

【調査報告書】

異なる着座形式における携帯端末機器使用時の姿勢と身体的負荷

EFFECT ON POSTURE AND PHYSICAL LOAD WHEN USING MOBILE DEVICES IN DIFFERENT SEATING POSITIONS

吉村 祐樹*1, 橋口 幸一*2, 平尾 諒太*2, 小泉 隆*1
 Yuki YOSHIMURA, Kouichi HASHIGUCHI, Ryouta HIRAO, Takashi KOIZUMI

Abstract : In recent years, the use of mobile devices such as smartphones and tablets have become widespread and people are sitting for long periods of time in chairs while using these devices. The physical load on our bodies as a result of this use can greatly differ depending on the angle and dimensions of the chair. In our research, we measured the amount of physical load on the neck, shoulders, arms, and back when using devices by having participants use a chair prototype with adjustable angles and dimensions, and asked them about ease of use at different angles and dimensions, while also factoring in their posture.

Keywords : Mobile Devices, Seating Positions, Posture, Physical Load
 携帯端末機器、着座形式、姿勢、身体的負荷

1. 研究の背景及び目的

近年、スマートフォンやタブレット等の携帯端末の普及により、長時間椅子に座って携帯端末を使用する事が多くなった。¹⁾携帯端末の行為に加え、椅子の角度や寸法による人体への疲労は様々である。そこで本研究では、吉村ら²⁾が開発した椅子の寸法・角度を可変できる実験装置を用いて、小原ら³⁾や寺門ら⁴⁾による椅子のプロトタイプ毎や背もたれのない場合など、異なる着座形式において、携帯端末で作業をしてもらい、各人がどのような姿勢をし、そこでは、身体にどれだけ負荷を与えているかを、首、肩、腕、腰の位置関係に着目して捉えることを目的とした。

2. 実験方法

日常的に携帯端末を使用している被験者 17 名（大学生の男女）に実験を行った。四種類の椅子（実験装置）に座り、携帯端末で、①文章を読む、②文章を入力の種類作業をそれぞれ 10 分間行わせた（表 1）。合計 8 パターンにおける姿勢の変化をビデオカメラで動画撮影した。着座形式は、プロトタイプ 1、プロトタイプ 3、プロトタイプ 6、スツールの四種類とした（図 1）。

