

2021 年度博士学位論文

立位と座位の姿勢認識を利用した
定量的な姿勢評価の基礎研究

前橋工科大学大学院 工学研究科

博士後期課程 環境・生命工学専攻

氏名：新谷益巳

目次

第1章 緒論	1
1.1 研究の背景	1
1.2 既往の研究	6
1.3 研究の目的	7
1.4 本論文の構成	9
第2章 姿勢の定義と姿勢評価の視点と計測方法	11
2.1 姿勢の定義	11
2.2 良い姿勢と悪い姿勢	14
2.3 姿勢に関する視点	15
2.3.1 力学的視点	16
2.3.2 生理学的視点	16
2.3.3 心理学的視点	17
2.3.4 作業能率的視点	17
2.3.5 美学的視点	17
2.4 姿勢評価に関する先行研究と計測方法	18
2.4.1 立位姿勢と椅座位姿勢の指標点を用いた姿勢評価	18
2.4.2 モーションキャプチャを利用した姿勢評価	19
2.5 計測方法における問題提起	24
第3章 姿勢認識に関する基礎調査	26
3.1 大学生を対象とした姿勢認識の調査と分析	26
3.1.1 目的	26

3.1.2	被験者概要	28
3.1.3	アンケート調査項目	28
3.1.4	解析方法	31
3.1.5	分析結果	34
3.1.6	考察	46
3.1.7	まとめ	47
3.2	理学療法士を対象とした姿勢認識の調査と分析	48
3.2.1	目的	48
3.2.2	被験者概要	49
3.2.3	アンケート調査項目	50
3.2.4	解析方法	50
3.2.5	分析結果	51
3.2.6	考察	53
3.2.7	まとめ	56
3.3	結言	57

第4章 モーションキャプチャを用いた大学生の姿勢認識の

定量化 58

4.1	緒言	58
4.2	被験者概要と実験環境	60
4.2.1	被験者概要	60
4.2.2	実験環境	60
4.3	撮影条件と計測データの解析	60
4.3.1	撮影条件	61
4.3.2	データ収集	61
4.3.3	計測データの解析	65
4.4	分析結果	66

4.4.1	各指標点における変位量	66
4.4.2	悪い姿勢に対する普段の姿勢の変位率	69
4.4.3	各指標点における反復測定分散分析	69
4.4.4	姿勢の組み合わせによる分析	69
4.5	考察	73
4.5.1	良い姿勢から悪い姿勢までの変位量	73
4.5.2	悪い姿勢に対する普段の姿勢の変位率	73
4.5.3	Th10の3姿勢の組み合わせによる比較	74
4.6	結言	75

第5章 モーションキャプチャを用いた理学療法士の姿勢認識の 定量化 76

5.1	緒言	76
5.2	被験者概要と実験環境	77
5.2.1	被験者概要	77
5.2.2	実験環境	77
5.3	撮影条件と計測データの解析	78
5.3.1	撮影条件	78
5.3.2	データ収集	82
5.3.3	計測データの解析	82
5.4	分析結果	83
5.4.1	各指標点における変位量	83
5.4.2	悪い姿勢に対する普段の姿勢の変位率	85
5.4.3	各指標点における反復測定分散分析	85
5.4.4	姿勢の組み合わせによる分析	90
5.5	考察	90
5.5.1	良い姿勢から悪い姿勢までの変位量	90

5.5.2	Th10 の 3 姿勢の組み合わせによる比較	92
5.6	結言	92
第 6 章	姿勢改善に向けた方法	94
6.1	緒言	94
6.2	診断評価の活用と姿勢フィードバックの構築	95
6.3	構想と考察	98
6.4	結言	100
第 7 章	結論	101
7.1	研究の成果	101
7.2	今後の課題と展望	104
	謝辞	106
	参考文献	107
	本論文に関する研究論文	117
1.	筆頭学術論文（査読付き）	117
2.	国際会議発表	118
3.	国内学会発表	119
	付録	
	姿勢に関するアンケート	122

第 1 章 緒論

1.1 研究の背景

2019 年に厚生労働省が国民生活基礎調査[1]についてまとめた結果によると、病気やけが等で自覚症状のある者（有訴者）は人口千人当たり 302.5（人口千人対）であり、およそ 3 人に 1 人が有訴者となっている。性別にみると、男性が 270.8、女性が 332.1 で、女性の方が多い傾向がみられる。年齢階級別では、10 から 19 歳が 157.1 で最も少なく、年齢が増えると有訴者率は増加がみられ、75 歳以上では 495.5 となり、高齢者の約 2 人に 1 人が有訴者である。次に、男女別の有訴者率を図 1.1 と図 1.2 に示す。男性（図 1.1）の有訴者率は 1 位が腰痛で 91.2、2 位が肩こりで 57.2 となっている。腰痛は肩こりと比べても多いことがわかる。女性（図 1.2）の有訴者率は 1 位が肩こりで 113.8、2 位が腰痛で 113.3 である。女性の場合、肩こりと腰痛は殆ど違いがみられない。この国民生活基礎調査は、3 年おきに実施しているが、図 1.3 に 1998 年[2]の腰痛の有訴者率は、男性が 77.5、女性が 106.7 であったが、約 10 年後の 2010 年[3]には男性が 89.1、女性が 117.6 となり男女ともに増加がみられた。その後、2019 年にかけては若干の増減がみられている。

このような背景もあり、痛みとして最も多い腰痛に対して厚生労働省は、1994 年から「職場における腰痛予防対策指針」[4]を示し推進してきた。約 10 年後の 2013 年に職場における腰痛予防対策指針の改訂及びその普及に関する検討会報告書[5]では、業種別の発生件数について報告している。保健衛生業（医療保険業、社会福祉施設、その他の保健衛生業）は 2002 年に 363 件であった腰痛が 2011 年には 1002 件と約 2.7 倍に増加している。増加に関わる因子として、この間の保健衛生業に従事する労働者数は、2000 年に介護保険制度が開始されて以降、1.7 倍

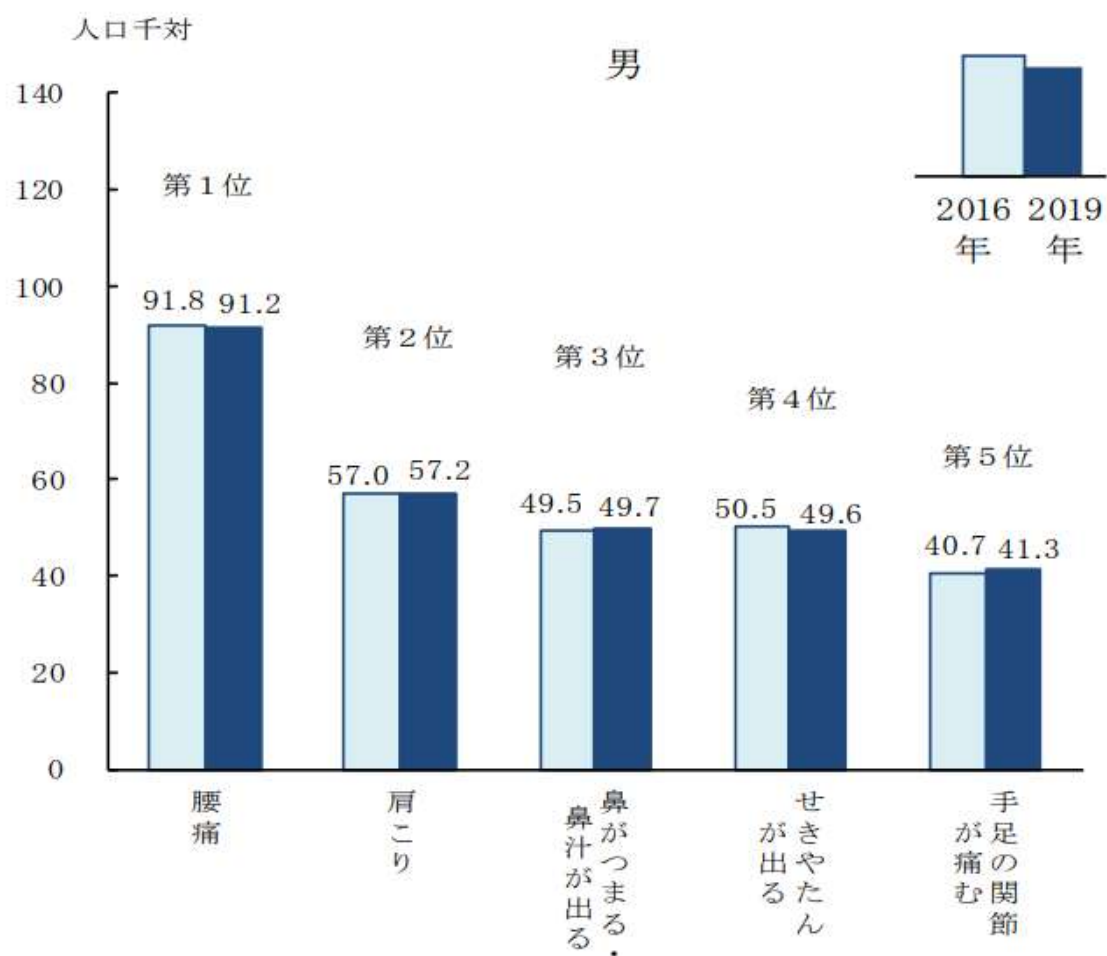


図 1.1 男性の有訴者率の上位 5 症状（複数回答）

注：1) 有訴者には入院者は含まないが、分母となる世帯人員には入院者を含む。

2) 2016（平成 28）年の数値は、熊本県を除いたものである。

厚生労働省：国民生活基礎調査の男女別有訴者率（2019 年）[1]

男性の特徴として、2016 年および 2019 年ともに、第 1 位が腰痛であり他の訴えよりも多い傾向がみられる。また、第 2 位は肩こりとなっている。

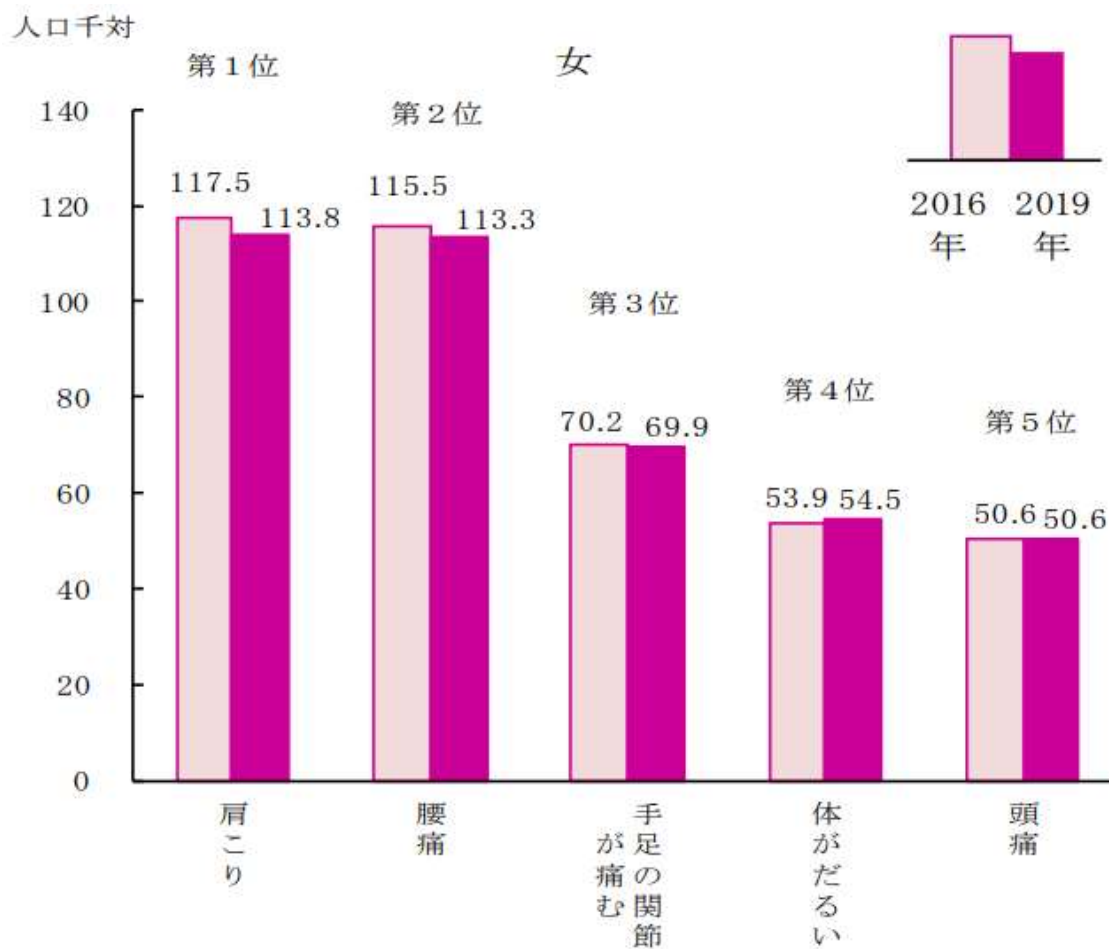


図 1.2 女性の有訴者率の上位 5 症状（複数回答）

注：1) 有訴者には入院者は含まないが、分母となる世帯人員には入院者を含む。

2) 2016（平成 28）年の数値は、熊本県を除いたものである。

厚生労働省：国民生活基礎調査の男女別有訴者率（2019 年）[1]

女性の特徴として、2016 年および 2019 年ともに、第 1 位が肩こりであるが、2 位の腰痛と同様の傾向であることが示された。3 位は手足の関節が痛むであるが、2 位の腰痛よりも有訴者率は低い。

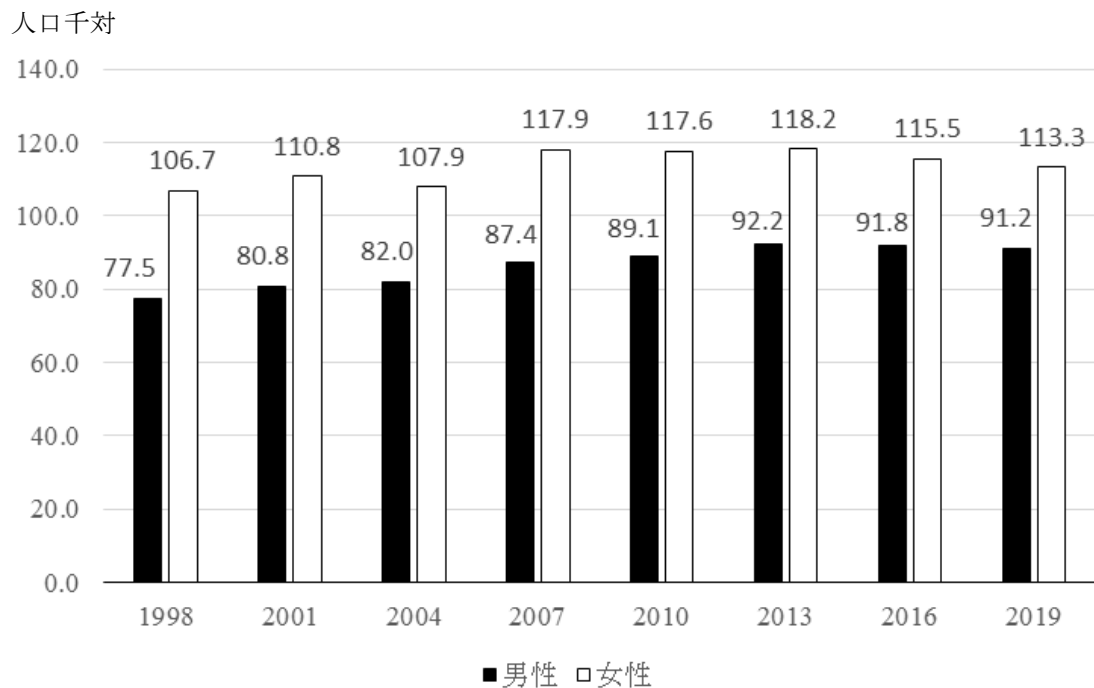


図 1.3 日本人の腰痛有訴者率の割合（人口 1000 人あたりの割合）

厚生労働省：1998 年～2019 年までの国民生活基礎調査の男女別の腰痛有訴者率をまとめ図を作成

図 1.3 は、厚生労働省が 1998 年から 3 年ごとに実施した国民生活基礎調査の一部をまとめたものである。腰痛の有訴者率は男性よりも女性の方が 20~30%多い傾向がみられる。男女ともに年々増加傾向がみられたが、近年は横ばいの状態が続いている。

程度に増加していることから、これによる影響も少なくない。2014 年には業務上疾病発生状況[6]についての報告がされ、業種別の災害性腰痛(休業4日以上)は、保健衛生業の発生件数が最も多く 29.4%を占めていた。2017 年[7]には 31.5%、2019 年[8]には 32.1%と年々増加が続いている。この様に、これまで厚生労働省が舵取りをしながら推進してきた腰痛予防対策ではあるが、保健衛生業に関してはいまだ大きな課題を抱えていることが窺える。

職場における腰痛予防対策指針[4]の中で、腰痛の発生原因の要因に、立位、椅座位等の静的作業姿勢を長時間とること、不自然な姿勢として、前屈（おじぎ姿勢）、ひねり及び後屈ねん転（うっちゃり姿勢）などの不自然な作業姿勢をとることを指摘している。姿勢の習慣化については、腰椎は無防備な後弯（猫背の姿勢）ではなく、腰椎の生理的な前弯（最大に腰椎を反った状態から少し戻し前弯が残っている状態）を保持した姿勢で作業することを重要視している。

年齢と共に有訴者率は増加傾向となっているが、その原因となる要因に、筋力低下が挙げられる。筋力は 20～30 歳ごろにピークを迎え、その後は次第に減少していく。これは、加齢による筋断面積の減少（筋線維の萎縮・減少）および運動単位の減少に起因していることが推察される。60 歳を超えると、下肢筋力はピーク時に比べて約 30%、上肢筋力は約 20%減少する[9]。身体を支える筋力の減少によって骨や関節への負担は増えることが推測される。このことから、筋力低下による姿勢の崩れが腰痛の有訴者率を高めている可能性が示唆される。

立位と椅座位のそれぞれの姿勢について注意喚起がされたが、立位姿勢に比べ、椅座位姿勢の方が腰部への負担が増えるとの報告が多い。良い姿勢と悪い姿勢では、悪い姿勢で腰部への負担が増えるため注意が必要である。このことから、悪い姿勢で椅座位時間が長くなると腰部への負担は更に増加することが推定される。椅座位時間について Bauman ら[10]は、20 か国の着座時間の中で、日本人の成人が 1 日あたり 420 分（7 時間）と最長であると報告した。座り過ぎが健康を損なうリスクについては、Van Der Ploeg ら[11]によると、1 日 11 時間以上座る人の総死亡リスクは 4 時間未満の人と比べて 40%ほど高くなると報告している。

姿勢の良否については、1947年に米国整形外科医アカデミーの姿勢小委員会[12]で、姿勢は通常、身体各部の相対的位置関係であると定義されている。また、良い姿勢とは、筋と骨格のバランスのとれた状態であり、身体の支持構造が働いていても、安静になっていても、いかなる姿勢にも関わらず（起立、臥位、しゃがむ、身をかがめる）、身体の支持構造を、損傷や進行性変化から守っているとした。良い姿勢においては、胸郭や腹部臓器が最適な位置関係になるように、筋は最も効率的に機能している。これに対して、悪い姿勢は、身体各部が悪い位置関係であり、支持構造に無理が生じ、緊張が高まっている。さらに、支持構造とその上にある身体のバランスも悪くなっている。このように、悪い姿勢の保持や誤った認識によって身体への負担が徐々に増えていくことが推察される。悪い姿勢による身体的な影響について、ケンダルら[13]は、健全でない生体力学と関連している有痛状態は極めて蔓延しており、多くの成人がこの状態に罹患し、特に腰痛の頻度が最も高く、さらに頸肩腕痛の症例が増えていると述べている。このことから、椅座位での悪い姿勢を長時間取ることによって、身体への負担は増え、有訴者率に大きな影響を与えている可能性が窺えた。

1.2 既往の研究

本節では、姿勢に関する関連研究の概要を述べるとともに、被験者自身が認識している姿勢に関する評価について過去の報告をまとめた。

姿勢の基準になるものとして、ケンダルら[13]は、標準姿勢を用いた。この姿勢は、骨の配列が科学的原理に一致し、身体に与えるストレスや緊張が最小限で最も効率的とした。この位置が崩れると、骨、関節、靭帯、筋に過度のストレスや緊張が加わることを指摘している。骨の配列以外に考慮が必要なものとして、中村[14]は、力学、神経学、運動生理学、心理学などを評価項目として加える必要があると述べている。このように、姿勢を評価する際には、これらを理解することと、目的に合わせた評価の選択が必要であることがわかる。

姿勢の評価法には標準姿勢を用いた姿勢評価が多く、この標準姿勢は身体重心を基に重心線が決められている。重心線は側方で耳介と股関節中心付近を通り[15][16]、後方で後頭隆起と椎骨棘突起を通る[13]。身体各指標点については、Basmajian ら[17]が立位での姿勢アライメントを頭部、体幹、四肢の各分節の解剖学的な指標を基準として、側方と後方にそれぞれ5つの指標点を用いて計測をしている。椅座位も同様に指標点を決めて姿勢評価が行われている。

悪い姿勢と腰痛の関係性を示す解剖学的な研究として、立位で腰椎椎間板が受ける髄核内圧値の変化を、Nachemson[18]と Wilke[19]は良好な姿勢よりも悪い姿勢で150%～200%と負荷が増えることを報告している。このことから、悪い姿勢の保持は、疼痛をはじめとした機能障害を引き起こすリスクが高いことが推察される。

被験者自身の姿勢認識についてアンケート調査を実施した研究では、古くは1956～1958年にかけて加藤ら[20][21][22]が大学生に対して姿勢認識に関するアンケート調査とレントゲンを用いた姿勢評価を行っている。近年では、柳田ら[23]による高齢者を対象にした簡易姿勢評価法と生活状況についてのアンケート調査の報告はみられたが、被験者自身がどのような姿勢認識をしているか、立位姿勢と椅座位姿勢に着目したアンケート調査や、姿勢観察や姿勢計測機器を用いた姿勢評価の研究はみられなかった。

1.3 研究の目的

本研究では、1.1 節、1.2 節を踏まえ、自身の姿勢をどのように認識しているかを理解するために、自身の姿勢認識に関する調査と計測機器による姿勢評価から姿勢の特徴を示すとともに、姿勢認識の改善に向けた介入方法について述べる。

先行研究では、自身の姿勢認識と実際の姿勢評価はそれぞれ研究されているが、自身の姿勢認識を基にして、姿勢を計測機器で測定した先行研究は著者の知る限りみられず、議論はされていない。姿勢には様々な視点があり、同じ姿勢であつ

ても、それぞれの視点によって、姿勢には異なる意義があり、理解され、評価されている。本研究で取り扱う姿勢は、運動学としては「構え」、姿勢の視点としては「力学的な視点」の立場から姿勢に関する研究を進めた。第2章で述べる各視点の中で、力学的視点について理解している者の普段の姿勢がどのような姿勢であるかを明らかにすることである。このことを踏まえて、被験者自身が姿勢をどのように認識しているのか「姿勢認識に関する基礎調査」を行い、調査で示された結果を基に「モーションキャプチャを用いた姿勢評価」を行い姿勢の特徴について示すことである。そして、「姿勢改善に向けた取り組みについての提案」を行うことが本研究の目的である。各目的については以下に述べる。

まず、「姿勢認識に関する基礎調査」は、立位姿勢と椅座位姿勢に関するものが多いが、別々に調査したものが殆どである。立位姿勢では、姿勢の良否判定に関するものが多く、椅座位姿勢では、複数のモデル写真から良い姿勢を選択する研究が散見された。本研究では、まず立位姿勢と椅座位姿勢の認識についてそれぞれ理解するためにアンケート調査を行った。被験者自身が良い姿勢または悪い姿勢のどちらの姿勢と認識しているか質問を行った。次に、その姿勢が、直立した姿勢または猫背の姿勢であるかをモデル写真（直立姿勢と猫背の姿勢）を用いて実際の姿勢について比較を行った。さらに、重心線を通る指標点（頭部、頸部、胸部、腰部、大転子など）を用いて、自身の姿勢がどのような位置関係であるかを把握するための質問を行った。

アンケート調査で得られた姿勢の特徴を基に、良い姿勢、悪い姿勢、普段の姿勢の3姿勢をモーションキャプチャで撮影し、良い姿勢から悪い姿勢まで、良い姿勢から普段の姿勢までの変位量を分析して普段の姿勢が良い姿勢または悪い姿勢のどちらの姿勢に関係しているかについて特徴を示すことである。

モーションキャプチャで得られた結果から、悪い姿勢の認識を改善するために、モーションキャプチャのアラーム機能（反射マーカの移動量を設定できる機能）を用いて、リアルタイムに姿勢をフィードバックする方法について提案することを目的とした。

1.4 本論文の構成

図 1.4 に本論文の構成を示す。本論文の第 2 章では、従来の姿勢計測と評価について、自身の姿勢認識と観察や計測機器を用いた姿勢評価について先行研究を基にまとめ、現状から推察される問題について詳述する。第 3 章では、大学生に対して、立位と椅座位の姿勢認識についてのアンケート調査の結果を分析し、理学療法士に対しては、椅座位での姿勢認識と椅座位を保っている腰痛経験についてアンケート調査の結果を分析した。大学生と理学療法士の姿勢認識の特徴を示す。第 4 章では、大学生に対して、第 3 章で得られた椅座位での猫背姿勢を理解するために、モーションキャプチャを用いて定量化を行った。分析には、良い姿勢と悪い姿勢に普段の姿勢を加えた 3 姿勢で比較した。大学生の普段の姿勢が良い姿勢または悪い姿勢に関係しているかについて示す。第 5 章では、理学療法士に対して大学生と同様の方法（モーションキャプチャを用いた定量化）を用いて、姿勢を定量化した。椅座位姿勢は、良い姿勢と悪い姿勢に普段の姿勢を加えた 3 姿勢で比較した。理学療法士の普段の姿勢が良い姿勢または悪い姿勢に関係しているかについて示す。第 6 章では、第 4 章と第 5 章で得られた特徴を用いて、姿勢認識の改善に向けた方法について述べる。VICON のアラームシステムを利用した姿勢フィードバックについて提案する。最後に第 7 章では、本研究の成果をまとめ、今後の展望について述べる。

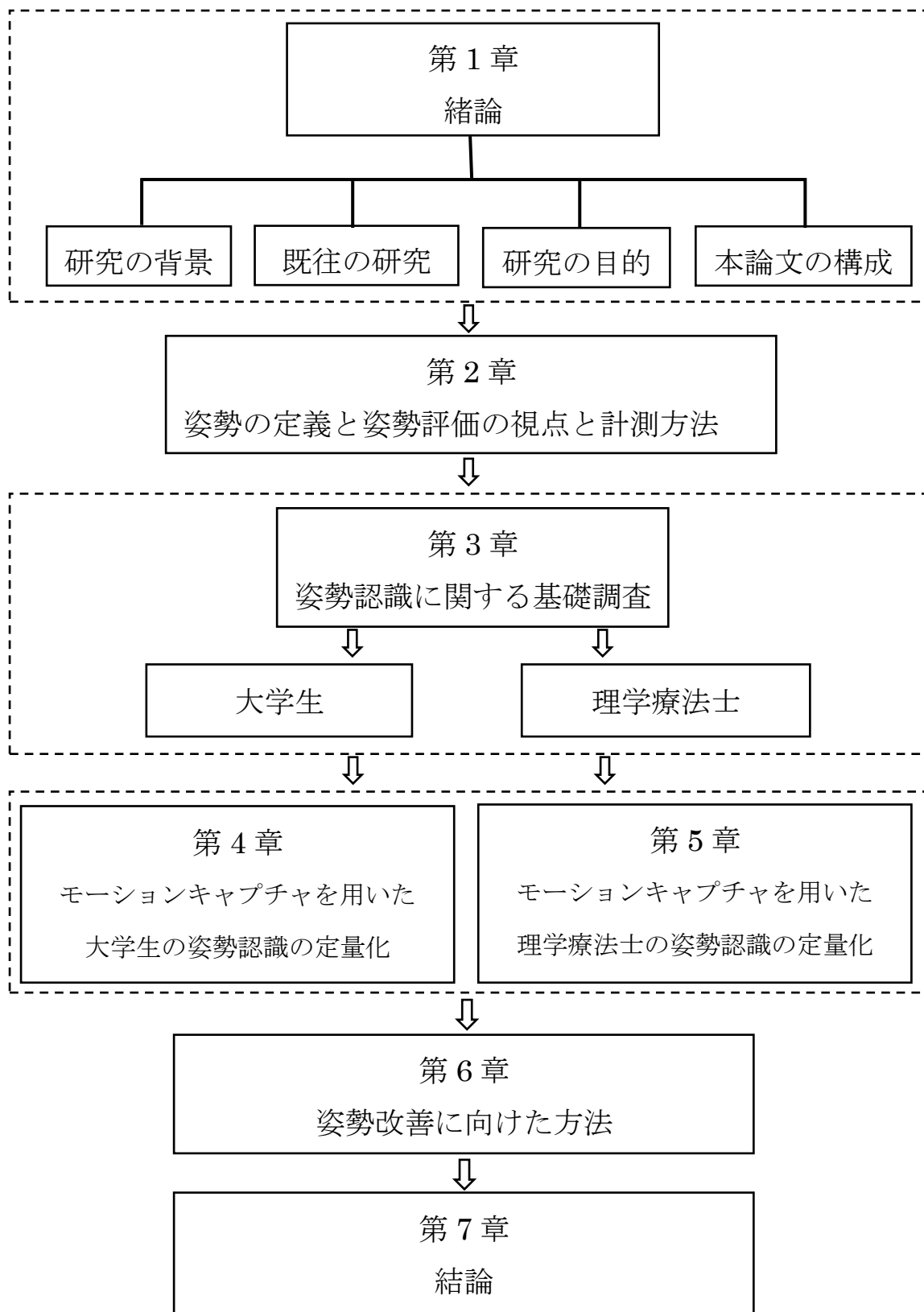


図 1.4 本論文の構成

第2章 姿勢の定義と姿勢評価の視点と

計測方法

本章では、姿勢を理解する上での定義と、姿勢評価に伴う様々な視点、ならびに実際に行われている計測方法について述べる。

2.1 姿勢の定義

姿勢 (posture) という言葉は、身体の構えあるいは全体の形を表すのに用いられている。運動学では、頭部、体幹や四肢という体節の相対的な位置関係を構え (attitude) とし、身体の基本面が重力方向に対してどのような関係にあるのかを体位 (position) と呼んでいる[24]。

