

# 琉球大学学術リポジトリ

## 2次元動作分析による学校用家具の検討 ―机・椅子の号数変化による大学生の動作変化―

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学教育学部 公開日: 2009-07-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 福田, 英昭, 金城, 義樹 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/11215">http://hdl.handle.net/20.500.12000/11215</a>

# 2次元動作分析による学校用家具の検討

## —机・椅子の号数変化による大学生の動作変化—

福田 英昭\*<sup>1</sup>, 金城 義樹\*<sup>2</sup>

Examination of School Furniture by Two Dimensional Motion Analysis  
Change in university students' movements  
according to change in height of desks and chairs

Hideaki FUKUDA\*<sup>1</sup>, Yoshiki KINJO\*<sup>2</sup>

(Received October 31,2008)

### Summary

The two dimensional motions were measured for fifteen university students who were using furniture for the school. The desks and the chairs used were the numbers of sizes from the second to seventh sizes of Japanese Industrial Standard, and they were wooden desks and chairs, the height were able to be adjusted. The measurement was based on the height of the desk and the chair of the proper sizes calculated from the stature of the students. The height of the desk and the chair was changed into three stages, those were the proper size, the minus one level size and the plus one level size of JIS. It assumed that the study scene in the school, movements of seating and standing up were analyzed with two dimensional motion analysis system. The movements were measured by putting on reflective markers to the vertex, pinna, acromion, radius, carpus, trochanter, tibia, ankle and tiptoe of the subjects. And the movements were taken of pictures with a digital video camera.

The result of this experiment was as follows. When sitting on a chair, the angle of the waist had become small in low height of the desk and the chair. At the same time, the subjects were bending their knees and stooped. On the other hand, at the movements of standing up from the chair, the amount of the movement of the waist and the shoulder had decreased by rising of the height of the desk and the chair. At the same movement, the waist was greatly bent and the upper part of the body turned down toward the horizon by lowering of the height. It is expected that a lot of loads rest upon the waist in low height of the desk and the chair.

---

\*<sup>1</sup> 琉球大学教育学部技術教育教室 Department of Technology Education, Faculty of Education, University of the Ryukyus, Okinawa 903-0213, e-mail : fukudah@edu.u-ryukyu.ac.jp

\*<sup>2</sup> 沖縄県島尻郡八重瀬町立東風平中学校

## 1. 緒言

人ともとの関わり合いを検証するにあたり、一番大切なことは、人間はそもそも動くのが本来の姿であり、定位置に身体を長時間、固定していることは時には苦痛を伴うということである。机・椅子の設計と使用にあたっては、このことを十分に考慮しておく必要がある。しかしながら、これまでの小学校・中学校・高等学校の学校用家具は、一般にはなはだ貧弱であり、なかでも机・椅子に至っては、安くて丈夫であるほど美徳であるという誤ったイメージが支配的であったことは否定できない<sup>1)</sup>。

児童・生徒の使用する机・椅子の基準は、人間工学的視点や強度実験等より JIS 規格（日本工業規格）によって定められており、児童・生徒の身長から適正とされる机・椅子の高さが設定されている<sup>2)</sup>。ところが、1972年から1974年の大内・加藤ら<sup>3-5)</sup>の調査によると、JIS 規格で適正值とされている机・椅子の高さと、実際に子どもたちが使用している机・椅子の高さの適合率は、小学校では約4%、中学校では約15%とかなり低く、実際は適正值より2~3号分だけ高いものが多く使用されていることがわかっている。また、1998年から2000年の福田ら<sup>6-7)</sup>の調査でも、小学校・中学校・高等学校で使用されている机・椅子が JIS 規格の定める適正值と一致している完全適合率が同様に低いことが報告されており、適正の机・椅子よりも高さの高い机・椅子が子どもたちには好まれていることがわかっている。このように、学校で使用される机・椅子は JIS 規格で定められているのにもかかわらず、児童・生徒の身体に合ったものが配分・使用されておらず、学校現場での学習用の机・椅子に関する意識が低いことがうかがえる。また、小学校から高等学校において、高さが高すぎる机・椅子が配分されている実態であるにもかかわらず、児童・生徒はそれよりも高めの机・椅子を好むという現状があり、この原因について福田ら<sup>8-11)</sup>は調査を行っており、JIS 規格で定めた適正值よりも低い高さのときに学習者が疲労を感じ、適正值よりも1号分高い机・椅子を好んでいることがわかっている。児童・生徒にとって机・椅子は毎日の学習に使用するものであるた

