

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月21日現在

機関番号：18001

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500737

研究課題名（和文） 児童・生徒の教室用机・椅子の検討

研究課題名（英文） Examination of School Desk and Chair for Children and Students

研究代表者

福田 英昭（FUKUDA Hideaki）

琉球大学・教育学部・教授

研究者番号：90218933

研究成果の概要（和文）：普通教室用机・椅子を小・中学生が使用した場合の号数変化による着座時の学習者の意識と身体的変化を明らかにするために、高さの異なる3種類の机・椅子を使用した。予備調査として実験では大学生を対象に、アンケートによる学習者の意識の変化と、体圧分布計測システムを使用した体圧分布の変化、唾液アミラーゼモニターを使用したストレス反応の変化、フリッカー値計測器を用いた疲労度の変化、超音波双方向血流計を用いた血流速の変化、簡易型脳波測定器を用いた $\alpha$ 波と $\beta$ 波の脳波の測定を行った。その結果、1号だけ低い高さの机・椅子を使用したときに、疲労度が高くなることがわかった。

研究成果の概要（英文）：When the height of the desks and the chairs changed, changing consideration and the body of the school children were examined. The university students became the subject of the preliminary research. Three kinds of desks and chairs with different height were used. To investigate learner's consideration, the questionnaire survey was executed. And the body pressure distribution measurement system, the saliva amylase monitor to examine stress reaction, the flicker value measuring instrument, the device that measures flow velocity of blood and the electroencephalogram were used in the experiment. As a result, it is clear that the tiredness level rises when the desk and the chair of low height are used.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
総計	1,900,000	570,000	2,470,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・生活科学一般

キーワード：机・椅子，児童・生徒，大学生，意識調査，体圧分布，ストレス，血流速，脳波

## 1. 研究開始当初の背景

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。ところが、1998年から2000年の福田らの調査では、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る。この原因について福田らはこれまでに、机・椅子の高さを変化させることによる意識調査（アンケートによる疲労度の調査）、EMG 計測（各筋肉部位の筋電図測定）、体圧分布計測（椅子座面の体圧測定）、モーションキャプチャによる 3 次元動作の計測（身体の各部位の変位と角度の計測）等で調査を行っており、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。

## 2. 研究の目的

本研究では、机・椅子の高さの違いによって生じる影響をさらに詳しく検証するために、学校での生活場面を想定して、文字を書くという着座時の動作について、次の 4 つの実験を行った。

(A) 机上に貼付した体圧分布測定システムで

着座時の机上面の体圧分布の変化を計測。

(B) 作業前後に、唾液アミラーゼモニターを使用して学習者のストレス反応を計測し、同時にフリッカー値計測器を用いて疲労度を計測。

(C) 作業前後に、超音波双方向血流計を使用して足の後脛骨動脈の血流速の変化を計測。

(D) 簡易型脳波計測器を用いて脳波を計測。

また、上記の 4 つの実験では、同時にアンケートによる意識調査も行った。なお、今回の実験は小・中学生を対象とする実験の予備調査として、すべて大学生を対象にして行った。

## 3. 研究の方法

### (1) 被験者

実験 (A) の調査対象者は、大学生 15 名（男性 11 名、女性 4 名）である。その年齢は 18～25 歳（平均 21 歳）、身長は 149～183 cm（平均 166 cm）、体重は 43～92kg（平均 63kg）であった。

実験 (B) と (C) の調査対象者は、大学生 18 名（男性 9 名、女性 9 名）である。その身長は 151～183cm（平均 162cm）、体重は 45～80kg（平均 60kg）であった。

実験 (D) の調査対象者は、大学生 20 名（男性 10 名、女性 10 名）である。その身長は 150～175cm（平均 161cm）、体重は 40～70kg（平均 57kg）であった。

### (2) 使用した机・椅子

被験者の身長に 1 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。計測には 3 号から 7 号まで高さの調節が可能な机・椅子を使用した。実験 (A) では、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）を使用し、

