

# 座姿勢評価の高度化にもとづくイスの開発

新木隆史<sup>\*</sup>, 松岡敏生<sup>\*\*</sup>, 池浦良淳<sup>\*\*\*</sup>, 安田府佐雄<sup>\*\*\*</sup>

The development of the positioning chair based on the upgrading evaluation of the sitting attitude .

by Takashi SHINKI, Toshio MATSUOKA, Ikeura RYOUZYUN and Fusao YASUDA

In the preceding fiscal years, we produced the auto control type seat attitude evaluation equipment and production model chair with the compatibility structure experimentally. In this improvement and research, the trial manufacture which mainly improved the backrest sheet of the prototype was carried out. The function which separately supported around lumbar which is thorax, pelvis and the intermediate place was examined. It was possible to raise the physical fitness more from chair structure developed in advance. The improvement in the operability for users and middle users was obtained.

Keywords : sitting positionig chair, backrest, separately suport unit, function enhancement

## 1 . はじめに

先報「平成14年度三重県科学技術センター工業研究部研究報告No.27(2003)「座姿勢自動評価にもとづく遠隔処方型いす製造技術の開発」において自動制御型座位評価装置および構造互換量産型椅子のシステムを開発したことを報告した。本研究ではこのシステムのもつ身体適合機能をもつための機能強化を中心に改良試作をおこなったので報告する。

この研究の前提となった研究では、量産的手法が難しかった身体適合性の高い座位保持装置や車イスなどの量産と普及を目的とした。この試作改良ではその中でもとくに医療や介護に関わる、中間ユーザー及び使用者のユーザビリティ向上と機能の訴求に主眼を置いて、生活機器としてのデザイン面も含む改良を試みた。その中でもとくに身体適合性の高度化を目的として背もたれ調整機

能に重点を置いた改良を行った。

先の試作では、高さ毎に5つに分割した背もたれシートを機械工学的に制御して身体背面の形状採形とフィードバック後形状調整する方法をとった。本試作開発では、さらに単純化した機械工学的制御機構を構築するため、3ユニットに分割数を減らした構造とした。またそれらを技術者が取り扱いやすく、操作性を考慮した構造に改良し、評価を行って有効な結果を得た。

## 2 . 試作開発の方法

改良の対象となるのは平成13～14年度において開発した座位評価装置と互換構造量産型イス双方に共通の調整装置である。調整項目としてはティルト(座面と水平面のなす角度)量及びクライニング(背もたれ面の水平面からの展開角度)量の他、座面高さや骨盤とのアジャスティング機構を備えていた。その他特に5分割された背もたれごとに備えられた体圧を感知するセンサとアクチュエーターにより、それぞれをリアルタイムにコンピュータから制御して人の背面を動的に支え

\* 医薬品研究グループ

\*\* 三重大学工学部機械工学科

\*\*\* 三恵工業株式会社開発部

る座姿勢評価装置である．分割された背もたれ面それぞれの位置情報に基づくイスの形状調整をシステム化して動的な座位評価及び自動採形を可能にしている．さらに，量産型イスの互換構造をなす構築により，評価の結果である製品の寸法をはじめとする各種の設定が転写できるものである．

図 1 に機械工学的な制御のフローを図 2 図 3 に昨年度までに行った中小企業技術開発産学官連携促進事業「座姿勢自動評価にもとづく遠隔処方型

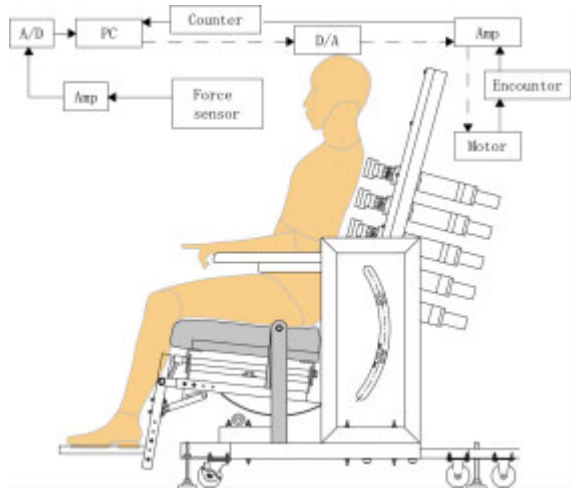


図 1 座位評価装置とその計測制御フロー



図 2 座位評価装置とその制御機器



図 3 座位評価装置互換構造車椅子

イス製造技術の開発」による自動制御型座位評価装置と構造互換イス・車イス製品を示した．

## 2. 1 対象製品の問題点と改良点の抽出

前試作においては，背もたれシート構造を高さ毎に分割した．次に，そのそれぞれが位置調整機構を備えた分割背もたれユニットとして取り扱うことにより，高い身体適合性を得ることを目指した．また，改良目標を見いだすために，昨年までの開発製品に関して，現在の市場に顕著に普及している製品群との比較評価を行った．