め、安くて丈夫という観点のみで購入・配分し、身体に不適合な机・椅子を使用していると、苦痛感・疲労感を与えるばかりでなく、学習能率・健康・発育を阻害することにもつながるため、早急な改善が求められる。

そこで本研究ではこれらの現状をふまえ、机・椅子の高さの違いによって生じる動きの影響を検証するために、学校での学習場面を想定して、文字を書くという着座時の動作と、着座姿勢から直立姿勢への立ち上がり動作を被験者に行ってもらい、デジタルビデオカメラで作業の様子を撮影した。その後、2次元速度・変位ベクトル計測ソフトを用いて、モーションキャプチャによる身体の各部位の変位と角度を計測し分析を行った。また、3段階の高さの違いによる差を検証するために、計測値の反復測定による一元配置の分散分析を行った。

## 2. 計測方法

### 2. 1 被験者

調査対象者は、表1に示すように、琉球大学教育学部の学生15名（男性10人、女性5人）である。被験者の身長は153cm~180cm（平均168cm）、体重48kg~95kg（平均65kg）、年齢は19~26歳（平均21歳）であった。

### 2. 2 使用した机・椅子

表2は JIS 規格（1999年）による机・椅子の適正号数を示す表である。被験者の身長に一番近い標準身長をもとに、適正とされる机・椅子の高さを決定した。測定はその適正より1号分低い机・椅子、適正の机・椅子、適正より1号分高い机・椅子の3段階に分けて測定を行った。計測の際に、この3段階の変化の順序による影響が出ないことを考慮し、被験者毎に計測する号数の順序を無作為に変えた。計測には2号から5号まで高さの調節が可能な木製の机・椅子（ヒノキクラフト社製、型式 K-KD-GAD と型式 K-KD-GAC）<sup>10, 11)</sup>を使用した。なお、6号の高さの場合には机に6cm、椅子に4cm、7号の場合には机に12cm、椅子に8cmの高さの木製の板を脚の下に設置して使用した。この論文では、被験者の身長から算出した適正な

高さの机・椅子を「適」、適正より1号分低い机・椅子を「低」、適正より1号分高い机・椅子を「高」と略して、以後表記する。

### 2. 3 作業内容

2次元動作分析のための作業内容は、椅子に座り、机の上でA4サイズの白紙に鉛筆で自分の名前を3回書いてもらうという文字を書くという着座時の動作と、椅子の前で着座姿勢から直立姿勢への立ち上がり動作を3回繰り返す動作であった。この作業内容を、低、適、高の3種類の机・椅子の高さの違いで行った。なお、一連の動作は被験者本人の作業しやすい姿勢で行ってもらい、書くスピードや立ち上がりのスピードも本人に一任した。なお、実験は2008年1月18日から2月1日の期間に行い、作業時の室内の気温は17.4~21.2℃(平均19.7℃)、湿度は68.5~87.5%(平均77.0%)であった。

### 2. 4 モーションキャプチャによる2次元動作の計測

モーションキャプチャによる2次元動作の計測では、応用計測研究所製の2次元速度・変位ベクトル計測ソフトウェア PcVector および PC-V Graph を使用した。計測反射マーカの貼付位

置を図1に示す。計測反射マーカを被験者の頭頂点、耳介上部位、肩峰点、橈骨点、茎突点、転子点、脛骨点、外果点、足先点の9カ所に貼り付け、図2に示すように、デジタルビデオカメラで