実験(B)～(D)では、高さ固定式のスチール製の机・椅子(コクヨ社製、型式 SSD-N3GG-P～SSD-N6GG-P と型式 SCH-N3G～SCH-N6G)を使用した。なお、7号サイズの机・椅子については、市販品がなかったため、6号サイズの机の脚下に60mm、椅子の脚下に40mmの厚さの木製の板を設置して実験を行った。この報告書では、各人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。

### (3) 作業内容

実験では、低、適、高の3段階に机・椅子の高さを変化させ、計測を行った。なお、実験の際に、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、被験者ごとに計測する号数の順序を無作為に変えた。日常的な学習場面を想定して、A4サイズの白紙に文章を書き写す筆記作業を行った。被験者本人の作業しやすい姿勢で作業を行ってもらい、書き写す速度も本人に一任した。また、文章の訂正の際には、消しゴムによる消去ではなく、斜線を引いて訂正してもらった。

実験(A)では、着座時の15分間の書き写し作業の後、約5分間の休憩をとり、その休憩時間に意識調査アンケートに回答してもらった。実験は2010年2月1日～2月17日に実施し、実験室内の気温は18～22℃(平均19℃)、湿度は69～83%(平均78%)であった。

実験(B)と(C)では、着座時の20分間の書き写し作業の後、約10分間の休憩をとり、その休憩時間に意識調査アンケートに回答してもらった。実験は2010年12月17日～2011年2月18日に実施し、実験室内の気温は18～23℃(平均21℃)、湿度は50～73%(平均60%)であった。

実験(D)では、5分間の書き写し作業の後、

着座状態のまま安静にしている状態で5分間過ごし、その後、約10分間に休憩をとり、その休憩時間に意識調査アンケートに回答してもらった。実験は2012年1月11日～2月13日に実施し、実験室内の気温は18～22℃(平均20℃)、湿度は48～76%(平均63%)であった。

### (4) 実験(A)：着座時の机上面の体圧分布の変化の計測

机上面に体圧分布測定システム(ニッタ株式会社, ClinSeat)のセンサーシートの裏面四隅を両面テープで固定して計測を行った。このシートは圧力センサセルが縦横に配列され、そのセンサセルにかかる圧力を測定するものであり、センサ厚は0.4mm、分解能10mm、マトリクス数は44×48個、測定範囲は2～20kPaであった。計測時間は15分間×3回、計測間隔は1フレーム0.5秒間隔とした。なお、体圧分布の分析は、付属ソフトウェアClinSeatで行い、このソフトウェアによって各センサから収集された圧力分布データが表示され、同情報を時系列のデータとして記録することができる。

### (5) 実験(B)：唾液アミラーゼモニターによるストレス反応の計測およびフリッカー値計測器を用いた疲労度の計測

人間にストレス反応が起こると唾液アミラーゼが通常よりも多く分泌される。この原理を利用し、実験の直前と直後に、唾液アミラーゼモニターチップ(ニプロ株式会社)で舌下の唾液を採取してもらい、酵素分析装置・唾液アミラーゼモニター(ニプロ株式会社、型式CM-2.1)で唾液アミラーゼ値を測定した。なお、唾液採取の前30分間は飲食を禁止し、唾液採取の5分前に水によるうがいを行ってもらった。

フリッカー値は点滅する光を一定条件のもとに注視し、連続した光に見えるか、ちら

ついた光に見えるかの境界における点滅回数を周波数で表したものである。この点滅回数の変化が疲労と関連することを利用し、唾液アミラーゼの測定と同様に、実験の直前と直後に、フリッカー値計測器Ⅱ型（疲労検査器、竹井機器工業株式会社、型式 T. K. K. 501c）を用いて、疲労度の測定を行った。

#### (6) 実験(C) : 超音波双方向血流計を用いた足の血流速変化の計測

血流計測用プローブを生体の表面に接触させ、生体内に超音波を照射し、生体内の血管内部を流れる血液（血球）に当てる仕組みを利用した血流速の計測では、超音波双方向血流計（Hadeco 株式会社、Smartdop45）および血流計分析ソフト Smart-V-Link for Windows を使用した。本実験では、実験の直前と直後に、足の内踝の後脛骨動脈上に超音波ゼリーを塗布し、8MHz プローブで測定を行った。