背臥位においては、重力は下方向に作用しているため、姿勢の多くは、観察による体節相互の位置関係を基に分類され、身体各部の関節角度を用いた姿勢の定義も諸法あるが、現在に至るまでに統一的な基準は示されていない。

姿勢の分類は、基準となる基本姿勢とその応用姿勢により定義され、分類上、応用姿勢は本姿勢の一部として認識される。これまでも、多くの研究者が種々の姿勢の分類を試みており、基本的には立位、座位、臥位の3つ、あるいは椅座位を加えた4つの基本姿勢を用いて分類される。体位について、Gerdiner[25]は、臥位、座位、膝立ち位、立位、懸垂位の5つを挙げ、それぞれに構えの要素を加えた応用姿勢に基づき、姿勢を分類した。また、Hollis[26]は、理学療法で用いられる開始姿勢を5つの基本姿勢（臥位、座位、膝立ち位、立位、懸垂位）に基づき、これらを分類した。近年では、2013年に藤澤[27]は、頭部・体幹と重力方向の関係および支持基底面の構成要素と、支持基底面の構成要素により基本姿勢を

5つあるいは8つに分類することを提案している。

基準となる姿勢について、ケンダルら[13]は、標準姿勢を用いた。この姿勢は、骨の配列が科学的原理に一致するため、身体へ与えるストレスや緊張が最小限であり、最も効率的な姿勢であることを示した。この位置関係が崩れると、骨、関節、靱帯、筋に過度のストレスや緊張が加わることを指摘した。骨の配列以外に必要な視点としては、中村[14]が、力学、神経学、運動生理学、心理学なども姿勢評価項目として加えることが必要と述べている。この様に姿勢についてどの視点から捉えるかによって、その目的が異なることが窺える。

姿勢の評価方法は、検査者による評価が多く。辻村は[28]、1990年から2008年の期間に文献から姿勢の判定法をまとめた（表 2.1）。観察によるものとして、観察（視診）が最も多く、次いで矢状面・前額面へ下した鉛直線（垂直線）からの逸脱度合いとなっている。写真画像による姿勢評価について、Furlanetto ら[29]はシステマティックレビューの中で使用するソフトウェアやプロトコルの設定が非常に異なり、実施には詳細に姿勢分析をするプロトコルが必要と述べている。機器計測によるものとしては、関節可動域検査が最も多く、次いでメジャーによる各部位の測定であった。内山[30]は、姿勢の評価には、観察によるものと、定量的測定に測定するものを挙げている。定量的測定では、重心動揺系が最も利用されていると述べている。近年では、重心動揺計に加えてモーションキャプチャの精度も高まり、より詳細に分析ができるようになっている。

先に述べた、検査者による鉛直線を利用した姿勢評価の基準は、標準姿勢を用いて判定されることが多い。標準姿勢は身体重心を基に、床からの垂線が重心線として定義されている。この重心線は側方で耳介と股関節中心付近を通り[15][16]、後方で後頭隆起と椎骨棘突起を通る[13]。各身体指標点については、Basmajian ら[17]が立位での姿勢アライメントを頭部、体幹、四肢の各分節の解剖学的な指標を基準として側方と後方にそれぞれ5つの指標点を用いた。椅座位も同様に指標点を決めて姿勢評価が行われている。

この標準姿勢の指標点が逸脱した場合に姿勢が崩れ不良な姿勢として判定され

表 2.1 姿勢計測方法の種類[28]

観察によるもの	計測機器によるもの
観察によるもの	関節可動域検査
矢状面・前額面へ下した鉛直線 (垂直線からの逸脱度合い)	メジャーによる各部の測定
矢状面からの写真撮影	レーザー測定
前額面からの写真撮影	重心動揺計での測定
モアレ撮影での観察	レントゲン撮影
シルエット撮影での観察	動作解析装置
触診	
自覚的良姿勢と普通姿勢との差の観察	

る．不良な姿勢による身体的な負担は腰痛として症状が現れることが多い．この関連性を示す解剖学的な研究として，立位で腰椎椎間板が受ける髄核内圧値の変化を，Nachemson[18]と Wilke[19]は良好な姿勢よりも不良な姿勢で 150%～200%と負荷が高くなると報告した．このことから，不良な姿勢を繰り返すことで疼痛をはじめとした機能障害を引き起こす可能性が高くなることが推察できる．

被験者自身の姿勢認識についてアンケート調査を実施した研究では，古くは 1956～1958 年にかけて加藤ら[20] [21] [22]が大学生に対して自身の姿勢認識のアンケートとレントゲン機器を用いた姿勢評価を行った．近年では，柳田ら[23]による高齢者を対象にした簡易姿勢評価法と生活状況についてのアンケート調査の報告はみられたが，被験者自身の姿勢認識を立位姿勢と椅座位姿勢，また指標点との比較について調査した姿勢評価の研究はみられなかった．良いと思う姿勢を客観的に判定したアンケート調査では，理学療法士の良い姿勢の認識について O'sullivan ら[31]は，9 つの異なる側面椅座位写真から胸椎後弯と腰椎前弯した姿勢を良い姿勢と認識していたことを報告した．また，理学療法士の姿勢認識について Korakais ら[20]は，7 つの異なる側面椅座位姿勢の写真画像を用いた良い姿勢の選択では，約 98%が直立した椅座位姿勢を良い姿勢と認識していたことを報告している．以上のことから，検査者が用いるための姿勢評価は進歩してきたが，被験者自身の姿勢認識について評価できるものは限られていた．

2.2 良い姿勢と悪い姿勢

姿勢の比較には，良い姿勢（good posture）と，悪い姿勢（bad posture）あるいは不良姿勢（poor posture）を用いることが多い．良い姿勢は厳密な定義を行うことはできず，健常者にとって，自然で心地よい姿勢の振る舞いであるとされている．立位姿勢では，身体は自然に直立しているが，固く不動であるわけではない．椅座位では，背筋が気持ちよく直立している．良い姿勢は内臓の諸器官の働きを促進し，筋群の効率を高め，疲労を最小限にする．良い姿勢は，外見上も重要視

され、衣服は身体に良く適合し、所作は上品にみえ、均整が取れている。悪い姿勢または不良姿勢は、習慣や心理的ストレス、疲労、作業環境などによるもの、疾病による病的姿勢（pathological posture）あるいは異常姿勢（abnormal posture）がある。生活習慣の変更、疲労の回復、作業環境の適正化、疾病の治癒などによって、原因を除去することで矯正される不良姿勢は一過性で可逆性である。

1990 年から 2008 年の期間に立位姿勢、良姿勢、不良姿勢について辻村[28]がおこなった文献検索のまとめでは、良い姿勢についての定義は曖昧で、文献からみた立位姿勢における良姿勢、不良姿勢の判定方法は、観察によるものが多く、その観察は矢状面での鉛直線（垂直線）からの逸脱度合いで行われていることが多いことを報告している。また、理学療法関係の姿勢についての記載は Kendall[13]を基礎に考えられているとした。良い姿勢について Kendall[13]は、姿勢自体が目標ではなく、一般的に健康の一部である。理想的には姿勢指導と訓練は個別的な訓練としてではなく、日常生活における姿勢に関する健康管理の観点から、親や教師などがよい姿勢や悪い姿勢についての知識を深めることが必要である。そして、悪い姿勢が生じやすい生活習慣について理解することである。健康教育プログラムの中から、姿勢指導や訓練を外してはならない。まず観察可能な不良姿勢に注意を払う。指導を行う際には、わかりやすく、しかも正確に行う。省いてしまっても、逆に、強調しすぎてもいけないと述べている。辻村[28]は、良い姿勢の維持が重要であり、自覚的に健康と考えられるうちから良い姿勢についての知識をもつことが重要としている。姿勢の良否については、不健康になる前から姿勢に関する知識を増やすことが大切であると窺える。

2.3 姿勢に関する視点

良い姿勢、悪い姿勢を判断する基準は、どのような視点で見るかによって異なる。力学的には、姿勢の安定性、力の効率などが問題になる。形態学的には、脊柱、四肢の骨格、関節や筋の構造など、神経学的には神経筋の活動など、運動生

理学的には、疲労、循環やエネルギー代謝など、心理学的には、性格、心理的状态などが取り上げられる。美学からは、プロモーションや表現様式などが中心になる。同じ姿勢であっても、それぞれの視点によって、姿勢には異なる意義があり、それにしたがって理解され、姿勢が評価される[24]。各視点の特徴について述べる。

2.3.1 力学的視点

静止姿勢において力学的に安定していることである。静止姿勢では、頭部、体幹および四肢の各体節の重心を統合した重心線が支持基底の中に位置していること、その位置が支持基底の中心に近いほど安定性が良い。辺縁になるほど、重力による回転トルクが生じやすくなり、バランスを維持するための筋活動や靱帯の緊張が必要になる[24]。このため、各筋が効率を高めて疲労を最小限にするような姿勢である。

2.3.2 生理学的視点

姿勢保持において、生理的に疲労しにくいことである。同じ姿勢を長時間にわたって保持すると、筋の血液循環量が低下して、筋疲労が生じる。わずかずつであっても、姿勢を変化させることが筋疲労の軽減に有効である。過緊張による筋の強い収縮も血液循環の停滞を引き起こす。また循環器、呼吸器、消化器、泌尿器などの内臓器官に過剰な圧迫や負担が加わらないで、正常に機能する姿勢が良い。

心拍数は、姿勢の変化によって変動する。背臥位は、循環静力学的には、もっとも負荷が少なく、心拍数も少ない。立位姿勢では、身体下部の静脈系や毛細血管内圧が上昇し、循環系はそれに適応するように、心拍数が増加する。心拍数は、臥位、椅座位、立位の順序で多くなる。血圧も、臥位、椅座位、立位の順序で高

くなるが、その差は著しいものではない。

運動生理学的には、消費エネルギーが少ないことがよく、最小の筋活動による姿勢や動作がエネルギー消費を最小に抑えて、作業効率がよいことになる。

2.3.3 心理学的視点

心理的に安定していることである。姿勢は、骨格の構造や神経筋の働きだけで定まるのではなく、個人のパーソナリティや情動の影響を受けて、その時々心理状態を反映する。Gardiner[25]は、良い姿勢を保持し、調整するための基本的条件として、安定した心理的条件、良好な健康状態、自然で自由な運動を行う機会が多いことを掲げている。感情や心の持ちかたについては、神経系全体の機能に強く影響し、個人の姿勢に表れる。そして、喜び、幸福感、自信などは、伸展位が支配的な姿勢となって表れ、不幸や劣等感は、屈曲位が顕著な姿勢となって表れる。

2.3.4 作業能率的視点

作業能率からみて効率が良いことである。作業姿勢は、作業を遂行しているときの身体各部の相対的な位置関係および空間を占めている位置である。姿勢は静的であるが、作業能率をみるとときには、同時に動的要素も考慮しなければならない。姿勢によって、作業を遂行するときの空間的範囲が規制される。これを作業空間（work space）という。作業効率の検討では、実際の作業場面において動作分析や動作・時間分析を行い、その作業にもっとも適した姿勢や動作を求める[33]。

2.3.5 美学的視点

美的にみて美しいことである。人間の姿勢や運動の美しさを論ずるときの判定

基準は客観的計測だけでなく、芸術的視野からも検討される。人間の運動の形式美を構成する要素として、つり合い、均整、プロモーション、律動、躍動感などがある。

人間の形態美は、最良の健康に一致する。美しい理想的な体型は、すべての欠陥を除き、発育、栄養、生活様式、疾病、衣服などにも配慮がなされて、はじめて理解される。身長は、頭部、顔面の長さの 8 倍、手掌・手の長さの 9 倍、足底の長さの 7 倍であることが望ましく、いわゆる 8 等身が理想となっている。

このように各視点から姿勢を捉えることが必要であり、Ekelund ら[34]は、良い姿勢の基準として、①力学的に安定していること、②生理的に疲労しにくいこと、③医学的に健康であること、④心理学的に心地よいこと、⑤美的に美しいこと、⑥作業からみて効率がよいことであると述べている。

2.4 姿勢評価に関する先行研究と計測方法

本研究における姿勢の比較は、良い姿勢、普段の姿勢、悪い姿勢の 3 姿勢について特徴を捉えることである。また、胸背部の曲がり具合が 3 姿勢においてどのような特徴を示すかを把握することである。姿勢計測を進める上で、身体的な負荷が少ない、重心線を通る指標点についての先行研究をまとめ以下に述べる。

2.4.1 立位姿勢と椅座位姿勢の指標点を用いた姿勢評価

身体内部の重心位置を体表面から特定することは難しい。重心位置は立位と椅座位とでは異なり、立位の重心は図 2.1[35][36][37]に示すように第 2 仙椎レベルに位置する。椅座位の重心は図 2.2[4]に示すように第 9 胸椎レベルに位置する。それぞれの重心を通る床からの垂線を用いて姿勢の評価が行われることが多い。理想的なアライメント（alignment：3 個以上の点などが一直線に並ぶこと）は、

ほぼ重心線に一致し、立位姿勢の重心線と指標点を図 2.3[38]に示す。立位姿勢の指標点は、中村ら[39]は、頭部から、乳様突起のやや後方—肩峰—大転子—膝関節中心のやや前方—外果から 5～6 cm 前方に重心線が通るとした。Zacharkow[40]らは、頭部から、乳様突起—肩関節の前面—股関節—膝関節中央のやや前方—足関節のやや前方に重心線が通るとした。その他、多くの先行研究においても、頭部から耳介—股関節中心—膝関節のやや前方—足関節の前方を重心線が通っているとされている[15][16][41][42][43]。次に、椅座位姿勢における重心線を通る指標点を図 2.4 に示す。頭部から、耳孔—肩峰—大転子が直線上に位置する[44]。姿勢保持に必要なエネルギー消費を最小にするためには、重心線を通る各指標点が一致する理想的アライメントが必要である。これらの指標点を用いて、検査者による姿勢の評価が行われている。

2.4.2 モーションキャプチャを利用した姿勢評価

モーションキャプチャを用いた姿勢評価の研究は、関節の角度やマーカーの座標値について解析した先行研究は少ない。また、異なる姿勢（例えば：良い姿勢、悪い姿勢）の座標値を比較した先行研究については殆どみられない。姿勢を解析する場合、各関節角度の分析には特別なソフトが必要であるが、座標値のみ調べる場合には、追加で特別なソフトを使用する必要がないため解析は比較的容易である。

モーションキャプチャを利用した椅座位姿勢の特徴について、Nairn ら[45]は直立姿勢から猫背の姿勢に変化させた時に胸椎上部と胸椎下部の屈曲が胸椎上部と腰椎部の屈曲よりも大きいことを示した。また、Scinkel ら[46]は立位と座位の猫背の姿勢で猫背の開始時点で立位よりも屈曲していることを明らかにした。このように、姿勢の変化についてモーションキャプチャを利用したものも見られるが、姿勢評価として用いられたものは限られていた。

体表に貼付したマーカーの変位をデジタルカメラで撮影する場合、対馬[47]は、

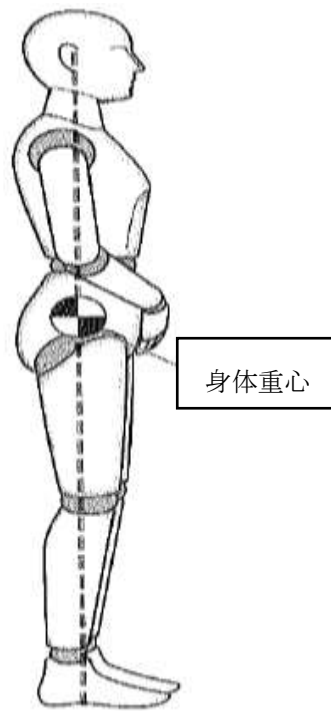


図 2.1 立位の重心位置

図 2.1 の身体重心は，解剖学的な肢位において，ほぼ第 2 仙椎のレベルにあると報告されている[35][36][37].

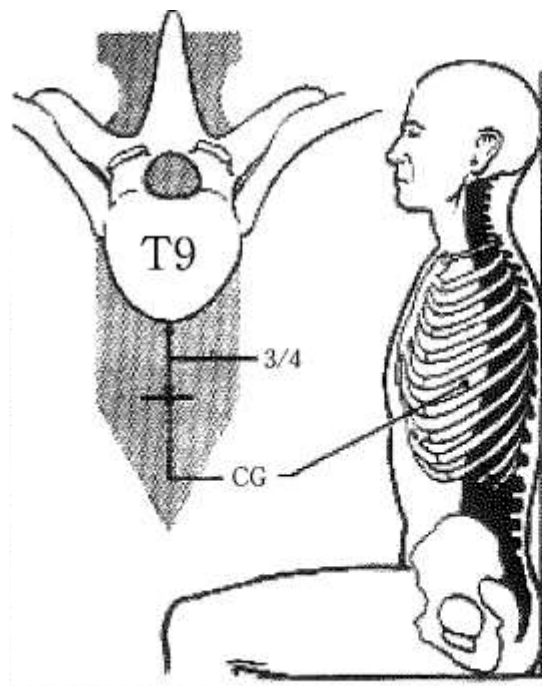


図 2.2 椅座位の重心位置

図 2.2 に示す椅座位の身体重心は、Vulcum ら[38]は第 9 胸椎レベルにあることを報告している。

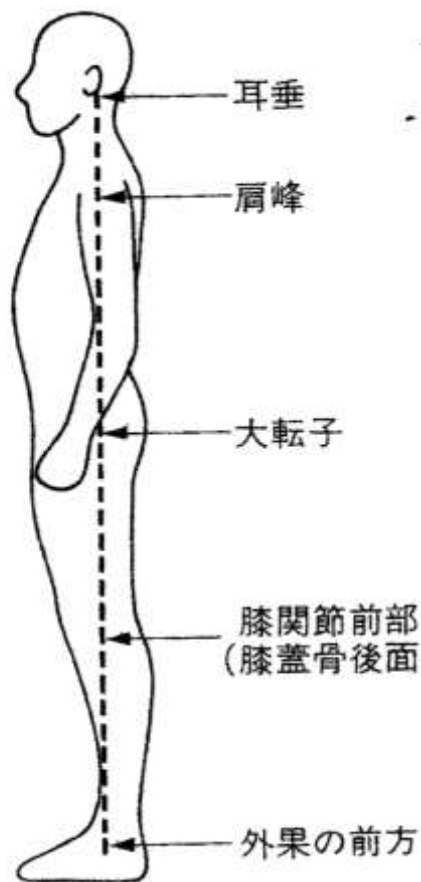


図 2.3 立位の重心線を通る各指標点の位置

中村ら[39]は，成人男性 14 名（平均年齢:24 歳）を対象として，両足の後部をつけ，内角 60° として足先を開いた立位姿勢における，重心動揺計で記録した平均両足圧中心に立てた垂直線（重心線）と動作解析システムで記録した解剖学的指標との関係において，重心線の位置は，乳様突起の 2.2 cm 後方（耳垂），肩峰と一致，大転子と一致，膝前 1/3 の 1 cm 後方，外果の前方 5.6 cm を通ると示している．

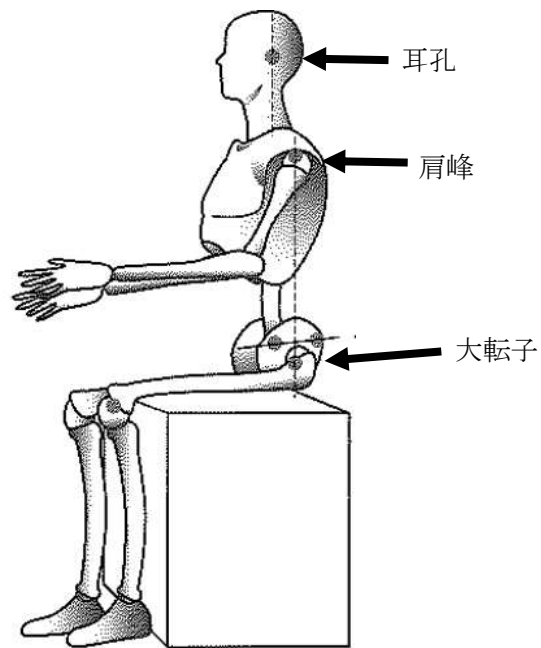


図 2.4 座位の重心線を通る各指標点の位置

柴田[44]は、安定した座位のアライメントは、立位姿勢と同様にランドマークで示された身体各部位が適切な位置にあることと定義している。側面図では、座位時の片側の耳孔，肩峰，大転子が直線上に位置する。

二次元の解析には角度計測などに有効であるが、マーカー間・移動距離を測定する際には値が変化するため、この問題を完全に解決する手段がないと述べている。このため、マーカー間、距離の測定には、二次元での解析では、結果に問題が生じる。この問題を解決するために、モーションキャプチャを用いることでマーカー間の座標値や変位量などを計測することができる。

撮影に使用するカメラの精度については、Everaert ら[48]が 4 台のカメラを用いて精度の検討を行ったところ、2 台のカメラを用いたよりも 4 台のカメラを用いた方で精度が高かったと報告し、江原[49]もカメラ台数が増えると精度も増すことを指摘し、最低 5 台、好ましいのは 6 台から 8 台としている。VICON 社による精度試験の結果、基準値に対する平均の精度は 0.017 mm であり、人の髪の毛の 1/5 の幅であることを示している[50]。これまで行われてきた精度に関する研究結果から、高精度のカメラを複数台使用することにより、誤差を最小限に抑えることができる。

モーションキャプチャ以外に、モバイルアプリケーションを用いた姿勢評価なども研究が進められている。Hopkins ら[51]は、モーションキャプチャとモバイルアプリケーションとの比較で、撮影 10 回のうち 6 回は同等の妥当性がみられたことを示したが、モーションキャプチャと同等の精度を得るには課題が残ると結論付けた。その他には、マーカーレスモーションキャプチャとモーションキャプチャを用いた姿勢評価の精度に関する比較では、Brunner ら[52]は、マーカーレスの場合、体幹部分の精度は不正確とし、過小評価される点があることを指摘した。このように、モーションキャプチャに代わる検証が多く実施されてきたが、未だモーションキャプチャの精度を超える機器やアプリなどはみられない。

2.5 計測方法における問題提起

臨床での姿勢評価は、視診や触診といった観察による評価が主体となっている。これは検査者の判断によるため、観察能力や習熟度などが判定の際に大きな影響

を受けるため、計測の誤差が出る可能性が高い。この問題を解決するためには、検査者に頼るのではなく、機器を使用した測定結果を定量化することが必要である。そのためには、精度の高い機器を用いる必要があり、そこで精度の高い機器として、VICON 社製のモーションキャプチャシステムを使った計測は有用である。この機器の問題は、非常に高価なため撮影できる環境に限られることである。また、撮影と解析に時間を要するため、姿勢評価が行われる病院や施設、教育機関などで容易に用いることができない点も問題である。このような問題に対して、ビデオカメラによる撮影も行われているが、カメラの精度による問題が測定結果に大きく影響することから信頼性に欠ける。これらの問題を解決するためにも、今後は安価で容易に測定できる機器の開発が求められる。

第3章 姿勢認識に関する基礎調査

本章では，自身の姿勢をどのように認識しているか，姿勢について解剖学，生理学，運動学の知識ある大学生（理学療法および作業療法を学ぶ学生）と理学療法士に対して，それぞれアンケート調査内容と分析結果をまとめる．

3.1 大学生を対象とした姿勢認識の調査と分析

本節では，姿勢について知識ある医療系の大学生（以下，大学生）が，自身の姿勢（立位姿勢と椅座位姿勢）をどのように認識しているかについて調査した結果を以下に述べる．

3.1.1 目的

姿勢評価に関する報告は，自身の姿勢認識では，姿勢の良否についてアンケート調査を行ったものが散見される程度であった．腰痛予防の対策として厚生労働省が2013年に「職場における腰痛予防対策指針」[53]を示し，作業姿勢に関するチェックリストでは，姿勢の良否についての内容は含まれているが，どのような姿勢か具体的に記した項目はみられなかった．計測機器による姿勢評価は，1906年にFitz[54]がScoliometerを用いて報告し，その後も，多くの研究者によって観察や計測機器を使用した姿勢に関する知見が報告されている．中でも，鉛の重りがついた紐を第7頸椎付近から垂らし，指標点(図3.1)と比較した論文が多い[28]．さらに近年では，ソフトウェアを使用した姿勢評価の開発も進められている．これまでの姿勢評価は，検査者が被験者の姿勢を理解するために，多くの方法が用いられてきた．被験者自身が姿勢をどの様に認識しているかについては，原田[55]



矢状面

前額面

図 3.1 立位の指標点

図 3.1 は立位姿勢における身体の指標点を示す。左の写真は矢状面上の指標点を示した立位姿勢である。右の写真は前額面上の指標点を後面からみた立位姿勢である。白丸が各指標点となる部位である。矢状面の指標点は、頭部から頭頂、耳垂、頸部、肩峰、腰部、大転子、膝関節、足関節である。前額面の指標点は、頭頂、頸部、第 10 胸椎、仙骨、両膝関節間、両踵骨間である。

が 107 名の若い女性の姿勢に対する意識の調査、橋内ら[56]が 158 名の大学生における猫背、腰痛・肩凝りの発現率とその対策についての調査で自身の姿勢認識について報告はされていたが、姿勢について知識ある者に対して、自身の姿勢をどのように認識しているかについてモデル写真を用いた研究報告は著者の知る限りみられず、議論はされていない。

本研究では、被験者自身の実際の姿勢がどのような姿勢か、また写真画像から自身の姿勢がどの姿勢に近いかを大学生に対して調査した。主な調査項目は、①立位姿勢と椅座位姿勢の認識について、②その姿勢がどのような姿勢か2つのモデル写真（図 3.2, 図 3.3）を使い、被験者自身との比較、③重心線を通る各指標点の位置関係についてである。自身の姿勢認識について 5 段階法で質問し、得られた結果から立位姿勢と椅座位姿勢の特徴について示すことを目的とした。

3.1.2 被験者概要

大学生 208 名に対して、本研究について説明会を開き、調査の内容を十分に理解し同意を得た 196 名（男性 85 名、女性 111 名）、年齢 19.6 ± 1.1 歳（平均 \pm 標準偏差）に対しアンケート調査を実施した。群馬医療福祉大学研究倫理審査委員会の規定に沿って、被験者に対するインフォームドコンセント、被験者の保護、プライバシーなどについて倫理的配慮を行い、承認（承認番号：17A-1）を得た上で実施した。

3.1.3 アンケート調査項目

アンケート調査は、立位姿勢と椅座位姿勢の側面と後面について、原田[55]が行った姿勢認識についての調査で使用した質問項目を参考に自身の姿勢についてどのように認識しているかを 5 つの質問により以下の方法で実施した。