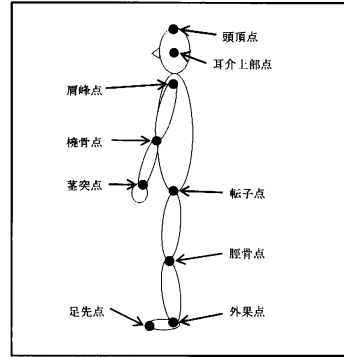


図1 計測反射マーカの貼付位置

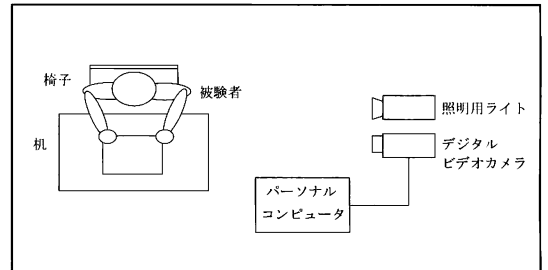


図2 計測の概略図

表1 被験者の属性

被験者	性別	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	適正号数	号数の変化
A	男	21	180	66	6	5→7→6
B	男	22	179	74	6	5→6→7
C	男	21	175	65	6	6→7→5
D	男	21	175	62	6	5→7→6
E	男	21	175	62	6	7→5→6
F	男	23	173	67	6	5→7→6
G	女	19	167	63	5	5→6→4
H	女	21	167	55	5	4→5→6
I	男	24	164	95	5	6→5→4
J	男	22	163	69	5	4→5→6
K	男	20	163	57	5	6→4→5
L	男	26	161	58	5	6→5→4
M	女	19	158	60	5	5→4→6
N	女	21	158	48	5	5→6→4
O	女	20	153	48	4	4→3→5

表2 JIS規格(S 1021:1999年)による机・椅子の適合号数と寸法

(単位: cm)

号数	0号	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号
標準身長	90	105	120	135	150	165	180	195
机面の高さ	40	46	52	58	64	70	76	82
座面の高さ	22	26	30	34	38	42	46	50

作業の様子を体の左側面から撮影し計測した。机(左端)とカメラ(三脚の中心)の距離は410cmに一定にし、カメラのレンズの中心の高さを117cmに固定した。計測反射マーカを照明用ライトで左側面から照射し撮影した。

撮影後、机上で文字を書く着座時の動作と、着座姿勢から直立姿勢への立ち上がり動作に分けて動画を編集し、PcVecterで計測点のデジタイズを行い、PC-V Graphにて各データの変位と角度を分析した。机上で文字を書く着座時の静止画像において、首、腰、膝の3つの角度を分析し、低、適、高の3つの高さの違いで比較を行った。また、着座姿勢から直立姿勢への立ち上がり動作時の腰と肩の各変位、腰と膝の各角度を、低、適、高の3つの高さの違いで比較し、一元配置の反復測定による分散分析を行うために、データ解析ソフト KaleidaGraph で分析し比較した。

### 3. 結果と考察

#### 3. 1 机上で文字を書く着座時の首、腰、膝の角度

図3に示すように、机上で文字を書くという着座時の首、腰、膝の角度をそれぞれ $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ とし、各角度の計測結果を表3～5に示す。なお、表中において、「適-低」は適の角度から低の角度を引いた数値を示しており、同様に、「適-高」

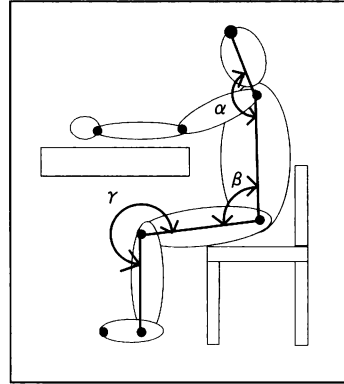


図3 首、腰、膝の角度の測定箇所

表3 首の角度 $\alpha$

(単位:度)

