

人間工学的手法による 木製椅子の快適性評価と機能設計に関する研究（第16報） 休息用椅子において推奨される角度条件の検討

藤巻 吾朗^{*1}、安藤 敏弘^{*1}、成瀬 哲哉^{*1}、坂東 直行^{*1}、堀部 哲^{*2}

Research on Comfort Evaluation and Function Design of Wooden Chair
by Ergonomic Technique (XVI)
An estimation of the recommended angular conditions for chairs at rest

Goroh FUJIMAKI ^{*1}, Toshihiro ANDO ^{*1}, Tetsuya NARUSE ^{*1}, Naoyuki BANDO ^{*1} and Satoshi HORIBE ^{*2}

本研究では、休息用椅子で推奨される座面高や角度条件について、下肢の血行動態、頸部の筋活動、身体の安定性（圧力中心の移動量）、主観評価による休息性といった面からの検討を行った。これらの評価項目をもとに総合的に判断した結果、背座角度は 120 度で、座面角度は 0～5 度、座面高と同じ程度の高さのフットレストを使用することが推奨された。また、首にかかる負担は上体の支え方（背もたれの形状）により軽減することが可能であると考えられたため、頸部の筋活動以外の項目で評価の高かった角度条件について上体の支持方法を検討し、今後はより休息性の高い推奨値の導出を行っていく。

1. 緒言

休息用椅子の用途は主に休息を取ることであり、さらには、テレビ観賞、読書、会話などが考えられる。すなわち、休息用椅子は何らかの活動を伴った休息をとるための椅子であると考えられ、最低限の活動を妨げずに休息を取ることが主目的となる。休息性のみを追求した場合、臥位姿勢（寝た姿勢）が最も良い姿勢であると考えられる。また、何らかの活動を行う場合には、立位もしくは身体の起きた姿勢を保持する作業用椅子を用いる方が効率がよいと考えられる。休息用椅子で重要となってくるのは、立位や作業用椅子に座っていた際に負担のかかる部位をテレビ観賞などの活動を行いながら休めることにある。この場合、主に脚や肩、腰などに負担がかかることが考えられ、これらの負担が休息用椅子に座ることで軽減されることが望ましい。休息用椅子の基本的な構造は、座面高が低く、背もたれが大きく後傾したもので

あり、座面、背面ともに厚めのクッションを敷いたものである。しかし、休息用椅子の設計指針は明確ではなく、まずは基本的な設計要因である座面高や背座角度について明らかにすることが望まれる。

そこで、本研究では、休息用椅子において推奨される座面高および背座角度について検討する。なお、推奨値導出にあたっては、テレビ観賞などの最低限の活動を伴った上での休息性を考慮する。

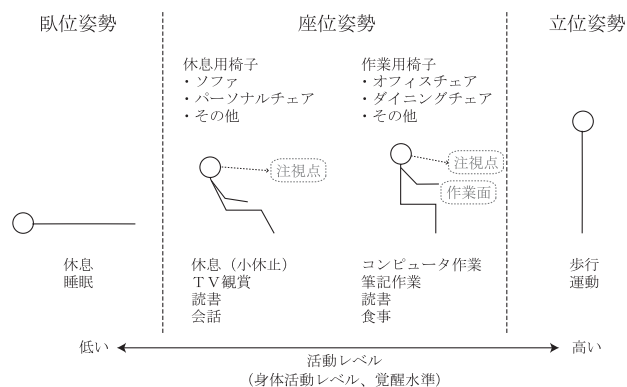


図1 休息用椅子の位置づけ

^{*1} 試験研究部（シミュレーション研究室）

^{*2} 総合企画部研究開発課

2. 方法

2.1 実験概要

6名の被験者を対象に角度条件の違う椅子に着座してもらい、休息性に関する主観評価および下肢の血行動態、筋活動、圧力中心の動揺についての調査を行った。実験時は、被験者にはTV観賞を行ってもらい、モニタは目線が水平になる位置に設置した。椅子の角度条件については、乱数表に従い呈示し、各条件に3分間着座してもらった。なお、実験時は被験者には安静状態で着座してもらい、測定結果の分析の際には、3分間の測定データの最後の1分間を用いた。