質問 1 は、回答者自身が「側面姿勢についてどのように認識しているか」姿勢

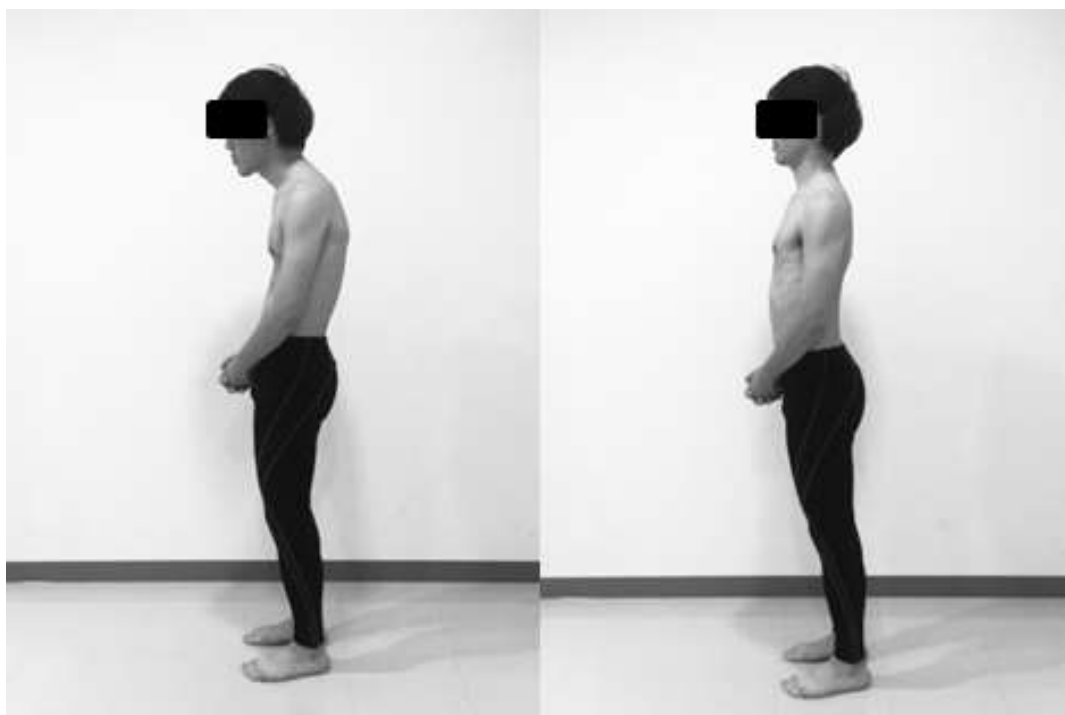


写真 a

写真 b

図 3.2 モデル写真による立位姿勢

図 3.2 は、立位姿勢を示す。写真 a は、胸背部が後弯した猫背の姿勢を示し、写真 b は直立した姿勢を示す。



写真 a

写真 b

図 3.3 モデル写真による椅座位姿勢

図 3.3 は、椅座位姿勢を示す。写真 a は、胸背部が後弯した猫背の姿勢を示し、写真 b は直立姿勢を示している。

の情報を与えずに回答させた。

質問 2 は、回答者自身が「後面姿勢についてどのように認識しているか」姿勢の情報を与えずに回答させた。

質問 3（図 3.2，図 3.3）は、立位と椅座位に a と b のモデル写真（モデル本人の同意を得て使用）を用いて、「どちらの姿勢に近い」自身の側面姿勢と比較させた。なお、後面写真は良い姿勢と悪い姿勢の判断が難しいため、今回は用いていない。a の写真は O'Sullivan ら[57]の前かがみ肢位（骨盤を後傾させ胸椎と腰椎も後弯位の姿勢）を用い、b の写真はケンダルら[13]の標準姿勢（重心線を通る各指標点が床から垂直となる姿勢）を用いた。

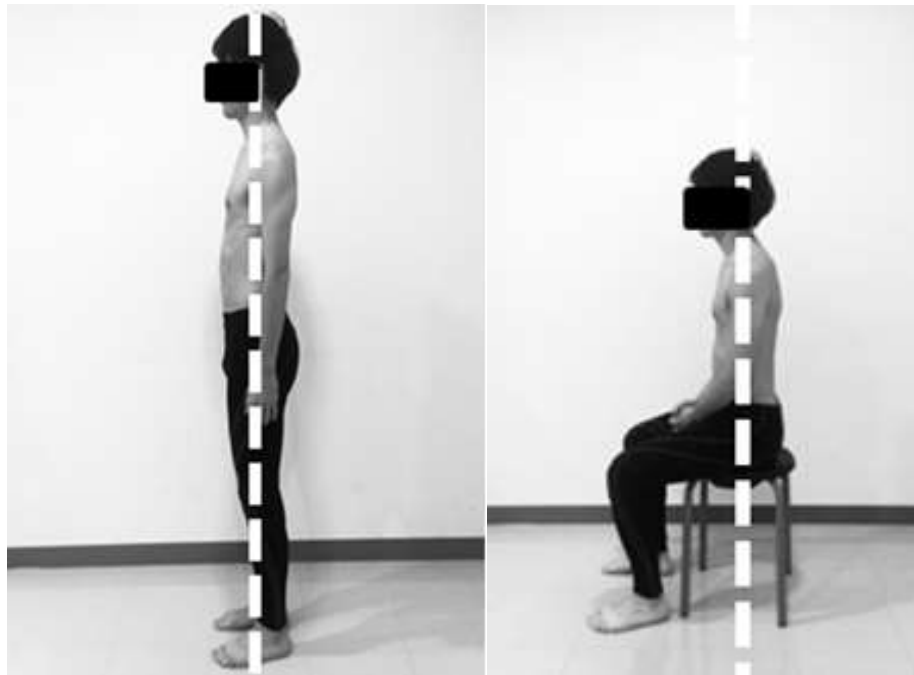
質問 4（図 3.4）は、側面の重心線を通る各指標点と被験者自身が感じる指標点の位置について側面 5 項目（①耳の位置，②肩の位置，③背中の中の位置，④腰の位置，⑤立位は足裏にかかる圧，椅座位は臀部にかかる圧）から回答させた。

質問 5（図 3.5）は、後面の重心線を通る各指標点と被験者自身が感じる指標点の位置について後面 3 項目（①身体全体の位置，②頭の位置，③立位は足裏にかかる圧，椅座位は臀部にかかる圧）から回答させた。

次に、質問に対する回答には、以下のカテゴリーから回答を得た。質問 1，2 では、①非常に悪い，②やや悪い，③どちらともいえない，④やや良い，⑤非常に良い，として 5 段階法で回答させた。質問 3（図 3.2，3.3）は、①a である，②a に近い，③どちらともいえない，④b に近い，⑤b である，として 5 段階法で回答させた。質問 4 の側面姿勢①，②，⑤については、重心線に対して前寄りか後寄りかで回答させ、③の背中と④の腰については重心線に対して反り気味か曲がり気味かで回答させた。質問 5 の後面姿勢は、重心線に対して左寄りか右寄りかで回答させた。

3.1.4 解析方法

アンケート結果を基に姿勢の認識とモデル写真を用いた姿勢の回答を要約す

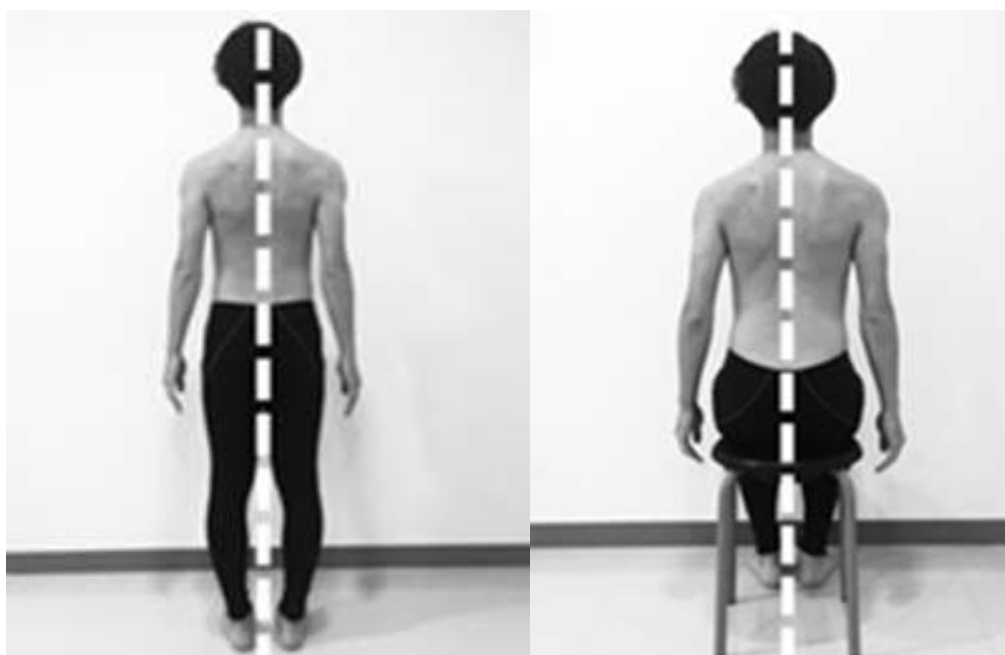


立位姿勢

椅座位姿勢

図 3.4 矢状面における重心線

図 3.4 は，立位と椅座位の矢状面の指標点を通る重心線を示す．



立位姿勢

椅座位姿勢

図 3.5 前額面における重心線

図 3.5 は，立位と椅座位の前額面上の指標点を通る重心線を示す．

るため、基本統計量にまとめた。正規性に従うかどうか Shapiro-Wilk 検定を行い、正規分布に従う場合、対応ある群には t 検定、対応のない群には 2 標本 t 検定を適応した。正規分布に従わない場合、対応のある群には Wilcoxon の符号順位検定、対応のない群には Mann-Whitney 検定を適用した。さらにアンケートの分析として被験者自身が認識している姿勢とモデル写真を用いた姿勢に対してクロス集計を行った。重心線を通る指標点に対しては、多変量解析として数量化理論Ⅱ類を用いた。

3.1.5 分析結果

被験者自身の姿勢（立位側面、立位後面、椅座位側面、椅座位後面）の認識（図 3.6）で、それぞれ最も多い回答がやや悪いであった。基本統計量（表 3.1）の結果から、中央値は全て 2 であり、やや悪いと認識していることがわかった。また、平均値から、椅座位側面が 2.06 で他と比較して最も点数が低く、椅座位側面の姿勢が最も悪いと認識している姿勢であることがわかった。次に、側面と後面の姿勢で得られた順序尺度に有意差が認められるか分析した。それぞれのデータにはばらつきがあり、正規性の確認ができなかったため、①立位側面と立位後面、②椅座位側面と椅座位後面の組み合わせに対し Wilcoxon 符号付順位検定を行った。その結果、①と②（表 3.2）で有意差が認められた。また、男女間で①立位側面、②立位後面、③椅座位側面、④椅座位後面に差があるかどうかについて Mann-Whitney 検定を行った。その結果、男女間（表 3.3）に有意差は認められなかった。

2 つのモデル写真を用いた質問（図 3.7）では、立位と椅座位ともに a の前かがみ肢位を選択する者が多かった。基本統計量（表 3.4）の結果から、中央値は全て 2 であり、a に近い姿勢であることがわかった。また、平均値からは、椅座位側面が 1.87 で立位と比較して点数が低く、立位側面写真よりも椅座位側面写真の方が悪いと感じていることがわかった。

次に、立位側面写真と椅座位側面写真の組み合わせに差があるかどうか

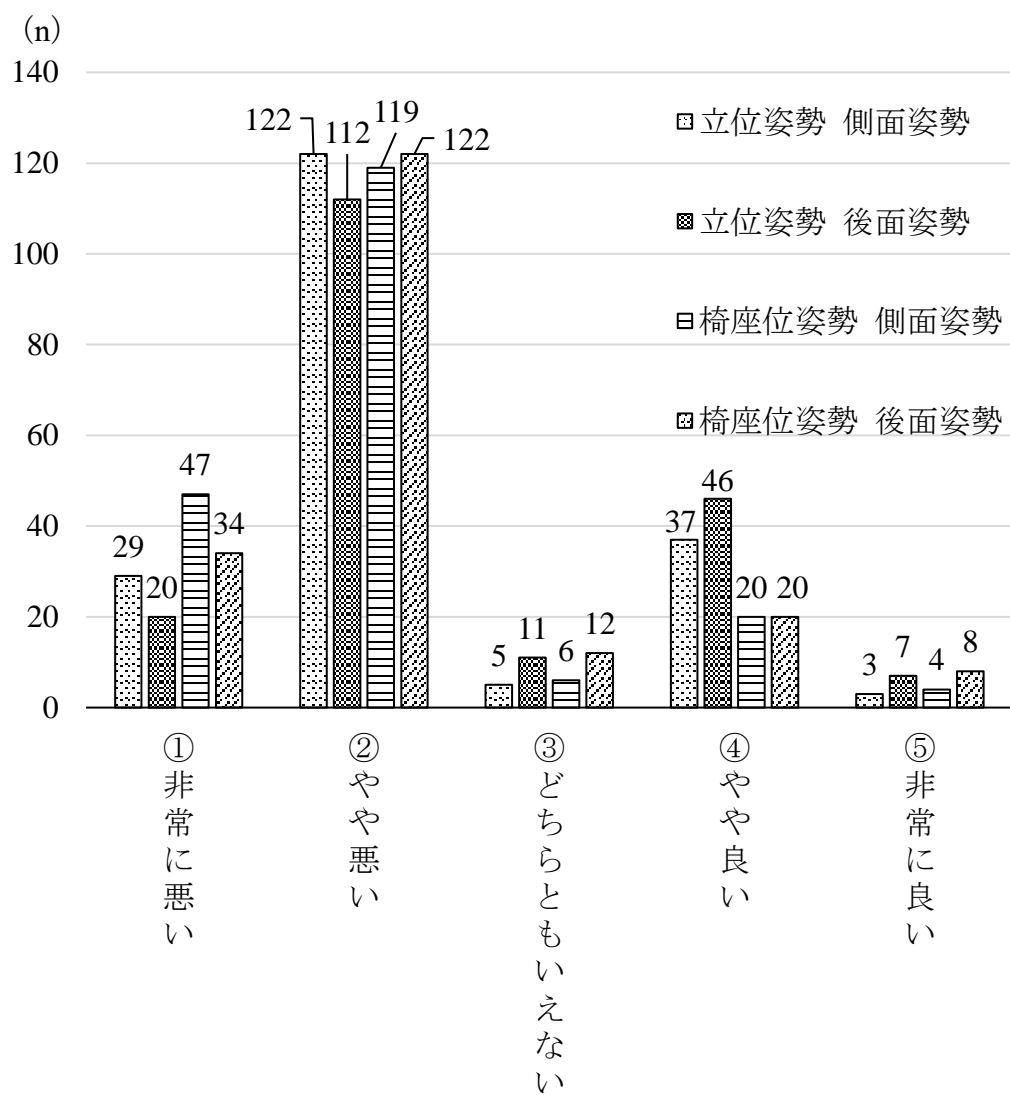


図 3.6 立位と椅座位での姿勢の感じ方

図 3.6 は、立位姿勢と椅座位姿勢の認識について調査した結果を示す。立位の側面および後面姿勢、椅座位の側面および後面姿勢ともに、「やや悪い」認識であった。次に「非常に悪い」と認識している者が多い。

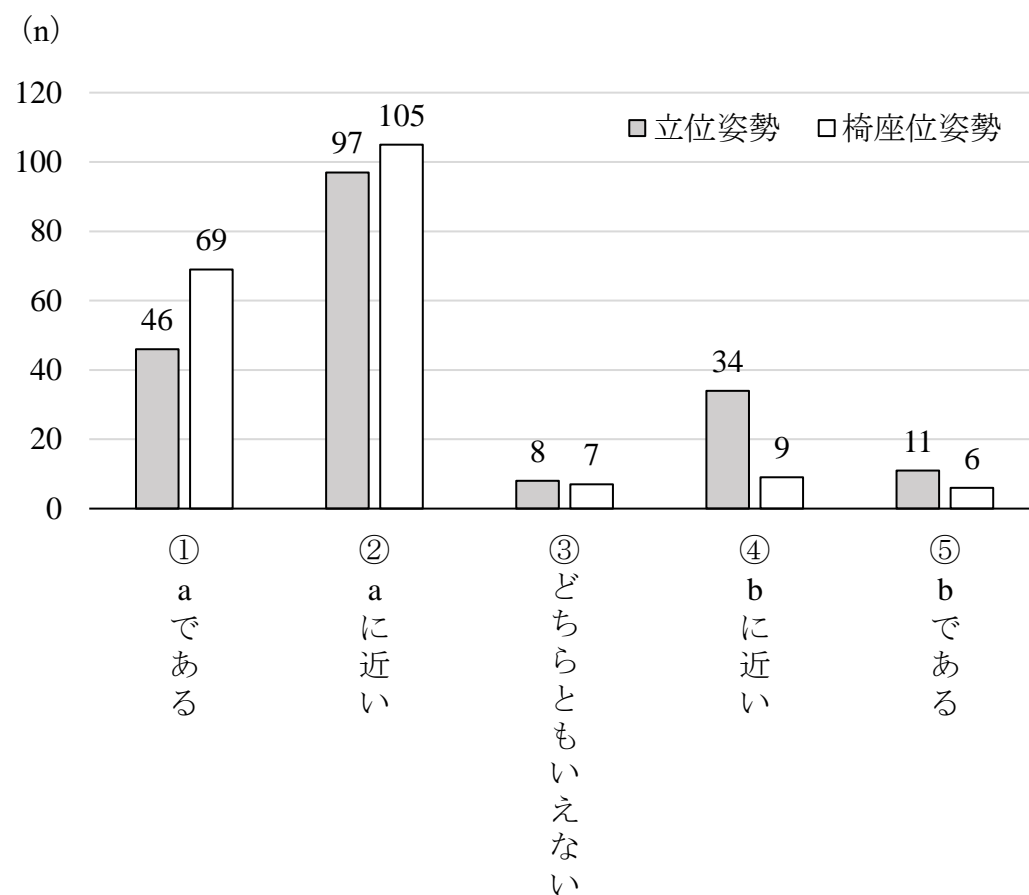


図 3.7 モデル写真を用いた立位姿勢と椅座位姿勢と自身の姿勢との比較
a は胸背部が丸い猫背の姿勢，b は直立姿勢である。

図 3.7 からは，立位と椅座位ともに「a に近い」が最も多く，次いで「a である」が多くなっている．a の姿勢，つまり猫背の姿勢と認識しているものが殆どであった．

表 3.1 各姿勢の基本統計量

(n = 196)

基本統計量		平均±標準偏差	分散	中央値
立位姿勢	側面	2.30±0.99	0.98	2
	後面	2.53±1.06	1.14	2
椅座位姿勢	側面	2.06±0.92	0.86	2
	後面	2.21±0.98	0.96	2

回答カテゴリーは、1 が「非常に悪い」、2 が「やや悪い」、3 が「どちらともいえない」、4 が「やや良い」、5 が「非常に良い」である。

表 3.1 は、立位姿勢と椅座位姿勢の認識について基本統計量にまとめた。平均値からは、立位と椅座位の側面および後面姿勢は、側面姿勢の方が悪い認識傾向である。中央値においてはどの姿勢も「やや悪い」という結果であった。

表 3.2 立位姿勢と椅子座位姿勢の感じ方の組み合わせによる検定

姿勢の組み合わせと結果	p 値	有意差
①立位側面姿勢と立位後面姿勢	< 0.01	*
②椅子座位側面姿勢と椅子座位後面姿勢	< 0.01	*

* : $p < 0.01$, Wilcoxon 符号付順位検定.

表 3.2 は，姿勢の認識について側面姿勢と後面姿勢の違いを統計解析した結果である．立位姿勢の側面と後面で有意差が認められ，椅子座位姿勢の側面と後面でも有意差が認められた．

表 3.3 男女の姿勢の感じ方に関する比較

各姿勢における 男女間の検定結果	p 値	有意差
立位側面姿勢	0.95	n.s.
立位後面姿勢	0.69	n.s.
座位側面姿勢	0.78	n.s.
座位後面姿勢	0.82	n.s.

n.s. : $p > 0.05$, Mann-Whitney 検定.

表 3.3 は、男女間の姿勢認識の差異を統計解析した結果である。どの姿勢でも有意差が認められなかった。

表 3.4 モデル写真を用いた自身との姿勢比較の基本統計量

立位と椅座位の基本統計量	平均±標準偏差	分散	中央値
矢状面 立位	2.32±1.17	1.37	2
矢状面 椅座位	1.87±0.91	0.83	2

回答カテゴリーは、1が「aである」、2が「aに近い」、3が「どちらともいえない」、4が「bに近い」、5が「bである」である。

表 3.4 は、矢状面のモデル写真を用いた立位姿勢と椅座位姿勢と自身の姿勢がどの姿勢であるかについて回答を得た結果を基本統計量にまとめた。平均値からは、矢状面率よりも矢状面椅座位の方が悪い認識傾向である。中央値においてはどちらも「aに近い」という結果であった。

Wilcoxon 符号付順位検定を行った。その結果、立位側面写真と椅座位側面写真の姿勢の認識（表 3.5）に有意差が認められた。また、男女間に差があるかどうか Mann-Whitney 検定を行った。その結果、立位と椅座位の写真を用いた姿勢の認識（表 3.6）には男女間に有意差は認められなかった。

立位と椅座位の側面姿勢の認識と、側面写真の回答にどのような関係があるか、クロス集計を用いて分析した結果を表 3.7 に示す。立位側面姿勢をやや悪いと回答した 122 名中、モデル写真の a に近いが 75 名（61.5%）であった。このことから、やや悪いと認識している姿勢は、前かがみ肢位の a の写真が多くを占めていた。椅座位姿勢の認識でやや悪いと回答した 119 名中、a に近いが 78 名（65.5%）であった。このことから、やや悪いと認識している姿勢は、立位と同様に前かがみの肢位の a の写真が多くを占めていた。クロス集計の結果から、立位と椅座位ともに姿勢を悪いと認識している回答者の多くが前かがみ肢位の姿勢であることがわかった。

被験者自身の姿勢の良否判断が正常アライメントの指標部位に対してどの部位が影響を及ぼしているかを定量化するために、数量化理論Ⅱ類を適用した。まず、立位姿勢を側面から見たときの良否を悪いと良いの 2 群に分割して目的変数（外的基準）とし、側面アライメントの指標部位である 5 項目を説明変数として分析した。各項目は標準姿勢に対して、背中と腰は反り気味、重心線上、曲がり気味で回答を得た。その他は前寄り、重心線上、後寄りで回答を得た。次に、椅座位姿勢を側面から見たときの良否について同様に 2 群分割の目的変数とし、側面アライメント 5 項目の説明変数で影響の度合いを分析した。これらの適用結果を表 3.8 に示す。立位側面の姿勢については、分析精度を表す相関比や判別的中率は良好ではないが、各項目のカテゴリーレンジより、立位側面姿勢の影響の度合いは、背中の位置、肩の位置、重心の位置、耳の位置、腰の位置の順であることがわかった。椅座位側面の姿勢についてもほぼ同様の結果が得られた。後面から見た立位姿勢と椅座位姿勢についても数量化理論Ⅱ類を適用し、後面アライメントのどの部位が姿勢良否の判断に影響を及ぼしているか分析した。後面アライ

表 3.5 モデル写真を使った立位姿勢と椅座位姿勢の認識の比較

テスト項目と検定結果	p 値	有意差
モデル写真を使った立位姿勢と椅座位姿勢	<0.01	*

* : $p < 0.01$, Wilcoxon 符号付順位検定.

表 3.5 は, モデル写真を使った立位姿勢および椅座位姿勢について統計解析した結果である. モデル写真を使った立位姿勢と椅座位姿勢の認識には有意差があることがわかった.

表 3.6 モデル写真を用いた男女間の姿勢認識の比較

テスト項目と検定結果	p 値	有意差
モデル写真を用いた矢状面立位	0.16	n.s.
モデル写真を用いた矢状面椅座位	0.07	n.s.

n.s. : $p > 0.01$, Mann-Whitney 検定.

表 3.6 は, モデル写真を用いた姿勢認識について男女間に差があるか統計解析を行った結果である. 立位および椅座位の男女間の姿勢認識には有意差が認められなかった.

表 3.7 モデル写真と自身の姿勢の感じ方についてのクロス集計表

モデル写真の姿勢 主観的な姿勢		aである	aに近い	どちらとも いえない	bに近い	bである	合計
立位側面	非常に悪い	17(58.6)	10(34.5)	1(3.4)	0(0)	1(3.4)	29(100)
	やや悪い	26(21.3)	75(61.5)	2(1.6)	16(13.1)	3(2.5)	122(100)
	どちらとも いえない	0(0)	1(20.0)	1(20.0)	3(60.0)	0(0)	5(100)
	やや良い	3(8.1)	11(29.7)	3(8.1)	14(37.8)	6(16.2)	37(100)
	非常に良い	0(0)	0(0)	1(33.3)	1(33.3)	1(33.3)	3(100)
椅座位側面	非常に悪い	35(74.5)	11(23.4)	1(2.1)	0(0)	0(0)	47(100)
	やや悪い	33(27.7)	78(65.5)	4(3.4)	4(3.4)	0(0)	119(100)
	どちらとも いえない	0(0)	2(33.3)	2(33.3)	1(16.7)	1(16.7)	6(100)
	やや良い	1(5)	11(55)	0(0)	4(20)	4(20)	20(100)
	非常に良い	0(0)	3(75)	0(0)	0(0)	1(25)	4(100)

数値は人数を示す.

()内の数値はパーセントを示す.