市場に流通する座位保持装置，車椅子などに近年目立つ傾向として，背もたれフレームに布製ベルト類を高さ毎に複数本張り渡す方法が目立って増加している．高さ毎に張られた布ベルト類の張力を変更して，身体と接する面の縦方向の形状変化や水平断面の曲率を変化させて身体適合調整を行うものである．以上のことから背もたれ面を複数に水平分割して制御することの有効性が広く認識されていることが伺える．それらを参照して，それら布ベルトによる製品群の欠点を補うため以下のような改良課題を抽出した．

(1) 座位保持機能を持つイス，車イスの身体適合調整機能の高度化のために背もたれシートを分割した．そのそれぞれを 2 本のアームにより位置制御する方法を取った．さらに身体構造に対応して分割数及びその分担する身体部位ごとのユニットの特性にもとづくキャラクターを決定する必要があることが解った．

先の試作においては胸郭が 2 ユニット，腰椎部 2 ユニット，骨盤部 1 ユニットで支える構造であった．問題点としては，5 つの分割シート両端に設けられた位置調節ノブを前後する方法では 10 個のデータに基づいて 10 個のノブを操作する必要があり操作に時間を要し調整しにくかった．座位評価装置の機械工学的置き換えにおいてもアクチュエーターを多く制御する必要があり，互換構造椅子においては多数 (10 個) のノブ調整をする必要があり現実的な操作性に問題があった．

(2) 分割された背もたれユニットの身体とのなじみを実現するための機能を付加する必要がある．

前試作においては分割背もたれの背もたれ面そ

それぞれの上下仰角の制御は上下仰角が自由に回転するシートをバネを用いたパラサーにより初期位置を保つ機構とした。しかし、立ち座り動作において身体との摩擦により誤った角度のままになる欠点をもち、必要な上下仰角度での角度固定もできなかった。

(3) 臨床現場における中間ユーザーであるセラピストや医師、及び介護専門家の要求に対応した機能の実現と現実的な実用性を睨んだ改良を検討した。

前試作においては上下の仰角変更ができず、分割シート単位で水平断面の曲率他、三次元的なシート形状の調節ができなかった。

## 2.2 改良テーマの解決方法

以上の課題に対して以下のような解決方法を取り改良のための試作品設計に反映させた。

(1) 分割して支える背もたれシートの個々のキャラクターの把握が必要である。

本研究開発では、身体背面を支持する構造に関して、胸郭部、腰椎部、骨盤の3つの特徴的な身体構造に分けて支持する方法を検討した。まず各ユニットが背面を効果的に支持するため、以下の調整自由度を与えた。

ユニットの座面シートよりの高さ調整

ユニットの背もたれフレームからの前後位置調整

ユニットの背もたれフレームに対する左右位置調整

ユニット背もたれ面と矢状面のなす角度調整

ユニット背もたれ面の上下仰角調整

また、身体適合性高度化のためには背もたれ分割シートの高さ方向のシート幅、水平方向のシート横幅及び水平断面曲率の決定などが課題であり、胸郭、腰椎、骨盤の身体各部の持つ個性に対応する機能を検討した。身体背面をシミュレーションした概念を図4に示す。図4は座面角度が6度前後のときの座位のシミュレーションであり、身体背面に関しては胸郭部、腰椎部、骨盤部に身体特徴がわけられることを示している。体幹は連続したものであるが、胸郭と骨盤及びその周囲の身体組織が半剛性を備えた形状をなし、多関節な脊柱とその周辺の柔軟な組織による腰椎が繋ぐ構造をなしている。通常の座角度では腰椎部分の