実験装置は、構造体はアルミフレームを使い各部に

取り付けられたモーターで座面、背板、肘掛が可動する仕組みである。また、各可動部の操作は、有線のリモコンにより行うことができる。（図 2）³⁾

表 1 携帯端末の作業内容

作業	詳細
①文章を読む	メール画面で天声人語を読む
②文章を入力	メール画面で五十音を入力

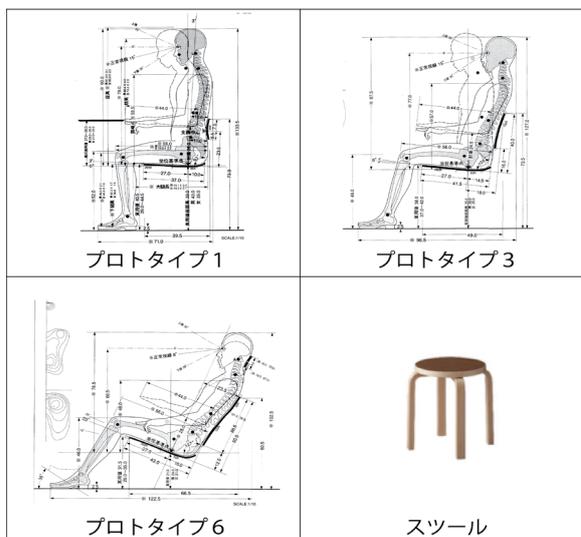


図 1 実験で使用した着座形式一覧

*1 建築都市工学部住居・インテリア学科

*2 工学部住居・インテリア設計学科

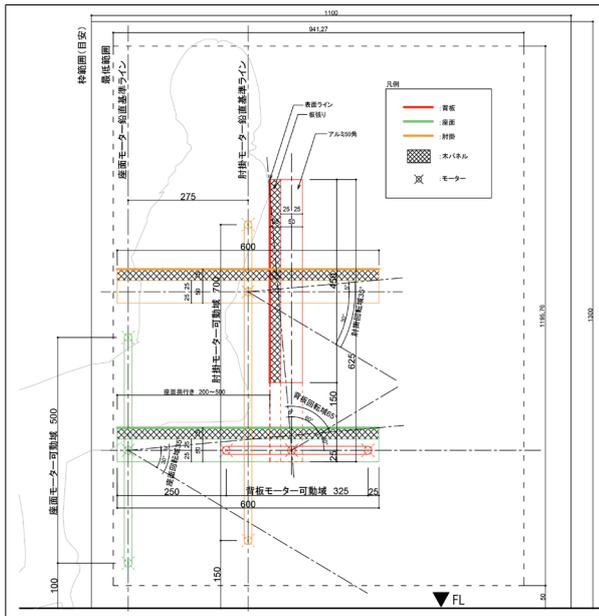


図2 実験装置の概要図

基本姿勢は椅座位とし、自然光の影響を受けないようブラインドを閉め室内灯を点けた。動画撮影は瞳孔中心点、耳珠点、頸椎点、肩峰点、転子点、橈骨点、尺骨茎突点、携帯端末に反射マーカを張り付け、1,800mm離れた矢上画面から全身が移るようにビデオカメラで撮影した。(図3)



図3 実験の様子

実験中、被験者が姿勢変化する度にスケッチをし、姿勢を記録した。1パターン終わる毎に、被験者に姿勢のスケッチを見ながら振り返ってもらい、身体的負荷を評価させた。各姿勢における身体的負荷(首、肩、腕、腰)は、「負荷を感じない0、負荷をやや感じる1、負荷を感じる2、負荷をかなり感じる3」の4段階で評価させた。(図4) また、実験終了後どの姿勢が1番楽だったか、その姿勢ではどこが疲れやすいかなどの総合的なインタビューを行った。

着座形式 (1・3・6・スツール) 行為 (入力・読む)

・右図の姿勢をしていた時を思い出し、質問にお答えください。

1、特に負担を感じた部位を教えてください。 5分50秒～8分20秒の時の姿勢

	感じない	やや感じる	感じる	かなり感じる
首	0	1	2	3
肩	0	1	2	3
腕	0	1	2	3
腰	0	1	2	3
その他	0	1	2	3
その他	0	1	2	3
その他	0	1	2	3

2、気付いた事があれば何でも書いてください。

首の骨の下が肩の骨に当たる感じが、
下を向くと首が痛くなる。

図4 姿勢変化毎のアンケート(例)

3. 分析方法

実験で撮影した動画を基に10分間の中での姿勢変化があった画像を取り出した。また、携帯端末を使用せず、椅子に深く座って前方を見た時の姿勢の画像も使用した。なお、この姿勢のことを自然体な姿勢と呼ぶことにする。そして、画像処理ツール ImageJ を用いて、水平に対して首の角度、肩の角度、腕の角度、腰の角度の変化を算出した。

4. 研究結果

プロトタイプ1、プロトタイプ3、プロトタイプ6、スツールについて、それぞれで見られた具体的な姿勢を、大きく次の5つに着目しながら整理した。A: 深く腰掛け腕を上げる姿勢。B: 深く腰掛け腕を下げる姿勢。C: 浅く腰掛け腕を上げる姿勢。D: 浅く腰掛け腕を下がる姿勢。E: 前かがみの姿勢。着座形式ごとに、これら各姿勢の出現時間・回数、身体的負荷指数の平均を表に整理した。そして、それぞれの着座形式ごとに見られた姿勢タイプごとにインタビューで聞いた身体負荷と、水平に対しての首、肩、腕、腰の角度との関係を考察した。その結果、プロトタイプ3の結果は、プロトタイプ1と類似していたので、ここでは、プロトタイプ1、プロトタイプ6、スツールについて、それぞれの着座形式(背板、座面の角度等)を説明した上で、考察結果を示す。