被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
低	138	179	143	185	134	150	178	164	208	161	160	170	180	185	184
適	141	180	147	170	143	144	173	170	208	164	144	158	164	194	180
高	137	184	147	169	137	149	170	160	210	154	152	152	167	194	180
適-低	3	1	4	-15	9	-6	-5	6	0	3	-16	-12	-16	9	-4
適-高	4	-4	0	1	6	-5	3	10	-2	10	-8	6	-3	0	0

表4 腰の角度 $\beta$

(単位:度)

被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
低	108	88	92	84	83	95	76	99	76	90	94	91	66	79	79
適	106	92	104	102	94	103	81	100	85	94	106	95	90	85	81
高	110	96	103	104	103	112	81	109	95	108	108	102	110	92	90
適-低	-2	4	12	18	11	8	5	1	9	4	12	4	24	6	2
適-高	-4	-4	1	-2	-9	-9	0	-9	-10	-14	-2	-7	-20	-7	-9

表5 膝の角度 $\gamma$

(単位:度)

被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
低	257	271	262	255	258	257	280	277	254	255	280	230	276	273	278
適	259	255	265	255	258	263	269	267	242	253	274	215	257	267	264
高	245	252	254	250	260	239	267	256	224	226	271	223	254	261	260
適-低	2	-16	3	0	0	6	-11	-10	-12	-2	-6	-15	-19	-6	-14
適-高	14	3	11	5	-2	24	2	11	18	27	3	-8	3	6	4

は適の角度から高の角度を引いた数値を示している。

首, 腰, および膝において, 低, 適, 高の高さの違いで角度に有意差があるかを調べるために, 一元配置の反復測定による分散分析 (Tukey の方法による多重比較) を行った。その結果を表6~8に示す。首の角度 $\alpha$ は, 表6に示すように高さの違いによる有意差がみられなかった。腰の角度 $\beta$ は, 表7に示すように低と適, 適と高において危険率1%の確率で有意差がみられた。また低と高では危険率0.1%の大きな有意差がみられた。膝の角度 $\gamma$ は, 表8に示すように低と適には危険率5%の確率で有意差がみられ, 適と高には危険率1%の確率で有意差がみられた。また, 低と高においては危険率0.1%の確率で大きな有意差がみられた。

首, 腰, 膝において, 適と低の角度の差の平均および適と高の角度の差の平均を計算した結果が

表6 首の角度 $\alpha$ の分散分析  
( $F$ 値=2.01 群間 $P$ 値=0.15)

	低と適	適と高	低と高
$P$ 値	0.3841	0.8106	0.1404

表7 腰の角度 $\beta$ の分散分析  
( $F$ 値=29.24 群間 $P$ 値=<0.0001)

	低と適	適と高	低と高
$P$ 値	0.0011	0.0034	<0.0001

表9である。有意差が認められた腰の角度 $\beta$ の平均をみると, 適と低の差はプラス, 適と高の差はマイナスになっていることから, 低は適に比べて上体が前かがみになっていることがわかる。同様に, 適は高より上体が前かがみになっている。このように机・椅子の高さが低いほど腰の角度 $\beta$ が小さい値を示すため, 机・椅子の高さが低いほど腰を前方に曲げるため腰にかかる負担が大きくなると考えられる。また, 有意差が認められた膝の角度 $\gamma$ の平均をみると, 適と低の差がマイナス, 適と高の差がプラスになっていることから, 低は適に比べて膝が曲がった状態になっていることがわかる。同様に, 適は高より膝が曲がった状態になっている。すなわち, 机・椅子の高さが低いほど, 膝は曲がった状態になっている。このように, 着座時における机・椅子の高さの違いを, 被験者は腰と膝の角度を変えることで姿勢を調整していることがわかる。

表8 膝の角度 $\gamma$ の分散分析  
( $F$ 値=21.25 群間 $P$ 値=<0.0001)