確実な支持が最も重要な背もたれの機能となる。

以上のことから腰椎部の支持ユニットの他に胸郭部支持ユニットと骨盤部支持ユニットの3ユニットにより背もたれを構成するシステムとした。

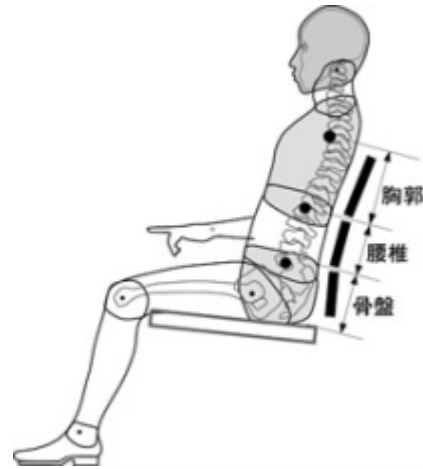


図4 背もたれ分割支持ユニットの概念図

(2) 各ユニットの身体との適合機能の付加

先の試作では身体とのなじみの面で複数の分割背もたれ面が適切に身体に馴染まなかった。そこで、ユニットの背もたれ面の上下の仰角度の変更を可能にする構造及びユニット背もたれ面の水平断面における曲率を変更する構造を検討した。さらに3次元形状をなす身体とのなじみを積極的に実現するため柔軟で可撓性に富むプラスチックシート素材の導入を行って、それに形状変更装置を付加する方法で設計した。

(3) 操作のしやすさと操作感の向上

前プロトタイプ試作品ではネジとノブによる前後位置調節装置を背もたれ分割シートの両端に10箇所設けて調節する方式であり煩雑で手間が多かった。そこで、臨床現場及びイス製作時におけるフィッティング作業などでの現実的な操作性を向上するための機能を検討した。

## 2.3 試作結果

図5に試作品の外観を図6～図8に背もたれ分割ユニットの詳細を示した

### 2.3.1 背もたれ面を構成する分割背もたれ面ユニットの個数について

開発結果では、胸郭、腰椎、骨盤上部をそれぞれ支えるユニットを設計して3ユニットで背もたれ面を構成する構造とした。これは、胸郭、腰椎、骨盤上部それぞれ特徴をもつ身体部位を支えるこ



図 5 . 試作品の外観



図 6 . 試作品の背もたれ部詳細



図 7 . 背もたれユニット部



図 8 . 背もたれユニット外観

とを考慮したためである。3つのパートに類別される部分をそれぞれ別の構造として支えることは合理的であると考えられる。3つのパートは人のダイナミックな姿勢維持、抗重力運動により関係づけられる。胸郭と骨盤はソリッドに近く比較的形狀が安定しており腰椎がそれをつないでいると考えられ、この点からも3つの個性的な形状に分けられることが分かる。したがって、3つのユニットそれぞれが独自の水平断面曲率と縦方向の形状変化を持ち異なる個性を持つと考えた。

### 2.3.2 ユニットの背もたれ面調整機構について

本試作ではノブで上下仰角を調整後固定できる構造とした。また3つのユニットが受け持つ人の身体部位毎に形状は変化する。特に背もたれ面の水平断面における曲率及び矢状面による縦断面の曲率もそれぞれ変わり、座位保持装置では体幹の捩れに対応して3次的に複雑に形状が変化する。そこで可撓性に富んだ樹脂板や強化厚布ベルトなどを左右から張力を持たせて設置し、必要箇所にて牽引装置を用いて水平断面における曲率や3次的な形状を調整できるようにした。

### 2.3.3 現実的な運用のしやすさについて

先の試作開発では、背もたれユニットの角度や位置調整は基本的に両端に設けられた計10箇所の前後調節装置により調整していた。これは厳密な調整を行うことが容易におこなえることに利点を持つ。しかし、臨床現場のセラピストや椅子製作技術者などが速やかに必要な調整を行うための機構としては問題を持つものであった。そこで本試作では3つに分けた背もたれ面ユニットそれぞれの身体との適合調整を効率化するための改良を加えた。

まず、背もたれ面ユニットの空間位置変更のための5自由度をもつ機構とした。

変更調整が可能なものは以下である。 ユニットの背もたれ面の座面よりの高さ ユニットの背もたれ面の背もたれフレームからの前後位置 ユニットの背もたれ面の矢状面との角度 背もたれ枠に対する左右位置 分割ユニット背もたれ面の上下仰角である。とくにユニットの矢状面に対する角度変更及び左右位置変更のために一つのノブで固定