4.1 プロトタイプ1

プロトタイプ1は、座面前縁高40.5cm、座面傾斜角0度～3度、座面奥行37.0cm、背板傾斜角93度の椅子である。自然体な姿勢の角度は、首42度、腰107度であった。

4.1.1 プロトタイプ1考察まとめ(表2)

プロトタイプ1では、5つの姿勢が見られた。

極端に首に負荷を感じる姿勢や腕に負荷を感じる姿勢があり、10分間の中で何度も姿勢を変化させる被験者も

多い。このプロトタイプでは負荷を感じるたびに姿勢を変え、また、そこで感じた部位を休ませるための姿勢をとる傾向があることが分かった。しかし、姿勢 A は部位毎に負荷の差が少なく、この姿勢をとった時間は全体の 50 パーセント近くある。さらに、この姿勢を変えた後、もう一度この姿勢をとる被験者も多く、プロトタイプ 1 の基本的

な姿勢だと言える。

4.2 プロトタイプ 6

プロトタイプ 6 は、座面前縁高 31.5 cm、座面傾斜角 15 度～25 度、座面奥行 43 cm、背板傾斜角 127 度で、背板にヘッドレストが付いている椅子である。自然体な姿勢の角度は、首 45 度、腰 125 度であった。

表 2 プロトタイプ 1 の結果および考察

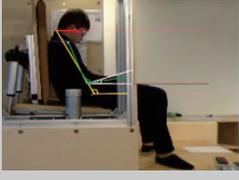
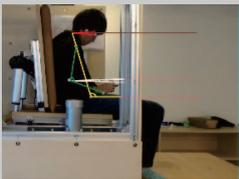
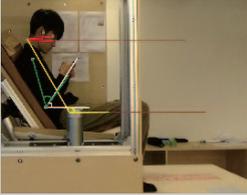
姿勢	時間 (分)	回数 (回)	負荷指数平均				各姿勢及び身体的負荷の解説
			首	肩	腕	腰	
	83	13	1.69	1.07	1.15	0.92	姿勢Aは、深く腰掛け腕を上げている姿勢。臀部から大腿にかけて座面に密着しており、腰から首元までが背板に密着している。よって、上半身は水平に対して約110度起こしており、ほぼ垂直である。一方、携帯端末を水平に対して約52度上げて持ち、肘は約64度開いている。首は水平に対して約25度上がっている。 これらと負荷の値を合わせて考察すると、どの部位の角度も自然体な姿勢とほとんど差がなく、特に大きく負荷を感じている部位もない。この姿勢をとった時間も全体の50%近くあり、プロトタイプ1で携帯端末を扱う際の基本姿勢だと言える。
	26.4	6	1.16	1.33	1.33	0.5	姿勢Cは、浅く腰掛け腕を上げている姿勢。臀部は座面に密着しているが大腿は半分程度。背板に腰は密着しておらず背骨が密着している。よって、上半身は水平に対して約121度起こしており、後傾である。一方、携帯端末を水平に対して約66度上げて持ち、肘は約62度開いている。首は水平に対して約22度上がっている。 これらと負荷の値を合わせて考察すると、自然体な姿勢の水平に対する上半身の角度が107度なのに対して、姿勢Cでは121度まで後傾しているが、腕を上げている姿勢であるため首の角度はそれほど下がっていない。そのため、首の負荷の値は1.16と低い。しかし、上半身が大幅に後傾し、首を下げているため腰が曲がり、腕を上げている姿勢であるため、腕と腰への負荷がかかっているのではないかと予想していたが、それほど負荷の値は高くなかった。
	26.4	6	2.66	1.83	0.66	0	姿勢Dは、浅く腰掛け腕を下げている姿勢。臀部は座面に密着しているが大腿は半分程度。背板に腰は密着しておらず背骨が密着している。よって、上半身は水平に対して約119度起こしており、後傾である。一方、携帯端末を持つ手を大腿の上に置いているため、肘は約105度開いている。視線と共に首の角度が下がるため水平に対して約3度下がっている。これらと負荷の値を合わせて考察すると、自然体な姿勢の水平に対する上半身の角度が107度なのに対して、姿勢Dでは119度まで後傾している。さらに、携帯端末を持つ手を大腿に置いて支えているため、腕の負荷の値はかなり低い。しかし、視線と携帯端末との距離が最も離れる姿勢になり、首を下げるため負荷の値が2.66と最も高くなっている。
	21.4	3	1.33	1	1.66	0.33	姿勢Eは、前かがみになっている姿勢。臀部と大腿が座面に密着しており、背板に密着する部位はない。よって、上半身は水平に対して約41度起こしており、前傾である。一方、上半身が前傾であるため、携帯端末を持つ手を大腿の上に置いているが、肘が約83度開いているため、視線と共に首の角度が下がり、水平に対して約25度下がる。 これらと負荷の値を合わせて考察すると、自然体な姿勢の水平に対する上半身の角度が107度なのに対して、姿勢Eでは41度まで前傾している。腰は曲がっているが、背骨が伸びている姿勢なので腰への負荷は小さい。しかし、携帯端末を持つ手を大腿で支えているが、上半身を腕で支える姿勢となるため負荷の値が1.66とプロトタイプ1の姿勢の中で最も負荷が大きい。
	12	3	2.33	0.66	0.33	0.33	姿勢Bは、深く腰掛け腕を下げている姿勢。臀部から大腿にかけて座面に密着しており、腰から首元までが背板に密着している。よって、上半身は水平に対して約105度起こしており、ほぼ垂直である。一方、携帯端末を持つ手を大腿の上に置いているため、肘は約102度開いている。視線と共に首の角度が下がるため水平に対して約5度程度しか上がっていない。 これらと負荷の値を合わせて考察すると、自然体な姿勢の水平に対する上半身の角度はほとんど同じであるが、自然体な姿勢の首の角度が42度上がっているのに対して、姿勢Bでは5度まで下がっている。そのため、首の負荷の値だけ2.33と高くなっている。一方、携帯端末を持つ手を大腿に置いて支えているため腕の負荷の値は0.33とプロトタイプ1でいった姿勢の中で最も低くなっている。また、肩への負荷も小さく、腰も背板に重心を預けているうえに伸ばしているため負荷の値は低い。