表 3.8 数量化理論Ⅱ類による姿勢の質とアライメントの関係

矢状面アライメント		立位姿勢		座位姿勢	
指標点	カテゴリー	スコア	レンジ	スコア	レンジ
耳	前寄り	0.153		0.174	
	重心線	-0.257	0.409	-0.593	0.967
	後寄り	0.007		0.373	
肩	前寄り	0.103		0.27	
	重心線	-0.167	0.454	-0.714	0.985
	後寄り	-0.351		-0.501	
背中	前寄り	-0.438		-0.404	
	重心線	-1.627	2.223	-1.055	1.32
	後寄り	0.596		0.265	
腰	前寄り	-0.101		-0.284	
	重心線	0	0.202	-0.207	0.445
	後寄り	0.101		-0.162	
足底または 臀部に かかる圧	前寄り	0.208		-0.257	
	重心線	-0.03	0.433	0.057	0.485
	後寄り	-0.225		0.228	
分析精度		判別 的中率	74.90	判別 的中率	73.70
		相関比	0.226	相関比	0.226

メントの指標部位は 3 項目であり、各項目は標準姿勢の指標点に対して左寄り、重心線上、右寄りの 3 カテゴリーからなる。適用結果より、後面姿勢の良否の判断には、各部位の影響は殆ど表れず、後面アライメントから判断するのは難しいことがわかった。

3.1.6 考察

姿勢について知識のある大学生の立位姿勢の認識は、非常に悪いとやや悪いを合わせると約 77%を占めていた。椅座位姿勢では約 85%であった。このことから、立位姿勢よりも椅座位姿勢の認識の方が悪いことがわかった。次に、モデル写真を使って自身の姿勢と比較させたところ、(a) の前かがみ姿勢と回答したのは、立位（図 3.2）で 73%，椅座位（図 3.3）で 89%を占めていた。立位と椅座位ともに前かがみ姿勢と認識し、立位よりも椅座位の方が猫背の姿勢であることがわかった。被験者自身が認識している姿勢と 2 つのモデル写真を使った姿勢の結果をクロス集計（表 3.7）したところ、姿勢を悪いと認識している場合、前かがみ姿勢を選択していることがわかった。この結果から、姿勢についての知識と関係なく、多くの被験者が標準姿勢から逸脱した負担のかかる姿勢を呈している可能性が示唆された。男女間では、被験者自身の姿勢の認識、2 つのモデル写真を用いた姿勢の認識のそれぞれで差は認められなかった。男女ともに悪い姿勢であることが示唆された。

標準姿勢の重心線上の指標点との違いでは、立位と椅座位で最も影響を与えていた部位は背中の中曲がりであることがわかった。通常、解剖学的に胸椎は後彎しているが、図 3.4 と図 3.5 の標準姿勢を超えて背中が曲がっていることが示された。標準姿勢の各指標点について Kendall[13]は、頭部は直立し、脊柱は正常なカーブを描き、最小のストレスしか加わらないバランスの取れた位置にあると述べている。このことから、前かがみ姿勢の場合、正常なカーブから逸脱しているため、負荷のかかる姿勢であることが考えられた。

この結果から、バイオメカニクスの知識に基づいて、良い姿勢について理解している大学生において、自身の姿勢を良いと認識している大学生は少なく、殆どがやや悪い、または悪い姿勢であることが確認できた。しかし、自身の姿勢が悪いと認識しているにもかかわらず、良い姿勢を保持しない原因の特定までには至らなかった。自身が安楽と感じる姿勢との関係性も含めて検討する必要があると示唆された。

3.1.7 まとめ

本節では、大学生の姿勢認識を把握するために立位と椅座位の姿勢についてアンケート調査を行った。その結果を統計学的に解析し、姿勢認識の特徴と標準姿勢との関係について考察した。以下に結果をまとめる。

- (1) 姿勢を悪いと認識している者は、立位で 77.0%、椅座位で 84.7%であり、姿勢を悪いと認識していることがわかった。中でも、立位よりも椅座位、後面よりも側面の方が悪い姿勢と認識していた。なお、男女間では違いが認められなかった。
- (2) 写真を用いた姿勢認識では、猫背に近いを選択する者の割合が立位で 72.9%、椅座位で 88.8%と多い傾向であった。立位と椅座位では差が認められ、椅座位の方が猫背と認識している者が多いことがわかった。男女間では差は認められなかった。(1) と (2) の結果をまとめると、姿勢を悪いと認識している場合、多くが猫背の姿勢であることがわかった。
- (3) 側面と後面のアライメント位置について、側面では、特に背中の中曲がり具合が影響していることがわかった。後面では、重心線上と感じていたため特徴を捉えることは難しかった。

3.2 理学療法士を対象とした姿勢認識の調査と分析

本節では、姿勢について知識と姿勢の指導経験を有する理学療法士に対して、腰痛経験と自身の姿勢（椅座位姿勢）をどのように認識しているかについて調べた結果を以下にまとめる。

3.2.1 目的

理学療法士の腰痛経験については、腰痛の発生頻度が高いと指摘する報告が多い[58][59][60]。2000年の全国規模の調査で、過去2年以内で業務に支障をきたすほどの筋骨格系職業性傷害を経験した理学療法士は42%であり、中でも腰痛が69%と最も多い[61]。このような背景も重なり、日本理学療法士協会[62]は「2020職場における腰痛予防宣言！」を行い、腰痛予防に向けて対策を開始した。理学療法士の多くは、姿勢や動作について十分な知識を持っているが、発生件数が高率であるため、新たな観点から課題を提示することが必要であると考えられた。

姿勢による身体負荷について、岡[63]は不良姿勢によって体節の重心と関節中心との距離が離れると、力学的な負担の増加が起こり、腰痛の有訴へ影響すると指摘している。立位で腰椎椎間板が受ける髄核内圧値の変化について、Nachemson[18]とWilke[19]は良好な姿勢よりも不良姿勢で150%～200%と負荷が高くなることを明らかにしている。このことから、不良姿勢は腰部への負担を増加させるだけでなく、疼痛を引き起こす可能性も推察できる。

姿勢評価には、自身の姿勢認識と検査者が行う観察や計測機器によるものがあるが、3.2の大学生のアンケート調査の結果[64]、立位姿勢は77%、椅座位姿勢では85%が悪いと認識し、立位姿勢よりも椅座位姿勢の方が悪い認識であることを示した。また、モデル写真（良い姿勢と猫背の姿勢）を用いた自身の椅座位姿勢との比較では、約9割が猫背の姿勢を選択していることがわかった。

先行研究においても、自身の姿勢認識に関する姿勢評価はみられるが、信頼性

の高い計測機器を用いた姿勢評価に頼るところが大きい。この中でも使用頻度が高いのは、重心を通る床からの垂直線を利用したものである。これは、重心線を通る指標点が線上にあるかで姿勢の良否判定ができ、Steffen ら[15]が側方においては耳介を通るとし、Schwab ら[16]は股関節中心付近を通ると報告している。しかし、この重心を計測するには機器と時間を要し、容易に測定するのは難しい。そのため、紐のついた鉛を上方から垂らし鉛直線上に指標点があるかどうか、または指標点が一直線になるかで良否判定が行われている。さらに、定量的な姿勢評価としてモーションキャプチャを用いた研究も進められている。姿勢評価を進める上で、中村ら[14]は、良い姿勢、悪い姿勢を判断する基準について、同じ姿勢であっても力学的視点、生理学的視点、心理学的視点、作業能率的視点、美学的視点によって、それぞれ異なる意義があることを指摘している。そのため、どの視点から評価をするのか、また多面的にとらえる必要があるかなども考慮することが大切である。

理学療法士の腰痛に関する実態調査についての報告は散見されるが、椅座位での腰痛経験と自身の椅座位姿勢がどのような姿勢であるか検討された先行研究は著者の知る限りみられず、議論はされていない。このため、椅座位での腰痛経験と椅座位姿勢の認識との関係を明らかにすることで、新たな視点から腰痛予防に向けた取り組みの一助として役立つことが推察された。そこで、椅座位での腰痛経験と自分自身が認識している椅座位姿勢について把握することを目的にアンケートによる基礎調査を実施した。

3.2.2 被験者概要

研究に先立ち、被験者が勤務する病院および施設責任者の承諾を得た。その上で、20代の理学療法士に対し、研究内容について十分な説明を行い、書面にて同意を得た52名（男性32名、女性20名）、 24.3 ± 1.9 歳（平均 \pm 標準偏差）を対象とした。調査期間は、2018年4月から2018年5月の間に実施した。倫理的配慮と

して、被験者に対しては、研究の目的、方法、利益、リスク、参加は自由意志であることなどを口頭および書面文章にて説明し、被験者から研究参加の同意を得た上で実施した。また、収集したデータについては、機密情報として厳重に管理した。倫理審査は、群馬医療福祉大学研究倫理審査委員会からの承認を得て実施した（承認番号：17A-20）。

3.2.3 アンケート調査項目

調査項目は、椅座位での腰痛経験と姿勢認識に関する質問とした。分析に用いた質問項目は、①椅座位の姿勢を保っていて腰が痛くなった経験について、②側面からみた自身の椅座位姿勢の良否について、③自身の椅座位姿勢がどのような姿勢かモデル写真（図 3.3）を用いた比較について、④椅座位姿勢を改善したい気持ちがあるかについての 4 項目である。回答カテゴリーは、5 段階評価法を用いた。①と④は、「非常にある」、「ややある」、「どちらともいえない」、「あまりない」、「全くない」とした。②は、「非常に悪い」、「やや悪い」、「どちらともいえない」、「やや良い」、「非常に良い」とした。③は、「a である（a は胸背部が丸くなる猫背の姿勢）」、「a に近い」、「どちらともいえない」、「b に近い（b は直立姿勢）」、「b である」とした。

3.2.4 解析方法

解析方法については、まずデータを集計し、カテゴリーごとに割合を求めた。得られたデータを要約するため基本統計量を算出した。次に、腰痛経験の有無で特徴的な違いがあるかを調べるために、「どちらともいえない」を除外した 48 名（「非常にある」と「ややある」の 33 名を腰痛経験あり、「あまりない」と「全くない」の 15 名を腰痛経験なし）に対し、性別、年齢、①～④の質問項目を基本統計量にまとめた。次に、腰痛経験ありなしの 2 群間に分けて特徴を捉えるた

めに、正規性に従うかどうか Shapiro-Wilk 検定を行い、正規分布に従う場合には対応のない 2 標本 t 検定、正規分布に従わない場合には Mann-Whitney の U 検定を適用した。理学療法士は被験者数が少ないため、数量化理論Ⅱ類による分析は行わなかった。

なお、統計解析には IBM SPSS Statistics 27 を用い、有意水準は 5%とした。

3.2.5 分析結果

アンケートから得られたデータの集約と基本統計量を表 3.9 に示す。①の椅座位の姿勢を保っていて腰が痛くなった経験は、非常にあるが 34.6%で最も多く、次いで、ややあるが 28.9%であった。腰痛経験が全くないは 9.6%，あまりないは 19.2%であり、3 割程が腰痛経験を殆どしていないことがわかった。全体の平均値は 2.4 ± 1.4 (平均 \pm 標準偏差) であり、他の回答結果よりもバラツキが見られた。また、中央値（第 1 四分位数-第 3 四分位数）は 2（1-4）であった。②の側面からみた自身の椅座位姿勢の感じ方の良否は、やや悪いが 59.6%で最も多く、次いで、非常に悪いが 28.9%であった。非常に良いは 0%，やや良いは 1.9%であり、姿勢を良いと認識している者は殆どいないことがわかった。全体の平均値は 1.9 ± 0.7 ，中央値は 2（1-2）であった。③の自身の椅座位姿勢がどのような姿勢かモデル写真を用いての比較では、a に近いが 50.0%で最も多く、次いで、a であるが 38.4%であり、胸背部が丸くなる猫背の姿勢であることがわかった。b であるが 0%，b に近いが 3.9%であり直立姿勢と認識している者は殆どいないことがわかった。全体の平均値は 1.8 ± 0.8 ，中央値は 2（1-2）であった。④の椅座位姿勢を改善したい気持ちがあるかについては、非常にあるが 46.1%で最も多く、次いで、ややあるが 40.4%であり、多くが姿勢を改善したい気持ちを持っていることがわかった。全くないが 0%，ややある 5.8%であり殆どいないことがわかった。全体の平均値は 1.7 ± 0.8 ，中央値は 2（1-2）であった。

腰痛経験がどちらともいえないを除いた 48 名（腰痛経験あり 33 名，腰痛経験

表 3.9 質問項目ごとの回答カテゴリーの結果

質問項目	回答カテゴリー					基本統計量	
	1	2	3	4	5	平均値 ±標準偏差	中央値（第1 四分位数-第 3四分位 数）
①椅座位での腰痛経験	18 (34.6)	15 (28.9)	4 (7.7)	10 (19.2)	5 (9.6)	2.4±1.4	2 (1-4)
②自分自身の椅座位姿勢の良否	15 (28.9)	31 (59.6)	5 (9.6)	1 (1.9)	0 (0)	1.9±0.7	2 (1-2)
③モデル写真との比較	20 (38.4)	26 (50.0)	4 (7.7)	2 (3.9)	0 (0)	1.8±0.8	2 (1-2)
④椅座位姿勢を改善したい気持ち	24 (46.1)	21 (40.4)	4 (7.7)	3 (5.8)	0 (0)	1.7±0.8	2 (1-2)

n=52. 数値は回答数. () 内は各項目カテゴリーの割合.

回答カテゴリー：①と④は，1＝「非常にある」，2＝「ややある」，3＝「どちらともいえない」，4＝「あまりない」，5＝「全くない」．②は，1＝「非常に悪い」，2＝「やや悪い」，3＝「どちらともいえない」，4＝「やや良い」，5＝「非常に良い」．③は，1＝「a である」，2＝「a に近い」，3＝「どちらともいえない」，4＝「b に近い」，5＝「b である」．

①の椅座位での腰痛経験は，「非常にある」が約 35%で最も多く，次いで「ややある」が約 30%であった．約 65%が椅座位姿勢を保っていて腰痛経験を有していた．②での自身の椅座位姿勢の認識は，「やや悪い」が約 60%で最も多く，「非常に悪い」約 30%であり，約 90%が姿勢の認識が悪いことが示された．③のモデル写真との比較では，「a に近い」が 50%，「a である」が約 40%であり，約 90%が a の姿勢と認識していた．④の椅座位姿勢を改善したい気持ちは「非常にある」が約 45%，「ややある」が 40%であり，約 85%が椅座位姿勢を改善したい気持ちであることが示された．

なし 15 名) についての基本統計量と検定結果を表 3.10 に示す. また, 正規分布に従わないため Mann-Whitney 検定を適用した. ②自分自身の椅座位姿勢の良否では, 腰痛経験ありの平均値が 1.7 ± 0.5 (平均 \pm 標準偏差), 腰痛経験なしの平均値が 2.1 ± 0.9 であった. 中央値は, 腰痛経験ありが 2 (1-2), 腰痛経験なしが 2 (1-3) であった. 腰痛経験ありで姿勢認識が悪い傾向を示した. 2 群間の比較では有意差 ($p=0.16$) は認められなかった. ③モデル写真と自身の姿勢との比較では, 腰痛経験ありの平均値が 1.6 ± 0.7 , 腰痛経験なしの平均値が 2.1 ± 0.8 であった. 中央値は, 腰痛経験ありが 1 (1-2), 腰痛経験なしが 2 (2-2) であった. 腰痛経験ありで胸腰椎の後弯が見られる姿勢を選択する傾向が示された. 2 群間の比較では有意差 ($p=0.04$) が認められた. ④椅座位姿勢を改善したい気持ちがあるかについては, 腰痛経験ありの平均値が 1.5 ± 0.6 , 腰痛経験なしの平均値が 2.1 ± 1.1 であった. 中央値は, 腰痛経験ありが 1 (1-2), 腰痛経験なしが 2 (1-3) であった. 腰痛経験ありの方が姿勢の改善意識が高い傾向であった. 2 群間の比較では有意差 ($p=0.07$) は認められなかった.

3. 2. 6 考察

理学療法士の椅座位での腰痛経験と姿勢認識の関係性について調査を行った. その結果, 理学療法士の椅座位姿勢を保っている腰痛経験者は約 64%であった. 理学療法士に対して同様の研究はみられないが, 小学生から高校生を対象に, 体育座りと椅座位での腰痛経験について, 増田ら[65]は年齢とともに増加し, 18 歳の有症率は約 20%, この原因は椅座位が約 70%であったことを示した. 大学生に対して, 橘内ら[56]が, 悪い姿勢の認識は約 58%, 背中や腰の有訴は 50%であり, 悪い姿勢と有訴の関係について報告した. このことから, 本研究と同年代でないものの, 比較的若い世代においても椅座位での腰痛が関係していることが窺えた. 腰痛経験者が感じている作業姿勢や腰痛予防について, 白星ら[66]は理学療法士の職業性腰痛の既往率は 78%, その原因は, 移乗介助が約 57%, 次い

表 3.10 腰痛経験の有無での基本統計量と検定結果

分析項目	平均値±標準偏差		中央値 (第1四分位数-第3四分位数)		p 値
	あり	なし	あり	なし	
性別	1.3±0.5	1.5±0.5	1 (1-2)	2 (1-2)	0.19
年齢	24.4±1.9	24.5±1.9	24 (23-26)	24 (23-26)	0.81
②自分自身の 椅座位姿勢の良否	1.7±0.5	2.1±0.9	2 (1-2)	2 (1-3)	0.16
③モデル写真との比較	1.6±0.7	2.1±0.8	1 (1-2)	2 (2-2)	0.04*
④椅座位姿勢を 改善したい気持ち	1.5±0.6	2.1±1.1	1 (1-2)	2 (1-3)	0.07

n=48 (腰痛経験あり 33 名, 腰痛経験なし 15 名), 性別: 1 は男性, 2 は女性, Mann-Whitney 検定. *: $p < 0.05$.

回答カテゴリー: ②は, 1=「非常に悪い」, 2=「やや悪い」, 3=「どちらともいえない」, 4=「やや良い」, 5=「非常に良い」. ③は, 1=「a である」, 2=「a に近い」, 3=「どちらともいえない」, 4=「b に近い」, 5=「b である」. ④は, 1=「非常にある」, 2=「ややある」, 3=「どちらともいえない」, 4=「あまりない」, 5=「全くない」.

表 3.10 は, 腰痛経験ありと腰痛経験なしの組み合わせに特徴を示す項目の有無について統計解析を行った結果である. その結果, モデル写真との比較で有意差が認められた.

で姿勢保持が約 43%であったと報告している。さらに、予防には不良姿勢をとらないが約 58%で最も多かったことを示した。このことから、不良姿勢による身体的負担の増加に関する知識だけでは、腰痛予防は難しいことが示唆された。また、姿勢についてのバイオメカニズムに関する知識だけでなく、自分自身の姿勢がどのような姿勢であるか再認識できる機会として、姿勢の変化を定量化するなど新たな取り組みも必要と考えられた。

自身の椅座位姿勢の認識については、約 89%が悪い姿勢であると認識していた。また、モデル写真を用いた自身の姿勢との比較では、約 88%が胸腰椎の後弯が見られる姿勢と認識していることがわかった。理学療法士の良い姿勢の認識について O'sullivan ら[31]は、9 つの異なる側面椅座位写真から本研究で用いた図 3.3 の b に近い姿勢を良い姿勢と認識していると報告した。また、理学療法士の姿勢認識について Korakais ら[32]は、7 つの異なる側面椅座位姿勢の写真画像を用いた良い姿勢の選択では、約 98%が直立した椅座位姿勢を良い姿勢と認識していたことを報告している。このため、良い姿勢の認識と自身の姿勢は異なることが示唆された。

椅座位姿勢を改善したい気持ちがあるかについては約 87%が姿勢を改善したいであり、姿勢に対する改善意識が高いことがわかった。腰痛経験ありと腰痛経験なしの群間比較では有意差 ($p=0.07$) は認められなかったが、腰痛経験がある場合、姿勢を改善したい気持ちが高い傾向であることがわかった。白星らは[66]、理学療法士に対して「腰痛予防で日頃から気をつけていることは」の質問で、身体への負担を軽減することよりも、運動や休息など病態の改善を目的とした対応を優先する傾向が見られ、ストレッチや薬物療法やコルセットなどに頼る傾向があると指摘している。このことから、以前より取り入れている腰痛予防策に加えて、姿勢改善に向けた介入も必要と考えられた。

腰痛経験の有無によって特徴的な違いがあるか、性別、年齢、自身の姿勢認識、モデル写真と自身の姿勢の比較、姿勢を改善したい気持ち、について群間比較を行った。その結果、モデル写真と自身の姿勢の比較で有意差 ($p=0.04$) が認めら

れた．また，図 3.3 の a にみられる胸背部が丸くなった猫背の姿勢が多いことがわかった．腰痛を呈する理学療法士は，そうでない理学療法士と比較して，姿勢が悪いことを認識していた．腰痛を呈する理学療法士が選択した姿勢は，先行研究においても腰痛を惹起しやすい姿勢として指摘されている．このため，今回のように専門職への腰痛を調査する際に，簡便な質問項目として利用できる可能性が示唆された．

この結果から，理学療法士はボディメカニクスの知識を有していても悪い姿勢を保持していることがわかった．ただし，単変量解析の結果であることから，因果関係にまで言及することが困難であることは否めない．今後は，腰痛予防の観点から，腰痛の有無や姿勢の良否だけでなく，他の視点から質問項目や回答内容について検討していく必要がある．また，自身の椅座位姿勢の認識を基に，観察や計測機器を用いた姿勢評価の結果を示し，自身の姿勢認識についての理解を深めていくことも必要と考えられる．

3.2.7 まとめ

本節では，理学療法士の姿勢認識を把握するために椅座位姿勢についてアンケート調査を行った．その結果を統計学的に解析し，腰痛経験と椅座位姿勢の関係について考察した．以下に結果をまとめる．

- (1) 椅座位での腰痛経験は約 65%であった．
- (2) 椅座位姿勢が悪いと感じる者は全体の 9 割と多い傾向であった．
- (3) 写真を用いた姿勢の感じ方では，猫背に近いを選択する者の割合が約 9 割と多く，椅座位姿勢の認識と同様の傾向が示された．
- (4) 姿勢の改善意識は全体の 9 割であることが示された．

(1) では，腰痛経験は比較的多い傾向が示された．(2) と (3) の結果をまとめると，姿勢を悪いと感じている場合，多くが猫背の姿勢を取っていることがわかった．また，(4) では，姿勢を改善したいということがわかった．姿勢につい

での専門家でもある理学療法士でも、自身の姿勢認識については、悪い傾向がわかり、腰痛経験も比較的多く、姿勢改善の意識も高いことがわかった。

3.3 結言

本章では、大学生と理学療法士に対して姿勢認識に関する基礎調査を行った。その結果を統計学的に解析し、姿勢認識の特徴と標準姿勢との関係について考察した。以下に結果をまとめる。

- (1) 姿勢（立位／椅座位）が悪いと感じる者は全体の約 7 割以上と多い傾向が示された。中でも大学生は、立位よりも椅座位姿勢の方が悪いと認識していた。理学療法士の椅座位姿勢の認識は、大学生よりも悪いことがわかった。
- (2) 写真を用いた姿勢の感じ方は、大学生では猫背に近いを選択する者の割合が立位と椅座位で約 9 割と多く、理学療法士も同様の傾向が示された。また、大学生の立位と椅座位では差が認められ、椅座位の方が猫背と感じる者が多いことがわかった。(1) と (2) の結果をまとめると、姿勢を悪いと感じている場合、その多くが猫背の姿勢であることがわかった。
- (3) 大学生の側面と後面のアライメント位置について、側面では、特に背中の曲がり具合が影響していることがわかった。後面では、重心線上と感じていたため特徴を捉えることは難しかった。
- (4) 理学療法士の椅座位を保っている腰痛経験は約 65% と多い傾向が示された。また、姿勢改善の意識が高いことがわかった。

第4章 モーションキャプチャを用いた

大学生の姿勢認識の定量化

第3章の結果，立位姿勢よりも椅座位姿勢の方が悪い認識であった．椅座位姿勢の姿勢認識は「やや悪い」が最も多く，次いで「非常に悪い」であった．この悪い姿勢を理解するために，2つのモデル写真から自身の姿勢に近似している姿勢を選択させた所，その多くは胸背部が丸くなる姿勢を選択していた．さらに，矢状面の5指標点と自身の姿勢との比較では，背中の曲がり具合が最も影響していることがわかった．この結果を踏まえ，椅座位姿勢の背中の曲がり具合について，モーションキャプチャを用いて，良い姿勢，悪い姿勢，普段の姿勢の定量を行った．

4.1 緒言

これまで行われてきた姿勢評価は，検査者が被験者の姿勢を理解するため用いたものが多く，被験者の姿勢認識を基にした姿勢評価については殆ど見られなかった．Kendall[13]らは，立位姿勢の身体重心（身体の質量分布の中心点）を通る矢状面の鉛直線上に，外耳道，頸椎の椎体，肩関節，体幹の中央，大腿骨大転子，膝関節の中央部の少し前方，外果の少し前方を通る点を，理想的な立位姿勢の指標点として姿勢を評価している．この他にも，Steffen[15]らが上半身の指標点について，Woodhull[67]らが下半身の指標点について，同様の見解を示していることから，指標点を用いた姿勢評価の再現性は高いことが推察される．椅座位姿勢においても，柴田[44]らは，立位姿勢と同様に，指標点で示された身体各部位が適切な位置にあることと定義している．矢状面椅座位の指標点は，耳孔，肩

峰，大転子が直線上に位置するとしている．これらの指標点を基に立位姿勢と椅座位姿勢の評価が行われていることが多い．

第3章の結果から，椅座位姿勢は背中の曲がり具合が最も影響していた．この姿勢について，O’Sullivan[57]らは胸椎と腰椎が後弯位，骨盤が後傾した椅座位姿勢を前かがみ姿勢とし，Claus ら[68]も脊柱の弯曲が胸椎や胸腰椎移行部で後弯している場合を前かがみ座位と示している．このことから，姿勢認識の結果を鑑みても悪い姿勢の認識は，前かがみによる椅座位姿勢であったことが推察された．

この前かがみ姿勢を改善するためには，被験者の姿勢認識を評価していくことが重要であるが，これまでの姿勢評価は検査者が被験者の姿勢を理解する為に用いられてきたため，両者の関係性について報告されたものは著者の知る限りみられない．この関係性を明らかにすることは，姿勢認識と姿勢改善に向けた一助として利用することができる．検査者が被験者に対して行う姿勢評価の目的は様々であるが，一定のコンセンサスが得られているものは少ない．中でも最も信頼性の高い評価は，レントゲン画像によるものであるが，十分なリスク管理の下で研究を進めていく必要がある．このため，有害事象の発生頻度が低く，測定結果の信頼性が高い評価を選択する必要がある．カメラ撮影など静的な椅座位姿勢に関する研究[69]は散見されるが，対馬[47]によると，デジタルカメラなどを用いた二次元の動作解析は，角度計測などには有効であるものの，マーカー間・移動距離を測定する際には値が変化するため，この問題を完全に解決する手段がないと述べている．そのため，マーカー間，距離の測定には，高精度のモーションキャプチャを選択することは有効である．

そこで本人が認識している，良い姿勢，悪い姿勢，普段の姿勢を理解するためにモーションキャプチャシステムを用いて各姿勢を定量的に評価することである．事前調査で得られた，普段の姿勢の背中の曲がり具合について，良い姿勢または悪い姿勢とどのように関係しているかを相互に比較し，姿勢の特徴を示すことと，姿勢改善に向けた有益な知見を得ることを目的とした．

4.2 被験者概要と実験環境

本章で対象となる大学生の被験者概要と計測を行った実験環境について以下に述べる.

4.2.1 被験者概要

本実験の被験者は, 姿勢に影響を与える整形外科疾患が無く, 年齢は 19 歳から 23 歳, BMI は 25 以下のリハビリテーション学を専攻する男子大学生 12 名 (年齢 20.8 ± 1.0 歳, 身長 172.5 ± 4.9 cm, 体重 63.5 ± 6.9 kg, BMI 21.4 ± 1.9 kg/m²) を対象とした. 未成年者 1 名に対しては保護者の同意を得て実施した. 実験に先立って, 被験者に研究目的, 実験内容, 倫理的配慮について説明し, 危険性や苦痛を生じた際には自らの意思によっていつでも中止できることを伝え, 書面にて協力の同意を得た. なお, 群馬医療福祉大学研究倫理審査委員会の承認 (承認番号: 18A-11) を得て実施した.

4.2.2 実験環境

実験環境は, 群馬医療福祉大学リハビリテーション学部の動作解析室を使用した. 三次元動作解析には 3D モーションキャプチャシステム (VICON Nexus 2.7.0) を用いた. 赤外線カメラ (7 台) のサンプリング周波数は 100Hz とし, 室内周囲に設置したカメラの中心を被験者の位置とした. 測定モデルには, Plug in Gait Full Body AI (AI はモデル名称である) を使用した.

