMI (kg/m ²)	Mean	21.0	21.3	28.3	20.7	21.0	27.7	Group M, W: OB>HOB, NR Gender M>W	
	SD	0.5	0.4	3.1	0.4	0.4	2.5		
Body fat percentage (%)	Mean	15.9	21.5	28.1	22.1	27.6	37.8	Group M, W: OB>HOB>NR Gender M>W	
	SD	2.5	1.5	5.2	3.9	1.9	5.4		
Physiological Elements	Bone mineral density (m/s)	Mean	1558.3	1552.9	1552.3	1550.1	1546.3	1545.0	Group M: NR>OB Gender NR: M>W
		SD	41.8	41.1	43.5	45.9	40.2	39.6	
	Blood pressure Systolic (mmHg)	Mean	117.3	118.2	127.6	105.6	106.6	114.3	Group M, W: OB>HOB, NR Gender M>W
		SD	12.1	11.9	15.3	12.4	11.6	12.9	
	Blood pressure Diastolic (mmHg)	Mean	68.7	70.4	74.3	64.1	65.6	68.8	Group M, W: OB>HOB, NR Gender M>W
		SD	10.8	10.4	11.4	9.7	10.1	10.9	
	Blood pressure Systolic- Diastolic (mmHg)	Mean	48.6	47.9	53.3	41.5	41.0	45.5	Group M, W: OB>HOB, NR Gender M>W
		SD	10.7	11.0	13.7	9.9	9.3	11.0	
	Resting heart rate(beats/min)	Mean	79.2	80.6	83.3	79.1	81.3	82.7	Group M: OB>HOB, NR W: OB>NR
		SD	15.4	15.7	15.8	14.1	13.6	15.1	
Grip strength (kg)	Mean	41.0	38.5	42.2	25.9	25.2	27.1	Group M: OB>NR>HOB W: OB>HOB Gender M>W	
	SD	6.5	6.9	7.7	4.6	4.3	4.8		
Vertical jump (cm)	Mean	58.7	54.3	50.6	40.4	39.8	37.3	Group M: NR>HOB>OB W: NR, HOB>OB Gender M>W	
	SD	9.3	10.0	10.6	7.3	7.4	6.6		
Side step (reps/20s)	Mean	55.9	53.6	51.5	47.5	46.6	44.1	Group M, W: NR>HOB>OB Gender M>W	
	SD	7.4	7.4	7.3	7.2	6.2	5.8		
Sit-Up (reps/30s)	Mean	31.3	29.9	27.8	23.4	23.3	21.7	Group M, W: NR>HOB>OB Gender M>W	
	SD	6.2	6.3	6.5	5.9	6.7	6.2		
Vo ₂ Max (ml/kg/min)	Mean	50.5	46.5	41.3	40.0	37.4	33.5	Group M, W: NR>HOB>OB Gender M>W	
	SD	10.4	10.7	9.9	9.9	9.1	7.6		
One leg balance (s)	Mean	107.8	82.6	70.6	113.1	96.4	76.7	Group M, W: NR>HOB>OB Gender HOB: W>M	
	SD	71.9	58.1	57.0	77.6	68.5	61.2		
Standing trunk flexion (cm)	Mean	7.9	6.9	7.0	12.6	11.4	10.2	Group W: NR>OB Gender W>M	
	SD	9.6	8.9	9.2	9.3	9.1	8.6		

第 10 章

検討課題VII

肥満のヘルスマネジメントモデルの構築

第1節 T&F理論を活用した肥満のヘルスマネジメントモデルの構築

我が国では、増加傾向にある肥満（メタボリックシンドローム）者の解消を目的とした対策として、平成20年より40歳以上の成人を対象に、特定健診や特定保健指導が実施されるようになった。そして、働く環境においては、肥満防止・解消をヘルスマネジメントの経営戦略の一環として、さまざまな取り組みを独自で企画し、実施する企業が増えてきた。しかしながら、これまでも挙げたように、それら対策の機会もむなしく約10年が経過したにもかかわらず成人肥満の十分な解消までには至っていないのが現状である。

肥満を効率良く、効果的に解消させるために重要なこととしては、対象が自分自身の肥満度を的確に把握できること、肥満の要因や健康リスク情報が得られること、肥満解消に向けた具体的方策が明確であること、そして、肥満解消に向けた取り組みを継続的に実施できる仕組みが整えられていることである。つまり、肥満における健康リスクを個々に伝え、それぞれの健康を確保するための戦略を検討した上で、具体的な実施策を提供できなるような、マネジメントモデルが必要となる。

既に、田中と藤井は（2013）、企業従業員の効率的な健康の維持促進のための、企業現場と研究機関の連帯を基盤にしたヘルスケアロジスティクスモデル（T&F理論）を構築しており、本研究においても、これらを参考に、教育、労働現場における研究機関との連携を基盤とした肥満の防止・解消のためのヘルスマネジメントモデルを構築することとした。田中ら（2013）のモデルは、基本的に、苦瀬（2003）が示したマーケティングにおける顧客の要求を満たすための管理システムであるロジスティクス戦略理論（「必要な商品や物資を適切な時間に、場所に、価格で、品質と量をできるだけ少ない費用で供給すること」）の考え方に基づいて考案されている。また、健康の維持促進ロジスティクスにおけるインプットとアウトプットへ適用された諸要素は、手塚（2001）が示したロジスティクス・マネジメントの諸要素を参考としている。

ロジスティクス・マネジメントの要素において、「供給者」は研究機関、「顧客」は企業従業員や学校教育を受ける者たちが対象になるであろう。また、ロジスティクスのインプット要素である「物的資源」には、身体組成や体力測定のための各種計測システム、「人的資源」は研究者および研究補助者、「資金」は研究費や外部研究助成費、「情報資源」は、これまでに蓄積されたエビデンスや研究成果が該当するものと考えられる。一方、アウトプットについては、「顧客に対する効率的な財の提供」は肥満防止・解消や健康の維持・増進のための方策や知識、「無形資産の創出」は健康そのものが該当すると考えられる。

また、肥満防止・解消のためのヘルスマネジメントモデルは、上記諸要素に基づき、田中ら（2013）の「広報システム」、「測定システム」、「分析・評価システム」、「肥満防止・改善システム」の4つのシステムに当てはめて考えることとした（Fig. 10-1）。各システム内容と、それらを活用した肥満のヘルスマネジメントモデルの詳細については次項で取り上げるとする。

第2節 肥満のヘルスマネジメントモデルの構造と推進のための提案

T & F 理論を構成する「広報システム」「測定システム」「分析・評価システム」「肥満防止・改善システム」の4つのシステムが果たす役割について以下に記す。

「広報システム」では、既に明らかとなっている情報として、肥満の仕組みや肥満の健康リスクに関する知見、運動や食生活など肥満防止、解消のための知見、さらには研究機関に蓄積されたデータに基づいて明らかにされたエビデンスなどを、労働や教育現場において研修会や講演会等を通じて広報活動を行う。このように、広報システムは、現場に健康の維持増進における肥満防止・解消の重要性と、研究機関と連動した、肥満防止・解消のためのヘルスケアロジスティクスモデルの定着の必要性を伝えるために重要な役割を担うシステムである。

「測定システム」は、各現場において、身体組成測定や体力測定、運動習慣などの調査を実施し、それらのデータを回収する役割を果たす。肥満防止・解消のためのT & F理論の効率的な運用には、それに関係した多くの精度高いデータが必要となる。そのため、各種測定や調査の実施については、基本的には、測定や評価に関する正確な知識を有した専門家が必要であり、加えて測定に適した施設や高い精度で計測可能な専用機器が必要となる。また、多くの時間を割くことが厳しいことが予想される現場での測定では、効率的に測定を実施することが望まれるため、測定者や測定補助者には、各測定方法の熟練性が要求される。

「分析・評価システム」は、「測定システム」において各種測定や調査などから得られたデータを基に、個々の肥満度の現状や運動習慣傾向の把握、肥満判定における基準の再構築など、この後の「肥満防止・改善システム」に活かすようなデータ分析や個々の評価を行うためのシステムである。このシステムでは、データの構築や高精度の分析が必要となるため、基本的には研究機関における活動となる。