と解除，位置調整が容易に行えるようにした．実験段階での身体適合調整における操作感としても調整が容易になったと考えられる．

### 3. 背面形状設定機構の有効性の検証

試作イスの背もたれユニットは，胸郭，腰椎，骨盤の高さ毎に3分割（以降，上段，中段，下段と呼ぶ）されており，前述したようにそれぞれ独立に5つの調整自由度を備えている．この背面形状設定機構の有効性を検証するために，背もたれの位置設定条件を変化させたときの人とイスの接触状態を体圧分布量から評価した．測定には，体圧分布測定システム（BIG-MAT2000 システム，ニッタ（株）製）及びボタンセンサ式圧力測定システム（MELF システム，ニッタ（株）製）を用い，被験者とイスの座面および背もたれの間に圧力分布センサシートを設置し，被験者をイスに着座させ，接触圧力および接触面積を測定した．

試作イスの背もたれ設定条件は，表1に示した10条件とした．被験者は，20代男性1名（身長167cm，体重62kg）である．

表1. 背もたれユニットの形状設定条件

Skample	背もたれ設定条件
No.1	初期状態
No.2	中段 10mm 前方へ押し出し
No.3	中段 20mm前方へ押し出し
No.4	中段 10mm 後方へ引出し
No.5	下段 10mm前方へ押し出し
No.6	下段 20mm前方へ押し出し
No.7	上段 右側10mm 後方へ引出し (回転)
No.8	下段 右側10mm 前方へ押し出し (回転)
No.9	下段 右側10mm 前方へ押し出し，かつ，上段 右側10mm後方へ引出し (回転)
No.10	下段 右側10mm前方へ押し出し，かつ，上段 右側5mm後方へ引出し (回転)

各条件での体圧分布量の測定結果を図8（No.1）～図17（No.10）に示す．

ここで，体圧分布図の右側が身体の右側に対応している．図9は，背面形状設定機構の初期状態（No.1）で前後方向，左右方向ともに凹凸がない状態である．これを基に，背面形状設定機構の設定値を変更し，イスの擬似的な処方を行った．

図9（No.1）では中段部分の接触面積が少なく，接触面積を増加させる必要があると考え，中段部分を10mmまたは20mm押し出した．その結果が，図10（No.2），図11（No.3）である．

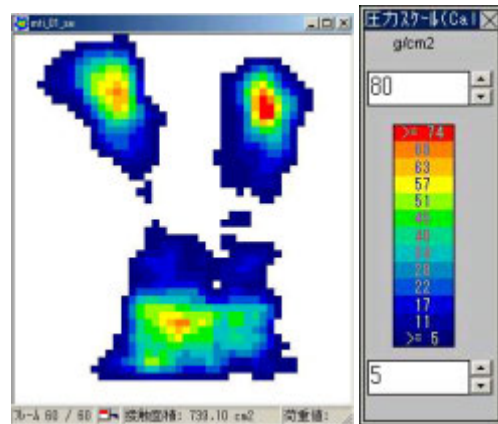


図9. 体圧分布量（No.1）

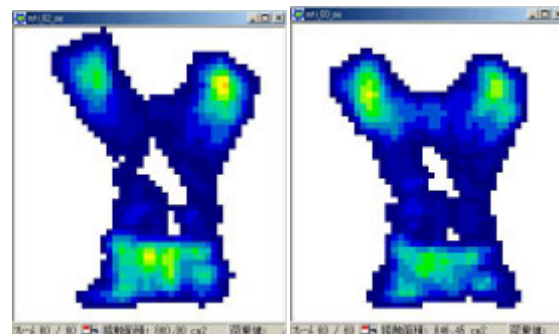


図10.体圧分布量(No.2)図11.体圧分布量(No.3)

接触面積が，No.2では14%，No.3では9%増加するとともに，肩甲骨部，腰椎部の接触圧力が減少して，背もたれ全体での接触ピーク圧力はNo.2では26%，No.3では32%減少していることがわかった．

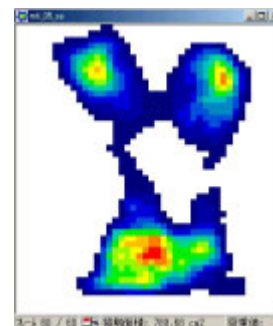


図12. 体圧分布量（No.4）

一方，反対に中段を引下げた結果が図12（No.4）である．中段部が接触しなくなり，上段，下段のみで荷重を支えた状態となり腰椎部の接触圧力が著しく増加している．

腰椎部の支持を改善するために下段を押し出す設

定を試みた結果が図 13 (No.5), 図 14 (No.6) であるが, 顕著な効果は見られなかった. 初期状態(図 9)で右肩甲骨部に圧力が偏っているのを, これを改善するために上段の右側を後方へ引出す設定とした. その結果, 図 15 (No.7) のようであるが, 顕著な効果は見られなかった.

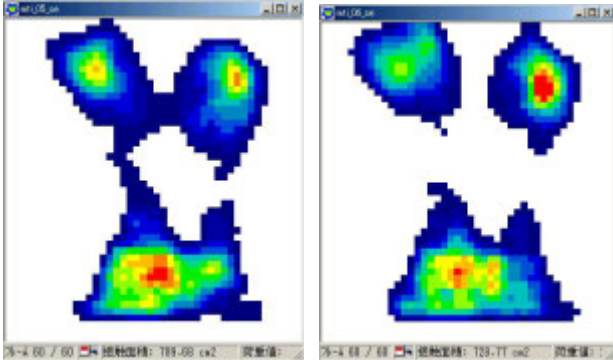


図 13 .体圧分布量( No.5) 図 14 .体圧分布量( No.6)

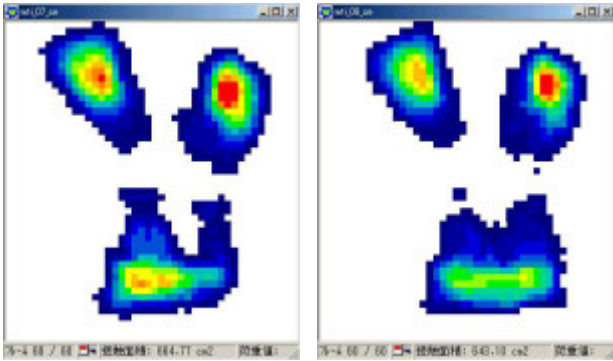


図 15 .体圧分布量( No.7) 図 16 .体圧分布量( No.8)  
図 9 (No.1) では, 腰椎部の接触状態で右側の接

触が少ないことから, 下段の右側が前方へ出るように回転させた. その結果, 図 16 (No.8) のように腰椎部の接触状態が左右対称になった.

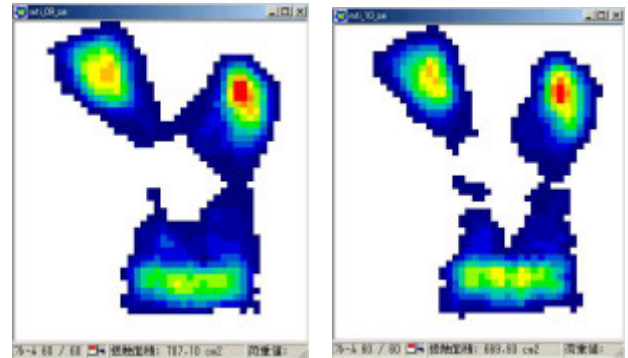


図 17.体圧分布量( No.9) 図 18.体圧分布量( No.10)  
図 17 (No.9), 図 18 (No.10) では, 図 15 (No.7) と図 16 (No.8) を組み合わせた処方としたが図 16 (No.8) と同様の効果は得られたが, 肩甲骨部の体圧分布の改善は見られないようであった.

同一被験者で, 背もたれ形状調整機構により, フラットな状態の背もたれ形状からさまざまな条件を設定して形状を変更して体圧分布からその有効性を検証した. その結果, 中段部の前後方向への押し出し, 下段部の水平方向の回転による左右の押し出しは, 体圧分布量に影響を与え, イス着座時の姿勢の改善に有効であることがわかった. 接触面積と背もたれ設定条件の関係を図 19 に, 接触ピーク圧力と背もたれ設定条件の関係を図 20 に示す.

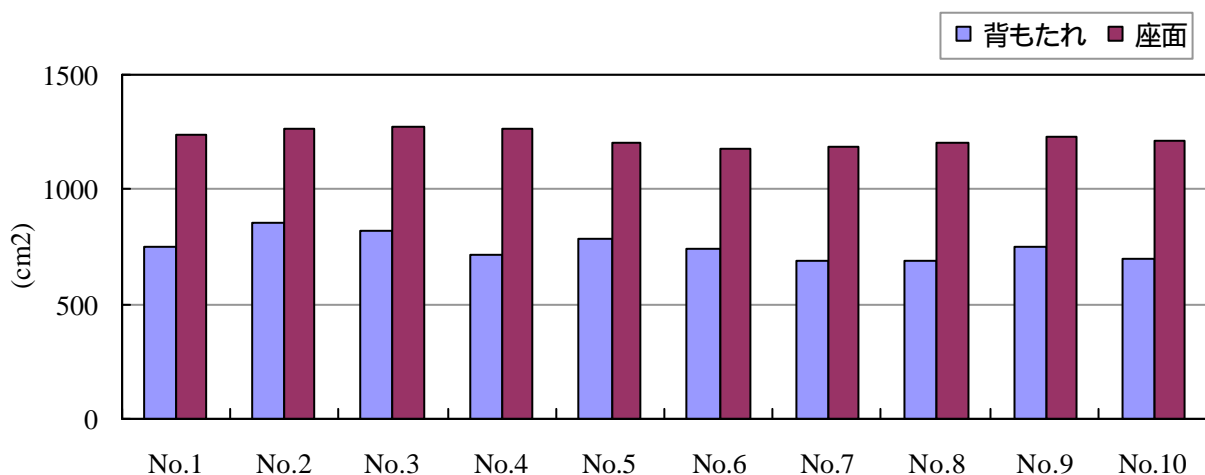


図 19 . 接触面積と背もたれ設定条件の関係

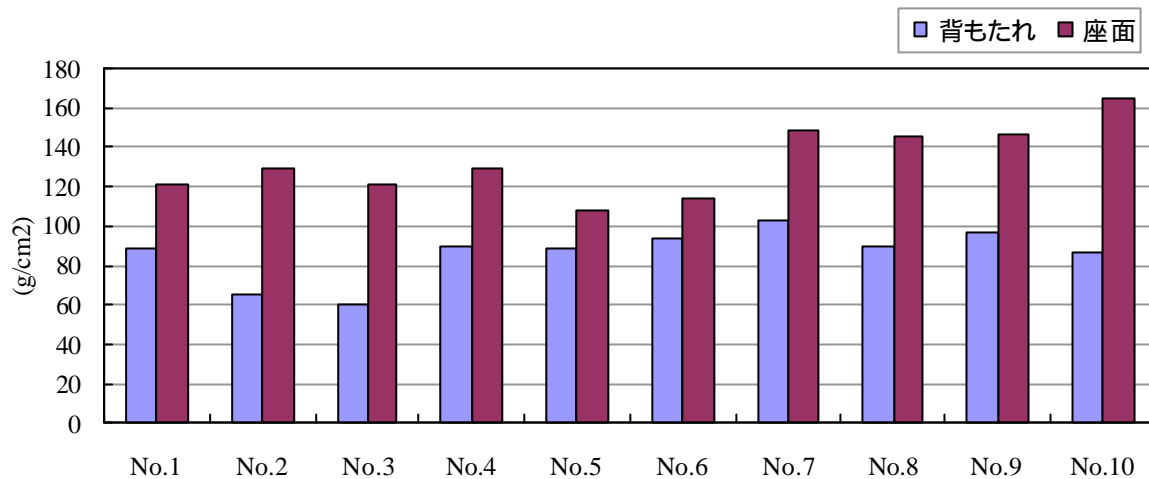


図 20 . 接触ピーク圧力と背もたれ設定条件の関係

#### 4 . まとめ

本試作改良研究の成果である背もたれ調節ユニットは，ユニットを車いすや座位保持装置に基礎的に組み込み座位保持機能及び身体適合調整を高度化した椅子類として普及する方法と，開発ユニットをオプション部品として普及する方法が考えられる．

しかし，このユニットの改良に対応して自動型座位評価装置の機構を改良してシステム化してテストを行うことが残されていると考える．

#### 参考文献

- 1)小原二郎：“インテリアデザイン 2”．鹿島出版会 p52-58 ( 1976 )
- 2)新木隆史ほか：雑誌"三重県工業技術総合研究所研究報告 No.24"．p1-9 ,( 2000 )
- 3)新木隆史ほか：雑誌"三重県科学技術振興センター工業研究部研究報告 No.27"p15-20,( 2003 )
- 4)広瀬秀行：“胸椎と腰椎を記述するための胸骨線と腹部線の検討”「第 1 5 回リハ工学カンファレンス 2000 論文集」．p277-280 ( 2000 )