#### (7) 実験(D) : 簡易型脳波計測器を用いた脳波の計測

脳波の計測では、脳波測定器（FUTEK 株式会社、型式 FM-929）を使用した。電極配置法によって定められている両後頭部（2か所）と左耳朶（1か所）に電極を取り付けて測定を行った。なお、頭部には付属のセンサーバンドではなく、2つの電極銀皿をペーストで頭皮に貼付するセンサープロを使用し、3.0～30.0Hz の周波数帯域の脳波の変化からストレス反応等を計測した。本研究では、 $\alpha$ 波をリラックスしている状態、 $\beta$ 波を緊張または不安な状態とし、それぞれの周波数範囲は $\alpha$ 波を7～13Hz、 $\beta$ 波を17～26Hzと設定した。

なお、上記(A)～(D)の実験で得られた低、適、高の実験データは、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）を行うために、データ解析ソフト

KaleidaGraph ver. 4.0J（ヒューリンクス社製）で分析し比較した。

#### (8) アンケートによる意識調査

上記4つの実験において、低、適、高での各作業直後の休憩時間に、アンケートによる意識調査を行った。アンケート内容は、作業を行った机・椅子のそれぞれの高さの感じ方、主観的疲労度の観点であり、SD法による形容詞の対の5段階尺度で回答してもらった。また、身体の中のどの部位に疲労を感じたかについて、6つの身体部位の選択肢の中から該当する部分を回答（複数回答可）してもらった。

### 4. 研究成果

#### (1) 実験(A) : 着座時の机上面の体圧分布の変化の計測結果

低・適・高のすべての机・椅子の高さにおいて、机上面の荷重分布重心の移動距離は、左右方向の方が前後方向よりも常に100mm以上の大きい値を示した。過去の実験結果では、座面では前後方向の移動距離が左右方向よりも大きかったのに対し、今回の机上面では左右方向の移動が大きい値を示した。これは上半身の方が下半身に比べて動きの自由度が高いため、座面では重心移動の小さかった左右方向の荷重重心が上半身の方で大きな動きとして現れたと考えられる。また、適の机・椅子を使用した場合、他の高さと比べて前後・左右方向の重心の移動距離が大きい値を示した。

机上面の体圧分布を左右の2つのタイルに分割し、それぞれのタイルにかかる荷重値を分析した結果、図1に示すように、左腕の荷重値は机・椅子の高さが高くなるにつれて減少を示したのに対し、右腕の荷重値では大きな変化はみられなかった（左腕において、低と適の間で $P<1\%$ 、低と高の間で $P<0.1\%$ で有意差あり）。これは高さが高くなること

により背筋がまっすぐ伸びて、作業範囲が広がることにより右腕の自由度が上がり、上体を支えていた左腕の荷重値が低くなったと考えられる。

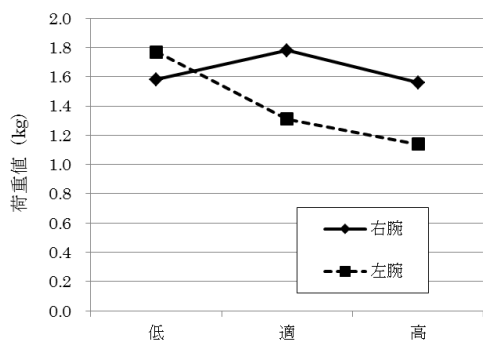


図1 机・椅子の高さの違いによる荷重値の変化

### (2) 実験(B) : 唾液アミラーゼモニターによるストレス反応の計測結果およびフリッカー値計測器を用いた疲労度の計測結果

机・椅子の高さの違いによる唾液アミラーゼ値の有意差は特にみられなかった。一方、作業直前と直後のフリッカー値の差を比較した場合、低と高の間に危険率5%以下で有意差がみられ、適と高の間でも危険率10%以下で有意差がみられた。すなわち、低の机・椅子では、適や高と比べ作業後にフリッカー値が大きく減少し、疲労度が高くなったことが明らかになった。