「肥満防止・改善システム」：研究機関の「分析・評価システム」において明らかにされた

個々の肥満の現状や運動習慣等の情報をもとに、健康の維持増進のための肥満防止・解消を目的とした個々における目標設定および、具体的なプランやプログラムを立案するためのシステムである。また、このシステムでは、個々の肥満解消のための取り組み実施の援助や、それらの成果を定期的に確認することが必要なため、研究機関と労働や教育現場の直接的および間接的な関わりが必要となる。

これら4つのシステムのなかで、「広報システム」を除く「測定システム」、「分析・評価システム」、「肥満防止・改善システム」は一つのサイクルとして捉え、これらを、見直しも含めて繰り返して実施していくことで、肥満のためのヘルスマネジメントの推進が図られるものと考えられる。

第3節 図表

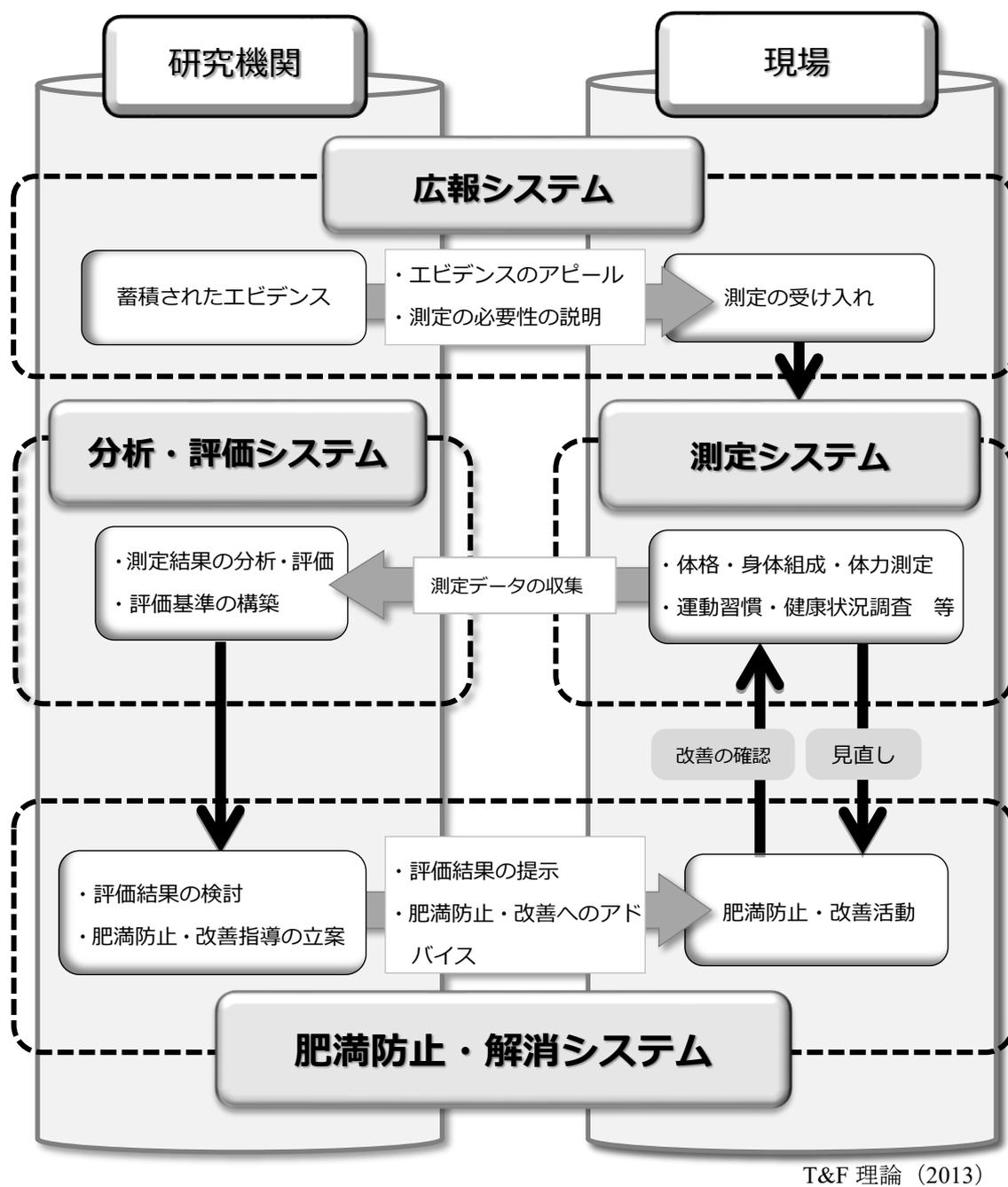


Fig.10-1 肥満のヘルスマネジメントモデル

第 11 章

総括

第1節 要約

本研究では、肥満のヘルスマネジメントに向けて、肥満の現状把握、肥満の判定法の確立、肥満の健康リスク要因の明確化、そして肥満防止・解消のためのヘルスマネジメントモデルの提唱の4つの観点から検討を行った。

始めに、肥満者の現状を把握するために、BMI 数値別における4体型（痩せ・標準・隠れ肥満・肥満）の分布状況について検討した。発育発達期終盤を迎え社会人目前となる若年成人を対象に、男女別でBMI 数値別の体脂肪率分布状況から4体型における割合の傾向を明らかにした。結果、男女ともBMI21-22あたりから、隠れ肥満の割合が増加する傾向を示し、その割合はBMI23で約5割、BMI24では約7割と高いことが示された。

次に、簡便且つ精度良く身体組成情報が得られるBIA（インピーダンス）法から得られた体脂肪率を基に、幼児期および学齢期における肥満判定法の確立を試みた。幼児期については、3～5歳の各学年、男女別において体脂肪率の平均値と標準偏差をもとに肥瘦度評価のための5段階評価チャートを構築し、あわせて評価の比較対象として、先行研究の身長・体重標準曲線を参考に同じく5段階の回帰評価チャート構築した。そして、両チャートから得られた肥瘦度評価を比較し、BIA法による肥瘦度評価基準の妥当性を検討した。結果、両者の評価に差は認められず、体脂肪率から構築した評価チャートが、幼児期のBIA法による肥満判定法として妥当であること認められた。一方、学齢期については、小学1年生から中学3年生における児童・生徒を対象に、男女別それぞれにおける体脂肪率平均値の加齢変化に対して2次の回帰多項式を適用し、さらに、 $\pm 0.5SD$ 、 $\pm 1.5SD$ （段階評価5点法）にも回帰多項式を適用することで、肥瘦度評価のための5段階回帰評価チャートを構築した。評価チャートから対象の肥瘦度を判定し、得られた5段階の頻度分布から回帰評価チャートの妥当性を検討した。結果、得られた肥瘦度の頻度分布に正規性が示され、構築した肥瘦度評価チャートが、学齢期のBIA法による肥満判定法として妥当であること認められた。

続いて、肥満者の健康リスク要因について明らかにするために、一般高校生男女および一般大学生男女を対象に、肥満者の各種身体的な特徴について検討した。高校生については、身体要素と体力・運動能力要素に関して、3年間における肥満者の特徴を標準者との比較から明らかにした。結果、肥満者は非肥満者に比べ、体表面積や基礎代謝量が高く、自分の身体を素早くそして長く移動させる能力が低い傾向にあることが明らかとなった。一方、大学生については、本研究では若年成人として捉え、まず、女子大学生を対象に、BMI30以上の重度肥満者の2008年から2016年の各年次における生理的、体力的項目データを、対象全体で構築された5段階の経年的評価チャートに重度肥満学生のそれらの値を適用し、重度肥満者の健康リスクに関して検討した。結果、重度肥満者は、循環器系疾患の危険因子である収縮期血圧が高くなる可能性や、脈圧に異常値が見られることが示された。一方、体力面では、高校生同様、自分の身体を素早くそして長く移動させる能力に劣ることが示された。

