

# 高齢者向け快眠ベッドの研究開発

安 英徳\* 大城 晴彦\*

## 1. はじめに

県内企業へのアンケートによると約25%が福祉関連の製品開発を望んでいる。一方で元気な高齢者市場が将来有望といわれている。本研究の目的はそうした背景からくる将来の健康面での不安を解消する高齢者向けベッドの開発である。

ベッドあるいは寝具市場は既に大手企業が有力な製品を展開しているが、市場調査の結果では我々の検討している高齢者向けの製品は少ないことが分かった。そこで平成10年度にはコンセプトの作成を行い、平成11年度には中核技術の開発を行った。そして、最終年度となる12年度は、2年間にわたり検討してきたコンセプト、及び中核技術をとりいれ、販売に向けての最終試作を行った。快眠ベッド本体の開発は草苅木工(株)、布団はコドモわた(株)が担当した。茨城県工業技術センターは、快眠ベッド専用の乾燥機の開発、快適性の評価、そしてデザインの評価を担当した。

## 2. 乾燥機の開発

### 2.1 乾燥機構

市販の布団乾燥機は、敷き布団と掛け布団の間に、温風が吹き出す乾燥マットを設置し布団の乾燥を行う。市販の布団乾燥機の問題点は、乾燥マットの設置・撤去が面倒なことである。本乾燥装置では、この問題点を乾燥マットを敷き布団の下に設置することで解決し、乾燥マットの設置・撤去作業を不要とした。

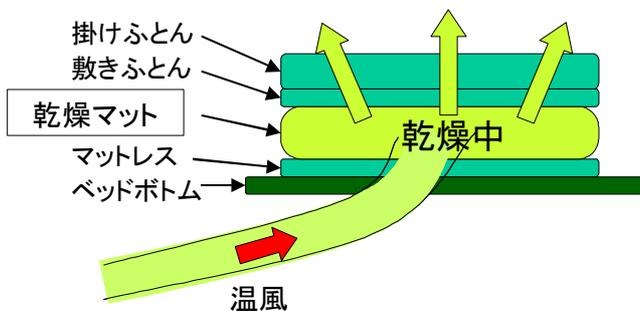


図1 乾燥マット位置

乾燥マットは、温風の静圧により膨らみ、乾燥マット上面に設けた吹き出し口より、敷き布団及び掛け布団へ、均等な温風の供給をおこなう。また、温風を供給する乾燥機本体には、静圧が高く安定した空気を供給できる送風機を使用した。

### 2.2 乾燥機の過熱防止動作

本年度の研究では、市販される快眠ベッドに搭載することを目的とし、耐久性・安全性に考慮した乾燥機の開発を行った。特に、乾燥機本体については、空気を電気ヒーターで加熱し温風を作り出すために、過熱防止のための動作方法を検討し安全性を確認するために実験を行った。ヒーターの構造を図2に、過熱防止動作のフローを図3に示す。図2に示す通り、矢印の方向から空気が

流れヒーターにより加熱され温風となる。ヒーターは、ヒーターケースに収められ乾燥機本体へ取り付けられる。ヒーター内部には、過熱防止動作の為にサーモスタットとヒューズが設置されている。異常な温度上昇が起こると、サーモスタットが働きヒーターのスイッチを切る。通常の運転状態であれば、ヒーターのスイッチが切れ、ヒーターケース内の温度が下がり異常な温度上昇は抑えられる。しかし、サーモスタットの故障等によりヒーターケース内の温度上昇が続いた場合は、熱によりヒューズが切断されヒーターを強制的に遮断し、過熱を防止する。以上の過熱防止動作を実験的に検証し、安全性の確認を行った。

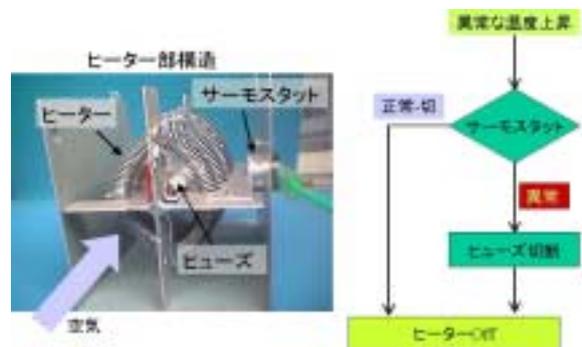


図2 ヒーター構造 図3 過熱防止動作フロー

### 2.2.1 実験方法

実験は、熱伝対を使いヒーターを収めたヒーターケース内部温度・外部温度及び乾燥機本体からの温風の吹き出し温度を測定した。乾燥機からの風量は、ダンパーを全開、全開時に比べ30%まで風量を絞った状態、そしてダンパー全閉の3通りの条件で行った。

### 2.2.2 実験結果

実験結果を図4に示す。

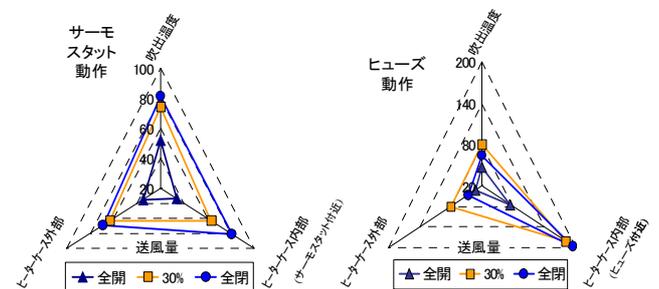


図4 乾燥機各部温度

図4に示す温度は、過熱防止動作が起こらない場合は、温度上昇が止まり安定した温度、過熱防止動作が働いた場合は最高温度を示す。実験環境は、25度の温度に保たれた状態とした。左側のグラフはサーモスタットによる過熱防止動作、右側のグラフはヒューズによる過熱防止動作を示す。サーモスタットによる過熱防止動作