4.3 撮影条件と計測データの解析

実際の撮影で得られたデータの取扱いについて述べる. 更に, 収集したデータ

の解析方法を説明する。

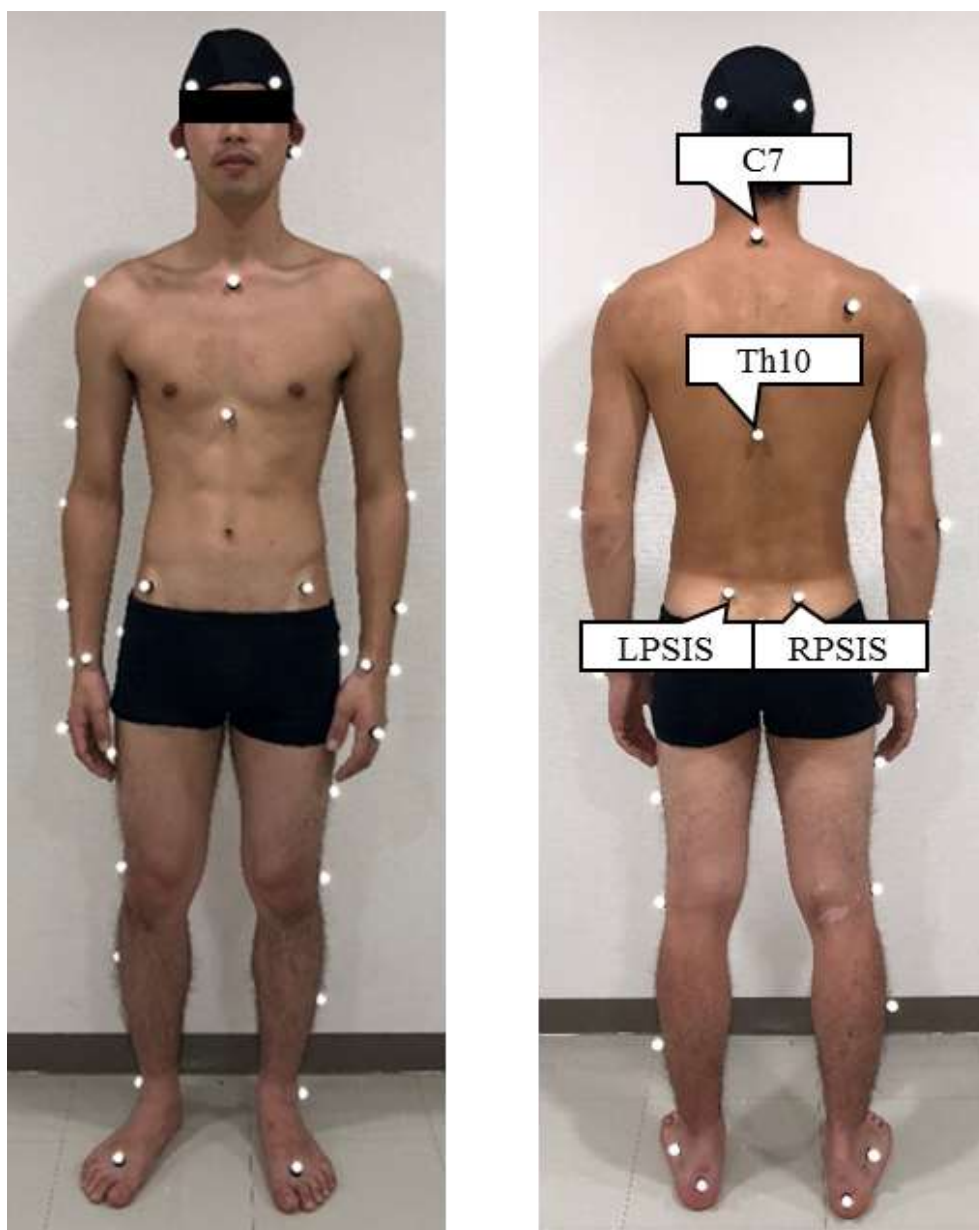
4.3.1 撮影条件

被験者の服装と反射マーカの取り付け位置を図 4.1 に示す。服装はショート丈のスパッツと水泳キャップとした。指定の位置に反射マーカ（直径 14 mm）を 39 個貼付した。また、撮影中に反射マーカが取れないために市販のオプサイトを使い固定性を高めた。指定個所にマーカが貼付されているかについては、2 名の測定者で貼付位置を確認し撮影を開始した。

撮影中の椅座位姿勢は、背もたれのない椅座位であり、その計測環境を図 4.2 に示す。椅座位姿勢の条件は、Cooper[69]によるシーティングの人体測定学を参考に膝関節 90 度、足関節 0 度とした。なお、足底の接地位置は、白線から前方に 10 cm のところに踵を合わせた。左右の踵の位置は両上前腸骨棘間とした。撮影前の注意事項として、立位では足部の位置、椅座位では椅子に接する臀部と足底位置は移動しないように指示した。次に、背もたれを使わない 3 つの椅座位姿勢を図 4.3 に示す。被験者自身が感じている、良い姿勢 A、普段の姿勢 B、悪い姿勢 C に対して、それぞれ 5 秒程度を 1 回計測した。普段から良くとる姿勢を普段の姿勢とした。分析にはバラツキを考慮して計測開始からの 2 秒までのデータを用いた。1 人あたりに要した時間は 90 分程度であった。0～30 分は研究内容の説明と身体を測定環境に慣らした。30～60 分は用意した服に着替え、反射マーカを貼付した。60～90 分は身体情報の入力と各姿勢の撮影を行った。

4.3.2 データ収集

X 座標における各姿勢の特徴を捉えるために用いた指標点は、背部の、第 7 頸椎（C7）、第 10 胸椎（Th10）、右上後腸骨棘（RPSIS）、左上後腸骨棘（LPSIS）の計 4 点である。Z 座標も同様に、背部の C7 と Th10 と RPSIS と LPSIS の 4 点で



正面

背面

図 4.1 反射マーカースの位置と分析で使用する反射マーカース

C7：第 7 頸椎棘突起，Th10：第 10 胸椎棘突起，

RPSIS：右上後腸骨棘，LPSIS：左上後腸骨棘

図 4.1 は，モーションキャプチャの撮影に使用した反射マーカースと分析に使用した反射マーカースを示す．分析には，C7，Th10，RPSIS，LPSIS を用いた．

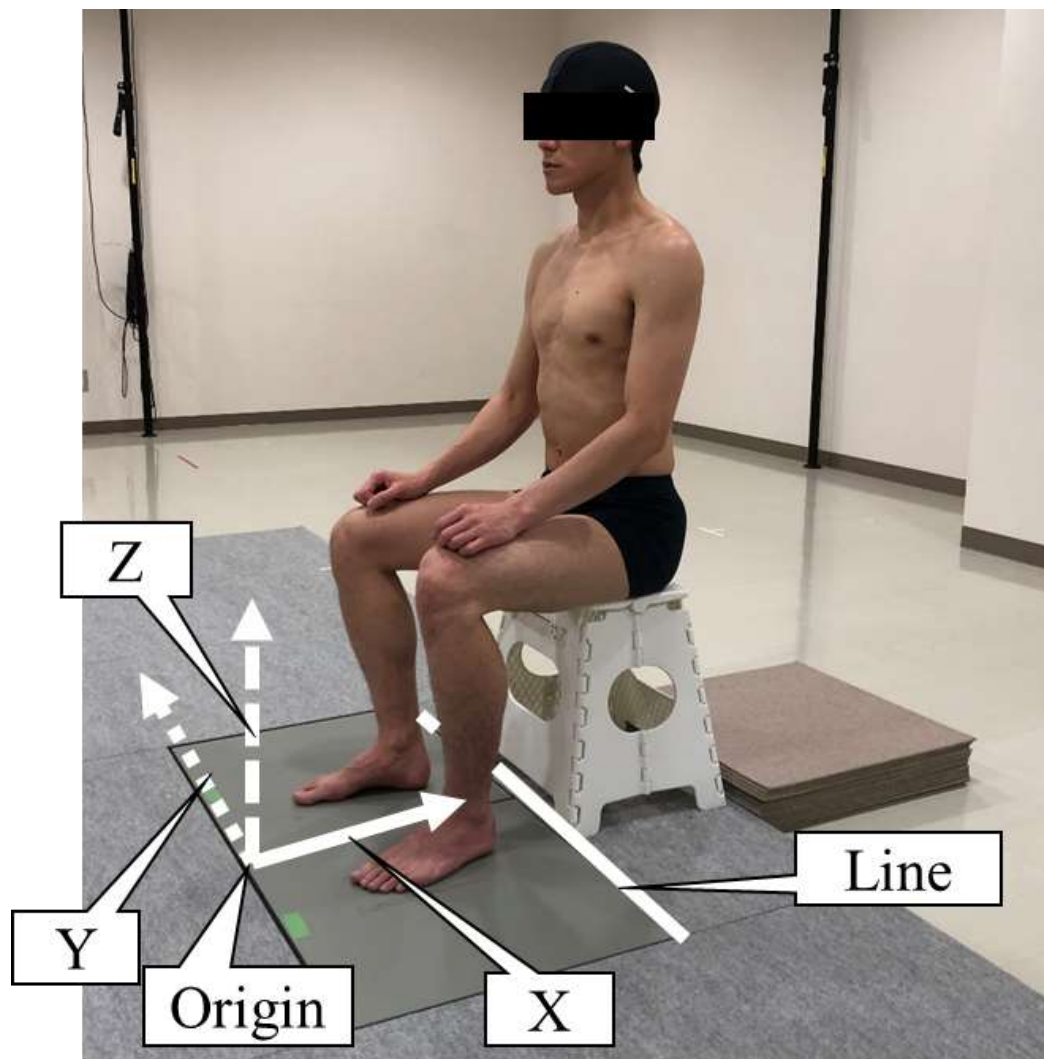


図 4.2 計測環境と座標系

図 4.2 の撮影環境は，群馬医療福祉大学リハビリテーション学部の動作解析室を使用した．撮影終了まで時間を要するため，室温は 25 度に設定した．

7 台の赤外線カメラ用いて，その中央に被験者が来るように配置した．椅子はプラスチック製の物を使用し，被験者の体格に合わせて椅子の下にマットを入れ高さ調整をした．その際，膝関節 90 度，足関節 0 度とした．



良い姿勢 A

普段の姿勢 B

悪い姿勢 C

図 4.3 背もたれを使わない 3 つの椅座位姿勢

図 4.3 は，分析に使用した良い姿勢，普段の姿勢，悪い姿勢を示す．各姿勢について被験者には情報（どの姿勢が悪い姿勢かなど）を与えずに撮影をした．そのため，被験者自身が感じている姿勢で撮影を行った．

ある。データ収集は、図 4.2 の計測座標を用いて、各姿勢から得られたマーカ
の座標値をエクセル上に出力した。

4.3.3 計測データの解析

Harrison[70]らは、胸背部の変位を調べるために、立位姿勢の中央（直立姿勢）
から後方変位（前かがみ姿勢）の中で、胸椎は後弯増大がみられ、中でも Th10 が
最大であったことを報告している。この結果を基に、本研究では Th10 に着目し
た。被験者自身が感じている良い姿勢の座標値を基準に、普段の姿勢までと悪い
姿勢までの Th10 の変位量をそれぞれ求めた。また、Th10 に加え、背部に貼付し
た C7, RPSIS, LPSIS に対しても変位量を求めた。解析において、姿勢分類[71],
[72][73]を用いた先行研究の多くが矢状面から姿勢を判定している。姿勢アライ
メントについて建内[74]は、矢状面から腰椎と胸椎の前後弯および骨盤前後傾の
特徴から 4 つの姿勢に分類[13]されることが一般的としている。このため、姿勢
の変化を捉えるために、矢状面の前後方向（X 方向）と上下方向（Z 方向）に着
目した。X 方向の変位は、前方変位をプラス（+）、後方変位をマイナス（-）と
設定し、変位量を求めた。Z 方向の変位は、上方変位をプラス（+）、下方変位を
マイナス（-）として変位量を求めた。良い姿勢 A を基準に、普段の姿勢 B まで
の変位量（E）は以下の式（1）とした。

$$E=A-B \quad \cdots \cdots \cdots (1)$$

悪い姿勢（C）までの変位量（F）は以下の式（2）とした。

$$F=A-C \quad \cdots \cdots \cdots (2)$$

普段の姿勢の位置を調べるために、悪い姿勢に対する普段の姿勢を変位率（D）

と定義した．X 座標において，良い姿勢から普段の姿勢と，良い姿勢から悪い姿勢で，後方変位が認められた 3 指標点（Th10, RPSIS, LPSIS）に対し変位率を求めた．Z 座標は，良い姿勢から普段の姿勢と，良い姿勢から悪い姿勢で，下方変位が認められた 3 指標点（C7, RPSIS, LPSIS）に対して変位率を求めた．変位率（D）は以下の式（3）とした．

$$D = (E/F) \times 100 \quad \cdots \cdots \cdots (3)$$

3 姿勢の特徴を捉えるため，原点からの座標値を用いて，反復測定による分散分析のノンパラメトリック検定である Friedman 検定を選択した．この結果，有意差が認められた指標点に対して post-hoc 検定として多重比較法の Scheffe 検定を選択した．すべての検定の有意水準は 5%とした．統計ソフトは BellCurve 社製の Excel 統計（Ver. 3.20）を用いた．

4.4 分析結果

3D モーションキャプチャシステムから得られたデータをまとめるとともに，各指標点における 3 姿勢の変位を比較した結果について述べる．

4.4.1 各指標点における変位置量

各指標点における 3 姿勢の変位置量は，前後方向（X 座標）は図 4.4 に示し，上下方向（Z 座標）は図 4.5 に示す．図 4.4 の（E）は，Th10 が $-43.3 \pm 40.0\text{mm}$ であり，他の指標点と比べ最も後方に位置していた．（F）も，Th10 が $-79.6 \pm 33.2\text{mm}$ であり，最も後方であった．また，各指標点にばらつきがみられ個人差もみられた．4 指標点の中で，C7 は唯一前方に変位し，他の指標点とは異なることが示された．次に，図 4.5 の（E）では，Th10 は殆ど変位置量がみられなかった．最も変位して

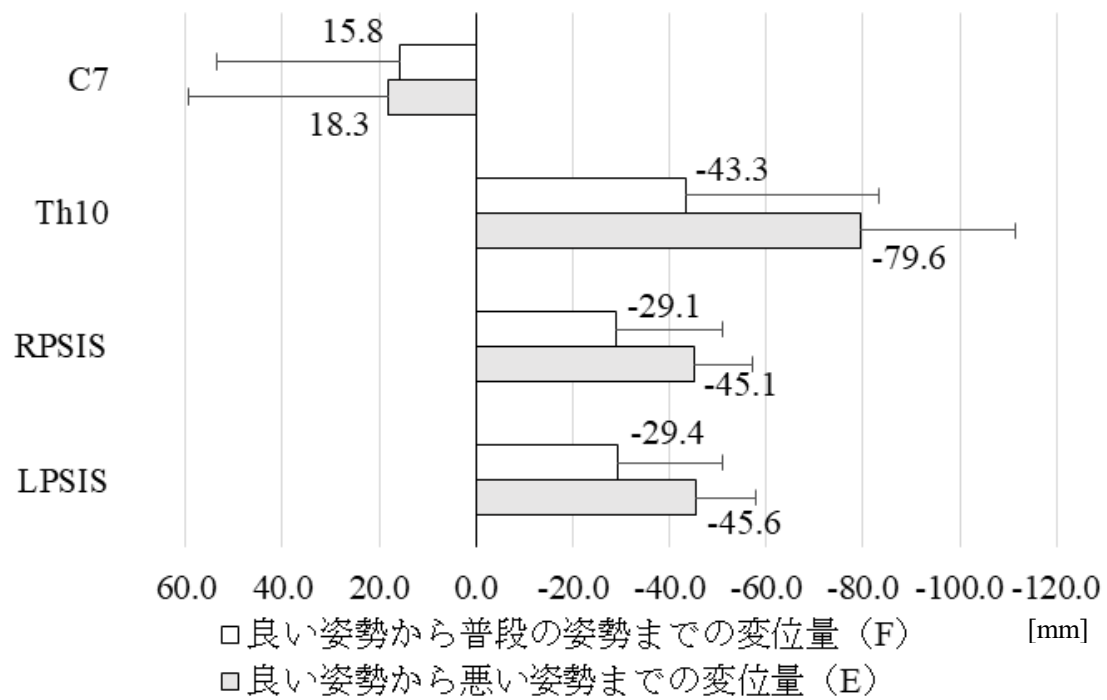


図 4.4 X 座標での変位量

図 4.4 は、X 座標での変位量を示す。良い姿勢を 0 として、普段の姿勢までの変位量を白の棒グラフ、悪い姿勢までの変位量を灰色の棒グラフで示す。プラス値は前方への変位を示し、マイナス値は後方への変位を示す。エラーバーは標準偏差を示す。

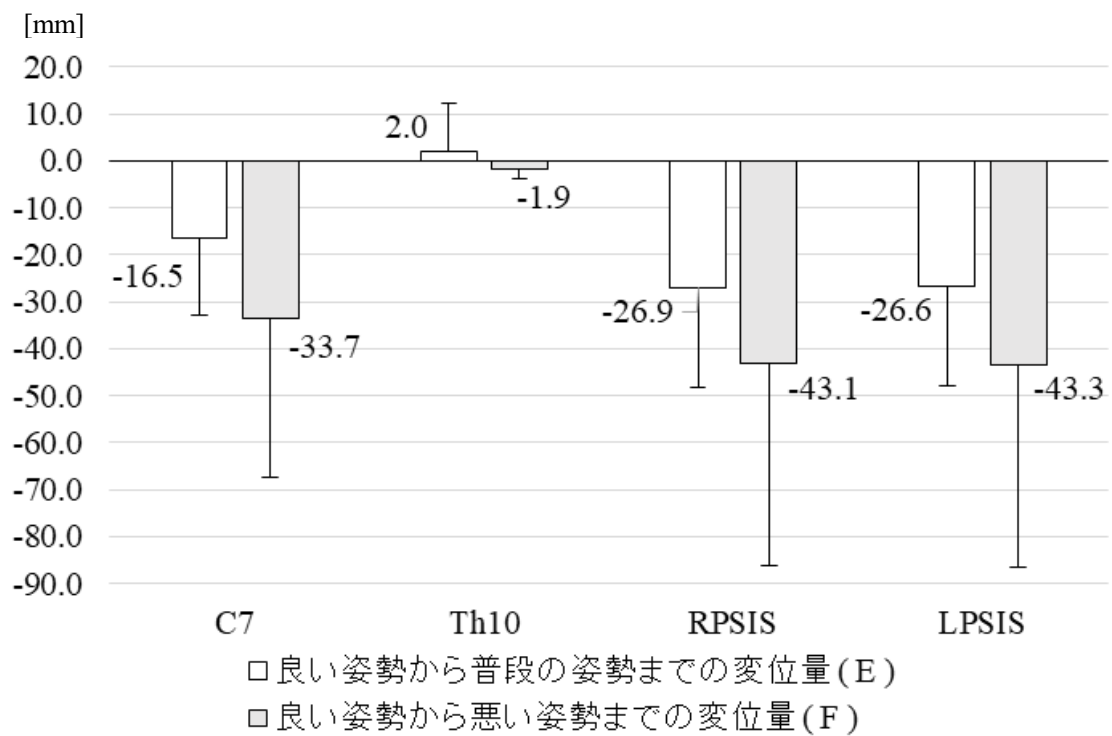


図 4.5 Z 座標での変位量

図 4.5 は、Z 座標での変位量を示す。良い姿勢を 0 として、普段の姿勢までの変位量を白の棒グラフ、悪い姿勢までの変位量を灰色の棒グラフで示す。プラスの値は上方変位を示し、マイナスの値は下方変位を示す。エラーバーは標準偏差を示す。

いたのは RPSIS, LPSIS であった.

4.4.2 悪い姿勢に対する普段の姿勢の変位率

X 座標と Z 座標の変位率を表 4.1 に示す. 普段の姿勢の後方変位率は 3 指標点 (Th10, RPSIS, LPSIS) のの全てで 60%以上であった. 中でも, Th10 は 69.5% であり, 後方への変位率が最も高かった. 次に, 普段の姿勢の下方変位率は, C7 は 48.4%, RPSIS は 65.5%, LPSIS は 64.2%であり, RPSIS と LPSIS は下方への変位率が C7 よりも高かった.

4.4.3 各指標点における反復測定の分散分析

各指標点の Friedman 検定の結果を表 4.2 に示す. X 座標において, 3 姿勢間に有意差 ($p<0.01$) が認められたのは, Th10, RPSIS, LPSIS であった. C7 に関しては有意差が認められなかった. Z 座標の 3 姿勢間に有意差 ($p<0.01$) が認められたのは, C7, RPSIS, LPSIS であった. Th10 に関しては有意差が認められなかった.

4.4.4 姿勢の組み合わせによる分析

3 姿勢の中でどの組み合わせに差があるかを調べるために, post-hoc 検定として多重比較法の Scheffe 検定を行った. その結果を表 4.3 に示す. X 座標において, Th10, RPSIS, LPSIS に, 普段の姿勢と良い姿勢の組み合わせで有意差 ($p<0.05$) が認められたが, 普段の姿勢と悪い姿勢の組み合わせでは有意差が認められなかった. 良い姿勢と悪い姿勢の組み合わせで有意差 ($p<0.01$) が認められた. 次に, Z 座標では, RPSIS, LPSIS に, 普段の姿勢と良い姿勢の組み合わせに有意差 ($p<0.05$) が認められたが, 普段の姿勢と悪い姿勢の組み合わせには有意差が認

表 4.1 悪い姿勢に対する普段の姿勢の後方の変位率と下方の変位率(%)

指標点	後方への変位率	指標点	下方への変位率
Th10	69.5	C7	48.4
RPSIS	63.8	RPSIS	65.5
LPSIS	63.8	LPSIS	64.2

表 4.2 各指標点での 3 つの姿勢の比較

指標点と各座標	X座標	Z座標
	p 値	p 値
C7	0.26	<0.01*
Th10	<0.01*	0.56
RPSIS	<0.01*	<0.01*
LPSIS	<0.01*	<0.01*

*: $p < 0.01$

反復測定による分散分析 (Friedman 検定)

表 4.3 各指標点での 3 つの姿勢の組み合わせ比較

指標点と各座標	姿勢の組み合わせ		X座標	Z座標
			p 値	p 値
C7	普段	良い		0.26
		悪い		0.08
	良い	悪い		<0.01**
Th10	普段	良い	<0.05*	
		悪い	0.47	
	良い	悪い	<0.01**	
RPSIS	普段	良い	<0.05*	<0.05*
		悪い	0.36	0.36
	良い	悪い	<0.01**	<0.01**
LPSIS	普段	良い	<0.05*	<0.05*
		悪い	0.36	0.36
	良い	悪い	<0.01**	<0.01**

*: $p<0.05$, **: $p<0.01$

多重比較法による組み合わせ比較 (Scheffe 検定)

められなかった． C7, RPSIS, LPSIS は、良い姿勢と悪い姿勢の組み合わせで有意差 ($p<0.01$) が認められた．

4.5 考察

本章では、椅座位姿勢の認識を把握するために、良い姿勢から悪い姿勢までと、普段の姿勢位置について定量的な計測と分析を行った． Th10 に着目した結果、得られた特徴について以下に考察する．

4.5.1 良い姿勢から悪い姿勢までの変位量

X 座標の良い姿勢から悪い姿勢までで、Th10 は C7, RPSIS, LPSIS よりも変位量は大きいことがわかった． 各部位の特徴として、C7 は前方に変位し、Th10 および RPSIS と LPSIS は後方に変位していた． 胸椎の変位量について Harrison ら [70]は、直立した姿勢から背中を丸めた姿勢の中で、第 12 胸椎 (Th12) の変位量について示している． 第 12 胸椎の変位量は、骨盤の後傾運動に伴い、後方に約 73mm 変位していたことを報告している． 本研究においても、Th10 は後方に約 80mm 変位し、骨盤は後方に約 45mm 変位していた． 悪い姿勢にかけて Th10 は後方に変位していることが明らかとなった． 次に、Z 座標の Th10 は、変位量が殆どみられず特徴を捉えることは難しかった． これらのことから、X 座標の前後方向を用いることで変位量を把握しやすいことがわかった．

4.5.2 悪い姿勢に対する普段の姿勢の変位率

Th10 の悪い姿勢に対する普段の姿勢の変位率は 69.5%であった． 他の指標点と比べても最も変位率が高いことがわかった． 良い姿勢から悪い姿勢までの筋活動について、O'Sullivan ら [8]は、筋活動の消失がみられるのは、直立した良い姿勢

から前かがみになる悪い姿勢の間で発生していることを報告している．同様に，Claus ら[75]も，椅座位姿勢の違いによる体幹の筋活動の変化について，前かがみになる悪い姿勢の筋活動は直立した良い姿勢よりも小さい傾向であったことを報告している．姿勢変化の解析方法は異なるものの，先行研究と同様に，悪い姿勢であったことを考慮すると，筋活動が殆ど使われないまたは消失した姿勢である可能性が示唆された．Th10 の変位率を用いて普段の姿勢位置を把握することは，姿勢改善に向けた意識付けの 1 つとして使用できる可能性が考えられた．

4.5.3 Th10 の 3 姿勢の組み合わせによる比較

多重比較法の Scheffe 検定の結果から，普段の姿勢と悪い姿勢には差が認められず，普段の姿勢と良い姿勢には差が認められ，普段の姿勢は悪い姿勢に関係していることがわかった．竹井[76]は，頭部が前方，胸椎が後弯した椅座位姿勢の習慣化について，この姿勢は本人にとっては安定した楽な姿勢と思いがちだが，これは決して良い姿勢とはいえないと指摘している．本研究の被験者も，悪い姿勢にかけて C7 が前方に変位し，Th10 が後方に変位した姿勢であったため，悪い姿勢を楽な姿勢と認識していた可能性はある．楽な姿勢を誤って認識していた場合，身体に与える影響が大きいことが推測され，姿勢改善に向けた指導が必要と考えられた．知識と嗜好に関する調査で，徳竹ら[77]は，腰痛の発生機序について一定の知見を有する学生のリュックサックの使用方法和腰痛について，負担のかかる姿勢を理解していながらも楽な姿勢を選択している傾向があることを報告している．これらのことから，悪い姿勢が身体に与える影響について知識があるにもかかわらず，悪い姿勢を選択していたため，知識を深めるだけでは予防と実践に限界があることが示唆された．本研究の被験者は，90 分の講義を数コマ受講しているため，日常的に椅座位姿勢を取ることが多い．良い姿勢をどの程度保持できるかについて，Claus ら[78]は，10 分間のコンピューターでの作業後の姿勢は，体幹直立位をとっているときの姿勢とは異なり，胸腰椎移行部および腰椎

が後弯し、体幹が前傾した姿勢、すなわち前かがみ姿勢に近い姿勢となると報告している。よって、体幹が直立した椅座位を長い時間保持することは難しい。そのため、今後は姿勢認識に加えて、姿勢が崩れないようにするための姿勢フィードバックや同じ姿勢を保持することができる補助具などについても注目していきたい。

4.6 結言

本章では、大学生の椅座位での普段の姿勢が良い姿勢または悪い姿勢のどちらに関係しているかを相互に比較した。得られた結果は以下の通りである。

- (1) 前後方向変位について、良い姿勢を基準に悪い姿勢までの変位量と、普段の姿勢までの変位量をそれぞれ算出した。Th10, RPSIS, LPSIS は、後方変位がみられ、C7 は前方変位がみられた。後方へ最も変位がみられたのは、Th10 の悪い姿勢までの変位量であった。
- (2) 悪い姿勢に対する普段の姿勢の変位率は、前後方向において、Th10 は 69.5% であった。Th10 は最も後方であることが示された。
- (3) 多重比較検定の結果から、Th10 で有意差が認められた組み合わせは、普段の姿勢と良い姿勢、良い姿勢と悪い姿勢であった。普段の姿勢と悪い姿勢には有意差が認められず、普段の姿勢は悪い姿勢と関係していることがわかった。

本研究では、Th10 について分析した結果、被験者自身が感じている姿勢を定量化することによって、普段の姿勢が悪い姿勢に関係した姿勢であることを示すことができた。今後の展望として、普段の姿勢の特徴について、若年者の姿勢教育を図るうえでの基礎資料として活用していきたい。また、今回の結果を検証するための研究を継続することで効果的に姿勢改善が得られることと、身体に影響が少ない機器を用いて姿勢を保持できるシステムを構築する必要性が示唆された。

第5章 モーションキャプチャを用いた

理学療法士の姿勢認識の定量化

大学生に対してモーションキャプチャを用いた椅座位姿勢の認識を定量化した結果、他の指標点と比較しても Th10 の変位量が最も大きいことが示された。また、Th10 の普段の姿勢位置は、悪い姿勢に関係していることがわかった。この結果を基にして、姿勢についての知識と治療経験のある理学療法士の普段の姿勢が、良い姿勢または悪い姿勢と関係しているのかモーションキャプチャを用いて定量化を行った。得られた結果を分析し、理学療法士の姿勢認識の特徴について以下に述べる。

5.1 緒言

第3章の結果から、大学生と理学療法士の多くが悪い姿勢認識であり、似た傾向が示された。そこで、第4章では、大学生の普段の姿勢が良い姿勢または悪い姿勢のどちらに関係しているかを調べるために、椅座位姿勢を定量的に評価した。背中の曲がり具合について、Th10 の指標点を用いて分析した結果、大学生の普段の姿勢は悪い姿勢と関係していることがわかった。2000 年の全国規模の調査で、過去2年以内で業務に支障をきたすほどの筋骨格系職業性傷害を経験した理学療法士は 42%であり、中でも腰痛が 69%と最も多くなっている[61]。このような背景も重なり、日本理学療法士協会[62]は「2020 職場における腰痛予防宣言！」を行い、腰痛予防のための自己管理方法や体操など行っている。この様に、理学療法士の多くは、姿勢や動作について十分な知識を持っているが、筋骨格系職業性傷害を経験した理学療法士の発生件数は高率であるため、新たな観点から課題を

提示することが必要であると考えられた。

そこで、姿勢について知識と姿勢の指導経験のある理学療法士に対して、大学生で撮影したものと同様の方法を用いて3姿勢を定量的に評価し、普段の姿勢が良い姿勢または悪い姿勢のどちらに関係しているかを相互に比較し、姿勢認識と姿勢改善に向けた有益な知見を得ることを目的とした。

5.2 被験者概要と実験環境

本章で対象となる理学療法士の被験者概要と計測を行った実験環境について以下に述べる。

5.2.1 被験者概要

本実験の被験者は、理学療法士として臨床経験を2年以上有する理学療法士であり、椅座位姿勢に影響を与える整形外科疾患が無く、年齢は20代、BMIは25以下の12名（年齢 25.8 ± 1.4 歳、身長 175.4 ± 5.2 cm、体重 67.0 ± 8.0 kg、BMI 21.8 ± 2.2 kg/m²、経験年 3.5 ± 1.4 年）の男性を対象とした。実験に先立って、被験者に研究目的、実験内容、倫理的配慮について説明し、危険性や苦痛を生じた際には自らの意思によっていつでも中止できることを伝え、書面にて協力の同意を得た。なお、群馬医療福祉大学研究倫理審査委員会の承認（承認番号：18A-22）を得て実施した。

5.2.2 実験環境

測定は、群馬医療福祉大学リハビリテーション学部の動作解析室を使用した。三次元動作解析には3D モーションキャプチャシステム（VICON Nexus 2.7.0）を用いた。赤外線カメラを7台用いてサンプリング周波数は100Hzとした。室内周