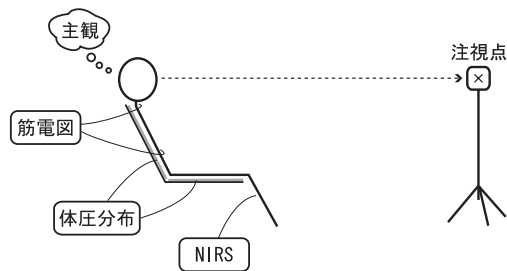


図2 実験環境

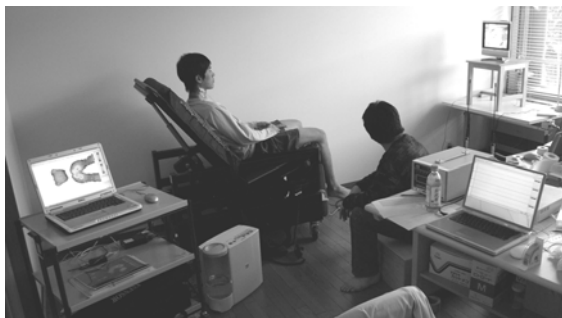


図3 実験風景

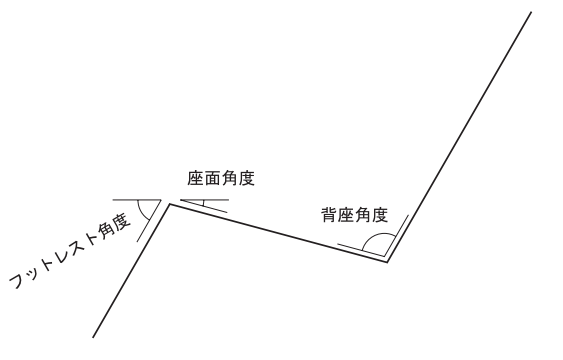


図4 角度条件の定義

2.2 測定条件

背座角度3条件（100°、110°、120°）、座面角度5条件（0°、5°、10°、15°、20°）、フットレスト角度4条件（0°、30°、60°、90°）、これらの全ての組み合わせの計60条件について測定を行った。なお、下肢の血行動態については、これらに加え仰臥位（寝た姿勢）での測定を行った。

2.3 測定項目

休息姿勢（後傾姿勢）をとった際に重要となると考えられる脚のむくみや不快感、上半身を支えるための筋肉について、生理的な測定を行った。脚のむくみや不快感の指標として、下肢の血行動態の測定、上半身を支えるための筋活動の指標として、表面筋電図の測定を実施した。また、先行研究より、休息用椅子には身体の安定性が重要であると考えられたことから¹⁾、身体の安定性の指標として、圧力中心の動揺（移動量）を測定した。同時に主観評価による休息性についても調査を行った。

1) 近赤外線分光法による下肢の血行動態の測定

（Near Infrared Spectroscopy: NIRS）

下肢の血行動態をサンプリング周波数1Hzで連続的に測定した（BOM-L1TRW オメガウェーブ株式会社）。測定部位は両足下腿後面内側の腓腹筋とし、13～30mmの深部を計測した。測定結果については、oxy-Hbを動脈血の血行動態、deoxy-Hbを静脈血の血行動態を示す指標とし^{2)~4)}、下肢の血行動態への影響が小さいと考えられる仰臥位を基準に他の条件との比較を行った。

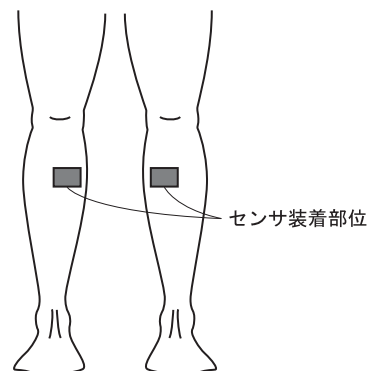


図5 NIRS測定部位

2) 表面筋電図の測定（Electromyography: EMG）

後傾姿勢をとった際に上体を支えるために活動する筋肉として、右胸鎖乳突筋および右腹直筋について表面筋電図の測定を行った。測定結果をもとに積分値を算出し、筋活動の指標とした。