また、大学生男女を対象に、BMIと体脂肪率からの判定を相互関連的に適用し、隠れ肥満を的確に判定できる方法を模索するとともに、隠れ肥満者の身体的、生理的、体力的要素を標準者や肥満者と比較することにより、隠れ肥満者の健康リスクについて検討した。結果、隠れ肥満者の生理的特徴として、特に血圧値については留意が必要になることが示唆され、体力的特徴としては、握力、垂直跳び、反復横跳び、上体起こし、最大酸素摂取量といった筋力や瞬発力、持久力など、将来の健康に関わる項目が標準群より低いことが示された。

最後に、ロジスティックス戦略理論を応用したT&F理論を参考に、これらの成果を盛り込むかたちで肥満防止・解消のためのヘルスマネジメントモデルを提唱した。システムは、「広報システム」「測定システム」「分析・評価システム」「肥満防止・改善システム」からなり、労働、教育現場と研究機関との連携を基本とする。また、「広報システム」を除く「測定システム」「分析・評価システム」「肥満防止・改善システム」は一つのサイクルとして捉え、これらを繰り返して実施していくことで、肥満のためのヘルスマネジメントの推進が図られるものと考えられる。

第2節 本研究の結論

以上の結果をまとめると、検討課題Iでは、肥満の現状として、一般大学生の男女別における BMI 数値別の 4 体型（痩せ・標準・隠れ肥満・肥満）における割合から、発育発達期終盤で社会人を目前に控えた若年成人の肥満や隠れ肥満の傾向を明らかにすることができた。検討課題IIでは、幼児期の体脂肪率を基にした肥満判定法の確立として、BIA（インピーダンス）法から得られた体脂肪率の平均値による評価と、先行研究の身長-体重標準曲線による評価との比較から、構築した体脂肪率平均値の評価基準の妥当性が示され、幼児期の年齢別、男女別における肥満判定法が確立された。検討課題IIIでは、学齢期における体脂肪率を基にした肥満判定法の確立として、BIA 法で得られた体脂肪率の各年齢における平均値から 5 段階の回帰評価チャートを構築し、対象の肥瘦度を評価した結果、評価に妥当性が認められ、学齢期の男女別における体脂肪率加齢変化を考慮に入れた肥満判定法が確立された。検討課題IVでは、一般高校生を対象に、学年別、男女別における肥満者の各種身体能力を非肥満者と比較することにより、発育発達期終盤であり体格や体力が定着しつつある時期における肥満者の身体的な健康リスク要因が明らかとなった。検討課題Vでは、一般大学生の重度肥満者における身体要素と体力・運動能力要素を標準者と比較することにより、若年成人層における明確に肥満と判定される者の健康への身体的リスク要因が明確化された。検討課題VIでは、一般大学生男女を対象に、BMI と体脂肪率から隠れ肥満を判定し、隠れ肥満者の身体的、生理的、体力的要素を標準者や肥満者と比較することにより、これまで詳細に示されていなかった、若年成人層における隠れ肥満者の健康に対する身体的なリスク要因が明らかとなった。

そして、検討課題VIIでは、ロジスティックス戦略理論を応用した T&F 理論を参考に、企業や教育現場に向けた、肥満防止・解消のためのヘルスマネジメントモデルを提唱することができた。

以上の検証から、本研究では以下のような結論を得ることができた。

1. 幼児期および学齢期において、簡便で精度の高いBIA（インピーダンス）法から得られた体脂肪率を用いて肥満判定法が確立されたことにより、幼児から成人に至るまでの肥満者の的確な判定が可能となり、あわせて肥満者の健康リスク分析やマネジメントが、高精度かつ効率的・効果的に実施できることが可能となる。
2. 高校生や大学生といった若年層の隠れ肥満者を含めた肥満者において、身体的、生理的、体力・運動能力的特徴など肥満者の健康に対するリスク要因を明らかにできたことで、労働現場や教育現場における肥満のヘルスマネジメントに向けて有益な情報を提供できるようになる。また、このことで各現場における肥満者のリスク対策がより具体化されるものと考えられる。
3. T&F 理論に則って構築された肥満防止・解消のためのヘルスマネジメントモデルを提唱できたことで、今後、労働現場や教育現場で肥満者のヘルスマネジメントが効率的・効果的に推進されることが期待される。

第3節 今後の課題

肥満は、これまでも健康を脅かす要因として多方面から示されているにもかかわらず、その数は増えつつあり、依然、世界規模で大きな社会問題として取り上げられている。

健康の維持増進は全ての人において必須の課題である。健康とは、既に WHO（世界保健機関、1947）により「身体的、精神的、社会的において良好な状態であること」と定義されているが、そこには、健康は、社会構造やライフスタイル、人生の価値観など、その人の生き方やその人が置かれている立場により流動的に変化するという意味が込められているのである。肥満は、一般的には、過食や偏食などの食生活の乱れや運動不足、そしてストレスなどが代表的な要因とされているが、近年の日本人のライフスタイルの特徴を見ると、食生活が欧米化し、高カロリーの食べ物を口にする機会が増えたこと、自家用車の普及やコンビニエンスストアなどの増加により利便性が格段に向上してきたこと、その反面として、身体を動かす機会が減ってきたこと、また、働く環境においては心理的なストレスを感じる機会が多くなったことなど、日本人のライフスタイルは昔に比べて大きく変化してきている。そして、肥満の傾向もこのようなライフスタイルの変化に大きく影響をおよぼされてきたものと考えられる。

そういった意味において、本研究における肥満のヘルスマネジメントは、労働環境や教育現場に向けた、あくまでも現時点の日本の社会情勢に応じた一つのモデル提案にすぎず、今後も、これらの仕組みを世の中に浸透させ、定着させ続けるためには、日々刻々と変化する社会情勢に応じて肥満の問題を的確に捉え、適切なマネジメントのあり方を検討し続けることが重要となろう。

文献

引用・参考文献

- 安部孝, 琉子友男 (2015) これからの健康とスポーツ科学, 講談社, 東京.
- 赤池弘次, 甘利俊一, 北川源四朗, 樺島祥介, 下平英寿 (2007) 赤池情報量規準 AIC - モデルリング予想・知識・発見 -, 共立出版, 1-17.
- 青木純一 (1993) Health-Related Physical Fitness Test としての体力測定項目, *J. J. of Sports Science*, 12, 605-608.
- 荒木厚 (2011) Sarcopenia Obesity, *Modern Physical*, 31(11), 1319-1322.
- Araújo de França GV, Lucia Rolfe ED, Horta BL, Gigante DP, Yudkin JS, Ong KK, Victora CG (2016) Associations of birth weight, linear growth and relative weight gain throughout life with abdominal fat depots in adulthood: the 1982 Pelotas (Brazil) birth cohort study, *Int J Obes*, 40, 14-21.
- 朝日新聞出版社 (2015) AERA 「肥満は職業習慣病」, 31, 10-32.
- 朝山光太郎, 村田光範, 関武彦, 伊藤けい子, 杉原茂孝, 岡田知雄, 玉井浩, 高谷竜三, 花木啓一 (2002) 小児肥満症の判定基準: 小児適正体格検討委員会よりの提言, *肥満研究*, 8(2), 204-211.
- Bonaut DK, Lu D, Fan ZJ (2014) Obesity prevalence by occupation in Washington State, *Behavioral Risk Factor Surveillance system. Prev Chronic Dis*, 11, 130219.
- Caban A, Lee LE, Fleming LF, Gomez-Marin O, LeBlanc W, Pitman T (2005) Obesity in US workers: the national health interview survey. 1986 to 2002. *Am J Public Health*, 95, 1614-22.
- Camethon MR, Loria CM, Hill JO, Sidney S, Savage PJ, Liu K (2004) Risk factors for the metabolic syndrome: The Coronary Artery Risk Development in Young Adults (CARDIA) study, 1985-2001. *Diabetes Care*, 27(11), 2702-2715.
- 千葉義信 (2009) 大学生の体格と体力との関係について. 神奈川大学経営学部国際経営論集, 38, 133-139.