囲に設置したカメラの中心を被験者位置とした．測定モデルには、Plug in Gait Full Body AI（AI はモデル名称である）を使用した．

5.3 撮影条件と計測データの解析

実際の撮影で得られたデータの取扱いについて述べる．更に、収集データの解析方法についても説明する．

5.3.1 撮影条件

被験者の服装と反射マーカの取り付け位置を図 5.1 に示す．服装はショート丈のスパッツと水泳キャップとした．指定の位置に反射マーカ（直径 14mm）を 39 個貼付した．また、撮影中に反射マーカが取れないために市販のオプサイトを使い固定性を高めた．指定個所にマーカが貼付されているかについては、2 名の測定者で貼付位置を確認し、撮影を開始した．次に、背もたれのない椅座位姿勢の計測環境を図 5.2 に示す．椅座位姿勢の条件は、Cooper[69]によるシーティングの人体測定学を参考に膝関節 90 度、足関節 0 度とした．なお、足底の接地位置は、白線から前方に 10cm のところに踵を合わせた．左右の踵の位置は両上前腸骨棘間とした．撮影前の注意事項として、椅子に接する臀部と足底位置は移動しないように指示した．次に、3 つの椅座位姿勢を図 5.3 に示す．被験者自身が感じている、良い姿勢、普段の姿勢、悪い姿勢に対して、それぞれ 5 秒程度を 1 回計測した．普段から良くとる姿勢を普段の姿勢とした．分析にはバラツキを考慮して計測開始からの 2 秒までのデータを用いた．1 人あたりに要した時間は 60 分程度であった．0～20 分は研究内容の説明と身体を測定環境に慣らした．20～40 分は用意した服に着替え、反射マーカを貼付した．40～60 分は身体情報の入力と各姿勢の撮影を行った．

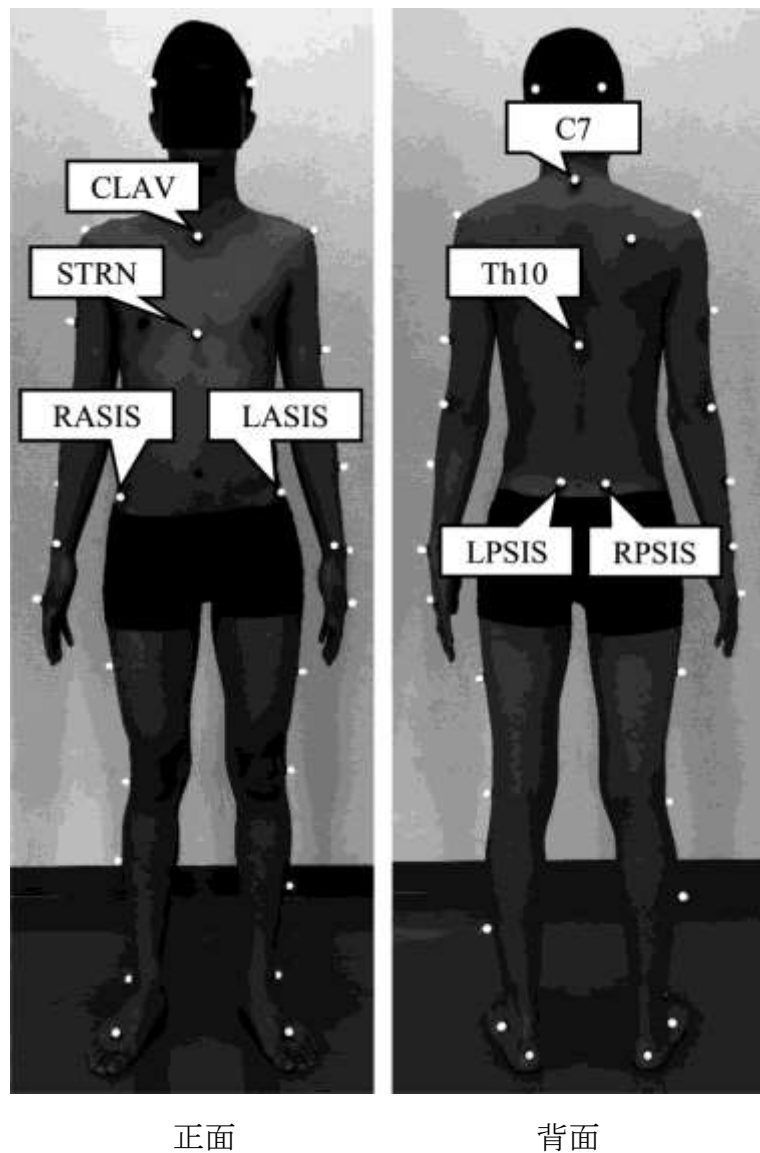


図 5.1 反射マーカースの位置と分析で使用する反射マーカース

CLAV : 胸骨柄, STRN : 剣状突起,
 RASIS : 右上前腸骨棘, LASIS : 左上前腸骨棘,
 C7 : 第 7 頸椎棘突起, Th10 : 第 10 胸椎棘突起,
 RPSIS : 右上後腸骨棘, LPSIS : 左上後腸骨棘

図 5.1 は、モーションキャプチャの撮影に使用した反射マーカースと分析に使用した反射マーカースを示す。分析には、腹部は、CLAV, STRN, RASIS, LASIS とし、背部は、C7, Th10, RPSIS, LPSIS を用いた。

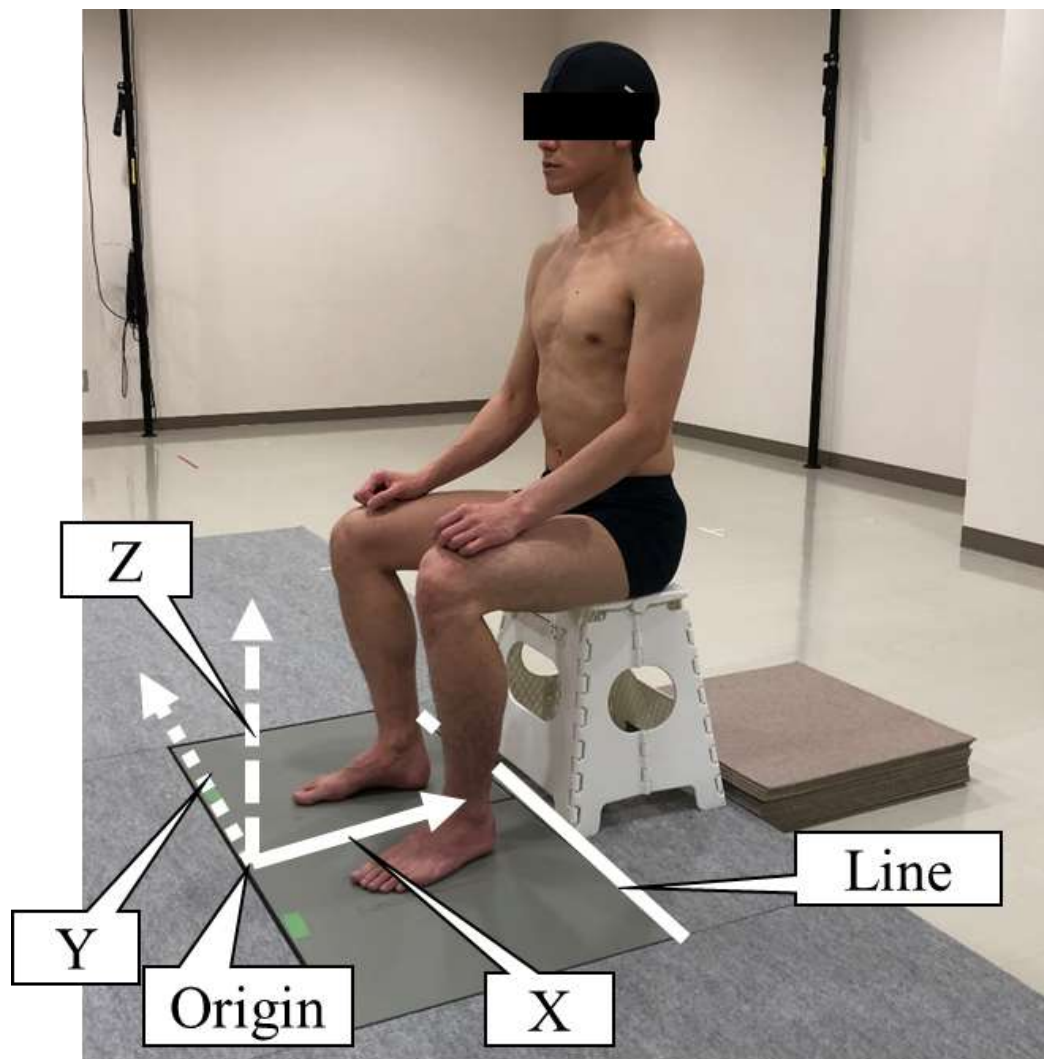


図 5.2 計測環境と座標系

図 5.2 の撮影環境は、群馬医療福祉大学リハビリテーション学部の動作解析室を使用した。撮影終了まで時間を要するため、室温は 25 度に設定した。7 台の赤外線カメラを用いて、その中央に被験者が来るように配置した。椅子はプラスチック製の物を使用し、被験者の体格に合わせて椅子の下にマットを入れ高さ調整をした。その際、膝関節 90 度、足関節 0 度とした。

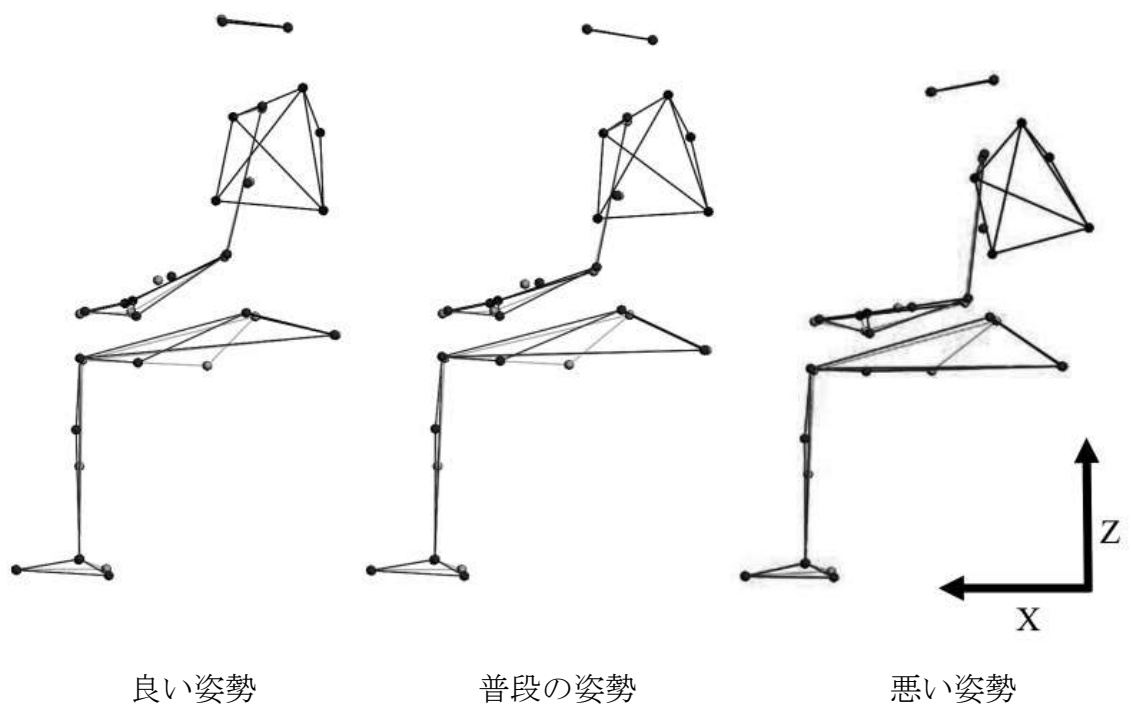


図 5.3 矢状面からみた 3 種類の椅座位姿勢

図 5.3 は、撮影に用いた 3 姿勢をスティックピクチャで示す. 左から良い姿勢, 普段の姿勢, 悪い姿勢である.

5.3.2 データ収集

各姿勢の特徴を捉えるために用いた指標点は、背部の、第7頸椎（C7）、第10胸椎（Th10）、右の上後腸骨棘（RPSIS）、左の上後腸骨棘（LPSIS）と、腹部の胸骨柄（CLAV）、剣状突起（STRN）、右の上前腸骨棘（RASIS）、左の上前腸骨棘（LASIS）の計8点である。データ収集は、図5.2の計測座標を用いて、各姿勢から得られたマーカーの座標値をエクセル上に出力した。

5.3.3 計測データの解析

第4章の計測データの解析と同様に Th10 に着目した。また、相対する STRN も分析対象に加えた。被験者自身が感じている良い姿勢の座標値を基準に、普段の姿勢までと悪い姿勢までの Th10 と STRN の変位量をそれぞれ求めた。また、Th10 と STRN に加え、背部に貼付した C7, RPSIS, LPSIS, 腹部に貼付した CLAV, RASIS, LASIS に対しても変位量を求めた。解析において、姿勢分類[71], [72], [73]を用いた先行研究の多くが矢状面から姿勢を判定している。姿勢アライメントについて建内[74]は、矢状面から腰椎と胸椎の前後弯および骨盤前後傾の特徴から4つの姿勢に分類[13]されることが一般的としている。このため、姿勢の変化を捉えるために、矢状面の前後方向（X方向）と上下方向（Z方向）に着目した。X方向の変位は、前方変位をプラス（+）、後方変位をマイナス（-）と設定し、変位量を求めた。Z方向の変位は、上方変位をプラス（+）、下方変位をマイナス（-）として変位量を求めた。良い姿勢（A）を基準に、普段の姿勢（B）までの変位量（E）は以下の式（1）とした。

$$E=A-B \quad \cdots \cdots (1)$$

悪い姿勢（C）までの変位量（F）は以下の式（2）とした。

$$F=A-C \quad \cdots \cdots \cdots (2)$$

普段の姿勢の位置を調べるために、悪い姿勢に対する普段の姿勢を変位率（D）と定義した．X 座標において，良い姿勢から普段の姿勢と，良い姿勢から悪い姿勢で，後方変位が認められた 8 指標点（CLAV, STRN, RASIS, LASIS, C7, Th10, RPSIS, LPSIS）に対し変位率を求めた．Z 座標は，良い姿勢から普段の姿勢と，良い姿勢から悪い姿勢で，下方変位が認められた 7 指標点（CLAV, STRN, RASIS, C7, Th10, RPSIS, LPSIS）に対して変位率を求めた．変位率（D）は以下の式（3）とした．

$$D= (E/F) \times 100 \quad \cdots \cdots \cdots (3)$$

3 姿勢の特徴を捉えるため，原点からの座標値を用いて，反復測定による分散分析のノンパラメトリック検定である Friedman 検定を選択した．この結果，有意差が認められた指標点に対して post-hoc 検定として多重比較法の Scheffe 検定を選択した．すべての検定の有意水準は 5%とした．統計ソフトは BellCurve 社製の Excel 統計（Ver. 3.20）を用いた．

5.4 分析結果

3D モーションキャプチャシステムから得られたデータをまとめるとともに，各指標点における 3 姿勢の変位を比較した結果について述べる．

5.4.1 各指標点における変位置量

良い姿勢から悪い姿勢までと良い姿勢から普段の姿勢までの変位置量を図 5.4 と

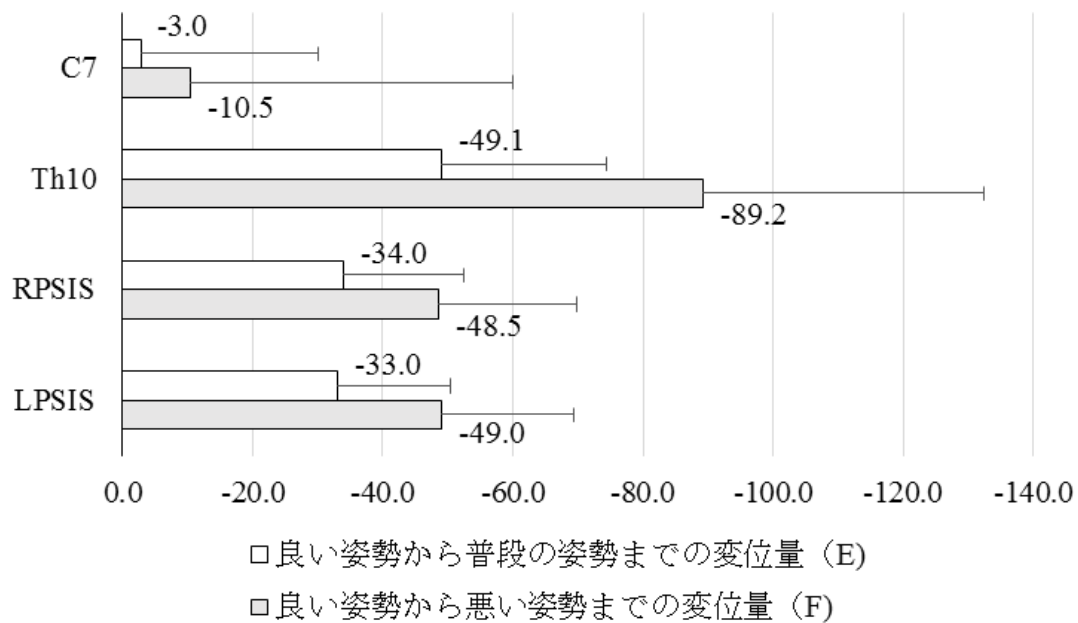


図 5.4 X 座標での変位量

図 5.4 は、X 座標での変位量を示す。良い姿勢を 0 として、普段の姿勢までの変位量を白の棒グラフ、悪い姿勢までの変位量を灰色の棒グラフで示す。プラス値は前方への変位を示し、マイナス値は後方への変位を示している。エラーバーは標準偏差を示す。

図 5.5, 表 5.1 に示す. 表 5.1 より, 前後方向では, 腹側の STRN は $-88.3 \pm 49.5\text{mm}$, 背側の Th10 は $-89.2 \pm 43.1\text{mm}$ であり, 他の指標点よりも大きな変位量であることがわかった. 背側の Th10 の普段の姿勢は, 良い姿勢から後方に $-49.1 \pm 25.3\text{mm}$ に変位していた. 平均値でみると他の全ての指標点も後方に変位していた. また, 12 名の中には, プラス方向への変位量が示され個人差もみられた. 次に, 上下方向において, 腹側 CLAV が $-76.4 \pm 29.3\text{mm}$ で最大であった. 次に STRN が $-73.4 \pm 28.6\text{mm}$ が続いた. 背側では, RPSIS が $-51.2 \pm 23.1\text{mm}$, LPSIS が $-50.9 \pm 22.8\text{mm}$ であり, 最も変位していることがわかった. 上下方向においては, 全ての指標点で下方への変位が認められた. Th10 は前後方向では, 大きく後方にずれていたが, 上下方向は若干の変位であった.

5.4.2 悪い姿勢に対する普段の姿勢の変位率

X 座標の変位率の結果を表 5.2 に示す. 後方への変位がみられた指標点に対して変位率を求めた. 腹側は CLAV, STRN, RASIS, LASIS, 背側は C7, Th10, RPSIS, LPSIS である. 着目した Th10 は 55.1%であった. 相対する STRN は 54.2% であり, Th10 と殆ど同じであることがわかった. 骨盤では, 腹側の ASIS よりも背側の PSIS の方が後方に位置していることがわかった. 次に, Z 座標は, 下方への変位がみられた指標点に対して変位率を求めた. 腹側は CLAV, STRN, RASIS である. 背側は, C7, Th10, RPSIS, LPSIS である. 着目した Th10 は 41.0%であった. 相対する STRN は 58.3%であり, 腹側で変位率が高いことがわかった.

5.4.3 各指標点における反復測定の分散分析

原点を基準とした X 座標値と Z 座標値を用いて, 繰り返し測定による分散分析を行った. 表 5.3 は, Friedman 検定の結果を示す. X 座標は, STRN, RASIS, LASIS, Th10, RPSIS, LPSIS の間に有意差 ($p < 0.01$) を認められた. Z 座標では,

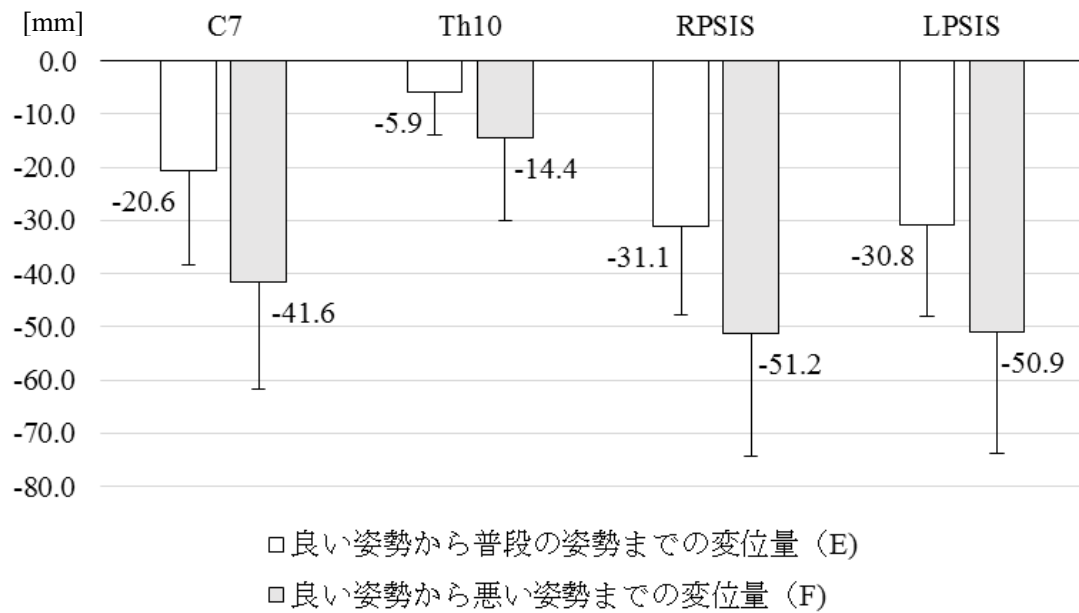


図 5.5 Z 座標での変位量

図 5.5 は，良い姿勢を 0 として，普段の姿勢までの変位量を白の棒グラフ，悪い姿勢までの変位量を灰色の棒グラフで示す．プラスの値は上方変位を示し，マイナスの値は下方変位を示す．エラーバーは標準偏差を示す．

表 5.1 X 座標および Z 座標の変位量と普段の姿勢位置

指標点 座標値	範囲	腹側				背側			
		CLAV	STRN	RASIS	LASIS	C7	Th10	RPSIS	LPSIS
X座標	良い-悪い	-34.0 ± 48.7	-88.3 ± 49.5	-59.7 ± 28.4	-62.2 ± 28.6	-10.5 ± 49.4	-89.2 ± 43.1	-48.5 ± 21.3	-49.0 ± 20.4
	良い-普段	-15.9 ± 26.6	-47.8 ± 29.9	-38.1 ± 20.9	-38.2 ± 21.1	-3.0 ± 27.0	-49.1 ± 25.3	-34.0 ± 18.5	-33.0 ± 17.4
Z座標	良い-悪い	-76.4 ± 29.3	-73.4 ± 28.6	-1.3 ± 4.6	0.6 ± 4.9	-41.6 ± 20.2	-14.4 ± 15.7	-51.2 ± 23.1	-50.9 ± 22.8
	良い-普段	-40.7 ± 21.7	-42.8 ± 21.3	-0.7 ± 2.8	1.0 ± 2.1	-20.6 ± 17.8	-5.9 ± 7.9	-31.1 ± 16.6	-30.8 ± 17.1

良い-悪い：良い姿勢から悪い姿勢への変位量を示す。

良い-普段：良い姿勢から普段の姿勢への変位量を示す。

表 5.1 は、各指標点の前後および上下方向の変位量を示す。X 座標の良い姿勢から悪い姿勢にかけて、腹側で最も変位がみられた指標点は STRN である。良い姿勢から普段の姿勢で最も変位がみられた指標点も同様である。背側では Th10 が最も変位が見られた。STRN に相対する指標点は Th10 である。Z 座標の良い姿勢から悪い姿勢にかけて、腹側で最も変位がみられた指標点は CLAV と STRN であった。良い姿勢から普段の姿勢も同様であった。RASIS と LASIS は殆ど変化が見られなかった。背側では、RPSIS と LPSIS が最も変位がみられた。

表 5.2 悪い姿勢に対する普段の姿勢の後方の変位率と下方の変位率(%)

指標点	後方への変位率	下方への変位率	指標点	後方への変位率	下方への変位率
CLAV	46	53.3	C7	29.1	49.5
STRN	54.2	58.3	Th10	55.1	41.0
RASIS	63.8	53.8	RPSIS	70	60.7
LASIS	61.3		LPSIS	67.3	60.5

LASIS の下方への変位率は，下方への変位がみられなかったため，変位率を求めている。

表 5.3 各指標点での 3 つの姿勢の比較

腹側 指標点	X座標	Z座標	背側 指標点	X座標	Z座標
	<i>p</i> 値	<i>p</i> 値		<i>p</i> 値	<i>p</i> 値
CLAV	0.13	<0.01**	C7	0.47	<0.01**
STRN	<0.01**	<0.01**	Th10	<0.01**	<0.05*
RASIS	<0.01**	0.78	RPSIS	<0.01**	<0.01**
LASIS	<0.01**	0.56	LPSIS	<0.01**	<0.01**

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, 反復測定による分散分析 (Friedman 検定)

表 5.3 は, 各指標点の 3 姿勢の分析結果を示す. X 座標においては, 腹側の CLAV と背側の C7 で有意差が認められなかった. Z 座標においては, 腹側は, RASIS と LASIS で有意差が認められなかった.

CLAV, STRN, C7, RPSIS, LPSIS の間に有意差 ($p<0.01$) が認められた. 着目していた Th10 にも有意差 ($p<0.05$) が認められた. これは, 3 姿勢の Z 座標値に差があったことを示し, Th10 は各座標値で有意差が認められた.

5.4.4 姿勢の組み合わせによる分析

次に, 表 5.4 に多重比較法の結果を示す. Scheffe 検定の結果として, Th10 の X 座標では, すべての組み合わせで有意差 ($p<0.01$ または $p<0.05$) が認められた. Th10 の Z 座標では, 良い姿勢と悪い姿勢の間に有意差 ($p<0.05$) が認められたが, 他の組み合わせ ($p>0.05$) では差が認められなかった.

5.5 考察

理学療法士の姿勢認識についてモーションキャプチャを用いて良い姿勢, 悪い姿勢, 普段の姿勢の定量化を行った. 結果を踏まえて, 理学療法士の姿勢認識の特徴を以下に述べる.

5.5.1 良い姿勢から悪い姿勢までの変位量

第 3 章で述べたアンケート調査の結果, 姿勢が悪いと背中の中の曲がり具合が最も影響を受けていた. そのため, 背部に貼付した Th10 の変位量について調べた. 指標点として用いた, CLAV, STRN, C7, Th10, ASIS, および RPSIS, LPSIS の指標点の中で Th10 は良い姿勢から悪い姿勢にかけて最も後方へ変位していた. 姿勢認識のアンケート調査と運動分析の両方の結果から, Th10 の変位量は普段の姿勢を把握するために最も重要であることが示唆された.

表 5.4 各指標点での 3 つの姿勢の組み合わせの比較

腹側の 指標点	姿勢の 組み合わせ	X座標		Z座標	背側の 指標点	姿勢の 組み合わせ	X座標		Z座標
		P値		P値			P値		P値
CLAV	普段	良い		0.12	C7	普段	良い		<0.05*
		悪い		<0.05*			悪い		0.13
	良い	悪い		<0.01**		良い	悪い		<0.01**
STRN	普段	良い	0.13	0.13	Th10	普段	良い	<0.05*	0.26
		悪い	<0.05*	<0.05*			悪い	<0.05*	0.59
	良い	悪い	<0.01**	<0.01**		良い	悪い	<0.01**	<0.05*
RASIS	普段	良い	<0.05*		RPSIS	普段	良い	<0.05*	<0.05*
		悪い	<0.05*				悪い	<0.05*	<0.05*
	良い	悪い	<0.01**			良い	悪い	<0.01**	<0.01**
LASIS	普段	良い	<0.05*		LPSIS	普段	良い	<0.05*	<0.05*
		悪い	<0.05*				悪い	<0.05*	<0.05*
	良い	悪い	<0.01**			良い	悪い	<0.01**	<0.01**

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, 多重比較法によるペア比較 (Scheffe 検定)

表 5.4 の Scheffe 検定は, Friedman 検定で主な効果が認められた指標点に対して実施した.