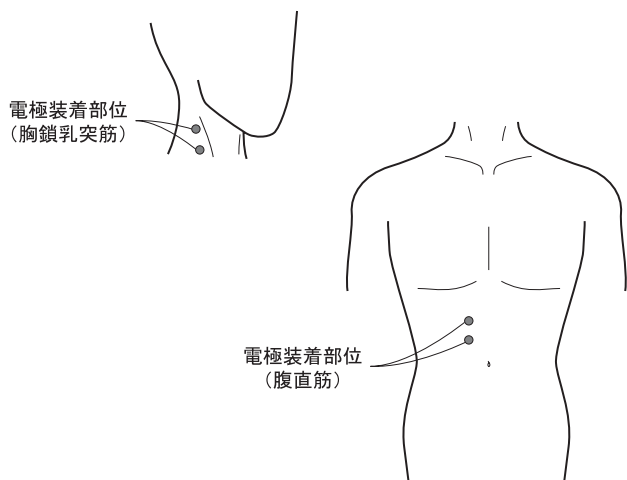


図6 表面筋電図測定部位

3) 体圧分布による圧力中心動揺の測定 (Center of Pressure: COP)

座面、背面における体圧分布をサンプリング周波数 1Hz で連続的に測定した (Xsensor: XSENSOR Technology Corporation)。測定結果を基に座面、背面それぞれについて圧力中心を算出し、圧力中心の総移動量を身体の安定性の指標として用いた。

4) 主観評価 (Subjective Evaluation)

各条件について1分半経過した時点で、被験者が感じた休息性を口答で評価してもらった。評価は7段階の評価尺度で実施し、評点7がもっとも休息性が高いとした。

<実験手順>

開始：NIRS、筋電図、体圧の計測開始

- 1) 乱数表に従い角度条件を設定。
- 2) 座面高と同じ高さにモニター中心の高さを設定。
- 3) 3分間の安静。(1分間経過後主観評価を実施)
- 4) 1)～3)の繰り返し。

実験後：仰臥位でのNIRS測定

3. 結果・考察

3.1 下肢の血行動態

今回実験を行った計60条件について、仰臥位との比較を行った。結果を付録1、付録2に示す。付録1はdeoxy-Hb、付録2はoxy-Hbの腓腹筋での測定結果である。有意水準5%で臥位姿勢と比較して有意差のあった条件を灰色で、有意差のなかった条件を黒色で示す。

臥位姿勢と比較し、deoxy-Hb、oxy-Hb、の両方について、統計的に有意な差がなかった角度条件は表1に示した通りである。これらの角度条件は下

肢の血行動態については、仰臥位との差がなく、脚のむくみや不快感の発生しにくい条件であることが示唆された。

表1 下肢の血行動態からみた角度条件の推奨値

座面角度	背座角度	フットレスト角度
15	100	0
20	100	0
10	110	0
15	110	0
20	110	0
20	110	30
0	120	0
5	120	0
5	120	30
10	120	0
10	120	30
15	120	0
15	120	30
15	120	60
20	120	0
20	120	30

以上のことから、下肢の血行動態を考慮すると、休息時には、フットレストを使用することが望ましく、角度条件は以下のように設定することが推奨された。

- 背座角度が100度のときは、座面角度15～20度でフットレスト角度0度。
- 背座角度が110度のときは、座面角度10～15度でフットレスト角度0度、座面角度20度でフットレスト角度0～30度。
- 背座角度が120度のときは、座面角度0度でフットレスト角度0度、座面角度5～20度でフットレスト角度0～30度、また、座面角度15度についてはフットレスト角度0～60度。

3.2 表面筋電図

測定結果をもとに積分値を算出した後、被験者ごとに標準化を行った。今回測定した胸鎖乳突筋、腹直筋は、後傾姿勢をとった際に上半身を支えるための主な筋肉であり、それには背もたれの角度が影響していると考えられる。

胸鎖乳突筋について、背面角度を要因とした一元配置の分散分析を行った結果、主効果が認められ ($p<0.01$)、背面角105度で胸鎖乳突筋の筋活動は最小値を示し、それと比較して背面角130度以上で統計的に有意な差がみられた ($p<0.05$) (図7)。

腹直筋について、背面角度を要因とした一元配置の分散分析を行った結果、主効果が認められ ($p<0.01$)、背面角105度で腹直筋の筋活動は最小値を示し、それと比較して背面角140度で統計的に有意な差がみられた ($p<0.05$) (図8)。