千葉義信 (2010) 大学生の身体組成と体力との関係について ー第 2 報ー, 神奈川大学国際
経営論集, 40, 109-115.

戒利光, 竹内寛子, 中山環, 富久尾典子, 大久保花純, 横谷智久, 飛田芳江 (2014) 大学生の
ライフスタイルと血液循環動態および肥瘦度との関連, 福井大学教育実践研究, 38, 27-
33.

衛藤稚英子, 小宮秀一, 乙木幸道, 寺本圭輔 (2002) 日本人幼児の体脂肪における年間変化,
日本生理人類学会誌, 7(2), 55-61.

Finkelstein EA, DiBonaventura MC, Burgess SM, Hale BC (2010) The Costs of Obesity in the
Workplace, Journal of Occupational & Environmental Medicine, Journal of Occupational and
Environmental Medicine, 52(10), 971-976.

藤井勝紀 (2006) 発育・発達への科学的アプローチ ー発育・発達と健康の身体情報科学ー,
三恵社, 64-65, 138-168.

藤井勝紀 (2016) 成人肥満へのトラッキングを評価する ～BMI の加齢変化に基づく肥満判
定からの検討～, 子ども発育発達, 14(3), 230-237.

Fujii K, Kim J-D, Nho, H-S (2012) An approach to validity of index evaluation based on change of
BMI with age, The Korean Journal of Growth and Development, 20, 1-7.

Fujii K, Mishima T, Watanabe E, Seki K (2011) Change with age in regression construction of fat
percentage for BMI in school-age children, Journal of physiological anthropology, 30(2), 69-76.

Fujii K, Sakai T (2009) Consideration of the canalization effect based on physical factors of mothers
and their children -Physical factors of mothers related to physical growth in young children-,
Sport Sciences for Health, 5(1), 1-7.

藤井勝紀, 正美智子, 穂丸武臣 (2012) 幼児のインピーダンス法と標準身長体重曲線による
肥瘦度判定の比較とその妥当性, 教育医学, 57(4), 323-331.

藤本薫喜, 渡辺孟, 坂本淳, 湯川幸一, 森本和江 (1968) 日本人の体表面積に関する研究, 第

- 18 篇 三期にまとめた算出式, 日本衛生学雑誌, 23(5). 443-450.
- 藤瀬武彦, 長崎浩爾 (1999) 青年男女における隠れ肥満の頻度と身体特性, 体力科学, 48, 631-640.
- 福井明 (2000) 成人男性における肥満と血中総コレステロール, 血圧の関連, 産業衛生学雑誌, 49, 119-124.
- 福井基裕, 須澤満, 鈴木康之 (2003) 肥満タイプと生活習慣因子との関連, 健康医学, 18(2), 155-158.
- 福田達也, 坊内良太郎, 小川佳宏 (2017) サルコペニア肥満と動脈硬化, 診断と治療, 105(3), 375-379.
- 古郡鞆子 (2010) 肥満の経済学, 角川学芸出版.
- Ganpule AA, Tanaka S, Ishikawa-Takata K, Tabata I (2007) Interindividual variability in sleeping metabolic rate in Japanese subjects, *Eur J Clin Nutr.*, 61(11), 1256-1261.
- Handrigan G, Hue O, Simoneau M, Corbeil P, Marceau P, Marceau S, Tremblay A, Teasdale N (2010) Weight loss and muscular strength affect balance control, *In. J. Obes.*, 34, 936-942.
- 林慎一郎 (1988) 肥満生徒の体力・運動能力に関する検討, 学校保健研究, 30, 30-37.
- Hubert HB, Feinleib M, McNamara PM, Castelli WP (1983) Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease; A 26-year follow-up of participants in the Framingham Heart Study, *Circulation*, 67, 968-977.
- 鷗木秀夫, 柴田真志, 寺田恭子, 富樫健二, 高見和至, (2015) 健康づくりのための運動の科学, 化学同人.
- Ikeda A, Hiroyasu I, Yamagishi K, Inoue M, Tsugane S (2009) Blood pressure and the risk of stroke, cardiovascular disease, and all-cause mortality among Japanese, The JPHC Study, *American Journal of Hypertension*, 22(3), 273-280.
- 今野谷美名子, 照井一幸, 佐々木司郎, 荻原忠, 林雅人 (2005) 肥満タイプと生活習慣病危険因子の関連性について, 人間ドック, 20(1), 61-66.

伊藤善也, 奥野晃正, 村上優利香, 内山聖, 岡田知雄, 坂本元子, 梁茂雄, 衣笠昭彦, 喜田嘉一, 大関武彦, 本田直, 村田光範 (1996) 肥満度判定のための幼児標準身長体重曲線, 小児保健研究, 55 (6), 752-756.

Jennifer LB, Lina WO, Thorkild IA (2007) Childhood body-mass index and the risk of coronary heart disease in adulthood, N Engl J Med, 357, 2329-2337

加辺憲人, 黒澤和生, 西田裕介, 岸田あゆみ, 田中淑子, 牧迫飛雄馬, 増田幸泰, 渡邊観世 (2002) 足趾子が動的姿勢制御に果たす役割に関する研究, 理学療法科学, 17(3), 199-204.

角谷学, 中村忍, 杉尾佑夏, 平岡浩子, 栗田恵美, 原田あゆみ, 松本三重子, 中西理恵子, 杉浦徹太郎 (2014) 若年時の BMI 増加はメタボリックシンドローム発症と関連する, 産業衛生学雑誌, 56(5), 121-127.

金子美佐子, 宮村幸子, 新藤潤子 (2006) Body Mass Index・体脂肪率と生活習慣病との検討, 人間ドック, 21(1), 37-41.

経済協力開発機構 (Organization for Economic Co-operation and Development : OECD) (2010) 肥満と予防の経済学 : 肥満ではなく健康を.

経済産業省, 健康経営銘柄,

http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/healthcare/kenko_meigara.html (2018/2/23 閲覧).

経済産業省 (2018) 健康経営の推進について.

金憲経, 松浦義行, 田中喜代次, 稲垣敦 (1992) 肥瘦度が体力・運動能力に及ぼす影響—12歳から14歳の男子生徒について—, 体力科学, 41, 548-558.

金憲経, 松浦義行, 田中喜代次, 稲垣敦 (1993) 肥満女子中学生の体力・運動能力の特徴, 体力科学, 42, 380-388.

木村留美子 (2001) 学童の体脂肪率と体格指数, および体組成との関係, 金沢大学医学部保健学科紀要, 24(2), 77-84.

木下麻衣, 梅原頼子 (2018) 女子短大生における身体および食事の状況, 鈴鹿大学・鈴鹿大学短期大学部紀要, 健康科学編, 1, 81-89.

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

北川薫 (2001) 運動とスポーツの生理学, 市村出版, 東京.

Kitagawa K, Miyashita M (1978) Musclestrengths in relation to fat storage rate in youngmen, Eur.J.Appl.Physiol., 38, 189-196.

小林優梨, 藤井勝紀, 石垣享, 田中望, 早川健太郎 (2015) BMI と体脂肪率の加齢変化の類似性と相違性, 日本体育学会第 66 回大会予稿集, 250.

国立社会保障・人口問題研究所 (2010) 生産年齢人口の (15~64 歳) の割合 : 各推計値の比較.

Komiya S, Masuda T (1990) Estimation of human body composition by bioelectrical impedance measurements - Equation for estimating total body water in japanese subjects -, The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine, 39, 53-59.

河野昌晴 (1993) 保体学概論, 小林出版, 東京.

厚生労働省 (2014) 平成 26 年国民医療費の概況, <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kiryohi/16/dl/kekka.pdf> (2017/6/5 閲覧).

厚生労働省 (2005) 平成 17 年国民健康・栄養調査報告, <https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyohu07/dl/01-mokuji.pdf> (2019/9/12 閲覧).