表3 プロトタイプ6の結果および考察

姿勢	時間 (分)	回数 (回)	負荷指数平均				各姿勢及び身体的負荷の解説
			首	肩	腕	腰	
	100	12	0.75	0.41	1.16	0.5	<p>姿勢Aは、深く腰掛け腕を上げている姿勢。臀部、大腿が座面に密着しており、腰が背板に密着して、首をヘッドレストで支えている。よって、上半身は水平に対して約122度起こしており、後傾である。一方、携帯端末を水平に対して約54度上げて持ち、肘は約52度開いている。首は水平に対して約8度上がっている。</p> <p>これらと負荷の値を合わせて考察すると、背板で腕を支えることができるため腕の負荷が1.16とそれほど高い負荷の値ではないが、プロトタイプ6の中で一番負荷が高い。背板、座面に密着する部位が十分にあるため椅子に体重を預けられており、肩、腰への負荷が小さい。首の角度が自然体な姿勢よりも大幅に下がっているが、ヘッドレストで首元が支えられているため負荷が少ない。</p>
	60	6	0.66	0.33	0.5	0.33	<p>姿勢Cは、浅く腰掛け腕を上げている姿勢。臀部は座面に密着しているが大腿は半分程度。背板に腰は密着しておらず背骨が密着しており、首をヘッドレストで支えている。よって、上半身は水平に対して約147度起こしており、後傾である。一方、携帯端末を水平に対して約69度上げて持ち、肘は約62度開いている。首は水平に対して約34度上がっている。</p> <p>これらと負荷の値を合わせて考察すると、携帯端末の水平に対する角度が約69度とかなり上げているが、背板で腕を支えることができるため腕の負荷の値が0.5とかなり低い。また、浅く座っているが、背板、座面に密着する部位が十分にあるため椅子に体重を預けられており、肩、腰への負荷が小さい。さらに、ヘッドレストで首元が支えられているため首の負荷がかなり少ない。</p>
	10	1	1	0	0	0	<p>姿勢Dは、浅く腰掛け腕を下げている姿勢。臀部は座面に密着しているが大腿は半分程度。背板に腰は密着しておらず背骨が密着しており、首をヘッドレストで支えている。よって、上半身は水平に対して約137度起こしており、後傾である。一方、携帯端末を水平に対して約15度上げて持ち、肘は約123度開いている。視線と共に首の角度が下がるため水平に対して約15度上がっている。</p> <p>これらと負荷の値を合わせて考察すると、座面、背板に密着する部位が十分にあるため椅子に体重を預けられている。さらに携帯端末を持つ手を大腿の上に置いているため、肩、腕、腰への負荷がない。しかし、浅く腰掛けることによりかなり後傾になっていて、さらに水平より下がった大腿の上に携帯端末を置いているため、視線と共に首の角度が下がり、首のみに負荷を感じる結果となった。</p>