以上のことから、背もたれの角度は125度以下にすることが上体を支えるための筋負担が少なく、望ましいと考えられた。

3.3 圧力中心の動揺

測定結果をもとに圧力中心の総移動量を算出した後、被験者ごとに標準化を行い、背座角度、座角度、フットレスト角度の3要因について三元配置の分散分析を行った。

背面の圧力中心の移動量について、座面角度、背座角度に主効果がみられた ($p<0.05$)。図9に座面角度ごと、図10に背座角度ごとの圧力中心の総移動量を示す。多重比較を行った結果、座面角度については統計的に有意な差は認められず、背座角度については、100度と120度の間で有意差がみられた ($p<0.05$) (図10)。

座面の圧力中心の移動量については、フットレスト角度に主効果が認められ ($p<0.05$)、フットレスト角度、背座角度に交互作用がみられた ($p<0.05$)。図11～13にフットレスト角度による座面の圧力中心の総移動量を背座角度ごとと比較した結果を示す。背座角100度のときは、フットレスト角30度で最小値を示し、フットレスト角0度との間に有意な差がみられた ($p<0.01$) (図11)。背座角110度のときは、フットレスト角60度で最小値を示し、フットレスト角0度との間に有意な差がみられた ($p<0.05$) (図12)。背座角120度のときは、フットレスト角30度で最小値を示し、他の角度条件との間に統計的に有意な差はみられなかった (図13)。

以上のことから、圧力中心の動揺の観点では、背座角度は110～120度にすることが身体の安定性が増し、背座角度110度の時は、フットレスト角度は30度以上にすることが望ましいと考えられた。

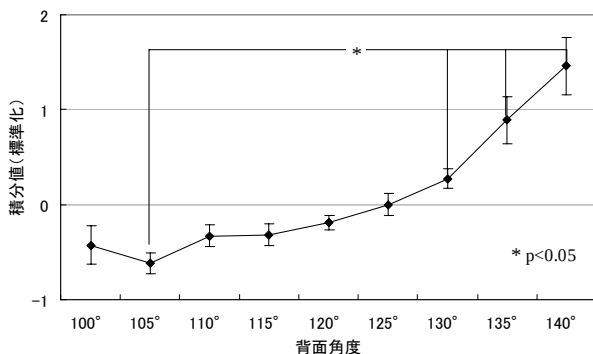


図7 背座角度による胸鎖乳突筋の筋活動の変化

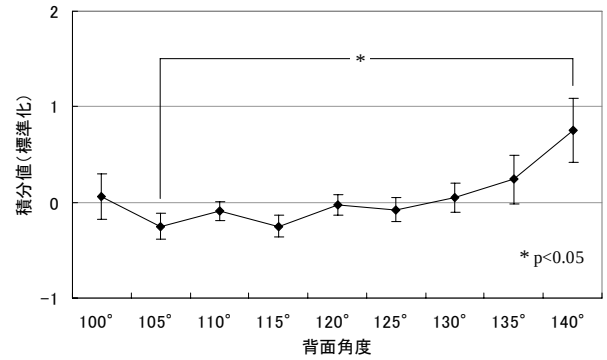


図8 背座角度による腹直筋の筋活動の変化

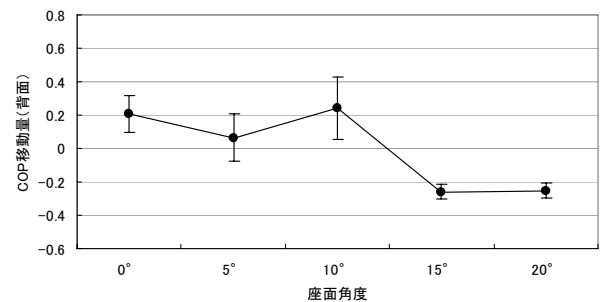


図9 座面角度と背面圧力中心の移動量

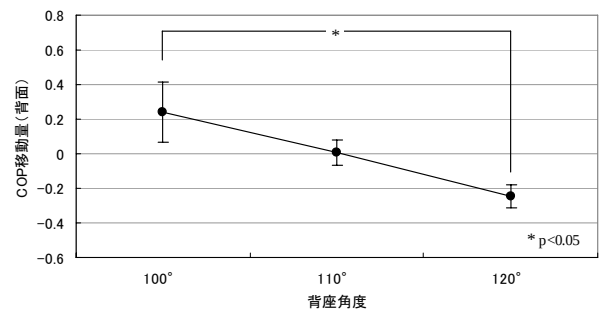


図10 背座角度と背面圧力中心の移動量

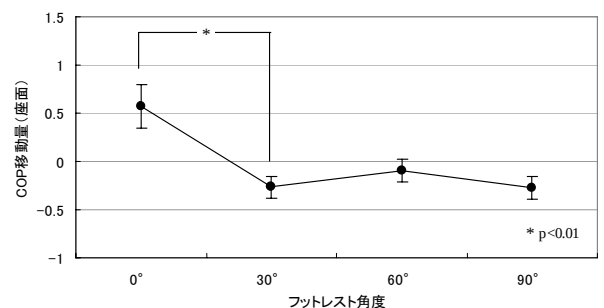


図11 背座角100度での座面圧力中心の移動量

3.4 主観評価

主観評価の結果は被験者ごとに標準化した後、背座角度、座角度、フットレスト角度の3要因について三元配置の分散分析を行った。その結果、座面角度に主効果がみられ ($p<0.05$)、座面角度、背座角度に交互作用がみられた ($p<0.05$)。

図14～16は、背座角度ごとに座面角度と休息性評価との関係を示したものである。背座角度ごとに多重比較を行った結果、背座角100度のときは、座面角10度で最大値を示し、座面角0度との間に有意差がみられた ($p<0.01$) (図14)。背座角110度のときは、座面角10度で最大値を示し、他の角度条件との間に有意差はみられなかった (図15)。背座角120度のときは、座面角10度で最大値を示し、座面角20度との間に有意差がみられた ($p<0.05$) (図16)。

以上のことから、主観評価の観点では、背座角100度のときに座面角5～20度、背座角110度のときに座面角0～20度、背座角120度のときに座面角0～15度にすることが望ましいと考えられた。

4. まとめ

4.1 得られた知見

実験結果をまとめたものを付録3に示す。また、本研究より得られた知見を以下に挙げる。

- ◎下肢の血行動態の面から、フットレストを使用することが望ましく、角度条件は以下のようにすることが望まれる。
- 背座角100度のときは、座面角15～20度でフットレスト角0度。
- 背座角110度のときは、座面角10～15度でフットレスト角0度、座面角20度でフットレスト角0～30度。
- 背座角120度のときは、座面角0度でフットレスト角0度、座面角5～20度でフットレスト角0～30度、また、座面角15度ではフットレスト角60度でも臥位とはあまり違いがないことが考察された。
- ◎筋活動の面から、背もたれの角度は125度以下にすることが首の負担が少なく、望ましい。
- ◎圧力中心の移動量の観点から、背座角度は110～120度にすることが身体の安定性が増し、望ましい。また、背座角110度の時はフットレスト角度は30度以上にすることが望まれる。
- ◎主観評価の観点から、背座角100度のときには座面角5～20度、背座角110度のときには座面角0～20度、背座角120度のときには座面角0～15度することが望ましい。

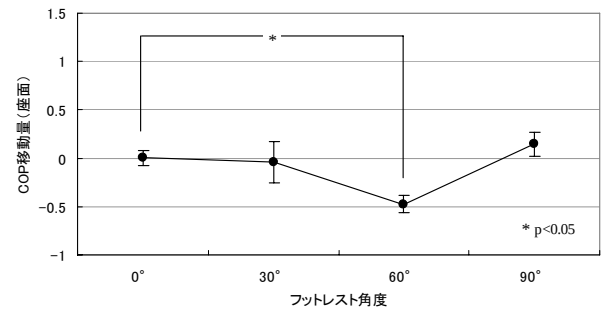


図12 背座角110度での座面圧力中心の移動量

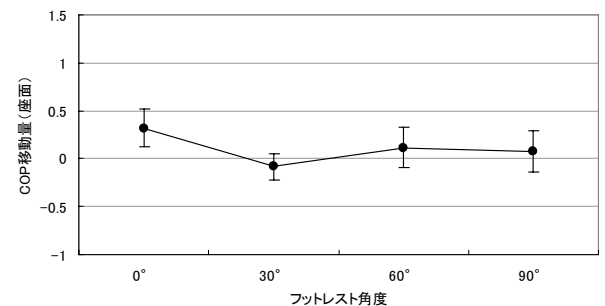


図13 背座角120度での座面圧力中心の移動量

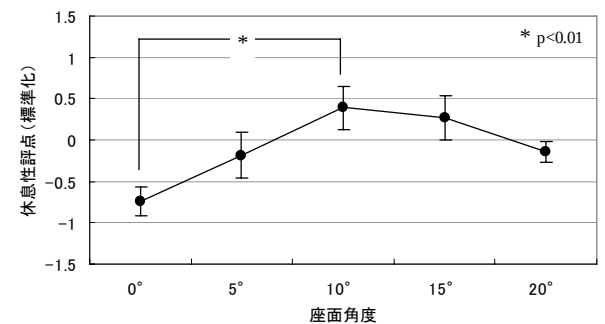


図14 背座角100度における休息性の評価

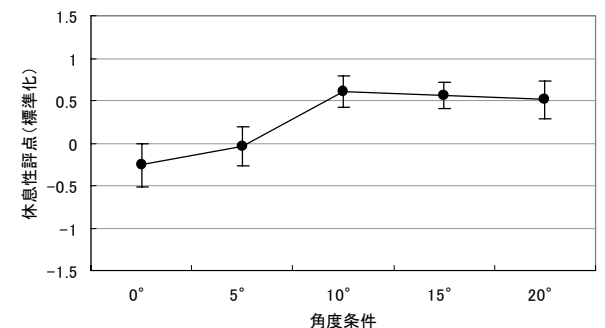


図15 背座角110度における休息性の評価

4.2 推奨される角度条件

図17に示したような角度条件が下肢の血行動態を妨げず、筋負担や体重心の安定、主観評価の面からみて、休息用椅子にとって望ましい角度条件であると考えられた。

図17に示した角度条件については、フットレストを使用しない限り、日本人の下腿高の50%ile値⁵⁾で座面高が約200mmとなってしまう、立ち上がりやすさを考慮するとあまり望ましいとは言えない。さらに、一般的にはオットマンなどのフットレストはオプションとして販売されているため、座面高を高めを設定し、フットレストの使用を前提とし、商品開発を行うことについても現実問題として疑問が残る。そのため、フットレストを使用せずに休息性を十分に満たすような条件について今後検討を行うことが望まれる。

背座角120度、座面角15度、フットレスト角30度の条件では、首にかかる負担は大きいと考えられるものの、下肢の血行動態や身体の安定性については比較的よい結果であった。日本人の下腿高の50%ile値⁵⁾にあたる約400mmで換算した場合、フットレスト角30度のときは座面高が約350mmである。これは、休息用椅子として、実現可能な座面高であると考えられ、フットレストを使用しなくても下肢の血行動態にあまり影響を与えない条件であると考えられた。

今後の課題としては、図18に示したような角度条件について、首の筋肉にかかる負担を軽減させるため、ヘッドレストの位置や角度、もしくは背もたれ形状を検討することが重要となると考えられた。

謝辞

本研究に協力いただきました早稲田大学野呂研究室の皆様へ感謝いたします。

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.8，pp.39-41，2006.
- 2) 安藤敏弘他：岐阜県生活技術研究所研究報告，No.8，pp.1-6，2006.
- 3) 安藤敏弘他：岐阜県生活技術研究所研究報告，No.7，pp.1-3，2005.
- 4) 三條理典，中山愛，川村智一：末梢血行動態におよぼすマッサージ器の作用に関する研究，東海大学紀要開発工学部，Vol.10，pp.227-231，2000.