厚生労働省 (2015) 平成 27 年国民健康・栄養調査の概要, <https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyohu/dl/h27-houkoku-02.pdf> (2019/9/11 閲覧).

厚生労働省 (2018) 定期健康診断報告書.

栗林勝, 月間紗也 (2018) 企業における健康経営の現状, 心身医学, 58(3), 255-260.

Largo RH, Gasser T, Prader A, Statzle W, Huber PJ (1978) Analysis of the adolescent growth spurt

using smoothing spline functions, *Annals of Human Biology*, 5, 421-434.

Levine JA, Lanningham-Foster LM, McCrady SK, Krizan AC, Olson LR, Kane PH, Jensen MD, Clark MM (2005) Interindividual variation in posture allocation: possible role in human obesity, *Science*, 307(5709), 584-586.

Luckhaupt E, Cohen MA, Li J, Calbert GM (2014) Prevalence of obesity among US workers and association with occupational factors, *Am J Prev Med*, 46, 237-48.

Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, Lykken GI (1985) Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 41(4), 810-817.

間瀬知紀, 宮脇千恵美 (2005) 若年女性における隠れ肥満者の生活習慣と体力, *華頂短期大学研究紀要*, 50, 79-90.

間瀬知紀, 宮脇千恵美, 甲田勝康, 藤田裕規, 沖田善光, 小原久未子, 見正富美子, 中村晴信 (2012) 女子学生における正常体重肥満と食行動との関連性, *日本公衆衛生雑誌* 59(6), 371-380.

増田隆 (1998) 人体の構成要素 —身体組成の科学—, 不昧堂出版, 43-67.

松木秀明, 山本尚理, 長谷川秀隆他 (2007) 女子大生の隠れ肥満と生活習慣について, *東海大学健康科学部紀要*, 13, 1-8.

Matsuura Y, Kim M (1991) Analysis of physical growth by fitting the polynomial to the longitudinal growth distance data of individual; age 6 to 17, *Research Monograph issued by Growth and Development Research Institute of Health and Sport Sciences University of Tsukuba Japan*, 1-153.

南勲, 小川佳宏 (2005) 肥満症とは何か, *診断と治療*, 105(3), 284-289.

メタボリックシンドローム診断基準検討委員会 (2005) メタボリックシンドロームの定義と診断基準, *日内会誌*, 94, 794-809.

水野杏一, 山下毅, 小原啓子, 船津和夫, 近藤修二, 横山雅子, 中村治雄, 影山洋子, 本間優, 前澤純子 (2016) 肥満を発症しやすい職業・エンジニアは入社時健診より肥満が存在する, 総合健診, 43(5), 547-552.

文部科学省 (2016) 平成 28 年度学校保健統計調査報告書.

文部科学省 (2017) 平成 29 年度学校保健統計調査報告書.

図 1 に文部科学省学校保健統計調査に基づいた村田伸 (2004) 開眼片足立ち位での重心動揺と足部機能との関連 - 健康女性を対象とした検討 -, 理学療法科学, 19(3), 245-249.

森晃爾 (2018) 健康経営の展開と課題, 総合健診, 45(2) 331-335.

村岡康博, 小宮秀一 (1990) インピーダンス法による日本人の体水分量推定式, *The Annals of physiological anthropology*, 10(4), 203-210.

Nakadomo F, Tanaka K, Hazama T, Maeda K (1990) Validation of body composition assessed by bioelectrical impedance analysis, *Japanese Journal of Applied Physiology.*, 20, 321-330.

中塘二三生, 田中喜代次, 渡辺完児, 三宅眞理, 前田如矢 (1992) 成人女性の身体組成評価における Bioelectrical Impedance 法およびその交差妥当性, *体力科学*, 41, 467-476.

中谷敏昭 (2014) 体力学, 化学同人, 東京.

NCD Risk Factor (2016) Collaboration trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: A pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants, *The Lancet*, 387, 1377-1396.

日本高血圧学会 (2014) 高血圧治療ガイドライン 2014, ライフサイエンス出版.

日本肥満学会 (2011) 肥満症診療基準 2011.

日本肥満学会 (2016) 肥満症診療ガイドライン 2016, ライフサイエンス出版.

日本肥満学会肥満症診断基準検討委員会 (2000) 新しい肥満の判定と肥満症の診断基準, *肥満研究*, 6(1), 18-28.

- 日本小児医療保健協議会 (2019) 幼児肥満ガイド「幼児期からの肥満対策の重要性」, 1.
- 西崎泰弘, 桑平一郎, 川田浩志, 久保明, 茂出木茂幸, 藤田昭, 磯崎充宏, 小林広幸, 田村政紀, 小川哲平, 石井直明 (2010) 隠れ肥満者は肥満者と同程度の生活習慣病リスクを内包する, 総合健診, 37(1), 127.
- 西崎泰弘, 山田千積, 岸本憲明, 竹田麻美, 尾形珠恵, 陰山康成, 茂出木成幸, 黒田恵美子, 久保明, 石井直明 (2014) 体格指数正常者における体脂肪率の経年変化が健康指標に及ぼす影響 ～中高齢者の隠れ肥満リスクと適正体脂肪率に関する検討～, 人間ドック, 29(2), 250.
- 小栗和雄, 藤井勝紀 (2006) BMI の加齢変化と推定体脂肪量の初経発来臨界期, 愛知工業大学研究報告, 41A, 7-11.
- 岡部佳代子, 鮫島敬子, 小林美津子, 小林亮 (2010) 体脂肪率・筋肉率とメタボリック症候群危険因子との関連, 総合健診, 37(6), 697.
- Okada K, Iso H, Cui R, Inoue M, Tsugane S (2011) Pulse pressure is an independent risk factor for stroke among middle-aged Japanese with normal systolic blood pressure: the JPHC study, Journal of Hypertension, 29(2), 319-324.
- 乙木幸道, 小宮秀一, 寺本圭輔, 増田隆, 宇部一 (1999) 日本人 3～6 歳児の体脂肪分布に関する性差, 体力科学, 48, 641-650.
- Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Bellisle F, Sempe M, Guilloud-Bataille M, Patois E (1984) Adiposity rebound in children; A simple indicator for predicting obesity, The American Journal of Clinical Nutrition, 39, 129-135.
- Sakai T, Demura S, Fujii K (2009) Validity of fat percentage evaluation for fat-thin judgement derived from standard weight in preschool children, Sport Sciences for Health, 5(3), 105-112.
- 酒井俊郎, 藤井勝紀, 早川健太郎, 出村慎一 (2013) 幼児の標準体重から導かれる肥瘦度判定に対する体脂肪率評価の検討: 女子の場合, 浜松学院大学研究論集, 9, 103-112.

- 酒井俊郎, 藤井勝紀, 出村慎一, 富田寿人, 杉山康司, 佐藤敏郎 (2011) 幼児の標準体重から導かれる肥瘦度判定に対する体脂肪率評価の妥当性 -男子の場合-, 浜松学院大学研究論集, 8, 17-25.
- 澤田芳男, 唐津邦利 (1981) 体力と身体組成との関連について, 昭和55年度科学研究費補助金総合研究A研究成果報告, 51-56.
- Segal KR, Gutin B, Presta E, Wang J, Van Itallie TB (1985) Estimation of human body composition by electrical impedance method: A comparative study, *Journal of Applied Physiology*, 58, 1565-1571.
- Seong-Ho H, Chul-Hyun Y, Se-Jung C, You-Jung, Ou-Jung, Joo-Sug (2006) Correlation between time using the computer and adolescent obesity, *Journal of Japan Society for the Study of Obesity*, 112, 280.
- 下門洋文, 中田由夫, 富川理充, 高木英樹, 征矢英昭 (2013) 大学生における26年間の体型と体力の推移とその関連性, *体育学研究*, 58, 181-194.
- 新堀多賀子, 初鹿静江, 高波嘉一, 明渡陽子 (2013) 女子大生の「隠れ肥満」の実態調査とその背景因子の分析, *人間生活文化研究*, 23, 147-150.
- 武田三花, 泉仁子, 江守陽子 (2017) 関東地方2校の女子学生の生活習慣と隠れ肥満についての探索的研究, *日本プライマリ・ケア連合学会誌*, 40(1), 2-8.
- 高橋正樹, 渡邊彩子, 今村誠, 根岸真由美, 阿久澤まさ子, 下村洋之助, 小林功 (2009) 隠れ肥満の病態, *糖尿病*, 52(suppl1), 246.
- 田中喜代次, 金憲経, 中西とも子, 天貝均 (1999) 多周波数インピーダンス法による日本人の身体組成の評価, *日本運動生理学雑誌*, 6(1), 37-45.
- 田中望, 藤井勝紀 (2013) 健康情報の有効活用と健康管理促進システム構築に関する研究, 平成24年度愛知工業大学大学院経営情報科学研究科博士論文
- 谷本芳美, 渡辺美鈴, 河野令, 河野公一, 広田千賀, 高崎恭輔 (2009) 日本人筋肉量の加齢に

よる特徴, 日本老年医学会雑誌, 47(1), 52-57.

出村慎一, 佐藤進, 山次俊介, 長澤吉則 (2009) 健康・スポーツ科学のための Excel による統計解析入門, 杏林書院.

内間康知, 荒木由美子, 福田えり 他 (2009) 製造業・非製造業の標準 BMI における体脂肪特性について (隠れ肥満との関係), 日本職業・災害医学会会誌, 62 (suppl), 164.

内間康知, 戸渡敏之, 冬木俊春 (2016) 男性勤労者の隠れ肥満について, 日本職業・災害医学会会誌, 64(1), 21-27.

八木保, 武内ひとみ, 井街悠, 万井正人 (1989) 児童より高齢者にわたる体格・筋力等の測定値の分布にみられる身体に加齢変化, 体力科学, 38(5), 186-196.

山田浩平 (2012) 小学生における身体組成の経年的変化と性差, 愛知教育大学研究報告, 教育科学編, 61, 75-82.

山口光国, 入谷誠, 大野 範夫, 永井聡, 山寄勉, 福井勉 (1989) 片脚起立時での足趾屈筋群の役割について, 理学療法のための運動生理, 4(2), 65-69.

山本和利, 権平達二郎, 柳沼淑夫 (1992) 脳血管障害に関する平均血圧, 脈圧値の影響: case control study, 日本循環器病予防学会誌, 27(1), 28-32.

山崎先也, 村田伸, 大田尾浩, 堀江淳, 村田潤, 宮崎純弥, 久保温子, 八谷瑞紀, 岩瀬弘明, 岡本啓, 溝田勝彦 (2016) 地域在住高齢女性の体格指数別にみた静的バランス能力と下肢筋力の関係性 - 転倒予防トレーニングの観点から -, ヘルスプロモーション理学療法研究, 6(3), 105-109.

吉田真咲; 石塚諭, 栗原知子, 水村 (久埜) 真由美 (2016) 小学生児童の体格と体力の発達に関する縦断的検討, お茶の水女子大学人文科学研究, 人文科学研究, 12, 395-402.

掲載論文・Proceeding

第4章 検討課題I

Proceeding

1. 内藤譲, 藤井勝紀, 可兒勇樹, 小椋優作, 早川健太郎 (2019) 成人 BMI 数値分類に基づく肥瘦度の質的分布傾向—体脂肪率を考慮して—, 日本教育医学, 教育医学, 第 65 卷, 第 1 号, p42

第5章 検討課題II

掲載論文

1. Yuzuru Naito, Katsunori Fujii, Kosuke Kasuya Yuki Kani (2019) Standardization System in Young Children Obesity Judgment for Risk Management of Adult Obese Tracking, International Journal of Japan Society for Production Management, Vol.7, No.1, pp.13-20 (査読付き)

第6章 検討課題III

掲載論文

1. 内藤譲, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 可兒勇樹 (2018) 肥満リスク分析のための肥瘦度判定標準化—学齢期男子について—, 生産管理 第 25 卷, 第 2 号 pp27-34 (査読付き)
2. 内藤譲, 藤井勝紀, 早川健太郎, 糟谷浩輔, 可兒勇樹, 石垣享 (2019) 肥満リスク分析のための肥瘦度の標準化—学齢期での肥瘦度評価チャートの構築—標準化研究 第 17 卷, 第 1 号 pp93-128 (査読付き)

第7章 検討課題IV

掲載論文

1. 内藤譲, 藤井勝紀, 可兒勇樹, 小椋優作, 酒井俊郎 (2019) 経年的推移における肥満の身体能力評価の標準化—レーダーチャートによる女子の解析—, 標準化研究, 第 17 卷, 第 1 号, pp129-144
2. 内藤譲, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 小椋優作 (2019) 肥満の Human Resource に関するリスク分析—男子身体能力のレーダーチャートによる解析—, 生産管理, 第 26 卷, 第 1 号, pp43-48

第8章 検討課題V

掲載論文

1. 内藤譲, 藤井勝紀 (2017) 女子肥満者の健康リスク分析, 経営情報科学, 第 12 卷, 第 1 号, pp33-38 (査読付き)
2. Yuzuru Naito, Katsunori Fujii, Kim jun-Dong (2017) Confirmation Regarding Physical Ability of Female Obesity, The Korea Journal of Sports Science, Vol.26, No.5, pp.1059-1066 (査読付き)

第9章 検討課題VI

掲載論文

1. 内藤譲, 藤井勝紀, 可兒勇樹, 早川健太郎 (2019) 隠れ肥満判定の模索と健康リスク分析 —男子の解析—, 生産管理, 第26巻, 第1号, pp73-78

業績一覽

業績一覧

論文題目	公表の方法および時期	著者
(査読付き論文)		
1. 女子肥満者の健康リスク分析	経営情報科学 第12巻第1号 pp33-38(2017.10)	内藤譲, 藤井勝紀
2. Confirmation Regarding Physical Ability of Female Obesity	The Korea Journal of Sports Science Vol.26(5) pp.1059-1066(2017.10)	Yuzuru Naito, Katsunori Fujii, Kim jun-Dong
3. 肥満リスク分析のための肥瘦度判定標準化ー学齢期男子についてー	生産管理 第25巻第2号 pp27-34(2018.10)	内藤譲, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 可兒勇樹
4. 肥満リスク分析のための肥瘦度の標準化ー学齢期での肥瘦度評価チャートの構築ー	標準化研究 第17巻第1号 pp93-128(2019.3)	内藤譲, 藤井勝紀, 早川健太郎, 糟谷浩輔, 可兒勇樹, 石垣享
5. Verification regarding Physical Fitness of Fat Type based on Longitudinal Physical Growth Data during High School	The Korea Journal of Sports Science Vol.28(2) pp.1013-1019(2019.4)	Yuzuru Naito, Katsunori Fuji, Han Tae-Yong, Kim jun-Dong
6. Standardization System in Young Children Obesity Judgment for Risk Management of Adult Obese Tracking	International Journal of Japan Society for Production Management Vol.7(1) pp.13-20(2019.9)	Yuzuru Naito, Katsunori Fujii, Kosuke Kasuya Yuki Kani
(その他の論文)		
7. 経年的推移における肥満の身体能力評価の標準化ーレーダーチャートによる女子の解析ー	標準化研究 第17巻第1号 pp129-144(2019.3)	内藤譲, 藤井勝紀, 可兒勇樹, 小椋優作, 酒井俊郎
8. 肥満の Human Resource に関するリスク分析ー男子身体能力のレーダーチャートによる解析ー	生産管理 第26巻第1号 pp43-48(2019.4)	内藤譲, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 小椋優作
9. 隠れ肥満判定の模索と健康リスク分析ー男子の解析ー	生産管理 第26巻第1号 pp73-78(2019.4)	内藤譲, 藤井勝紀, 可兒勇樹, 早川健太郎