4.2.1 プロトタイプ6考察まとめ (表3)

プロトタイプ6では、座面と背板が後傾することにより姿勢が強制され身体の自由度が減るため、3つの姿勢しか見られず、10分間の中で姿勢を変化させる被験者も少なかった。

また、被験者17名中、16名が腕を上げる姿勢をとった事と、このプロトタイプの最大負荷が腕であったことから、腕を下げて携帯端末を操作するのには向いておらず腕に負荷のかかる姿勢と言える。しかし、背板で腕を支えることができるため、腕の負荷の値もさほど小さくなく、全体的に負荷は小さい。

4.3 スツール

スツールは、座面前縁高440cm、座面直径350cmのスツール60を使用。自然体な姿勢の角度は、首38度、腰104度であった。

4.3.1 スツール考察まとめ (表4)

スツールでは、5つの姿勢が見られたが、背板が無いため、姿勢が前傾に強制される。プロトタイプ1でも同様に5つの姿勢が見られたが、部位毎の角度を比較してみると、スツールは全体的に、首と腕は下がり、腰も曲がっている。

よって、このプロトタイプでは見られなかった姿勢BとEの姿勢をとると、大きな負荷を感じてしまうのではないかと考えられる。

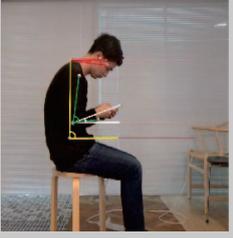
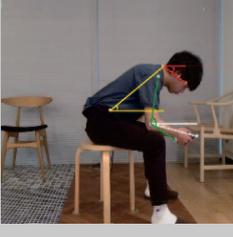
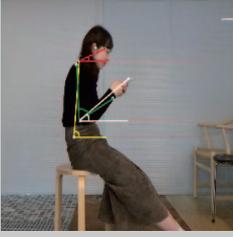
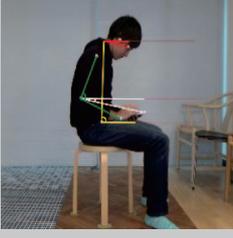
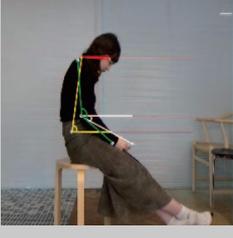
プロトタイプ1では預けられていた背板への荷重を、スツールでは自分の身体で支えなければならなくなるため、身体に与える負荷は大きくなっている。特に負荷が大きいのは、どの姿勢も首であり、腕を上げている姿勢では腕に負荷が、腕を下げている姿勢では腰への負荷が大きい。しかし、プロトタイプ1と同様に姿勢Aは、部位毎の負荷が比較的少なく、この姿勢をとる時間も長い。よって姿勢Aは、スツールの基本姿勢だと言える。