	低と適	適と高	低と高
$P$ 値	0.0171	0.0037	<0.0001

表9 首, 腰, 膝における角度の差の平均  
(単位: 度)

	適-低	適-高
首 (角度 $\alpha$ )	-2.6	1.2
腰 (角度 $\beta$ )	7.9	-7.0
膝 (角度 $\gamma$ )	-6.7	8.1

表10 腰の水平方向の変位  
(単位: mm)

被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
低	205	275	293	321	318	249	259	219	296	276	270	255	284	231	254
適	196	248	242	247	276	194	268	211	255	267	209	265	241	235	245
高	200	217	273	211	285	218	236	192	245	269	193	258	147	252	243
適-低	-9	-27	-51	-74	-42	-55	9	-8	-41	-9	-61	10	-43	4	-9
適-高	-4	31	-31	36	-9	-24	32	19	10	-2	16	7	94	-17	2

表11 肩の水平方向の変位  
(単位: mm)

被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
低	252	296	216	367	325	288	163	224	350	196	293	295	205	266	233
適	209	199	249	353	308	261	177	179	291	233	250	277	208	197	231
高	226	148	247	313	342	180	169	180	292	196	247	252	119	228	253
適-低	-43	-97	33	-14	-17	-27	14	-45	-59	37	-43	-18	3	-69	-2
適-高	-17	51	2	40	-34	81	8	-1	-1	37	3	25	89	-31	-22

3. 2 着座姿勢から直立姿勢への立ち上がり動作時の腰と肩の変位

着座姿勢から直立姿勢への立ち上がり動作では、体を前方に傾けて立ち上がることから、水平方向（X軸方向）の変位の測定が重要と判断し、腰と肩のそれぞれの水平方向の変位について調べた。立ち上がり動作における肩と腰のそれぞれの水平方向の変位量の測定結果を表10と表11に示す。

腰と肩の変位について、低、適、高で有意差があるかを確認するために一元配置の反復測定による分散分析（Tukeyの方法による多重比較）を行った。その結果を表12と表13に示す。表12に示すように腰の変位では、低と適で危険率5%の確率で有意差がみられたが、適と高では有意差はみられなかった。また、低と高では危険率0.1%の確率で大きな有意差がみられた。表13に示すように肩の変位では、低と適、適と高で有意差はみられないが、低と高では危険率1%の確率で有意差がみられた。

腰および肩の変位量の比較をするため、適の水

表12 腰の変位の分散分析  
( $F$ 値=9.68 群間 $P$ 値=0.0006)

	低と適	適と高	低と高
$P$ 値	0.0130	0.4592	0.0006

表13 肩の変位の分散分析  
( $F$ 値=6.35 群間 $P$ 値=0.0053)

	低と適	適と高	低と高
$P$ 値	0.1022	0.3492	0.0039

表14 腰と肩における変位の差の平均  
(単位：mm)

	適-低	適-高
腰	-27.07	10.67
肩	-23.13	15.33

平方方向の変位を基準にして、低の変位または高の変位を引き、それぞれの変位の差の平均を計算したものが表14である。低での立ち上がり動作の場合、他の高さに比べて肩と腰の変位量が共に大きいことから、立ち上がる際に上体を前方へ大きく動かすことがわかる。このように、適と低の差の平均値は適と高の差の平均値よりも大きいことから、低のときに特に水平方向（体の前方方向へ）の変位量が大きくなるのがわかる。