### (3) 実験(C) : 超音波双方向血流計を用いた足の血流速度変化の計測結果

机・椅子の高さの違いによる最高血流速度の値では有意差はみられなかったが、作業直前と直後の平均血流速度の差を比較した場合は、低と高の間に危険率10%以下の有意差がみられ、低のときに平均血流速度が最も速くなっていたことがわかった。これは、低の机・椅子を使用することで、下半身部位の血管が圧迫され血管断面が細くなることで平均血流速度が高くなったためと考えられる。

最高血流速度の値から最低血流速度の値を引

き、それを平均血流速度で割った値を拍動係数といい、この数値が大きいほど血管に抵抗が加わっているとされている。低の作業直前と低の作業直後において、この数値で危険率10%以下の有意差がみられたことから、低のときに血管により多くの抵抗が加わっていたことがわかった。

### (4) 実験(D) : 簡易型脳波計測器を用いた脳波の計測結果

図2に示すように、リラックスしている状態を示す $\alpha$ 波(7~13Hz)では、書き取り作業時に机・椅子の高さの違いによる有意差が危険率10%以下でみられ、特に高で $\alpha$ 波が多く出現していることがわかった。一方、安静状態では高さの違いによる $\alpha$ 波の有意差はみられなかった。

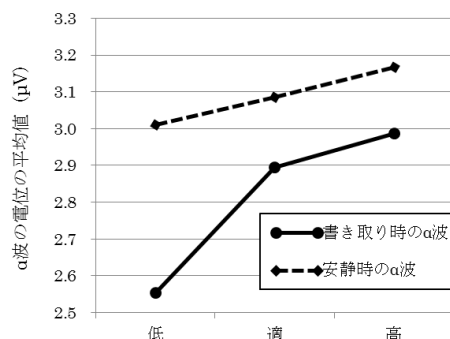


図2 机・椅子の高さの違いによる $\alpha$ 波の出現

緊張している状態を示す $\beta$ 波(17~26Hz)では、書き取り作業時と安静時の両方で、高さの違いによる有意差が危険率10%以下でみられ、特に高で $\beta$ 波が多く出現していることがわかった。すなわち、高の机・椅子では、 $\alpha$ 波と $\beta$ 波が同時に多く出現していることになり、学習時の緊張とリラックスを共に保証できた高さといえるが、その理由は不明である。一方で、低の机・椅子は、 $\alpha$ 波と $\beta$ 波のいずれも出現が少なかったことから、緊張とリラックスのいずれも保証できないものと判断できる。

## (5) アンケートによる意識調査の結果

実験(A)のアンケート結果では、椅子の高さについて、適と高では「ちょうど良い」と回答する人が多く、低は明らかに「とても低い」と意識されていることがわかった。また、机の高さについては、低から高へ高さが高くなるに従い、「とても低い」から「ちょうど良い」へ意識が順に変化していくことが確認できた。また、高さの違いによる主観的疲労度についての回答では、適を使用したときに最も疲労度が低く、低のときに疲労度が高く回答されていた。

実験(B)と(C)で行ったアンケート結果では、机の高さの違いによる疲労度について、低と適の間で危険率 0.1%以下の大きな有意差がみられ、適と高、低と高の間で危険率 5%以下の有意差がみられ、低の机の疲労度が高いことがわかった。同様に、椅子の高さの違いによる疲労度についても、低と適の間で危険率 0.1%以下の大きな有意差がみられ、低と高の間で危険率 5%以下の有意差がみられ、低の椅子の疲労度が高いことがわかった。

実験(D)で行ったアンケート結果から、机・椅子それぞれの高さの感じ方は、机と椅子ともに適と高は「ちょうど良い」という意識に対し、低は低いと意識されている結果が出た。主観的疲労度についても、高の机・椅子が最も疲労度が低く、低の時に疲労度が高く、特に臀部と肩の部位で疲労度が高いことがわかった。また、姿勢の変化について、低と高の間で 0.01%以下、低と適の間で 1%以下の有意差で、低で「姿勢が悪くなった」という回答が得られた。同様に、背筋の変化についても、低と高の間で 0.01%以下、低と適の間で 1%以下の有意差で、低で「背筋が曲がった」という回答が得られた。

## 5. 主な発表論文等

特になし。

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

福田 英昭 (FUKUDA Hideaki)

琉球大学・教育学部・教授

研究者番号：90218933

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし