

人間・生活者視点による人にやさしい製品開発（第5報） ソファの設計指針に関する研究（1）

成瀬哲哉*、藤巻吾朗*

User-centered design: Development of a human-friendly product (V) Research on design of sofa (I)

Tetsuya NARUSE* and Goroh FUJIMAKI*

ソファは一般的なダイニングチェア・休息用椅子と比較してウレタンフォームやバネといった多種多様な弾性素材により構成され、着座時には大きく変形して人体を支えるといった特徴がある。そのため、外形寸法や形状だけでなく弾性素材の特性を加味した設計指針の導出が不可欠である。そこで本研究では、ソファの角度条件、ソファに使用されるウレタンフォームの組み合わせ、着座姿勢に着目し、被験者に平板椅子(角度条件評価用)、基準ソファ(比較用)、修正ソファ(ソファに適したウレタンフォームの組み合わせ・構成を選択)の3種類の椅子・ソファに関して座り心地評価実験を行い、ソファの設計指針に関する知見の導出を目指した。その結果、「ソファの角度条件として、休息用椅子の設計指針が活用可能であること」「被験者が好むウレタンフォームの構成は、背面は1種類、座面は3種類の傾向があると考えられること」「基準ソファと比較して沈み込みが少なく、座面側で体を支えるようなウレタンフォームの組み合わせを好む傾向があること」がわかった。

1. 緒言

当所が位置する飛騨・高山地域は古くから木製家具産業が盛んな地域である。

平成14年度より人間工学的手法を用いた木製椅子の研究成果として、ダイニングチェア・休息用椅子に関する様々な設計指針の導出と提案を行っており、本年度よりソファの設計指針に関する研究に着手した。

ソファは一般的なダイニングチェア・休息用椅子と比較してウレタンフォームやバネといった多種多様な弾性素材により構成され、着座時には大きく変形して人体を支えるといった特徴がある。そのため、外形寸法や形状だけでなく弾性素材の特性を加味した設計指針の導出が不可欠である。

そこで本研究では、被験者にソファに適したウレタンフォームの組み合わせ・構成を選択し座り心地を評価し解析することでソファの設計指針に関する知見の導出を目指した。

2. 実験方法

2.1 実験準備

ソファに適した外形寸法、形状、弾性素材の組み合わせを検討するため、寸法・形状のベースとして、ソファと使用用途が近いと考えられる、当所研究成果「休息用椅子の設計指針」を活用し、

- ・ 座角度10度
- ・ 背座角度差110度
- ・ 座面前後長400mm
- ・ 背もたれ高さ500mm

とした。

また、座面高さは足置き台にて被験者にあわせて調整することとした。

次に、本実験で使用したウレタンフォームを表1に示す。

表1. 実験に使用したウレタンフォーム

	特徴
ウレタン 1	軽いタッチのウレタンフォーム
ウレタン 2	通常ウレタンフォーム
ウレタン 3	ラバーライク高反発弾性(柔らかい)
ウレタン 4	一般品より硬度が高いウレタンフォーム
ウレタン 5	チップウレタン

* 試験研究部（シミュレーション研究室）

これらのウレタンフォームは実際に地元家具産業でソファの構成材として一般的に使用されているものであり、入手も容易であることから硬度、反発性など物理的性質を考慮して選択した。

2.2 検討項目

- (1) 休息用椅子の設計指針は休息時の安定姿勢を基にした形状・寸法値であるがソファの角度条件として活用可能か
- (2) 被験者がどのようなウレタンフォームの組み合わせ・構成を好むか
- (3) ウレタンフォームの組み合わせで、どのような姿勢・座り心地になるように修正するか

2.3 測定項目

前項の検討項目を基に以下の測定項目を決定した。

- ・ 立位および座位姿勢および身体データ計測
- 姿勢比較のため、特徴点(計10点)を着衣上からマーキングし側面から写真にて記録した。図1にマーキング箇所を示す。

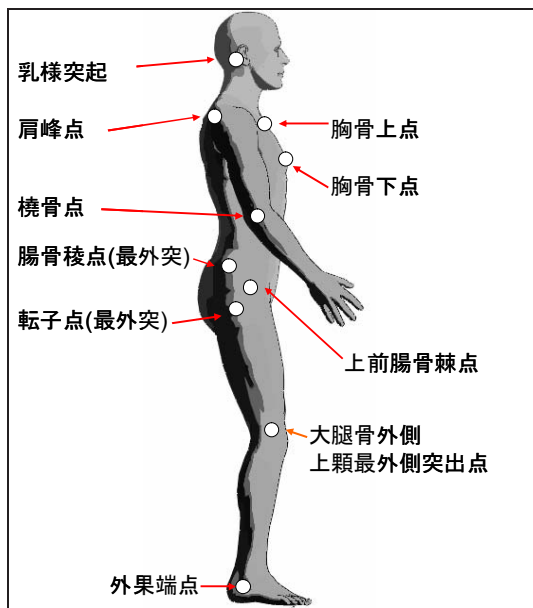


図1. マーキングを行った身体特徴点

マーキング座標を同定するため25cm×25cmグリッドを配置し被験者と同時に撮影を行った。写真撮影後に画像処理ソフトウェアでグリッドを重ね合わせマーキング座標の同定および姿勢(体の傾き)を算出した。

図2に角度測定のご概念図を示す。

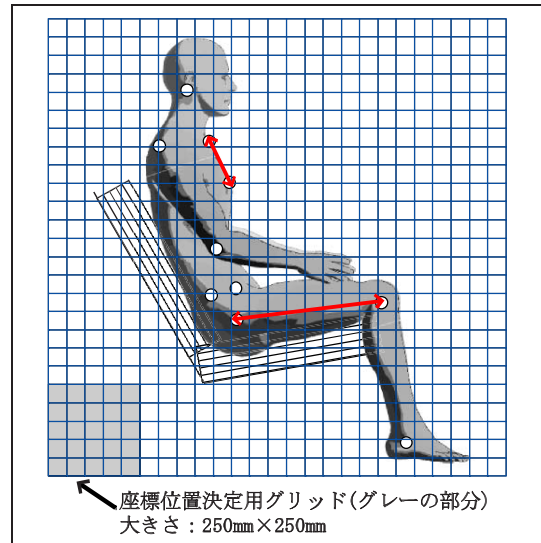


図2. 角度測定概念図

- ・ 着座時の体圧分布測定条件

体圧分布測定センサー(XSENSOR)を使用し基準ソファおよび修正ソファの体圧分布測定を行った。

体圧分布測定センサーの大きさは144セル×48セルの1枚のセンサーシートでセンサーセルの大きさは0.5inch×0.5inchである。

実験椅子のサイズは座面奥行き40cm、背面高さが50cmであるので、この実験椅子の座面前縁とXSENSORの短辺側が一致するように設置したばあいセンサー上では前縁から32セル分(0.5inch×32セル≒40cm)が座面の体圧測定結果、33セル以降の40セル分を背面の体圧測定結果となる。

図3に体圧分布測定条件を示す。

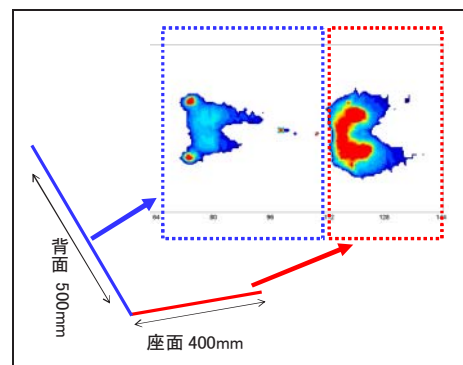


図3. 体圧分布測定条件

2.4 官能評価

2.4.1 角度条件評価項目

背面の傾きに関して

1. 倒れている
2. やや倒れている
3. ちょうどよい
4. やや起きている
5. 起きている

2.4.2 座面の傾きに関して

1. 後傾
2. やや後傾
3. ちょうどよい
4. やや前傾
5. 前傾

2.4.3 座り心地評価部位

①背面胸部 ②背面腰部 ③背面臀部

(I)座面大腿部 (II)座面臀部

評価部位を図4に示す。

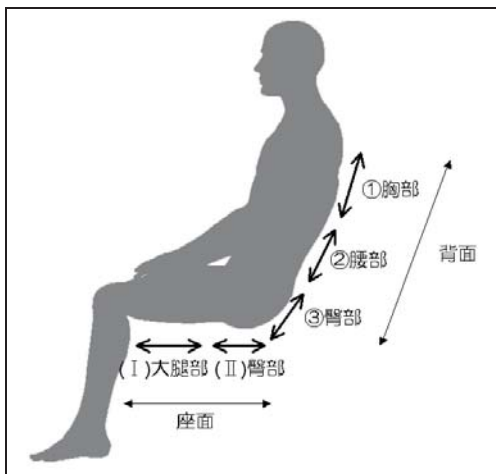


図4. 評価部位

2.4.5 座り心地評価項目

座面、背面に関して前述の5つの評価部位に関して、座った時の感じる印象を評価カテゴリーから、【感覚の種類】と【感覚の強さ】の組み合わせを記入（複数回答可）

感覚の種類

- | | |
|--------------|-------------|
| A. 硬い感じ | H. 底に着く感じ |
| B. 柔らかい感じ | I. 包み込まれる感じ |
| C. 深く沈みこむ感じ | J. 蒸れる感じ |
| D. 食い込む感じ | K. 冷たい感じ |
| E. コツンと当たる感じ | L. 不快な当たり |
| F. 跳ね返る感じ | M. 心地よい当たり |
| G. 締め付ける感じ | N. その他() |

感覚の強さ

- | | |
|----------|------------|
| 1. 感じない | 2. かすかに感じる |
| 3. やや感じる | |
| 4. 感じる | 5. 強く感じる |

2.4.6 総合評価項目

1. 良い
2. やや良い
3. 普通
4. やや悪い
5. 悪い

2.5 実験条件

以下に述べる3種類の着座条件に関して評価を行った。なお、被験者には「ソファとして使用した場合の評価」と教示し、着座姿勢は被験者の自由姿勢とした。

また、座面高は被験者に合わせて足置きを用いて調整した。

2.5.1 実験条件①：座面・背面ともに平板合板

座角度10度、背座角度差110度の実験椅子。形状寸法を図5に示す。

・評価項目

座面・背面の角度条件の評価

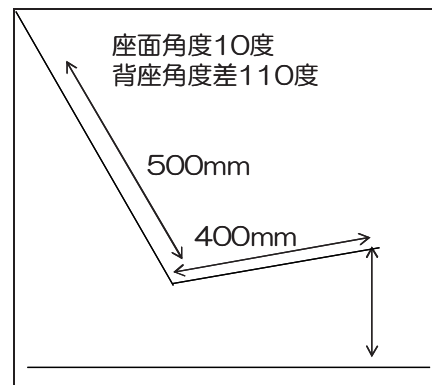


図5. 平板合板椅子

2.5.2 実験条件②：基準ソファ

座面・背面ともに通常ウレタンフォーム（試験体名：ウレタン2）20mm×5枚=100mmで構成された基準ソファ。形状寸法を図6に示す。

・評価項目

座面・背面の角度条件の評価

座面背面の感覚評価

座り心地の総合評価

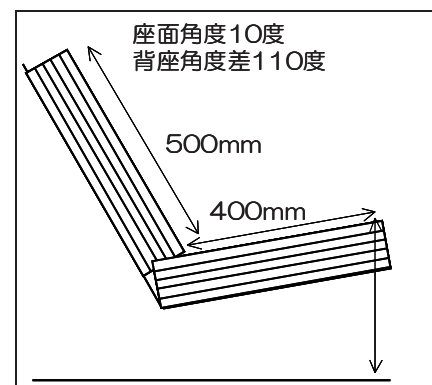


図6. 基準ソファ

2.5.3 実験条件③：修正ソファ

被験者が自身の好みに合わせて選定するよう教示し、座面・背面ともに20mm×5枚=100mmのウレタンフォームにより構成された修正ソファ。形状寸法を図7に示す。

・評価項目

- 座面・背面の角度条件の評価
- 座面背面の感覚評価
- 座り心地の総合評価

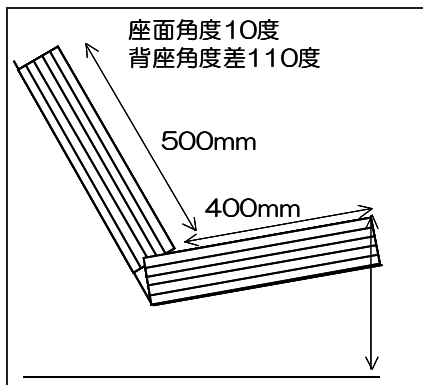


図7. 修正ソファ

3. 結果と考察

被験者は健康な成人男性計21名。被験者の年齢、身長、体重の基本統計量を表2に示す。

表2. 被験者データ

	平均	標準偏差	最小	最大
年齢(才)	37.5	9.6	26	59
身長(cm)	172.0	7.1	157	185
体重(kg)	66.9	11.5	56	106

3.1 角度評価と姿勢

図8に立位・座位の実験風景を示す。

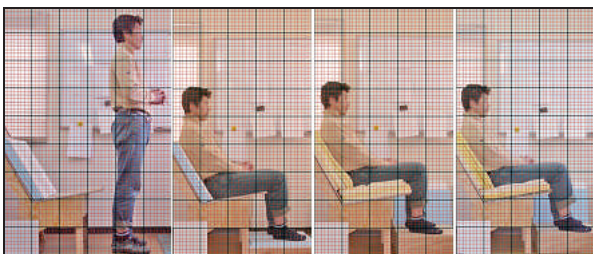


図8. 実験風景

計測した姿勢角度から、背面角度と関係があると考えられる胸郭(上縁-下縁)角度、座面の傾きと関係があると考えられる大腿部(大転子-大腿骨外側上顆最外側突出点:膝)角度に関して考察す

る。

計測した角度は立位を基準に、平板合板椅子、基準ソファ、修正ソファに着座した時の変化を算出し、負の値が大きいほど立位と比較して人体後方・下方に倒れている

図9に背面角度の評価結果、図10に胸郭上縁-下縁の評価結果を示す。

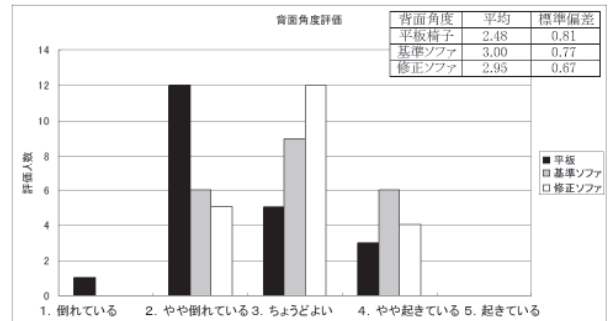


図9. 背面角度の評価

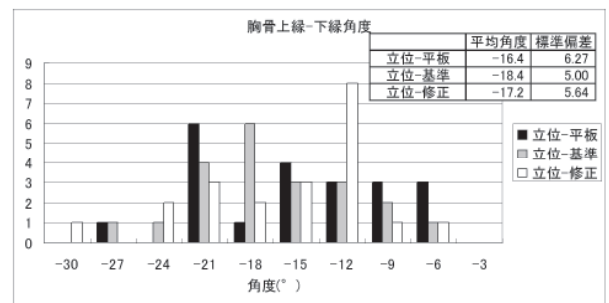


図10. 胸郭(上縁-下縁)角度

背面の評価に関して平板合板椅子は「やや倒れている」評価が多いが修正ソファでは「ちょうど良い」評価が多くなる。これより被験者はウレタンフォームの構成を変えることで角度条件を修正していると考えられる。

次に、図11に座面角度の評価結果、図12に大転子-膝角度を示す。

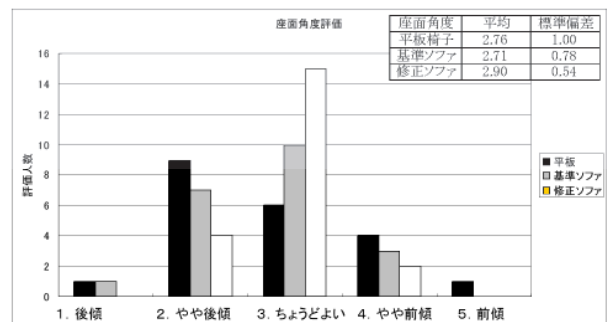


図11. 座面角度の評価結果

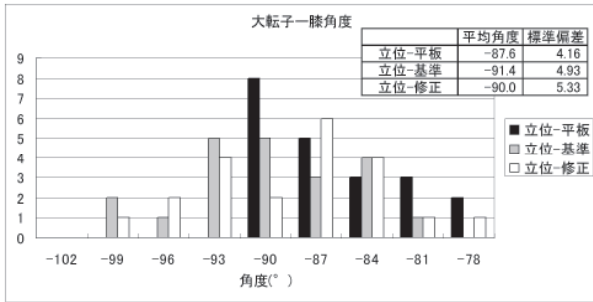


図12. 大転子-膝角度

座面の評価に関して平板合板椅子は「やや後倒している」評価が多いが修正ソファでは「ちょうど良い」評価が多くなる。これより被験者はウレタンフォームの構成を変えることで角度条件を修正していると考えられる。

しかし、写真撮影に立位からの変化とあわせて検討すると背面、座面ともに評価とは逆に背面は起きている、座面は沈み込んでいる傾向が見られる。これに関しては角度データが得られなかった骨盤の傾きや大腿部と下腿部との関係などを検討する必要があると考えられる。

3.2 選択されたウレタンフォームに関して

修正ソファの背面のウレタンフォームの構成に関して考察する。

表3に選択されたクッションの一覧を示す。

表3. 背面：選択されたウレタンフォーム

背面	ウレタン1	ウレタン2	ウレタン3	ウレタン4	ウレタン5
第1層	17	3	1		
第2層	14	4	3		
第3層	13	6	2		
第4層	6	3	4	6	2
第5層	2	3	7	5	4

基準ソファの背面がウレタン2(厚さ20mm)×5枚で構成されていることから考察をすると第1～3層に関してはより柔らかいウレタンフォームを選択していることがわかる。

そこで人体側に最も近い層から第1層～第5層とし、被験者が第1層からどのようにウレタンフォームを選択・構成したか詳細な分析を行った。結果を図13に示す。

人体に最も近い第1層にウレタン1を選択した人が17人と多数を占め、第1層にウレタン1を選んだ人は第2層：ウレタン1→第3層：ウレタン1→第4層：ウレタン1→第5層：ウレタン1、2、3と選択していた。これより背面に関しては軽いタッチのウレタンフォームで構成する傾向があると考えられる。

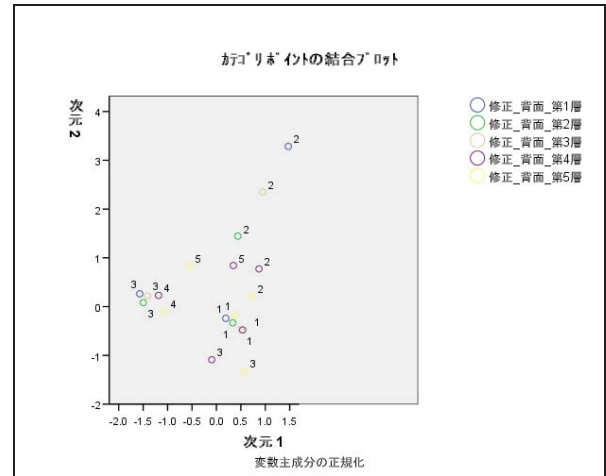


図13. ウレタンフォームの選択傾向(背面)

次に修正ソファの座面のウレタンフォームの構成に関して考察する。

表4に選択されたクッションの一覧を示す。

表4. 座面：選択されたウレタンフォーム

座面	ウレタン1	ウレタン2	ウレタン3	ウレタン4	ウレタン5
第1層	9	9	3		
第2層	1	7	7	6	
第3層		4	5	11	1
第4層		2	5	11	3
第5層		3	6	4	8

基準ソファの座面がウレタン2(厚さ20mm)×5枚で構成されていることから、表層は柔らかめで第2層から第5層にかけてより硬めを好む傾向があると考えられる。

そこで人体側に最も近い層から第1層～第5層とし、被験者が第1層からどのようにウレタンフォームを選択・構成したか詳細な分析を行った。結果を図14に示す。

これより、およそ3種類に分類されることが読み取れた。

①ウレタン1を選択した人

- 第2層：ウレタン2
- 第3層：ウレタン2
- 第4層：ウレタン2
- 第5層：ウレタン2, 4

のように、第5層以外は柔らかいもの

②ウレタン1を選択した人

- 第2層：ウレタン2
- 第3層：ウレタン4
- 第4層：ウレタン3, 4
- 第5層：ウレタン5

のように、第1層は柔らかく中間層～第5層へとだんだん硬くなるもの

③ウレタン2を選択した人

- 第2層：ウレタン4
- 第3層：ウレタン4
- 第4層：ウレタン4
- 第5層：ウレタン5

のように、第1層は柔らかめでそれより下は硬めの3種類の傾向があると考えられる。

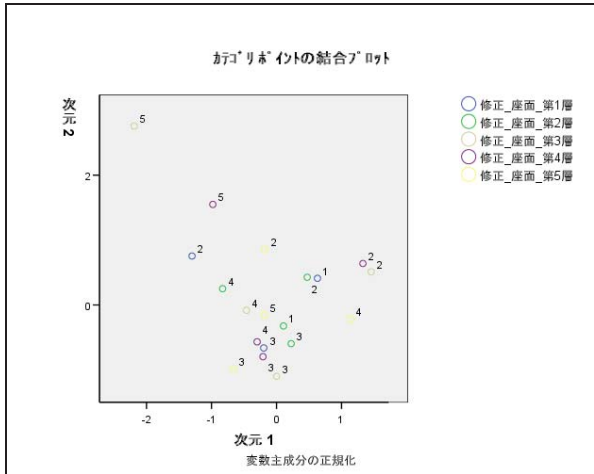


図14. ウレタンフォームの選択傾向(座面)

3.3 座り心地の評価に関して

基準ソファと修正ソファの評価を図15に示す。

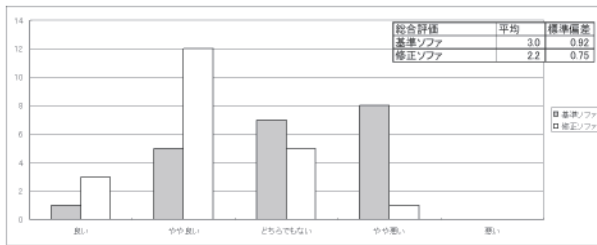


図15. 総合評価

「被験者が自身の好みに合わせてウレタンフォームの組み合わせを選定するよう」との指示に従い、基準ソファから被験者自身の好みにあったウレタンフォームの構成に修正していると考えられた。

次に基準ソファと修正ソファの座り心地評価を人体各部位ごとに比較する。

図16に基準ソファ背面胸部の評価結果、図17に修正ソファ背面胸部の評価結果を示す。

これより背面胸部に関しては、心地よさの向上、跳ね返りの解消が見られた。

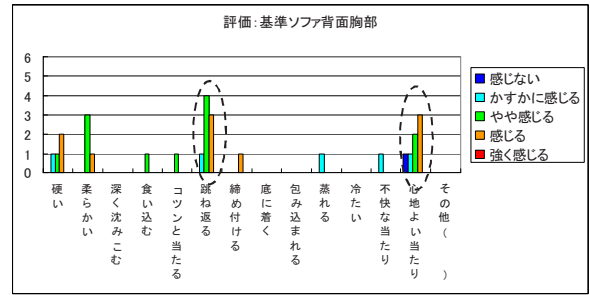


図16. 基準ソファ背面胸部

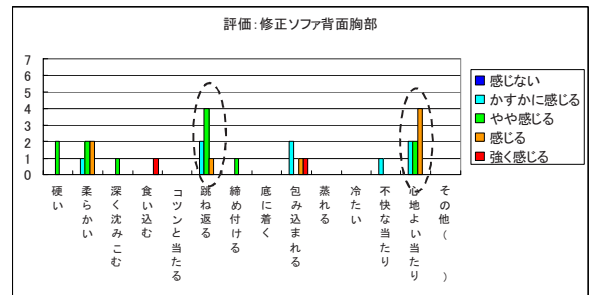


図17. 修正ソファ背面胸部

次に図18に基準ソファ背面腰部の評価結果、図19に修正ソファ背面腰部の評価結果を示す。

これより背面腰部に関しては心地よさの向上、包み込まれる感じの向上、柔らかい感じの解消が見られた。

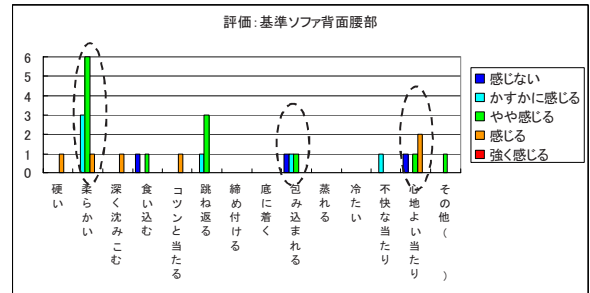


図18. 基準ソファ背面腰部

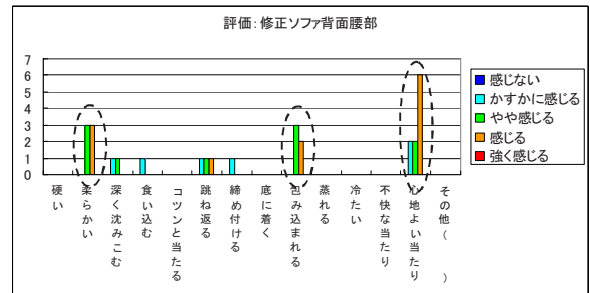


図19. 修正ソファ背面腰部

次に図20に基準ソファ背面臀部の評価結果、図21に修正ソファ背面臀部の評価結果を示す。

図20、21より背面腰部に関して食い込む感じの解消と包み込まれる感じの向上が見られた。

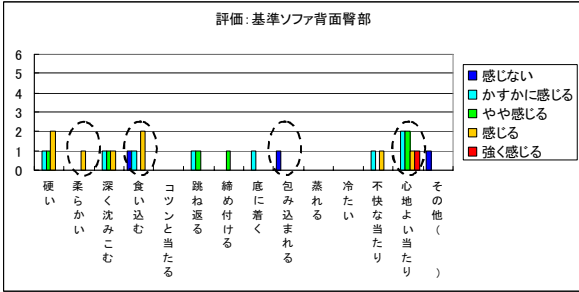


図20. 基準ソファ背面臀部

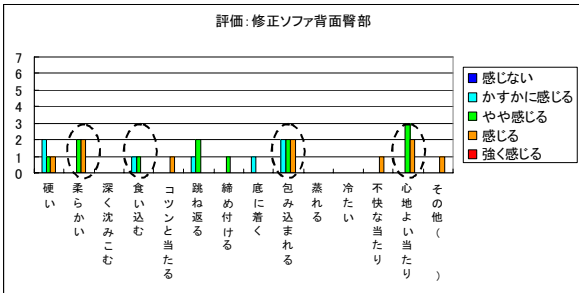


図21. 修正ソファ背面臀部

次に図22に基準ソファ座面大腿部の評価結果、図23に修正ソファ座面大腿部の評価結果を示す。これより座面大腿部に関しては柔らかさ、沈み込む感じの解消と安定性の向上が見られる。

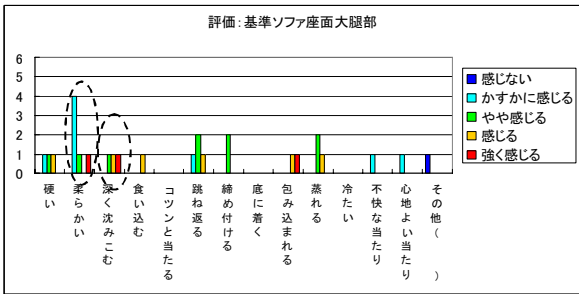


図22. 基準ソファ座面大腿部

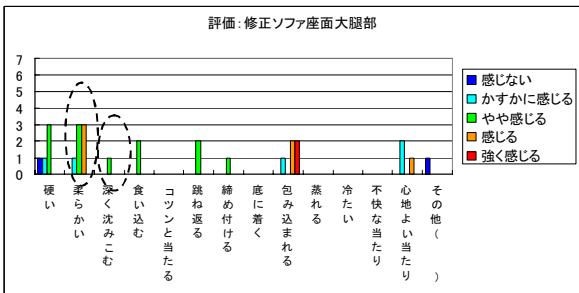


図23. 修正ソファ座面大腿部

次に図24に基準ソファ座面臀部の評価結果、図25に修正ソファ座面臀部の評価結果を示す。

これより底に着く感じ、沈み込む感じの解消と柔らかさより包み込まれる感の向上および心地よさの向上が見られた。

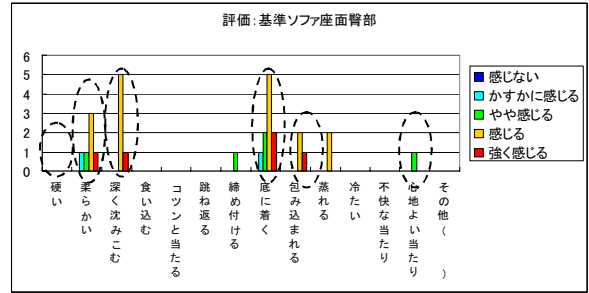


図24. 基準ソファ座面臀部

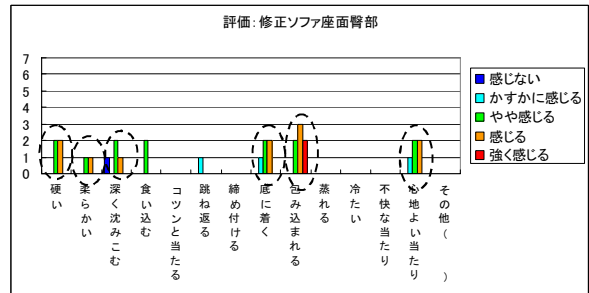


図25. 修正ソファ座面臀部

3.4 体圧分布測定

体圧分布測定に関して考察する。一例として同一被験者の体圧分布測定結果を図26に示す。

体圧周辺部は10mmHgを示し、中心部分に向かうにつれて圧力値が高くなる。体圧中心部の圧力値が最も高い部分は105mmHgである。

図上側が被験者の背面、下側が座面側である。また、活動センサー数、圧力値合計、圧力平均値の平均を表5に示す。

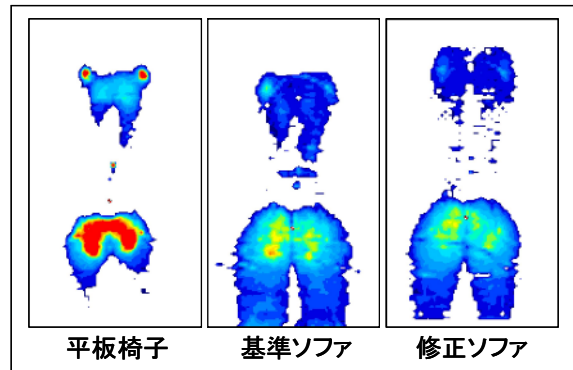


図26. 体圧分布測定結果例

表5. 体圧分布測定データ

		背面	座面
接触面積(cm ²)	基準ソファ	1070.2	1408.7
	修正ソファ	1028.4	1331.9
差(基準ソファー修正ソファ)		41.8	76.7
基準ソファからの変化率		-3.6	-5.5
荷重(mmHg*cm ²)	基準ソファ	20205.3	46876.0
	修正ソファ	17587.2	45219.9
差(基準ソファー修正ソファ)		2618.1	1656.1
基準ソファからの変化率		-11.5	-3.6
圧力値平均(mmHg)	基準ソファ	18.6	33.1
	修正ソファ	16.8	33.7
差(基準ソファー修正ソファ)		1.7	-0.6

全体的な傾向として、背面、座面ともに接触面積、荷重の減少があげられる。これらの減少は沈み込み度合いの減少と関わっていると考えられる。座面の官能評価に注目すると基準ソファから修正ソファの比較では臀部、大腿部ともに柔らかさ、沈み込む感じの減少が見られ、接触面積の減少に関連すると考えられる。背面と座面を比較すると、接触面積に関しては基準ソファと修正ソファでは座面のほうが減少度合いは大きく、一方、荷重に関しては背面の方が荷重の減少が大きい(=座面側への荷重移動の方が大きい)ことから、より座面側で支えるようなウレタンフォームの組み合わせにしていると考えられ、座面の官能評価に注目すると基準ソファから修正ソファの比較では安定性の向上に関連すると考えられる。

また、背面・座面の荷重がともに減少しているのは、着座時の人体を支える要因として背面・座面・足裏があることから足裏側に荷重が移動しているのではないかと推測される。

以上より、修正ソファは基準ソファと比べて座面側で支える構造になっていると考えられる。

4. まとめ

被験者にソファに適したウレタンフォームの組み合わせ・構成を選択し座り心地評価の実験を行い、ソファの設計指針導出のため以下の項目を検討した。

(1) 休息用椅子の設計指針は休息時の安定姿勢を基にした形状・寸法値であるがソファの角度条件として活用可能か

官能評価の結果から、角度の基本条件である平板椅子の背面は「やや倒れている」座面は「やや後倒している」という評価が得られたが、被験者にとって心地よく感じるウレタンフォームの構成を選択することで背面・座面ともに「ちょうど良い」という評価が得られ、ウレタンフォームにより調整可能な条件であると考えられた。

ただし、姿勢計測の方法に関しては検討の余地が残る。

(2) 被験者がどのようなウレタンフォームの組み合わせ・構成を好むか

背面に関しては最も柔らかいウレタンフォームで構成する傾向があり、座面に関しては以下の3種類の傾向があると考えられる。

- ・第5層以外は柔らかいもの
- ・第1層は柔らかく中間層～第5層へとだんだん硬くなるもの
- ・第1層は柔らかめでそれより下は硬め

(3) ウレタンフォームの組み合わせで、どのような姿勢・座り心地になるように修正するか

基準ソファと比較して沈み込みが少なく、座面側で体を支えるようなウレタンフォームの組み合わせを好む傾向があることがわかった。

謝辞

本研究を進めるにあたって、エルゴファニチャー研究会への参加および実験にご協力いただいた飛騨・高山の家具メーカーの皆様に感謝します。

参考文献

- 1) 藤巻吾朗他：岐阜県生活技術研究所研究報告，No.9，pp.12-19，2007. 休息用椅子において推奨される角度条件の検討.
- 2) 藤巻吾朗他：岐阜県生活技術研究所研究報告，No.9，pp.20-29，2007. 休息用椅子における状態の支持方法の検討.
- 3) 成瀬哲哉他：岐阜県生活技術研究所研究報告，No.8，pp.27-33，2005. 座面の物理特性と心理量の関係.