3. 3 着座姿勢から直立姿勢への立ち上がり動作時の腰の角度

着座時の椅子から立ち上がる時には、1度腰を深く曲げ、その後、腰を上にする動作が多く

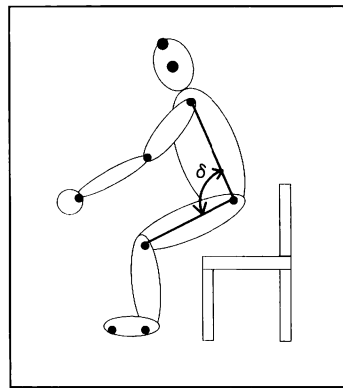


図4 腰の角度  $\delta$  の測定箇所

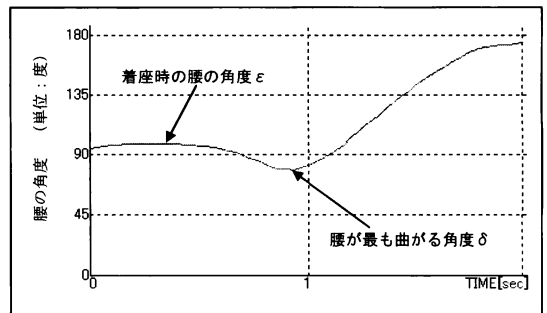


図5 立ち上がり動作時の腰の角度の変化

表15 立ち上がる際に腰が最も曲がったときの角度  $\delta$

(単位：度)

被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
低	109	78	86	89	76	86	70	92	69	88	72	86	70	87	80
適	112	94	96	94	95	102	84	107	79	96	88	99	86	92	88
高	112	99	103	104	110	105	82	113	93	107	89	111	115	90	98
適-低	3	16	10	5	19	16	14	15	10	8	16	13	16	5	8
適-高	0	-5	-7	-10	-15	-3	2	-6	-14	-11	-1	-12	-29	2	-10

確認されたため、次に、立ち上がる際に腰が最も曲がるときの角度を比較し検討した。

腰が最も曲がる角度  $\delta$  の測定箇所を図4に示す。また、図5のグラフは立ち上がり動作時の腰の角度の変化を示した一例であり、曲線が最も下がっている点を腰が最も曲がっている角度  $\delta$  とした。腰が最も曲がっている角度  $\delta$  の測定結果を表15に示す。立ち上がる際に腰が最も曲がったときの角度  $\delta$  について、低、適、高の高さの違いで有意差があるかを確認するため、一元配置の反復測定による分散分析 (Tukey の方法による多重比較) を行った。その分散分析の結果を表16に示す。立ち上がる際に腰が最も曲がったときの角度は、低と適、低と高では危険率0.1%の確率で大きな有意差がみられた。また、適と高では危険率1%の

表16 立ち上がり時の腰の角度  $\delta$  の分散分析  
( $F$ 値=43.33 群間 $P$ 値=<0.0001)

	低と適	適と高	低と高
$P$ 値	<0.0001	0.0022	<0.0001

確率で有意差がみられた。すなわち、机・椅子の高さが低くなるほど、腰をより大きく曲げて立ち上がっていることがわかる。

次に、前の図5で示したように、立ち上がる直前の着座時の腰の角度  $\varepsilon$  と立ち上がる際に腰が最も曲がったときの角度  $\delta$  の角度差を比較した。その結果を表17に示す。前述と同様に、机・椅子の高さの違いについて、一元配置の反復測定による分散分析 (Tukey の方法による多重比較) を行い、その結果を表18に示す。この腰の角度差 ( $\varepsilon - \delta$ ) は、低と適、適と高では有意差はみられなかったが、低と高では危険率10%の確率で有意差がみられた。すなわち、机・椅子の高さが低くなるほど、角度差 ( $\varepsilon - \delta$ ) はやや増大する傾向にあることがわかる。

さらに、図6に示すように、水平線からの腰の角度  $\zeta$  を比較した。計測した角度  $\zeta$  の結果を表19に示す。前述と同様に、机・椅子の高さの違いについて、一元配置の反復測定による分散分析 (Tukey の方法による多重比較) を行い、その結

表17 着座時の腰の角度  $\varepsilon$  と腰が最も曲がったときの角度  $\delta$  との角度差

(単位: 度)

被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
低	8.5	20.0	9.0	19.5	26.5	24.0	4.5	10.0	28.5	9.0	23.5	17.0	10.5	11.5	12.0
適	13.5	9.5	15.5	25.0	18.0	16.5	8.0	5.5	23.5	9.5	19.5	16.5	12.5	5.5	10.0
高	13.0	5.0	11.5	20.0	21.5	5.0	15.0	8.5	21.5	5.5	26.0	10.5	3.0	6.0	10.0
適-低	5.0	-10.5	6.5	5.5	-8.5	-7.5	3.5	-4.5	-5.0	0.5	-4.0	-0.5	2.0	-6.0	-2.0
適-高	0.5	4.5	4.0	5.0	-3.5	11.5	-7.0	-3.0	2.0	4.0	-6.5	6.0	9.5	-0.5	0.0

表18 腰の角度差 ( $\varepsilon - \delta$ ) の分散分析  
( $F$ 値=2.39 群間 $P$ 値=0.1105)

	低と適	適と高	低と高
$P$ 値	0.5395	0.5142	0.0915

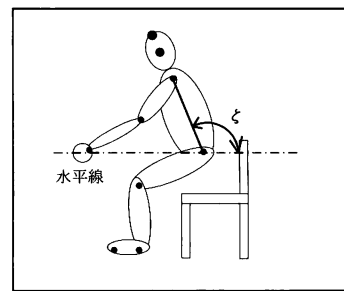


図6 腰の角度  $\zeta$  の測定箇所

表19 水平線からの腰の角度  $\zeta$

(単位: 度)

被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
低	111	128	127	124	126	124	135	121	148	121	139	124	126	126	128
適	107	117	120	124	113	114	125	111	146	125	125	115	128	115	127
高	107	118	116	118	106	112	127	102	136	121	126	116	103	126	119
適-低	-4	-11	-7	0	-13	-10	-10	-10	-2	4	-14	-9	2	-11	-1
適-高	0	-1	4	6	7	2	-2	9	10	4	-1	-1	25	-11	8



4. 結 論

果を表20に示す。水平線からの腰の角度 $\epsilon$ は低と適では危険率1%の確率で有意差がみられ、適と高では危険率10%の確率で有意差がみられた。また、低と高では危険率0.1%の確率で大きな有意差がみられた。すなわち、机・椅子の高さが低くなるほど、水平線に対して前かがみの姿勢になって立ち上がっていることがわかる。

これまで述べてきた各角度の数値の比較をするため、適の高さのときの角度を基準にして、低のときの角度との差を求め、同様に高のときの角度との差を求め、それぞれの平均をとった。その結果を表21に示す。この結果より、着座姿勢から直立姿勢への立ち上がり動作では、低の場合には腰の角度が適と高に比べて小さくなり上体がより前かがみになることがわかる。平均値で比較すると、適に比べて、低では約12度の角度 $\delta$ の減少があり、高では約8度の角度 $\delta$ の増加が認められた。上体が前かがみになるということは、その増加分だけ腰に負担がかかり疲労の原因になると考えられる。また、表21より、「適-低」と「適-高」の角度では、「適-低」の方がその差が大きい。適と低および適と高では使用する椅子の高さは同じ4cmずつ段階的に変化するが、角度では同じような差が出ず、「適-低」の角度が大きい値を示す傾向にある。同様なことは前述の表14に示した変位の差にも当てはまる。このことから、適と高よりも適と低の方が、変位と角度の観点から変化量が大きいといえる。つまり適正より1号低い椅子は、体により大きな負担がかかると考えられる。

表20 水平線からの腰の角度 $\epsilon$ の分散分析  
( $F$ 値=17.33 群間 $P$ 値=<0.0001)

	低と適	適と高	低と高
$P$ 値	0.0033	0.0853	<0.0001

表21 腰に関する角度の差の平均  
(単位:度)

	適-低	適-高
腰が最も曲がる角度 $\delta$	11.6	-7.93
腰の角度差( $\delta - \epsilon$ )	-1.7	1.77
水平線からの腰の角度 $\epsilon$	-6.4	3.93