5. まとめ

本研究では、異なる着座形式ごとに、携帯端末で作業をさせ、そこでは各人がどのような姿勢をし、身体にどれだけの負荷を与えているのかについて、首、肩、腕、腰の位置関係に着目して捉えることを目的に、姿勢ごとの主観評価と身体各部の角度分析を行った。その主な結果を以下にまとめる。

プロトタイプ1では、5つの姿勢が見られた。姿勢によ

表4 スツールの結果および考察

姿勢	時間 (分)	回数 (回)	負荷指数平均				各姿勢及び身体的負荷の解説
			首	肩	腕	腰	
A 	55.3	12	1.33	0.66	0.83	1.83	姿勢Aは、深く腰掛け腕を上げている姿勢。臀部、大腿が椅子に密着している。よって、背板が無い ため後傾できず、上半身は水平に対して約88度起こしており、ほぼ垂直である。一方、携帯端末 を水平に対して約17度上げて持ち、肘は約74度開いている。首は水平に対して約8度下がっている。 これらと負荷の値を合わせて考察すると、腰の負荷指数が1.83と高い。自然体な姿勢の首の角度 に比べ、約30度下がっているが、首の負荷はそれほど高くない。十分に首の角度が下がっている ため、携帯端末を高い位置で扱う必要がなく、肩、腕への負荷を軽減できている。
E 	42.4	5	1.8	1.6	1	0.6	姿勢Eは、前かがみになっている姿勢。臀部と大腿が半分程度、椅子に密着している。よって、上半 身は水平に対して約35度起こしており、前傾である。一方、携帯端末を持つ手を大腿の上に置い ているが、下半身も下がっているため、水平に対して約13度下げて持っている。肘は約107度開 いている。首は水平に対して約32度下がっている。 これらと負荷の値を合わせて考察すると、背板で身体を支えることが出来ず、どうしても前かがみ になってしまう姿勢であるため、肘で上半身を支えている。そのため、肩、腕に負荷がかかるの ではないかと予想していたが、肩1.6、腕1と負荷の値はそれほど高くはない結果となった。また、上 半身を約35度しか起こしておらずかなり前傾であり、さらに携帯端末を低く持ち、首も下がっている のだが、腰0.6、首1.8と、こちらも予想していたより負荷の値が低い。
C 	31.3	9	2.22	0.88	1.66	1.88	姿勢Cは、浅く腰掛け腕を上げている姿勢。臀部のみが椅子に密着している。よって、背板が無い ため後傾できず、上半身は水平に対して約86度起こしており、ほぼ垂直である。一方、携帯端末を 水平に対して約37度上げて持ち、肘は約63度開いている。首は水平に対して約20度下がっている。 これらと負荷の値を合わせて考察すると、携帯端末を約37度と、かなり高い位置で扱っているた め、腕の負荷の値が1.66と少し高くなってしまいが、首の角度を約20度まで上げられている。しか し、負荷の値を見てみると、2.22と、さほど負荷を和らげられていないようだ。
B 	31	4	2	1.5	0.25	0.25	姿勢Bは、深く腰掛け腕を下げている姿勢。臀部、大腿が椅子に密着している。よって、背板が無い ため後傾できず、上半身は水平に対して約89度起こしており、ほぼ垂直である。一方、携帯端末を 持つ手を大腿の上に置いているが、下半身も下がっているため、水平に対して約11度下げて持っ ている。肘は約91度開いている。首は水平に対して約15度下がっている。 これらと負荷の値を合わせて考察すると、深く腰掛けているが、座面直径が350cmと大腿が座面 に密着できる面が少なく、割と自由になり、下半身の角度が下がる。そこで、携帯端末を大腿で支 えたために肘が約130度と大きく開いた。大腿で支えられているため、肩、腕への負荷はかなり小 さい。しかし、約22度下がった携帯端末を操作するのに、首も大きく角度を下げ、負荷の値は2と かなり負荷を感じている。
D 	9.2	3	3	0.33	0.33	2.66	姿勢Dは、浅く腰掛け腕を下げている姿勢。臀部のみが椅子に密着している。よって、背板が無い ため後傾できず、上半身は水平に対して約82度起こしており、ほぼ垂直である。一方、携帯端末を 持つ手を大腿の上に置いているが、下半身も下がっているため、水平に対して約22度下げて持っ ている。肘は約130度開いている。首は水平に対して約4度下がっている。 これらと負荷の値を合わせて考察すると、浅く座っていることから大腿が座面に密着せず自由にな り、下半身の角度が下になっており、携帯端末を大腿で支えたために肘が約130度と大きく開い た。大腿で支えられているため、肩、腕への負荷はかなり小さい。約22度下がった携帯端末を操 作するのに、首も大きく角度を下げ、負荷の値は3と、最大の負荷を感じている。それによって、腰 も曲がり、負荷の値は2.66とかなり負荷を感じる結果となった。