5.5.2 Th10 の 3 姿勢の組み合わせによる比較

Th10 の指標点における前後方向の 3 姿勢による比較では、組み合わせ解析の結果から、すべての組み合わせで有意差が見られた。そのため、普段の姿勢は、良い姿勢と悪い姿勢の両方に関連を示さなかった。理学療法士は正しい姿勢を知っているが、良い姿勢を長く保つと疲労感が生じるため、疲労の少ない姿勢（いわゆる安楽姿勢）を選択していることが推察された。ただし、姿勢が悪いと（胸郭後弯症、腰椎後弯症、または骨盤傾斜で前かがみ姿勢[57]）、良い姿勢（体幹が直立した姿勢）と比べて筋肉の活動が低下し、椎間板の内圧が高まる姿勢であることが考えられた[79]。徳竹ら[77]は、腰痛のメカニズムについてある程度の知識があり、バックパックの使用による身体への負担の違いを理解している大学生を対象に、バックパックの使用（知識と好み）について調査をした。その結果、姿勢について知識があるにも関わらず、彼らの殆どがバックパックの使用において好みを優先していたと報告している。腰痛の予防を目的とした健康教育には、予防の知識だけでは改善が難しいことが推測される。そのため、実践に繋げるための新たな視点が必要であることが示唆された。

5.6 結言

本章では、理学療法士の椅座位での普段の姿勢が良い姿勢または悪い姿勢のどちらに関係しているかを相互に比較した。得られた結果は以下の通りである。

- (1) 前後方向変位について、良い姿勢を基準に悪い姿勢までの変位量と、普段の姿勢までの変位量をそれぞれ算出した。C7, Th10, RPSIS, LPSIS は、後方変位がみられ、後方へ最も変位がみられたのは、Th10 の悪い姿勢までの変位量であった。
- (2) 悪い姿勢に対する普段の姿勢の変位率は、前後方向において、Th10 は 55.1% であった。

(3) 多重比較検定の結果から，Th10 で有意差が認められた組み合わせは，普段の姿勢と良い姿勢，普段の姿勢と悪い姿勢，良い姿勢と悪い姿勢であった．普段の姿勢は良い姿勢と悪い姿勢に関係していないことがわかった．

姿勢が良くない理由を明らかにするためには，さらなる研究が必要である．被験者の姿勢認識に関する調査結果から，計測機器を用いた定量的な姿勢分析によって姿勢の特徴を捉えることができた．特に，Z 軸の変位量からは姿勢判定は困難であるが，X 軸上の Th10 の変位量に基づいて，良い姿勢から悪い姿勢への変位量と良い姿勢から普段の姿勢までの変位量を示すことができた．また，3 つの姿勢を比較することで普段の姿勢との関係性が示された．

第 6 章 姿勢改善に向けた方法

姿勢に関する基礎調査の結果とモーションキャプチャによる姿勢の定量化によって、姿勢認識は悪く猫背の姿勢であることがわかった。また、理学療法士のアンケート結果から、姿勢の改善意識について高いことがわかった。これを踏まえ、本章では、悪い姿勢認識の改善に向けた取り組みについて提案する。

6.1 緒言

自分自身の姿勢をどのように認識しているかについての調査結果から、大学生と理学療法士の姿勢の認識は悪く、その姿勢は猫背の姿勢であった。大学生では胸背部の曲がり具合が影響していることがわかった。実際の姿勢を定量的に評価するためにモーションキャプチャを用いて普段の姿勢が良い姿勢または悪い姿勢に関係しているか分析した。その結果、大学生は普段の姿勢位置が悪い姿勢と関係していることがわかり、理学療法士は普段の姿勢位置が良い姿勢と悪い姿勢のどちらとも関係していないことがわかった。姿勢の知識と姿勢の指導経験が実際の姿勢に影響していることを考慮すると、被験者が認識している良い姿勢と悪い姿勢を定量的に評価した結果を用いて姿勢改善に向けた取り組みを提案することが必要である。

姿勢と動作の改善について、伊丹ら[80]は動作と姿勢の改善に姿勢計測センサーを用いて、「音」によるリアルタイムフィードバックが姿勢と動作の改善に有効であったことを示している。動作や姿勢に対しが悪い姿勢になって時点でリアルタイムにフィードバックされれば、姿勢の意識づけや実際の姿勢改善に向けた取り組みとして利用することができる。モーションセンサーの「ビープ音」を利用した報告には、Kent ら[81]は腰痛症状を慢性的に抱える被験者に、「ビープ音」機能を利用し、姿勢が崩れた場合に音で知らせるフィードバック方法を用いた。

その結果、腰痛と姿勢の改善に有効であったことを明らかにしている。腰痛を引き起こす恐れのある姿勢に対して、モーションセンサーを用いて負担となる姿勢をリアルタイムに把握することと、姿勢が崩れたと判断した場合に、すぐにフィードバックできる点では効果的な方法である。

これらの先行研究を基に、本研究ではモーションキャプチャを用いて、良い姿勢から悪い姿勢の Th10 の変位量を求め、Th10 が悪い姿勢に達した時点でアラームを鳴らし姿勢を戻す方法を提案することを目的とした。

6.2 診断評価の活用と姿勢フィードバックの構築

定量的な姿勢評価と音センサーを用いた姿勢フィードバックの構築には、3D モーションキャプチャシステム（VICON Nexus 2.7.0）を用いて行う。赤外線カメラについては7台使用する。被験者は、測定用の服装（水泳パンツと水泳キャップ）に着替え、室内周囲に設置した7台のカメラの中心に位置する。測定用のモデルは、Plug in Gait Full Body AI（AI はモデル名称である）を使用する。

診断評価の活用に向けて、撮影方法と得られたデータの使用方法について以下に述べる。被験者の服装と反射マーカの取り付け位置を図 6.1 に示す。指定の位置に反射マーカ（直径 14mm）を 39 個貼付する。また、撮影中に反射マーカが取れないために市販のオプサイトを使い固定性を高める。指定個所にマーカが貼付されているかについては、2 名の測定者で貼付位置を確認した上で撮影を開始する。次に、背もたれのない椅座位姿勢をそれぞれ計測する。測定環境を図 6.2 に示す。椅座位姿勢の条件は、Cooper[69]によるシーティングの人体測定学を参考に膝関節 90 度、足関節 0 度とする。なお、足底の接地位置は、白線から前方に 10cm のところに踵を合わせる。左右の踵の位置は両上前腸骨棘間とする。撮影前の注意事項として、椅子に接する臀部と足底位置は移動しないように指示し、被験者自身が感じている、良い姿勢、普段の姿勢、悪い姿勢に対して、それぞれ 5 秒程度を 1 回計測する。普段の姿勢とは、普段から良くとる姿勢を普段の



正面

背面

図 6.1 分析で使用する Th10 の反射マーカ

図 6.1 は、白い点は、モーションキャプチャの撮影に使用した反射マーカを示す。Th10 はアラーム機能を利用したフィードバックに用いる。

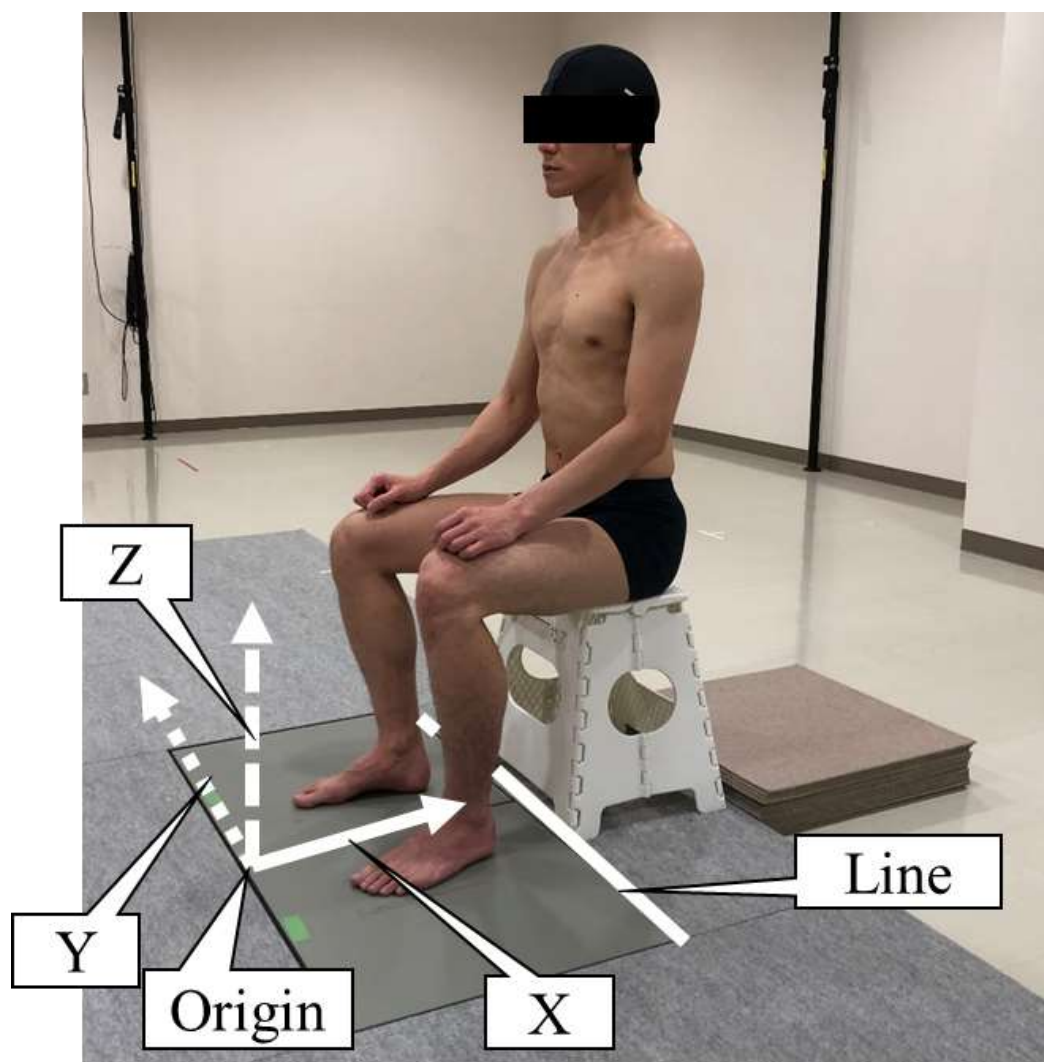


図 6.2 撮影環境と座標系

姿勢とする。得られたデータの分析には、計測開始から 2 秒までのデータを用いる。1 人あたりに要す時間は 60 分程度とする。0～20 分は研究内容の説明と身体を測定環境に慣らす。20～40 分は用意した服に着替え、反射マーカを貼付する。40～60 分は身体情報の入力と各姿勢の撮影を行う。

次に、姿勢の変化を捉えるために、矢状面の前後方向（X 方向）の変位は、前方変位をプラス（+）、後方変位をマイナス（-）と設定し、変位量を求める。良い姿勢（A）を基準に、普段の姿勢（B）までの変位量（E）は以下の式（1）とした。

$$E=A-B \quad \cdots\cdots\cdots(1)$$

悪い姿勢（C）までの変位量（F）は以下の式（2）とした。

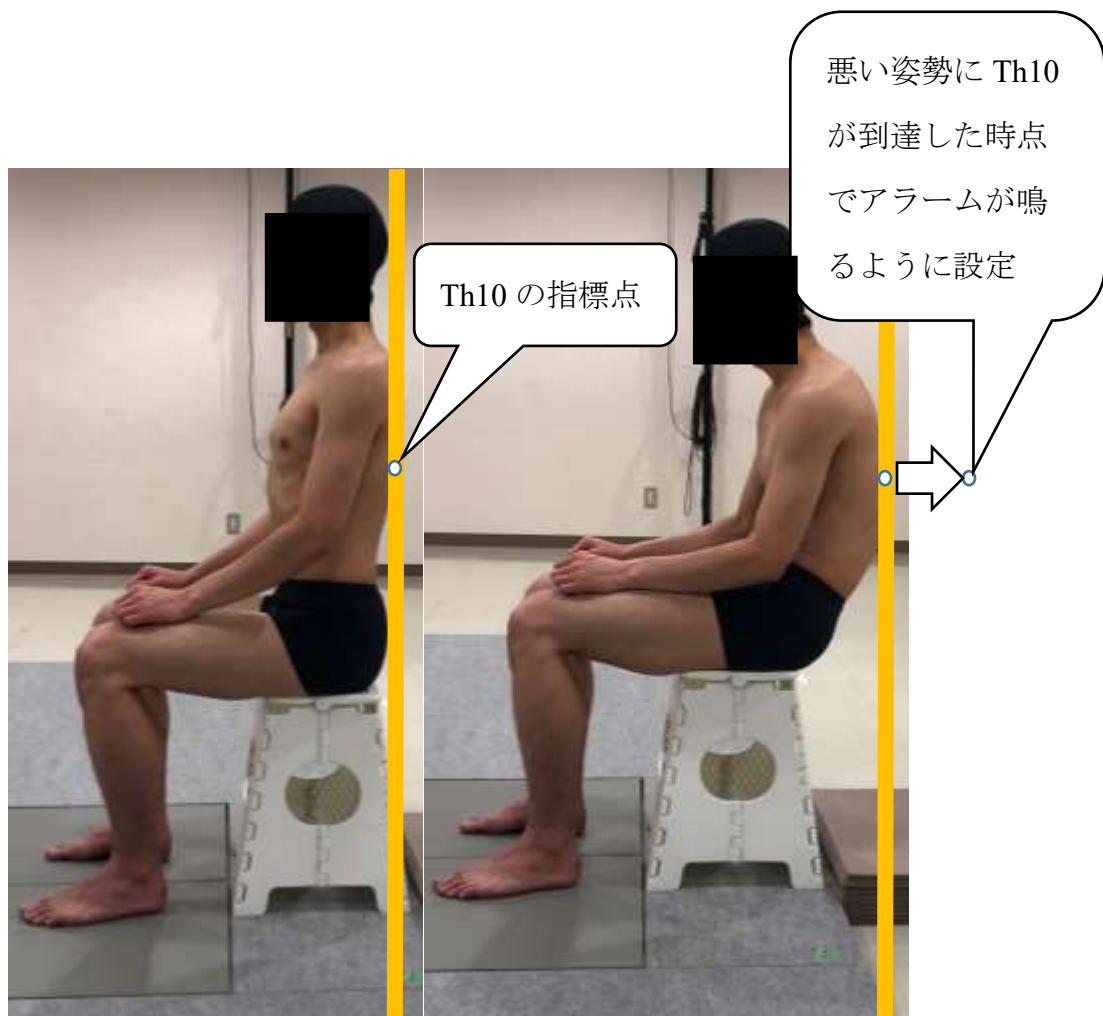
$$F=A-C \quad \cdots\cdots\cdots(2)$$

普段の姿勢位置についても定量化をおこない、普段の姿勢位置を再評価する際に用いる。

姿勢のフィードバックには、アラーム機能を用いる。1 つは、悪い姿勢で得られた Th10 の X 座標値を用いて、その位置に Th10 の反射マーカが位置したらアラームが鳴るように設定する。フィードバックは、図 6.3 の様に悪い姿勢を繰り返し行い、アラームが鳴ったら時点で良い姿勢に戻す動作を反復する方法である。2 つ目として、良い姿勢のフィードバックである。悪い姿勢と同様に、良い姿勢で得られた Th10 の X 座標値を用いて、アラーム設定をする。

6.3 構想と考察

アラーム機能を用いた姿勢のフィードバック方法を提案したが、姿勢改善にど



良い姿勢

良い姿勢から悪い姿勢

図 6.3 良い姿勢から悪い姿勢までの Th10 の変化

左が側の良い姿勢と右側の良い姿勢から悪い姿勢までの Th10 の変位の図である。黄色い縦線は、良い姿勢における Th10 の床からの垂線である。Th10 は○印で示す。

事前に良い姿勢、悪い姿勢、普段の姿勢を撮影し、悪い姿勢の座標値をアラーム機能に設定する。次に、悪い姿勢でアラームが鳴るか確認し、自身の姿勢を繰り返し変化させ、悪い姿勢の確認を行う。

の程度の効果があるかについては検証していく必要がある。本章では、先行研究で姿勢改善に効果的であったがアラーム機能に注目をした。実験前後で普段の姿勢位置を比較し、フィードバックによる効果を示していきたい。

対象年齢についても、本研究は 20 代の男性を対象としていたため、男女間の比較に加え、姿勢について解剖学・生理学・運動学の知識がない者に対しても同様の方法を用いた研究を行っていきたい。

6.4 結言

立位や椅座位での姿勢は、様々な視点があり、それぞれの目的に沿って姿勢を捉えることが必要である。本研究では、身体への負担が少ない姿勢を基に、どのように姿勢認識しているかを把握するために研究を進めた。被験者自身の姿勢認識については、アンケートによる調査を行い、実際の姿勢についてはモーションキャプチャを用いて定量化を図った。姿勢改善に向けた取り組みは様々であるが、被験者自身の姿勢認識を基に、姿勢改善に向けた提案は本報が初めてである。

音センサーを利用した姿勢改善は、これから研究を進めて行く上で重要な課題である。自身の姿勢認識を基に実際の姿勢が改善できれば、身体への負担も軽減されることが示唆される。姿勢認識から姿勢を捉えるための指標として用いることが期待される。

第7章 結論

姿勢に関する関心は高まっているが、具体的にどのような姿勢が良いのかについては、各視点によって見解が異なるため、本研究では身体に与える負担が少ない姿勢に着目して進めた。我が国では、厚生労働省が「職場における腰痛予防対策指針」の中で身体に与える負担が少ない姿勢などが示されたが、国民生活基礎調査の有訴者率の結果を鑑みても大きな改善にまで至っていない。本研究で得られた結果は、姿勢評価の一部分に過ぎないが、今後も姿勢に関する研究を継続していき、姿勢評価と姿勢改善に向けた取り組みとして役立つことを期待したい。

7.1 研究の成果

本研究は、被験者が感じている姿勢を理解するために、アンケートによる調査と分析を行った。そこで得られた特徴を基に、モーションキャプチャを用いて、普段の姿勢が良い姿勢または悪い姿勢とどのように関係しているか定量化を行った。本研究で得られた成果について述べる。

(1) 大学生を対象にした調査と分析

大学生の姿勢認識の分析結果から、立位姿勢と椅座位姿勢ともに、前額面よりも矢状面で悪い姿勢と認識していることがわかった。また、立位姿勢よりも椅座位姿勢の方が悪い姿勢と認識している傾向が示された。次に、矢状面の写真画像を用いて自身が認識している立位姿勢と椅座位姿勢の回答は、立位姿勢と椅座位姿勢ともに猫背の姿勢を選択するものが多かった。また、立位姿勢よりも椅座位姿勢の方が猫背の姿勢を回答する者が多かった。この2つの回答結果から、自身

の姿勢認識とその姿勢が実際にどのような姿勢かについて把握することができた。

矢状面および前額面の重心線を利用した各部位の位置関係についての分析から、矢状面からは立位姿勢と椅座位姿勢ともに胸背部の曲がり具合の影響が大きかったことがわかった。このことから、重心線を利用した各部位の位置関係の特徴を把握したい場合、胸背中の曲がり具合に注目することで、姿勢の特徴を捉えやすかったことがわかった。前額面からの各部位の特徴は、概ね重心線上に各部位は位置しているため、特徴は捉えにくいことがわかった。

(2) 理学療法士を対象にした調査と分析

理学療法士の姿勢認識の分析結果から、殆どが悪い姿勢と認識し、矢状面の写真画像を用いた自身が感じている椅座位姿勢の回答では、猫背の姿勢と回答するものが多いことがわかった。椅座位を保っている腰痛経験では、約 65%が経験者であることがわかった。この結果から、姿勢について専門的な知識と指導経験がある理学療法士であっても、姿勢の認識と実際の姿勢については大学生と似た傾向であることと、椅座位姿勢を保っている腰痛経験も比較的多いことが示された。

大学生と理学療法士に対して実施したアンケート調査の分析から、被験者がどのような姿勢認識であるかを知るために、本研究で使用した質問項目を用いることで、どのような姿勢であるかを把握しやすくなることがわかった。

(3) モーションキャプチャを用いた大学生の姿勢認識の定量化

第 3 章の姿勢認識についてのアンケート調査結果を基に、どのような姿勢かモーションキャプチャを用いて定量的に評価をした。調査結果では、背中の曲がり

具合が影響していたため、Th10 のマーカーを用いて良い姿勢を基準に、普段の姿勢までと悪い姿勢までの X 座標と Z 座標の変位量をそれぞれ求めた。その結果、X 座標では、後方への変位が見られ、悪い姿勢までの方が変位量は大きいことがわかった。Z 座標では殆ど変位が見られなかった。X 座標の 3 姿勢の組み合わせによる分析では、良い姿勢と普段の姿勢に差が認められ、悪い姿勢と普段の姿勢には差が認められなかった。そのため、大学生の普段の姿勢は、悪い姿勢に関係していることがわかった。

(4) モーションキャプチャを用いた理学療法士の姿勢認識の定量化

大学生と同様の方法を用いて、理学療法士の良い姿勢、悪い姿勢、普段の姿勢について定量的に評価をした。良い姿勢から悪い姿勢までの変位量、良い姿勢から普段の姿勢までの変位量を求めた。その結果、X 座標では、後方の変位が見られ、悪い姿勢までの方が変位量は大きいことがわかった。Z 座標では、下方の変位が少し見られ、悪い姿勢までの方が変位量は大きいことがわかった。X 座標の 3 姿勢の組み合わせによる分析では、全ての組み合わせに差が認められた。普段の姿勢は、良い姿勢と悪い姿勢に関係していないことがわかった。普段の姿勢が良いまたは悪いのか Th10 を用いることで把握することができた。

(5) 姿勢改善に向けた方法

姿勢認識の改善に向けた取り組みとして、モーションキャプチャを用いたリアルタイムフィードバックの方法について提案をした。悪い姿勢に達した時点でアラームが鳴るため、姿勢のフィードバックを繰り返し確認することができた。介入前後での比較も可能なことから、今後は効果判定を含めて分析していくことが必要である。

7.2 今後の課題と展望

本研究では、姿勢に関するアンケートを基に、モーションキャプチャを使用した姿勢の定量的評価について基礎研究を行った。残された課題と展望について以下に述べる。

(1) 調査対象者の拡充

本研究の姿勢認識に関する基礎調査とモーションキャプチャによる姿勢認識の定量化では、対象を姿勢に関する解剖学、生理学、運動学の知識ある者としたが、知識のない者に対しても同様の方法を用いた基礎調査と姿勢認識の定量化から特徴を示していくことが今後の課題である。異なる年代や人種なども比較対象に加えた調査も必要である。

(2) アンケート項目の検討

アンケート調査で使用した質問項目について再検討する。特に、生理学的な視点（辛い姿勢または楽な姿勢）や作業効率的な視点（作業しやすい姿勢と作業しにくい姿勢）について調査項目に加え比較することである。

(3) 角度評価指標の検討

姿勢認識の定量化では、指標点の変位量だけでなく、Th10 を原点とした 3 点の角度から姿勢の特徴を示していくことも必要である。

(4) 姿勢認識のフィードバックに向けた

取り組み

姿勢のリアルタイムフィードバック効果について専攻研究を参考に研究を進め、Th10 を指標点にした新たな知見を示していきたい。また、腰痛予防や姿勢改善に向けた取り組みの一助としたい。

謝辞

本論文は、筆者が前橋工科大学大学院工学研究科博士後期課程環境・生命工学専攻在学中に、向井研究室（2017-2020 年）、王研究室（2021 年）の中で実施した研究をまとめたものです。本論文を終えるにあたり、多くの方々にご協力を頂きました。本研究に関して終始ご指導ご鞭撻を頂きました向井伸治先生、王鋒教授、群馬医療福祉大学の村山明彦先生、宮寺亮輔先生、小林雄斗先生、石井病院の新嶋廉先生には、論文の作成において、数々のご意見を頂きました。ここに記して感謝申し上げます。ご援助をいただいた研究室の皆様にもお礼申し上げます。被験者として協力して下さった、群馬医療福祉大学の学生、整形外科メディカルパス、埼玉よりい病院、関口病院、ゆうあい整形外科、うちリハグループをはじめ多くの先生方に関しまして研究に快く参加して頂き心より感謝申し上げます。また、研究を進めていくにあたり、モーションキャプチャの設定や動作に関してご尽力頂きましたインターリハ株式会社の塙真太郎様に厚く御礼申し上げます。そして、事務局員の皆様に心から感謝の気持ちとお礼を申し上げます。

研究を進める中で、向井伸治先生には、研究の基礎から実施にかけての着眼点や多面的に捉えることの重要性についてご教示頂き、研究者としての心得を教えてくださいました。論文執筆にあたっても、多くの助言やサポートを頂きました。その貴重な時間、アイデア、研究費のすべての大きな貢献に感謝申し上げます。

審査委員会において本論文の審査をして頂き、貴重なご意見を賜りました王鋒教授、松本浩樹教授、関崇夫教授、小田垣雅人准教授、国際医療福祉大学の金子純一郎教授に深く感謝を申し上げます。

参考文献

- [1] 厚生労働省：国民生活基礎調査の概況，(2019),
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa19/index.html>. (2021.10.3
閲覧).
- [2] 厚生労働省：国民生活基礎調査の概況，(1998),
https://www.mhlw.go.jp/www1/toukei/h10-ktyosa/1-2-3_8.html. (2021.10.3 閲覧).
- [3] 厚生労働省：国民生活基礎調査の概況，(2010),
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa10/3-1.html>. (2021.10.3
閲覧).
- [4] 厚生労働省：職場における腰痛予防対策の推進について，(1994),
https://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzen/dl/1911-1_2f.
(2021.10.3 閲覧).
- [5] 厚生労働省：職場における腰痛予防対策指針の改定及びその普及に関する検
討会報告書，(2013), <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r98520000034qq1.html>.
(2021.10.3 閲覧).
- [6] 厚生労働省：業務上疾病発生状況等調査，(2014),
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzenisei11/h26.html>. (2021.10.3 閲
覧).

- [7] 厚生労働省：業務上疾病発生状況等調査，（2017），
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei11/h29.html>.（2021.10.3 閲覧）.
- [8] 厚生労働省：業務上疾病発生状況等調査，（2019），
https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_12883.html.（2021.10.3 閲覧）.
- [9] 阪本良太：運動療法学テキスト（監：細田多穂），南光堂，第3版，p.158, (2019).
- [10] Bauman A, Ainsworth BE et al. : Thedescriptive epidemiology of sitting, Am J Prev Med 41-2, pp. 228-35, (2011).
- [11] Van der Ploeg HP, Chey T, et al. : Sitting time and all-cause mortality riskin 222 497 Australian adults, Arch Intern Med 172-6, pp. 494-500, (2012).
- [12] American Academy of Orthopaedic Surgeons., Posture and its relationship to orthopaedic disabilities, A report of the Posture Committee of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, Evanston, p. 1, (1947).
- [13] Kendall F. P., et al. : Muscles Testing and Function with Posture and Pain, fifth ed, Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, pp. 69-118, (1983).
- [14] 中村隆一：姿勢と理学療法，理学療法, 24-1, pp. 7-11, (2007).
- [15] Steffen JS., et al. : 3D postual balance with regard to gravity line: an evaluation in the transversal plane on 93 patiants and 23 asymptomatic volunteers, Eur Spine J., 19, pp. 760-767, (2010).

- [16] Schwab F., et al. : Gravity line analysis in adult volunteers. *Spine*, 31-25, pp. 959-967, (2006).
- [17] Basmajian JV., et al. : *Muscle Alive, Their Functions Revealed by Electromyography*, 5th ed, Williams & Wilkins, Baltimore, (1985).
- [18] Nachemson A. : Lumbar intradiscal pressure. Experimental studies on post-mortem material, *Acta Orthop Scand Suppl*, 43, pp. 9-104, (1960).
- [19] Wilke H. J., et al. : New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life, *Spine* 24, pp. 755-762, (1999).
- [20] 加藤橘夫, 他 : 大学生の姿勢に関する研究其の 1, *Conformateur* による脊柱弯曲の解析, *体育学研究*, 2-2, pp. 59-64, (1956).
- [21] 加藤橘夫, 他 : 大学生の姿勢に関する研究其の 2, 身体力学的考察と脊柱弯曲解析値の関係, *体育学研究*, 2-5, pp. 211-216, (1957).
- [22] 加藤橘夫, 他 : 大学生の姿勢に関する研究其の 3, 脊柱弯曲の年齢別推移について, *体育学研究*, 3-1, p. 195, (1958).
- [23] 柳田真有, 他 : 高齢者の介護予防に有用な簡易姿勢評価法の検討, *KML The Kitakanto Medical Journal*, 65, pp.141-147, (2015).
- [24] 中村隆一, 斎藤宏ら : 基礎運動学, 医歯薬出版, 第 6 版, pp. 347-377, (2012).
- [25] Gardiner : *The Principles of exercise therapy*, Bell & Sons, London, (1964).

- [26] Hollis M, Fletcher-Cook, P : Practical exercise therapy, 4th-ed, Oxford, Blackwell Science, (1999).
- [27] 藤澤宏幸 : 姿勢の定義と分類の再考, 理学療法 of 歩み, 24, 1, pp. 31-34, (2013).
- [28] 辻村尚子 : 姿勢についての文献考察, 豊橋創造大学紀要 No. 13, pp. 81-88, (2009).
- [29] Furlanetto TS, Sedrez JA, Candotti CT, et al. : Photogrammetry as a tool for the postural evaluation of the spine, A systematic review, World Journal of Orthopedics, 7-2, pp. 136-148, (2016).
- [30] 内山靖 : 姿勢の調節, 理学療法科学, 10(4), pp. 221-231, (1995).
- [31] O'Sullivan K, O'Sullivan P, O'Sullivan L, et al. : What do physiotherapists consider to be the best sitting spinal posture?, Man Ther, 17, pp. 432-437, (2012).
- [32] Korakais V, O'sullivan K, O'sullivan P, et al. : Physiotherapist perceptions of optimal sitting and standing posture, Musculoskeletal science and practice, 39, pp. 24-31, (2019).
- [33] Barnes RM : Motion and time study, 6th ed, John Wiley & Sons, New York, (1968).
- [34] Ekelund U et al. : Energy expenditure assessed by heart rate and doubly labeled water in young athletes, Med Sci Sport Exerc 34, pp.1360-1366, (2002).