机・椅子の高さの違いによって生じる動きの影響を検証するために、学校での学習場面を想定して、文字を書くという着座時の動作と、着座姿勢から直立姿勢への立ち上がり動作を被験者に行ってもらい、デジタルビデオカメラで作業の様子を撮影した。その後、2次元速度・変位ベクトル計測ソフトを用いて、モーションキャプチャによる身体の各部位の変位と角度を計測し分析を行った。得られた結果は以下の通りである。

- (1) 着座時に机上で文字を書く動作において、腰と膝の角度では低と適および適と高の有意差が認められ、低、適、高の順で角度が変化した。すなわち、机・椅子の高さが低いほど腰の角度が小さい値を示して前かがみの姿勢となり、同時に膝は曲がった角度を示した。
- (2) 着座姿勢から直立姿勢への立ち上がり動作において、腰と肩の変位では低と高で有意差が認められ、机・椅子の高さが高くなるほどそれらの変位量は減少した。
- (3) 着座姿勢から直立姿勢への立ち上がり動作において、腰が最も曲がったときの角度および水平線からの腰の角度では、低と適および適と高で有意差が認められ、机・椅子の高さが低くなるほど腰をより大きく曲げて立ち上がっており、同時に上体を最も水平線近くへと伏せていた。
- (4) 着座姿勢から直立姿勢への立ち上がり動作の腰の変位量と腰の角度の変化量では、適と高の差よりも適と低の差が大きいことから、低のときに腰に多くの負担がかかることが予想される。

謝 辞

本研究にご協力頂いた琉球大学教育学部技術教育専修の学生の皆さんに、心より深く感謝いたします。

なお、本研究の一部は、平成19~20年度科学研究費補助金 基盤研究(C) (課題番号19500635) の援助を受けている。

文 献

- 1) 小原二郎, 内田祥哉, 宇野英隆：建築・室内・人間工学, 鹿島出版社, 110-145 (1969).
- 2) JIS S 1021 学校用家具 (普通教室机・椅子).
- 3) 大内一雄, 若井正一, 加藤昌彦：学校用家具の使われ方に関する実態調査, 人間工学, 日本人間工学会編, 11(2), 63-67 (1975).
- 4) 加藤昌彦, 大内一雄：学校用家具の実態調査 (小学校篇), 福島大学教育研究所所報, 38, 61-70 (1975).
- 5) 加藤昌彦, 大内一雄：学校用家具の実態調査 (No.2), 福島大学教育研究所所報, 39, 75-80 (1976).
- 6) 福田英昭, 小仙敏彦：学校用家具の現状と改善点—普通教室用机・椅子に関する実態調査—, 琉球大学教育学部紀要, 55, 207-220 (1999).
- 7) 福田英昭：学校居住環境における家具と身体寸法の適合に関する研究, 財団法人第一住宅建設協会調査研究報告書, 1-86 (2001).
- 8) 福田英昭・上村圭祐：学校住環境における家具と児童の身体寸法の適合—机・椅子の号数変化による児童の意識および疲労の変化—, 琉球大学教育学部紀要, 65, 107-115 (2004).
- 9) 福田英昭, 池田明子, 十場誠：学校住環境における家具と児童の身体寸法の適合—差尺の変化による児童の意識と姿勢の変化—, 琉球大学教育学部紀要, 66, 41-54 (2005).
- 10) 福田英昭, 舟戸亮, 水口和：学習者のEMG計測, 体圧分布計測および意識調査による学校用家具の検討—机・椅子の号数変化による大学生の意識および疲労の変化—, 琉球大学教育学部紀要, 72, 13-25 (2008).
- 11) 福田英昭, 安里洋祐：学習者のEMG計測, 体圧分布計測および意識調査による学校用家具の検討—机・椅子の号数変化による中学生の意識および疲労の変化—, 琉球大学教育学部紀要, 73, 71-81 (2008).