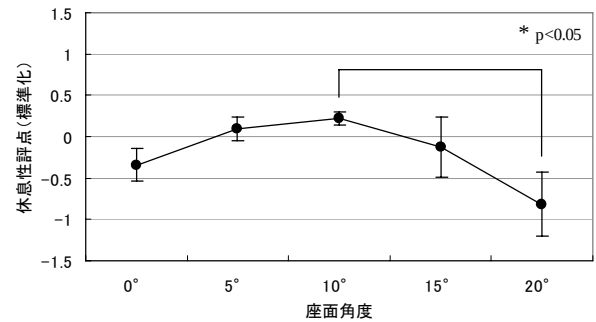


図16 背座角120度における休息性の評価

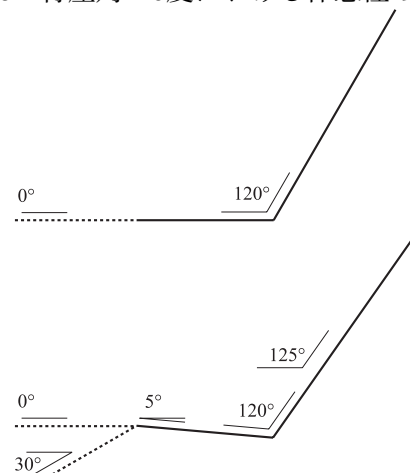


図17 推奨される角度条件

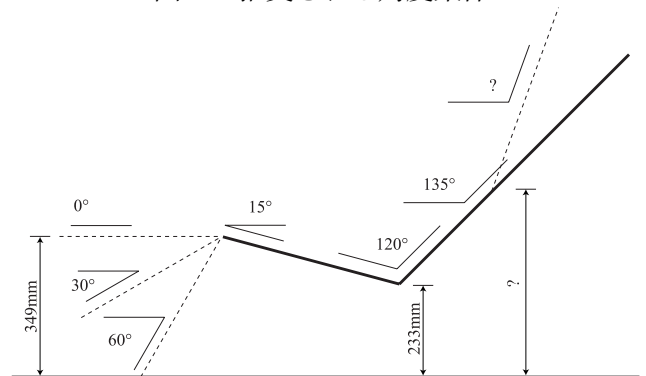
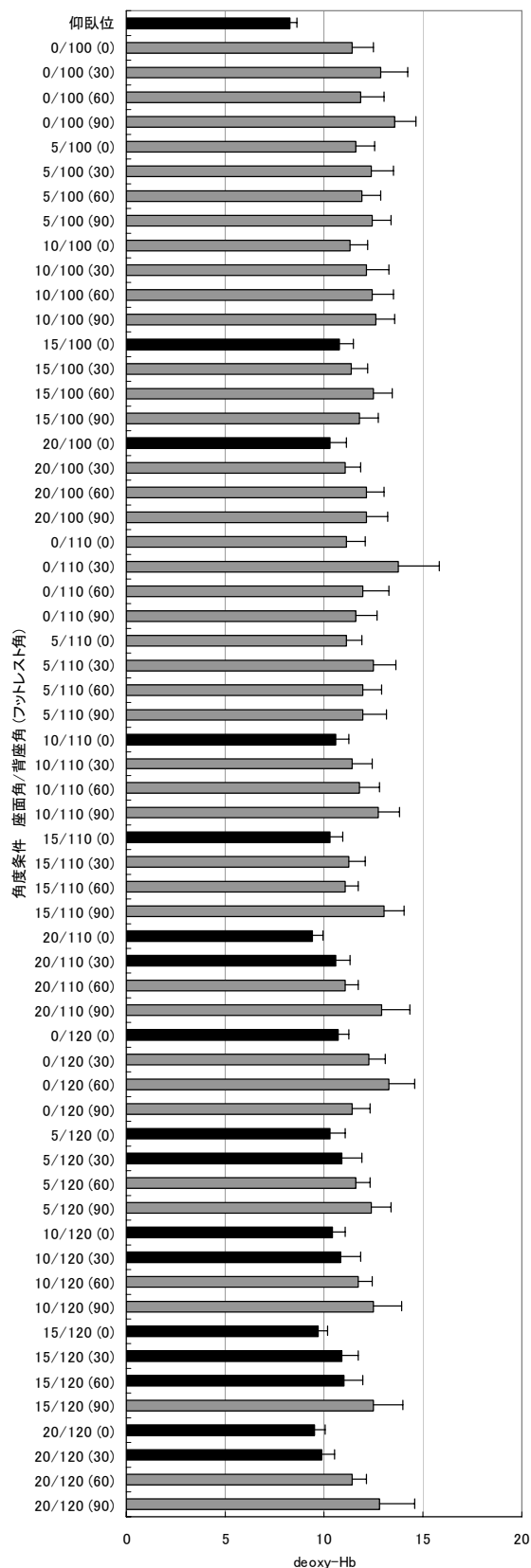
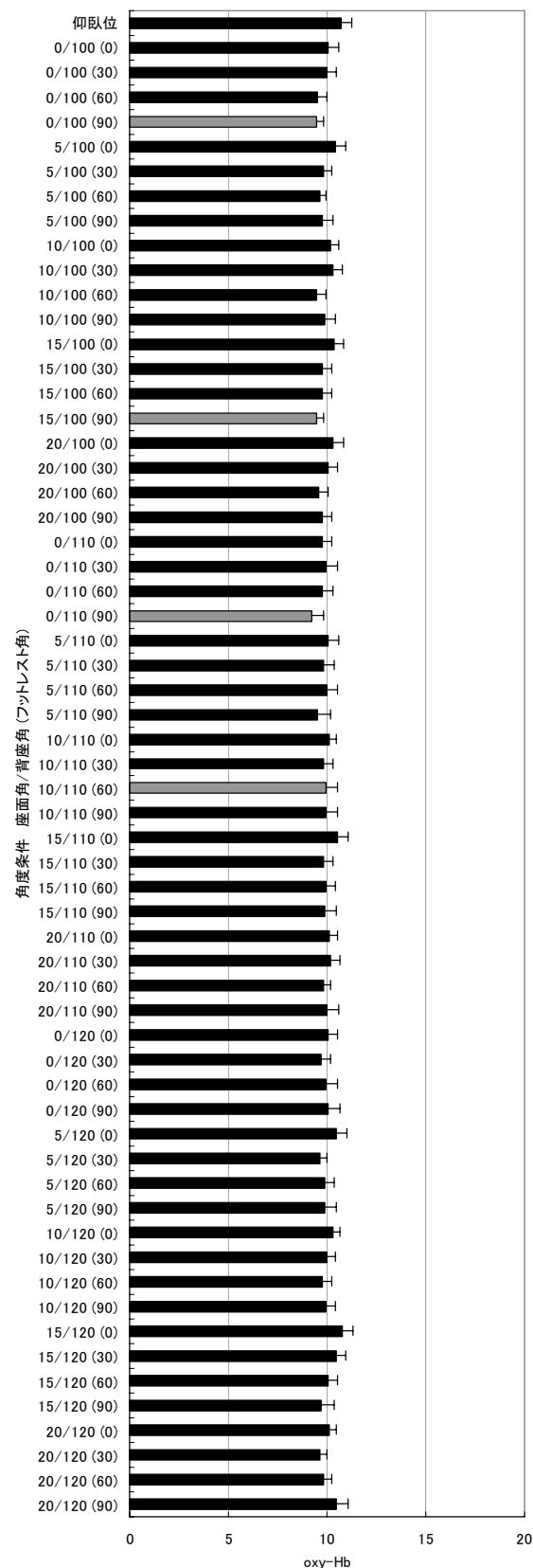


図18 今後の課題

- 5) 通商産業省工学技術院生命工学工業技術研究所（編）：設計のための人体寸法データ集，日本出版サービス，1996.
- 6) 花井利通，松岡由幸：安楽姿勢に関する研究，自動車技術，Vol.41，No.11，pp.1275-1279，1987
- 7) 小原二郎，内田祥哉，宇野英隆（編）：建築・室内・人間工学，鹿島出版会，1969.



付録1 角度条件によるdeoxy-Hbの変化



付録2 角度条件によるoxy-Hbの変化

座面 角度	背座 角度	フットレスト 角度	下肢の 血行動態	圧力中心 の移動量	頸部の 筋活動	休息性	備考
0	100	0					
0	100	30					
0	100	60					
0	100	90					
5	100	0					
5	100	30					
5	100	60					
5	100	90					
10	100	0					
10	100	30					
10	100	60					
10	100	90					
15	100	0					
15	100	30					
15	100	60					
15	100	90					
20	100	0					
20	100	30					
20	100	60					
20	100	90					
0	110	0					
0	110	30					
0	110	60					
0	110	90					
5	110	0					
5	110	30					
5	110	60					
5	110	90					
10	110	0					
10	110	30					
10	110	60					
10	110	90					
15	110	0					
15	110	30					
15	110	60					
15	110	90					
20	110	0					
20	110	30					以後検討
20	110	60					
20	110	90					
0	120	0					推奨角度
0	120	30					
0	120	60					
0	120	90					
5	120	0					推奨角度
5	120	30					推奨角度
5	120	60					
5	120	90					
10	120	0					以後検討
10	120	30					以後検討
10	120	60					
10	120	90					
15	120	0					以後検討
15	120	30					以後検討
15	120	60					以後検討
15	120	90					
20	120	0					
20	120	30					
20	120	60					
20	120	90					

付録3 実験結果のまとめ