論文題目	公表の方法および時期	著者
(Proceeding)		
1. 肥満リスク分析のための肥瘦度の標準化-学齢期での肥瘦度評価チャートの構築-	標準化研究学会 第14回全国大会 pp89-92(2017.7)	内藤讓, 藤井勝紀, 早川健太郎, 糟谷浩輔, 可兒勇樹, 石垣享
2. 女子大学生における経年的スパン評価から導く妥当性体力の検討	標準化研究学会 第14回全国大会 pp93-96 (2017.7)	早川健太郎, 藤井勝紀, 石垣享, 内藤讓
3. 学齢期女子のインピーダンス法による体脂肪率, 筋肉率の加齢変化の解析	日本教育医学, 教育医学, 第63巻, 第1号, p79(2017.8)	内藤讓, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 可兒勇樹, 石垣享
4. 乳幼児身体発育と高度経済成長の関係構図	日本教育医学, 教育医学, 第63巻, 第1号, p120(2017.8)	上田燈, 藤井勝紀, 斎藤由美, 可兒勇樹, 内藤讓
5. Standardization System in Young Children Fatness Judgment for Risk Management of Adult Obese Tracking	Proceedings of The 3th International Conference on Production Management pp291-294(2017.9)	Yuzuru Naito, Kasyunori Fujii, Kohsuke Kasuya, Yuki Kani
6. Productivity of Teaching Instruction for the Pullover Performance	Proceedings of The 3th International Conference on Production Management (2017.9)	Hikaru Tanaka, Katsunori Fujii, Takuya Watanabe, Yuzuru Naito
7. 肥満リスク分析のための肥瘦度判定標準化-学齢期男子について	日本生産管理学会 第47回全国大会講演論文集 pp75-78(2018.3)	内藤讓, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 可兒勇樹
8. 若年重度肥満者の身体能力要素に関するリスク分析	日本生産管理学会 第47回全国大会講演論文集 pp423-426(2018.3)	武山祐樹, 藤井勝紀, 酒井俊郎, 早川健太郎, 内藤讓
9. GDPの成長速度から判断される都市部と郡部の経済格差と社会的背景	日本生産管理学会 第47回全国大会講演論文集 pp455-458(2018.3)	可兒勇樹, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 内藤讓
10. 経年的推移における肥満の身体能力評価の標準化 -レーダーチャートによる女子の解析-	標準化研究学会第15回全国大会 pp143-146(2018.7)	内藤讓, 藤井勝紀, 可兒勇樹, 小椋優作, 酒井俊郎
11. 男子エリートスポーツ選手における体格の規格化 -種目別体格チャートの構築-	標準化研究学会第15回全国大会 pp73-76(2018.7)	小椋優作, 藤井勝紀, 内藤讓, 田中望, 早川健太郎
12. 日本の時代的経済成長変動のバロメータの標準化-成人身長を経年的推移からのアプローチ-	標準化研究学会第15回全国大会 pp85-88(2018.7)	可兒勇樹, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 内藤讓, 渡部琢也

論文題目	公表の方法および時期	著者
13. Sex differences in age-related changes in body fat percentage in school-age children	International Conference of the 66 th Japanese Society of Education and Health Science Vol64(1) p45(2018.8)	<u>Yuzuru Naito</u> , Katsunori Fujii, Yuki Kani, Yusaku Ogura, Kentaro Hayakawa
14. Are there gender differences between the body composition and BMI of Japanese pre-school children?	International Conference of the 66 th Japanese Society of Education and Health Science Vol64(1) p100(2018.8)	Toshiro Sakai, Katsunori Fujii, Kentaro Hayakawa, <u>Yuzuru Naito</u>
15. Tracking Phenomenon of Physical Growth during elementary school	International Conference of the 66 th Japanese Society of Education and Health Science Vol64(1) p33(2018.8)	Yusaku Ogura, Katsunori Fujii, Kohsuke Kasuya, <u>Yuzuru Naito</u> , Takuya Watanabe
16. Analysis of changes in physical balance by levels of obesity	International Conference of the 66 th Japanese Society of Education and Health Science Vol64(1) p47(2018.8)	Yuki Takeyama, Katsunori Fujii, <u>Yuzuru Naito</u> , Toru Ishigaki, Toshiro Sakai, Nozomi Tanaka
17. 肥満の Human Resource に関するリスク分析－男子身体能力のリーダーチャートによる解析－	日本生産管理学会 第 48 回全国大会予稿集 pp126-127 (2018.9)	内藤讓, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 小椋優作
18. 若年重度肥満による身体バランスのリスク分析	日本生産管理学会 第 48 回全国大会予稿集 pp128-129 (2018.9)	武山祐樹, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 内藤讓, 田中望
19. 時代的経済成長変動の標準化に基づく都市部と群部の身長 resource の差違	日本生産管理学会 第 48 回全国大会予稿集 pp188-189 (2018.9)	可兒勇樹, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 内藤讓
20. 隠れ肥満判定の模索と健康リスク分析－男子の解析－	日本生産管理学会 第 49 回全国大会予稿集 pp148-149 (2019.3)	内藤讓, 藤井勝紀, 可兒勇樹, 早川健太郎
21. 日本における身長 resource とベルクマンの法則の生産性を探る	日本生産管理学会 第 49 回全国大会予稿集 pp150-151 (2019.3)	可兒勇樹, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 内藤讓
22. 震災環境下での生起する身体発育のリスク分析	日本生産管理学会 第 49 回全国大会予稿集 pp152-153 (2019.3)	上田燈, 藤井勝紀, 内藤讓, 渡部琢也
23. 成人 BMI 数値分類に基づく肥瘦度の質的分布傾向－体脂肪率を考慮して－	日本教育医学, 教育医学, 第 65 巻, 第 1 号, p42(2019.8)	内藤讓, 藤井勝紀, 可兒勇樹, 小椋優作, 早川健太郎
24. BMI 変動に基づく身体情報リスクの臨界点を探る	日本教育医学, 教育医学, 第 65 巻, 第 1 号, p41(2019.8)	武山祐樹, 藤井勝紀, 内藤讓, 石垣享, 田中望
25. 高身長におけるトラッキングシステムの解析－スポーツタレント要素発掘の観点から－	日本教育医学, 教育医学, 第 65 巻, 第 1 号, p69(2019.8)	小椋優作, 藤井勝紀, 内藤讓, 糟谷浩輔, 酒井俊郎

論文題目	公表の方法および時期	著者
26. 中国少数民族における経済成長と生理学的パラメーターの関係構図	日本教育医学, 教育医学, 第65巻, 第1号, p70(2019.8)	糟谷浩輔, 藤井勝紀, 可兒勇樹, 小椋優作, <u>内藤讓</u>
27. Health Risk Analysis and Judgment for Hidden Obesity based on Gender Difference	Proceedings of The 4th International Conference on Production Management pp131-134 (2019.9)	<u>Yuzuru Naito</u> , Katsunori Fujii, Yuki Takeyama, Kentaro Hayakawa
28. Health Information Risk Analysis Based on BMI Fluctuation	Proceedings of The 4th International Conference on Production Management pp135-138 (2019.9)	Yuki Takeyama, Katsunori Fujii, Kosuke Kasuya, <u>Yuzuru Naito</u> , Yusaku Ogura, Takuya Watanabe
29. Exploring the Productivity of Talent Identification in Junior Athletes -an Approach Based on Tracking System Analysis of Physical Ability	Proceedings of The 4th International Conference on Production Management pp97-100 (2019.9)	Yusaku Ogura, Katsunori Fujii, Hikaru Tanaka, <u>Yuzuru Naito</u>