- [35] LeVeau BF : Williams and Lissner's Biomechanics of Human Motion, 3rd ed, Philadelphia, WB Saunders, (1992).
- [36] Donald A, Neumann : 筋骨各系のキネシオロジー, 医歯薬出版, 第 1 版, p. 62, (2007).
- [37] 小林麻衣 : 理学療法・作業療法テキスト臨床運動学, 中山書店, 第 2 版, pp.31-42, (2018).
- [38] Vulcum AP et al. : Effects of bending on vertebral column during Gz acceleration, Aerospace Medicine 41, pp. 294-300, (1970).
- [39] 中村隆一, 斎藤宏, 長崎浩 : 臨床運動学, 医歯薬出版, 第 3 版, pp.407-432, (2008).
- [40] Zacharkow D : Posture: Sitting Standing, Chair Design and Exercise, Charles C Thomas, Springfield, (1988).
- [41] Gangnet N et al : Variability of the spine and pelvis location with respect to the gravity line, a three-dimensional stereoradiographic study using a force platform, Surg Radiol Anat, 25 (5-6): pp. 424-433, (2003).
- [42] Fegoun AB et al : Center of gravity and radiographic posture analysis, A preliminary review of adult volunteers and adult patients with affected by scoliosis, Spine, 30 (13), pp.1535-1540, (2005).
- [43] 原田孝ほか : 立位姿勢における重心線の位置—健康成人について, 総合リハ,

19(7), pp. 725-728, (1991).

[44]柴田克之, 浅井仁, 奈良勲 : 姿勢制御と理学療法の実際, 文光堂, 第 1 版, pp. 337-350, (2016).

[45]Nairn BC, Chisholm SR, Drake JMD : What is slumped sitting? A kinematic and electromyographical evaluation, *Manual Therapy*, 18(6), pp. 498-505, (2013).

[46] Schinkel LA, Nairn BC, Drake JDM : Quantification of the Lumbar Flexion Relaxation Phenomenon, Comparing Outcomes of Lumbar Erector Spinae and Superficial Lumbar Multifidus in Standing Full Trunk Flexion and Slumped Sitting Postures, *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, Vol. 37, No. 7, pp. 494-501, (2014).

[47]対馬栄輝 : ビデオカメラ撮影による姿勢・動作分析への活用, *理学療法学*, 36-1, pp. 187-191, (2009).

[48] Everaert DG, Spaepen AJ, Wouters MJ, et al. : Mesuring small liner displacements with a three-dimensional video motion analysis system, *Arch Phys Med Rehabil*, 1999, 80, pp. 1082-1089, (1995).

[49]江原義弘 : 使いたい VICON, *バイオメカニズム学会誌*, Vol. 32, No. 2, pp. 107-111, (2008).

[50]VICON : <http://www.vicon.jp/accuracy/> (2022.4.21 閲覧).

[51]Hopkins BB, Vehrs PR, Fellingham GW, et al. : Validity and Reliability of Standing

Posture Measurements Using a Mobile Application, Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, Vol. 42, pp. 132-140, (2019).

[52]Brunner O, Mertens A, Nitsch V, et al. : Accuracy of a markerless motion capture system for postural ergonomic risk assessment in occupational practice, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, pp. 1-9, (2021).

[53]厚生労働省：職場における腰痛予防対策指針，労働基準局安全衛生部労働衛生課, (2013).

[54]Fiz G. W. : A simple method of measuring and graphically plotting spinal curvature and other asymmetries by means of a new direct reading scoliometer, Am. Physical Edu Review., 11-1, p. 18, (1906).

[55]原田妙子：若い女性の姿勢に対する意識について，名古屋女子大学紀要, 57, pp. 67-74, (2011).

[56]橘内勇，大塚吉則：大学生における猫背，腰痛・肩凝りの発現率とその対策についての調査，北海道大学大学院教育学研究院紀要, 104, pp. 205-211, (2008).

[57]O'Sullivan PB, et al. : Effect of different upright sitting postures on spinal-pelvic curvature and trunk muscles activation in a pain-free population, Spine 31, pp. 707-712, (2006).

[58]四谷昌嗣，嶋田誠一郎，桑野寛之・他：北陸 3 県における理学療法士の腰痛意識調査，日本理学療法士学会誌, 25, p. 483, (1998).

- [59]戸渡敏之，久野雅彦，鈴木歩美・他：理学療法士に伴う腰痛について，東海北陸ブロック理学療法士協議会, 23, p. 50, (2007).
- [60]進藤 侑，菅原巳代治，倉田昌一・他：病院職員における腰痛調査．秋田県農村医学会雑誌, 51-2, p. 55, (2006).
- [61]齊藤展士，宮本顕示，笠原敏史・他：我が国の理学療法士における筋骨格系の職業性傷害，理学療法学, 29-4, pp. 134-140, (2002).
- [62]日本理学療法士協会：2020 職場における腰痛予防宣言！後援：厚生労働省
<http://www.japan-pt.or.jp/general/activity/backache2020/>. (2021 年 9 月 30 日閲覧).
- [63]岡敬之：成人男性における立位姿勢の各関節角度・負担の計測と腰痛の有無に影響を与える要素の特定，労災疾病臨床研究事業費補助金，平成 27 年度総括・分担研究報告書, pp. 11-16, (2015).
- [64]新谷益巳，村山明彦，向井伸治：写真画像を利用した主観的な姿勢評価に関する基礎研究，日本福祉工学会誌, Vol. 21, No.1, pp. 15-21, (2019).
- [65]増田一太：子供の腰痛の実態と発生要因の検討，PT ジャーナル, 52, 7, pp. 679-686, (2018).
- [66]白星伸一，埴田和史，辻村裕次・他：理学療法士の職業性腰痛に関する調査研究，佛教大学保健医療技術学部論集, 11, pp. 1-12, (2017).
- [67]Woodhull A. M., et al. : Alignment of the human body in standing, Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 54-1, pp. 109-115, (1995).

- [68]Claus A. P., et al. : Is 'ideal' sitting posture real? Measurement of spinal curves in four sitting postures, *Man Ther*, 14-4, pp. 404-408, (2009).
- [69]Cooper R. A. : Wheelchair selection and con-figuration, New York, Demons Medical Publishing, pp. 92-94, (1998).
- [70]Harrison D. H., et al. : How do anterior / posterior translations of the thoracic cage affect the sagittal lumbar spine, pelvic tilt, and thoracic kyphosis?, *Eur Spine J*, 11-3, pp. 287-293, (2002).
- [71]Wiles P. : Postural deformities of the anteroposterior curves of the spine, *Lancet*, 299, pp. 911-919, (1937).
- [72]仲田和正 : 高齢者の姿勢, 医歯薬出版, 236-5, pp. 482-486, (2008).
- [73]O'Sullivan K., et al. : What do physiotherapist consider to be the best sitting spinal posture?, *Man Ther*, 17-5, pp. 432-437, (2012).
- [74]建内宏重 : 姿勢障害に対する運動療法, 市橋則明 (編), 運動療法学-障害別アプローチの理論と実際, 文光堂, 第2版, pp. 337-354, (2014).
- [75]Claus A. P., et al. : Different ways to balance the spine. Subtle changes in sagittal spine curves affect regional muscle activity, *Spine* 34-6, pp. 208-214, (2009).
- [76]竹井仁 : 姿勢の評価と治療アプローチ, 脊髄外科, 27-2, pp. 119-124, (2013).
- [77]徳竹優花・他5名 : 学生のリュックサックの使用方法和腰痛について-質問紙

調査結果からの示唆, 理学療法ジャーナル, 53-9, pp. 953-956, (2019).

[78]Claus A. P., et al. : Thoracic and lumbar posture behavior in sitting tasks and standing : Progressing the biomechanics from observations to measurements, Appl Ergon, 161-8, pp. 161-168, (2016).

[79]市橋則明（編）：身体運動学，第1版，メジカルビュー，p. 408, (2017).

[80]伊丹君和，久留島美紀子：看護動作姿勢改善をめざした危険角度での「音」発生機能を搭載したボディメカニクス学習システム開発とその評価，日本看護研究学会雑誌，Vol. 32, No. 2, pp.95-102, (2010).

[81] Kent P, Laird R, Haines T: The effect of changing movement and posture using motion-sensor biofeedback, versus guidelines-based care, on the clinical outcomes of people with sub-acute or chronic low back pain-a multicentre, cluster-randomised, placebo-controlled, pilot trial, BMC Musculoskeletal Disorders, 16: 131, pp. 1-19, (2015).

本論文に関する研究論文

1. 筆頭学術論文（査読付き）

- 1) 新谷益巳, 村山明彦, 向井伸治：写真画像を利用した主観的な姿勢評価に関する基礎研究, 日本福祉工学会誌, Vol. 21, No. 1, pp. 15-21, (2019).
- 2) Masumi Shingai, Ren Nijima, Yuto Kobayashi, Akihiko Murayama, Ryosuke Miyadera, Shinji Mukai: Quantitative evaluation of subjective posture recognition by physiotherapists using a 3D motion capture, Journal of Physical Therapy Science, Vol. 32, No. 8, pp. 510-515, (2020).
- 3) 新谷益巳, 新嶋廉, 宮寺亮輔, 村山明彦, 向井伸治：3D モーションキャプチャを用いた大学生の主観的な椅座位姿勢の特徴, 日本福祉工学会誌, Vol. 23, No.1, pp. 11-17, (2021).
- 4) 新谷益巳, 村山明彦, 向井伸治：理学療法士の椅座位での腰痛経験と姿勢認識に関する基礎調査, 理学療法科学, Vol. 36, No. 6, pp. 807-812, (2021).

2. 国際会議発表

- 1) MASUMI SHINGAI, REN NIJIMA, YUTO KOBAYASHI, RYOSUKE MIYADERA, AKIHIKO MURAYAMA, SHINJI MUKAI: Characteristics of Subjective Chair Sitting Posture Using 3D Motion Captuer. -Recognition of a Chair Sitting Posture Felt by a 20's Physical Therapist-, 2019 International Conference of Society of Physical Therapy Science & Korean Society of Integrative Medicine in Korea, P. 41, (2019).

3. 国内学会発表

- 1) 新谷益巳, 向井伸治：大学生における主観的な姿勢の良否とアライメントの位置関係についてのアンケート調査—客観的な評価システムの試みに向けて—, 第 21 回日本福祉工学会学術講演会講演論文集, pp. 21-22, (山形, 2017.11).
- 2) 新谷益巳, 向井伸治：大学生における主観的な姿勢評価と腰痛経験の関連性について, 第 3 回日本予防理学療法学会サテライト集会, pp. 80, (東京, 2018.2).
- 3) 新谷益巳：三次元動作解析装置を用いた姿勢の良否判定に向けて, 日本福祉工学会福祉用具機器・福祉情報合同研究会, (群馬, 2018.7).
- 4) 新谷益巳, 向井伸治：大学生の腰痛経験の有無と姿勢の改善意識との関連性について, 第 5 回日本予防理学療法学会学術大会, p. 86, (福岡, 2018.10).
- 5) 新谷益巳, 新嶋 廉, 内田達也, 宮寺亮輔, 村山明彦, 向井伸治：主観的な姿勢認識と客観的な身体計測を勘案した姿勢評価—不良姿勢の改善に向けた検討—, 第 39 回バイオメカニズム学術講演会予稿集, pp. 222-223, (茨城, 2018.11).
- 6) 新谷益巳, 新嶋 廉, 内田達也, 宮寺亮輔, 村山明彦, 向井伸治：三次元動作解析による立位姿勢の定量的評価, 第 22 回日本福祉工学会学術講演会講演論文集, pp. 33-34, (熊本, 2018.11).
- 7) 新谷益巳, 村山明彦, 向井伸治：立位と座位の主観的な姿勢と腰痛経験との

関係—理学療法士の姿勢認識における基礎調査—，第 100 回理学療法科学学会学術大会，p. 1，（神奈川，2019.1）.

関連学会発表

- 8) 倉島帆崇，向井伸治，新谷益巳：多機能センサーとタブレット端末を用いたリハビリ患者の定量的歩行分析，第 38 回バイオメカニズム学会学術講演会予稿集，SOBIM2017，pp. 131-132，（別府，2017.11）.
- 9) 倉島帆崇，向井伸治，新谷益巳：多機能センサーとタブレット端末を用いた歩行リハビリテーション支援システムの開発，第 21 回日本福祉工学会学術講演会講演論文集，pp. 43-44，（山形，2017.11）.
- 10) 若林由羽，荒井 朗，宇津木笑香，篠崎陽一，白井貴之，竹内良太，平林克仁，真壁理沙，新谷益巳：運動習慣に着目した気分プロフィール検査による運動強度別のストレス値の変化・有酸素優位運動と無酸素優位運動に分けて検討する，第 5 回日本予防理学療法学会学術大会，p. 49，（福岡，2018.10）.
- 11) 内田達也，新谷益巳，新嶋 廉，向井伸治：3 次元動作解析装置を用いた転倒予防のための歩行解析，第 22 回日本福祉工学会学術講演会講演論文集，pp. 37-38，（熊本，2018.11）.
- 12) 永木 侑，宮寺亮輔，新谷益巳，向井伸治：タブレット端末を用いた振戦の定量的評価の検討，第 22 回日本福祉工学会学術講演会講演論文集，pp. 87-88，（熊本，2018.11）.

- 13) 若林由羽, 荒井 朗, 宇津木笑香, 篠崎陽一, 白井貴之, 竹内良太, 平林克仁, 真壁理沙, 新谷益巳: 運動療法における精神的ストレスの変動について, -唾液アミラーゼに着目して-, 第 23 回日本理学療法学会学術大会, p. 129, (京都, 2018.12).
- 14) 木村仁美, 松本和興, 萩原真梨奈, 飯塚千紘, 佐藤 翔, 新谷益巳: 膝伸展方向への等尺性収縮の効果が等速性収縮に与える影響—BIODEX を用いた定量的評価の試み—, 第 24 回日本基礎理学療法学会学術大会, p. 57, (新潟, 2019.11).

付録 姿勢に関するアンケート

第3章の3.1と3.2で使用した姿勢に関するアンケート調査の質問を以下に示す.

3.1の大学生で使った質問

あなたの立位姿勢について、あてはまるものを1つ選んで、以下の質問にお答えください

<あなたの側面（横から）と後面（後ろから）からみた立位姿勢についてどのように感じるか>

側面（横）からみたあなたの立位姿勢についてどのように感じますか

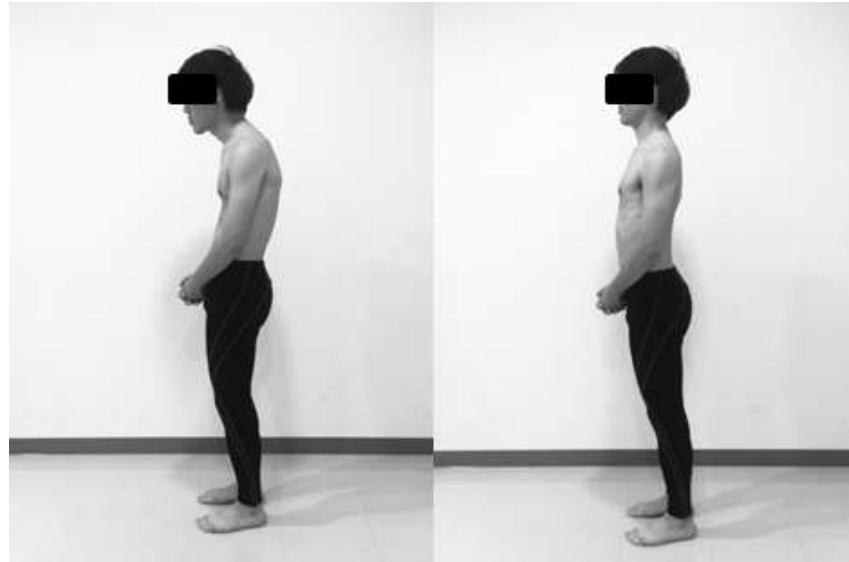
（ ①非常に悪い ②やや悪い ③どちらともいえない ④やや良い ⑤非常に良い ）

後面（後面）からみたあなたの立位姿勢についてどのように感じますか

（ ①非常に悪い ②やや悪い ③どちらともいえない ④やや良い ⑤非常に良い ）

あなたの立位姿勢について質問にお答えください

あなたの立位姿勢は a の姿勢または b の姿勢のどちらに近いですか

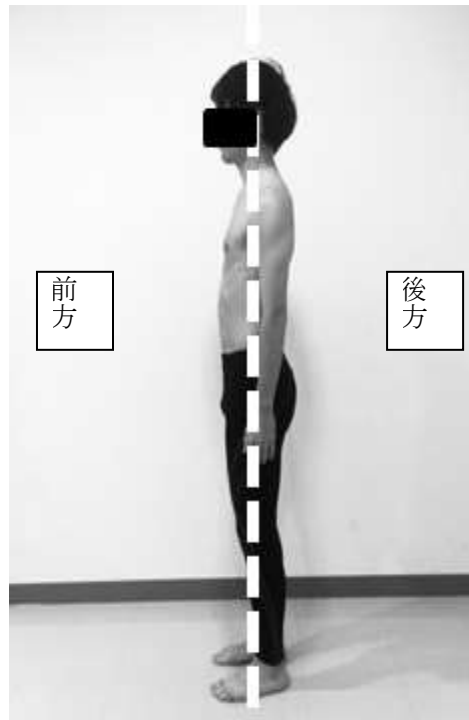


a

b

(①a である ②a に近い ③どちらともいえない ④b に近い ⑤b である)

図に示す側面からみた立位姿勢と、あなたの立位姿勢を比べた場合（図に示す点線が側面の中心線とした場合）の質問にお答えください



1.耳の位置は点線より前よりか、線上か、後ろよりか

（ ①前より ・ ②線上 ・ ③後ろより ）

2.肩は点線より前よりか、線上か、後ろよりか

（ ①前より ・ ②線上 ・ ③後ろより ）

3.背中はそのり気味か、図と同じか、曲がり気味か

（ ①そのり気味 ・ ②図と同じ ・ ③曲がり気味 ）

4.腰はそのり気味か、図と同じか、曲がり気味か

（ ①そのり気味 ・ ②図と同じ ・ ③曲がり気味 ）

5.立っているときに足裏にかかる重心は点線より前よりの重心か、線上か、後よりの重心か

（ ①前よりの重心 ・ ②線上 ・ ③後よりの重心 ）

図に示す後面からみた立位姿勢と、あなたの立位姿勢を比べた場合（図に示す点線が後面の中心線とした場合）、の質問にお答えください



- 1.点線を中心とした場合、あなたの身体は左よりか、図と同じ、右よりか
(①左より ・ ②図と同じ ・ ③右より)
- 2.点線を中心とした場合、あなたの頭は左よりか、図と同じか、右よりか
(①左より ・ ②図と同じ ・ ③右より)
- 3.足裏にかかる体重は左よりの重心か、線上（左右均等）か、右よりの重心か
(①左よりの重心 ・ ②線上 ・ ③右よりの重心)

＜あなたの側面（横から）と後面（後ろから）からみた座位姿勢についてどのよう
に感じるか＞

側面(横)からみたあなたの座位姿勢についてどのように感じますか

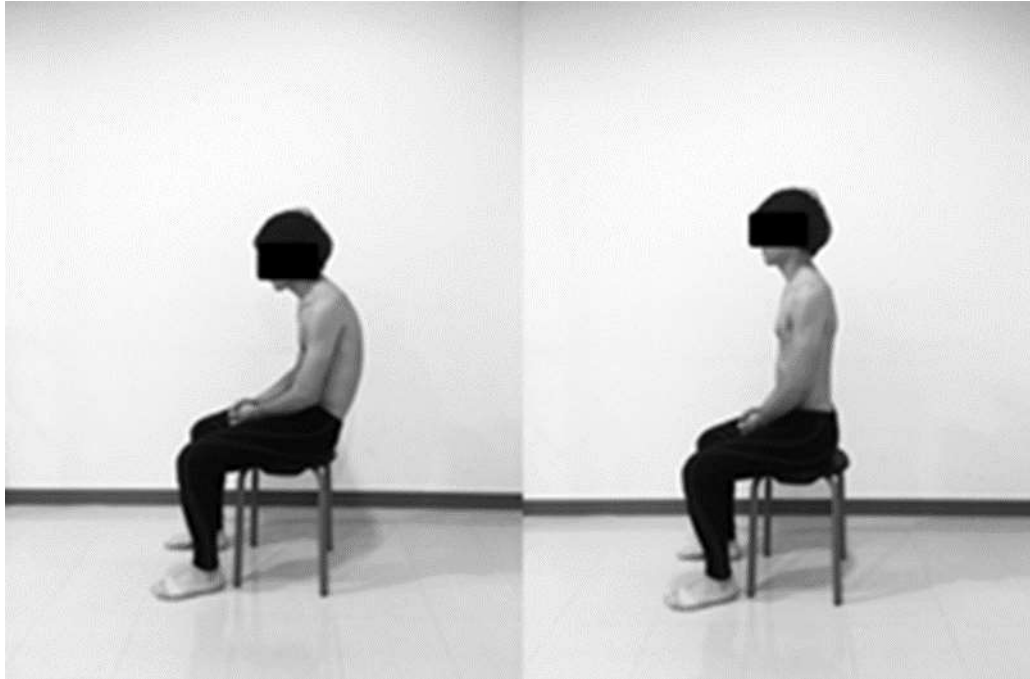
（ ①非常に悪い ②やや悪い ③どちらともいえない ④やや良い ⑤非常に良い ）

後面（後ろ）からみたあなたの座位姿勢についてどのように感じますか

（ ①非常に悪い ②やや悪い ③どちらともいえない ④やや良い ⑤非常に良い ）

あなたの座位姿勢について質問にお答えください

あなたの座位姿勢は a の姿勢または b の姿勢のどちらに近いですか

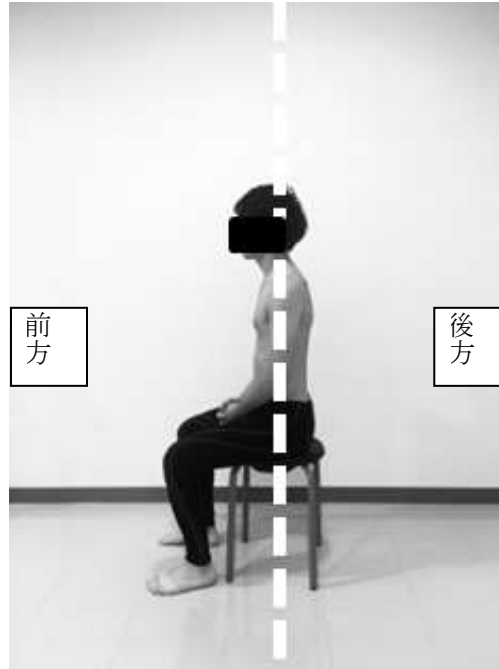


a

b

(①aである ②aに近い ③どちらともいえない ④bに近い ⑤bである)

図に示す側面からみた座位姿勢と、あなたの座位姿勢を比べた場合（図に示す点線が側面の中心線とした場合）の質問にお答えください



1.耳の位置は点線より前よりか、線上か、後ろよりか

（ ①前より ・ ②線上 ・ ③後ろより ）

2.肩は点線より前よりか、線上か、後ろよりか

（ ①前より ・ ②線上 ・ ③後ろより ）

3.背中はそり気味か、図と同じか、曲がり気味か

（ ①そり気味 ・ ②図と同じ ・ ③曲がり気味 ）

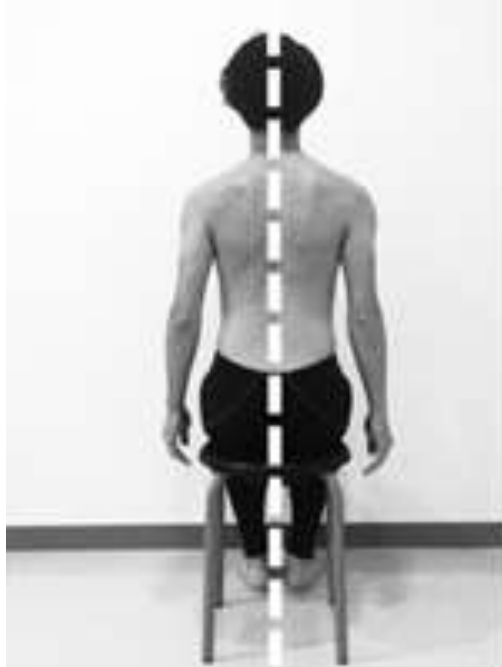
4.腰はそり気味か、図と同じか、曲がり気味か

（ ①そり気味 ・ ②図と同じ ・ ③曲がり気味 ）

5.座っているときに臀部にかかる重心は点線より前よりの重心か、線上か、後よりの重心か

（ ①前より重心 ・ ②線上 ・ ③後ろより重心 ）

図に示す後面からみた座位姿勢と、あなたの座位姿勢を比べた場合（図に示す点線が後面の中心線とした場合）の質問にお答えください



1.点線を中心とした場合、あなたの身体は左よりか、図と同じか、右よりか

（ ①左より ・ ②図と同じ ・ ③右より ）

2.点線を中心とした場合、あなたの頭は左よりか、線上か、右よりか

（ ①左より ・ ②図と同じ ・ ③右より ）

3.臀部にかかる体重は左よりの重心か、線上（左右均等）か、右よりの重心か

（ ①左よりの重心 ・ ②線上 ・ ③右よりの重心 ）

3.2 の理学療法士で使った質問

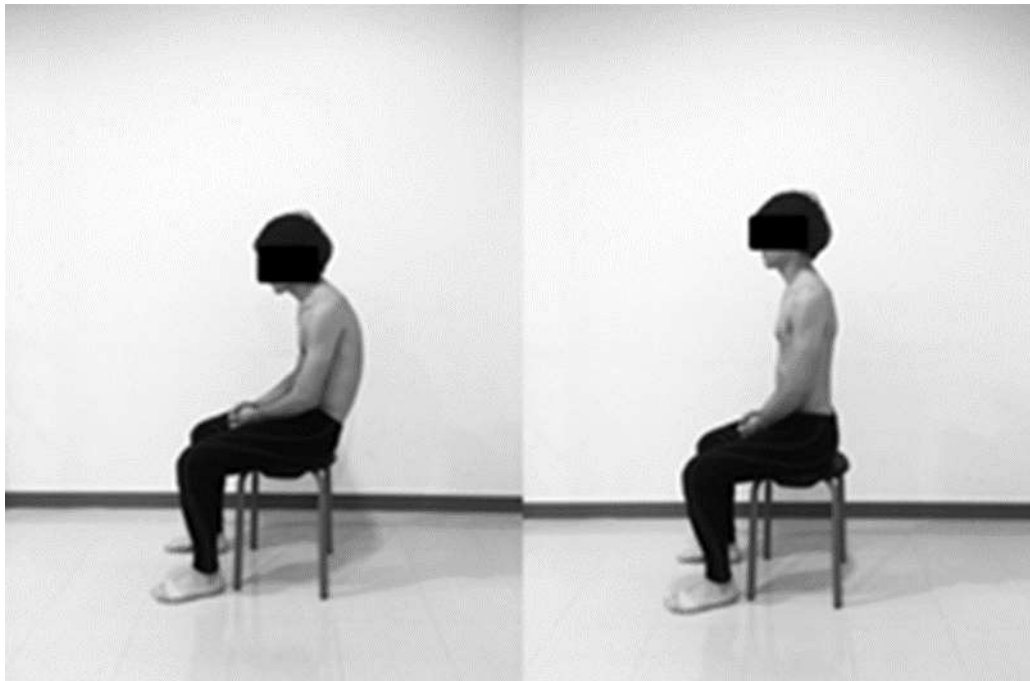
今まで座位姿勢を保っていて腰が痛くなった経験はありますか

(①非常にある ②ややある ③どちらともいえない ④あまり無い ⑤全くない)

側面(横)からみたあなたの座位姿勢についてどのように感じますか

(①非常に悪い ②やや悪い ③どちらともいえない ④やや良い ⑤非常に良い)

あなたの座位姿勢は a の姿勢または b の姿勢のどちらに近いですか



a

b

(①aである ②aに近い ③どちらともいえない ④bに近い ⑤bである)

座位姿勢を改善したいという気持ちはありますか

(①非常にある ②ややある ③どちらともいえない ④あまり無い ⑤全くない)