って負荷を感じる部位にバラつきがあったが、5つの姿勢の中で、被験者が最も多くとった姿勢は A であり、そこでの負荷は多少高いが、部位ごとの負荷のバラつきは少なかった。よって、プロトタイプ1の姿勢 A は、比較的負担の少ない基本的な姿勢であると考えられる。

プロトタイプ6では、座面と背板が後傾することにより姿勢が強制され、身体の自由度が減るため、3つの姿勢し

か見られず、10分間の中で姿勢を変化させる被験者も少なかった。また、被験者17名中16名が腕を上げる姿勢をとった事と、このプロトタイプの最も負荷の高かった身体部位が腕であったことから、腕を下げて携帯端末を操作するのには向いておらず、腕に負荷のかかる姿勢だと言える。しかし、背板で腕を支えることが出来るため、腕の負荷もさほど大きくはなく、全体的に負荷は小さかった。四

種類の着座形式の中で最も負荷がかからない着座形式であることが分かった。

スツールでは、5つの姿勢が見られたが、背板が無いため、姿勢が前傾に強制される。プロトタイプ1でも同様に5つの姿勢が見られたが、身体部位毎の角度を比較してみると、スツールの方が全体的に首と腕は下がり、腰も曲がっている。プロトタイプ1では預けられていた背板への荷重を、スツールでは自分の身体で支えなければならなくなるため、身体に与える負荷は大きくなっている。特に負荷が大きいのは、どの姿勢も首であり、腕を上げている姿勢では腕に負荷が、腕を下げている姿勢では腰への負荷が大きい。スツールは四種類の着座形式の中で最も負荷がかかるということが分かった。全体的に負荷が大きい着座形式ではあるが、姿勢Aは、身体部位毎の負荷が比較的少なく、この姿勢をとる時間も長い。よって、スツールの姿勢Aは、比較的負担の少ない基本的な姿勢であると考えられる。

今回の研究では作業用いすやハイバックチェアなど、異なる着座形式ごとで携帯端末を使用するに際し、長時間携帯端末を使用しても負担の少ない姿勢、腕を休められる姿勢、それぞれの姿勢における負担がかかりやすい部位などが捉えられた。

これらの結果より、携帯端末使用時の負荷の少ない姿勢を心掛けたりする際、また、携帯端末の使用を前提とした家具の開発などにも参考になると思われる。

謝辞

本研究は、被験者として九州産業大学の学生に多大なご協力をいただきました。ここに付記して謝意を申し上げます。

参考文献

- 1) 窪田ら：大学生のスマートフォン利用実態調査-使用時間、場所、姿勢、画面の明るさ感-,人間工学50(Supplement), S192-S193, 2014
- 2) 吉村ら：寸法・角度が可変する椅子教材の開発と有効性の検証,九州産業大学工学部研究報告第50号,p57-60,2017
- 3) 小原ら：室内計画の人間工学的研究：第12報・いすの支持面のプロトタイプ,日本建築学会論文報告集,89(0),354,1963
- 4) 寺門ら：原型としてのいすの支持面：室内計画の人間工学的研究・第21報(第4部 設計計画),学術研究発表会梗概集,38(4),A45-A48, 1967-06-17