論文題目	公表の方法および時期	著者
(学会発表)		
1. 幼児肥満判定の標準化システム	日本発育発達学会第 33 回地方月例研究会(2017.4)	内藤讓, 藤井勝紀
2. 肥満リスク分析のための肥瘦度の標準化—学齢期での肥瘦度評価チャートの構築—	標準化研究学会 第 14 回全国大会(2017.7)	内藤讓, 藤井勝紀, 早川健太郎, 糟谷浩輔, 可兒勇樹, 石垣享
3. 女子大学生における経年的スパン評価から導く妥当性体力の検討	標準化研究学会第 14 回全国大会(2017.7)	早川健太郎, 藤井勝紀, 石垣享, 内藤讓
4. 学齢期女子のインピーダンス法による体脂肪率, 筋肉率の加齢変化の解析	第 65 回教育医学会大会(2017.8)	内藤讓, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 可兒勇樹, 石垣享
5. 乳幼児身体発育と高度経済成長の関係構図	第 65 回教育医学会大会(2017.8)	上田燈, 藤井勝紀, 斎藤由美, 可兒勇樹, 内藤讓
6. Standardization System in Young Children Fatness Judgment for Risk Management of Adult Obese Tracking	The 3th International Conference on Production Management (2017.9)	Yuzuru Naito, Kasyunori Fujii, Kohsuke Kasuya, Yuki Kani
7. Productivity of Teaching Instruction for the Pullover Performance	The 3th International Conference on Production Management (2017.9)	Hikaru Tanaka, Katsunori Fujii, Takuya Watanabe, Yuzuru Naito
8. インピーダンス法による幼児の肥瘦度判定の妥当性の検証	東海体育学会 第 65 回大会 (2017.10)	内藤讓, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 可兒勇樹
9. 初経発来目安における松林限界身長仮説の再検証	東海体育学会 第 65 回大会 (2017.10)	糟谷浩輔, 藤井勝紀, 可兒勇樹, 内藤讓
10. 福島原発事故の影響による生物的パラメーターの経年的推移鈍化傾向の解析—身長 MPV 年齢の年次推移から—	東海体育学会 第 65 回大会 (2017.10)	可兒勇樹, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 内藤讓
11. 肥満リスク分析のための肥瘦度判定標準化-学齢期男子について	日本生産管理学会 第 47 回全国大会(2018.3)	内藤讓, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 可兒勇樹
12. 若年重度肥満者の身体能力要素に関するリスク分析	日本生産管理学会 第 47 回全国大会(2018.3)	武山祐樹, 藤井勝紀, 酒井俊郎, 早川健太郎, 内藤讓
13. GDP の成長速度から判断される都市部と郡部の経済格差と社会的背景	日本生産管理学会 第 47 回全国大会(2018.3)	可兒勇樹, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 内藤讓

論文題目	公表の方法および時期	著者
14. 経年的推移における肥満の身体能力評価の標準化－レーダーチャートによる女子の解析－	標準化研究学会第15回全国大会(2018.7)	内藤讓, 藤井勝紀, 可兒勇樹, 小椋優作, 酒井俊郎
15. 男子エリートスポーツ選手における体格の規格化－種目別体格チャートの構築－	標準化研究学会第15回全国大会(2018.7)	小椋優作, 藤井勝紀, 内藤讓, 田中望, 早川健太郎
16. 日本の時代的経済成長変動のバロメータの標準化-成人身長を経年的推移からのアプローチ-	標準化研究学会第15回全国大会(2018.7)	可兒勇樹, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 内藤讓, 渡部琢也
17. Sex differences in age-related changes in body fat percentage in school-age children	International Conference of the 66 th Japanese Society of Education and Health Science (2018.8)	Yuzuru Naito, Katsunori Fujii, Yuki Kani, Yusaku Ogura, Kentaro Hayakawa
18. Are there gender differences between the body composition and BMI of Japanese pre-school children?	International Conference of the 66 th Japanese Society of Education and Health Science (2018.8)	Toshiro Sakai, Katsunori Fujii, Kentaro Hayakawa, Yuzuru Naito
19. Tracking Phenomenon of Physical Growth during elementary school	International Conference of the 66 th Japanese Society of Education and Health Science (2018.8)	Yusaku Ogura, Katsunori Fujii, Kohsuke Kasuya, Yuzuru Naito, Takuya Watanabe
20. Analysis of changes in physical balance by levels of obesity	International Conference of the 66 th Japanese Society of Education and Health Science (2018.8)	Yuki Takeyama, Katsunori Fujii, Yuzuru Naito, Toru Ishigaki, Toshiro Sakai, Nozomi Tanaka
21. 肥満の Human Resource に関するリスク分析－男子身体能力のレーダーチャートによる解析－	日本生産管理学会 第48回全国大会(2018.9)	内藤讓, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 小椋優作
22. 若年重度肥満による身体バランスのリスク分析	日本生産管理学会 第48回全国大会(2018.9)	武山祐樹, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 内藤讓, 田中望
23. 時代的経済成長変動の標準化に基づく都市部と群部の身長 resource の差違	日本生産管理学会 第48回全国大会(2018.9)	可兒勇樹, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 内藤讓
24. 隠れ肥満判定の模索と健康リスク分析－男子の解析－	日本生産管理学会 第49回全国大会(2019.3)	内藤讓, 藤井勝紀, 可兒勇樹, 早川健太郎
25. 日本における身長 resource とベルクマンの法則の生産性を探る	日本生産管理学会 第49回全国大会(2019.3)	可兒勇樹, 藤井勝紀, 糟谷浩輔, 内藤讓
26. 震災環境下での生起する身体発育のリスク分析	日本生産管理学会 第49回全国大会(2019.3)	上田燈, 藤井勝紀, 内藤讓, 渡部琢也

論文題目	公表の方法および時期	著者
27. Construction of Standardization System in Judgment for Young Children Obesity and Leanness	The International Institute of Social and Economic Sciences 9th Business & Management Conference (2019.6)	<u>Yuzuru Naito</u> , Katsunori Fujii, Yuki Kani, Yusaku Ogura, Toshiro Sakai, Yuki Takeyama
28. Tracking Phenomenon of Physical Development during Elementary School	The International Institute of Social and Economic Sciences 9th Business & Management Conference (2019.6)	Yusaku Ogura, Katsunori Fujii, <u>Yuzuru Naito</u> , Kosuke Kasuya, Yuki Takeyama, Nozomi Tanaka
29. Annual Trend of Physical Growth in Infant and Japanese High Economic Growth	The International Institute of Social and Economic Sciences 9th Business & Management Conference (2019.6)	Yuki Kani, Katsunori Fujii, Toshiro Sakai, Nozomi Tanaka, <u>Yuzuru Naito</u> , Yusaku Ogura
30. 成人 BMI 数値分類に基づく肥瘦度の質的分布傾向—体脂肪率を考慮して—	第 67 回教育医学会大会(2019.8)	内藤讓, 藤井勝紀, 可兒勇樹, 小椋優作, 早川健太郎
31. BMI 変動に基づく身体情報リスクの臨界点を探る	第 67 回教育医学会大会(2019.8)	武山祐樹, 藤井勝紀, 内藤讓, 石垣享, 田中望
32. 高身長におけるトラッキングシステムの解析—スポーツタレント要素発掘の観点から—	第 67 回教育医学会大会(2019.8)	小椋優作, 藤井勝紀, 内藤讓, 糟谷浩輔, 酒井俊郎
33. 中国少数民族における経済成長と生理学的パラメーターの関係構図	第 67 回教育医学会大会(2019.8)	糟谷浩輔, 藤井勝紀, 可兒勇樹, 小椋優作, 内藤讓
34. Health Risk Analysis and Judgment for Hidden Obesity based on Gender Difference	The 4th International Conference on Production Management (2019.9)	<u>Yuzuru Naito</u> , Katsunori Fujii, Yuki Takeyama, Kentaro Hayakawa
35. Health Information Risk Analysis Based on BMI Fluctuation	The 4th International Conference on Production Management (2019.9)	Yuki Takeyama, Katsunori Fujii, Kosuke Kasuya, <u>Yuzuru Naito</u> , Yusaku Ogura, Takuya Watanabe
36. Exploring the Productivity of Talent Identification in Junior Athletes -an Approach Based on Tracking System Analysis of Physical Ability	The 4th International Conference on Production Management (2019.9)	Yusaku Ogura, Katsunori Fujii, Hikaru Tanaka, <u>Yuzuru Naito</u>