\*システム応用部

については、サーモスタットの切れる温度が80 に設定されているため、各部分の温度は80 を超えることはなかった。ヒューズによる過熱防止動作については、ヒーターケース内の温度がヒューズが切れる200 近くに達してはいるが、ヒーターケース外部、吹き出し温度のいずれも80 を超える温度は計測されなかった。吹き出し温度については、80 を超えることなく過熱防止動作が有効に働いていることが確認できた。

### 2.3 乾燥実験

実験方法は、布団に200gの水を噴霧した後、乾燥機を運転し30分ごとに布団の重さを測定した。実験には、今回開発した乾燥機と市販の乾燥機を使用した。

実験結果を図5に示す。グラフより今回開発した乾燥機は、乾燥マットを敷き布団の下に敷いたため、一般の乾燥機では乾きにくい敷き布団が非常によく乾燥できることが確認できた。また、掛け布団についても、市販の乾燥機よりも乾燥能力が高いことが確認できた。

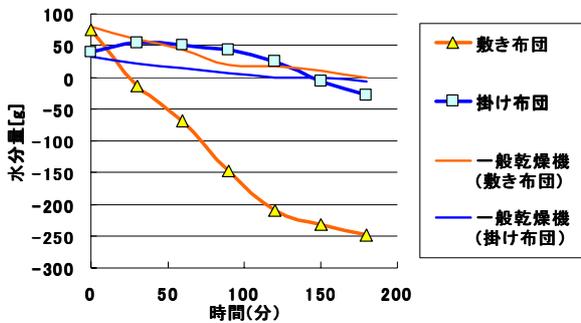


図5 乾燥実験

### 3. 快適性評価試験

快適性評価試験をベッドのような製品について行う場合、一般に行われる面接法や質問紙法のみでは、起きた後に寝ていた時の寝心地を覚えていることはまれであり、困難である。従って、被験者試験を行い、様々な生理情報を測定し、評価する必要がある。

#### 3.1 評価基準

生理情報による評価を行う場合、基準となる比較対象が必要である。本試験では比較対象として、スプリングタイプのベッドを選んだ。これは、快眠ベッドの競合商品は(ギャッジ機能無しの場合)、高級品と言われるベッドで最も多く使用されているスプリングタイプのベッドと考えたからである。また、ベッドの外観から「これは良く眠れそうだ」という先入観を極力与えないために、外見は地味なものをスプリングタイプ・快眠ベッド共に選んだ。

#### 3.2 睡眠試験

試験は60代女性を被験者とし、気温20 (±0.7) 湿度60% (±5%) の部屋で2時間の昼寝をしてもらうという形で行った。試験直前の風景を図6に示す。ただし、試験中は部屋の照明は消すこととした。

試験項目はポリグラフを用いた睡眠深度、サーモグラフィによる表面皮膚温度及び寝床内温度(足の甲と背中

の2点)とした。

試験結果を図7~9示す。

図7は快眠ベッドとスプリングベッドに寝た場合の足の甲と背中の寝床内温度の測定結果である。縦軸は温度、横軸は時間経過を示す。また、黒の太線が快眠ベッドで寝た場合の足の甲を、黒の細線が背中を示し、灰色の太線がスプリングベッドで寝た場合の足の甲を、灰色の細線が背中を示す。

これより、快眠ベッドはスプリングベッドに比べ、早く暖まり一定となる温度も高いことが分かる。



図6 実験直前風景

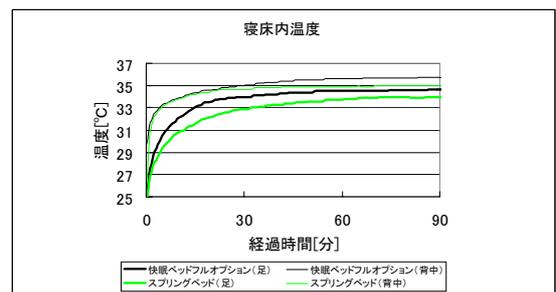


図7 寝床内温度

図8はサーモグラフィによる表面皮膚温の測定結果である。温度が高い部位は明るい色で、温度が低い部位は暗い色で表示される。これより、睡眠前の測定時には皮膚温はほとんど変わらないにも係わらず、起床直後では快眠ベッドの方が体が良く暖まっていることが分かる。また、起床30秒後・60秒後の測定結果を見ると、快眠ベッドでは体が冷えにくくなっていることが分かる。これより、体が芯まで良く暖まってることが分かる。

これらの結果は、敷き布団とベッドパットの保温性の違いにより生じたものと考えられる。これは快眠ベッドのみ

に言えることではなく、ふとんを使用する全てのベッドに言えることではあるが、寝具に保温性を強く求める冷え性の人などにはふとんを使ったベッドが適していることが分かる。

しかし、保温性に優れることは、夏場においては欠点ともなる。そこで、快眠ベッドでは、布団の側生地に麻を採用し、かつベッドボトムは通気性の優れたウッズプリングを採用して、夏場でも心地よく眠ることが出来るように配慮した。

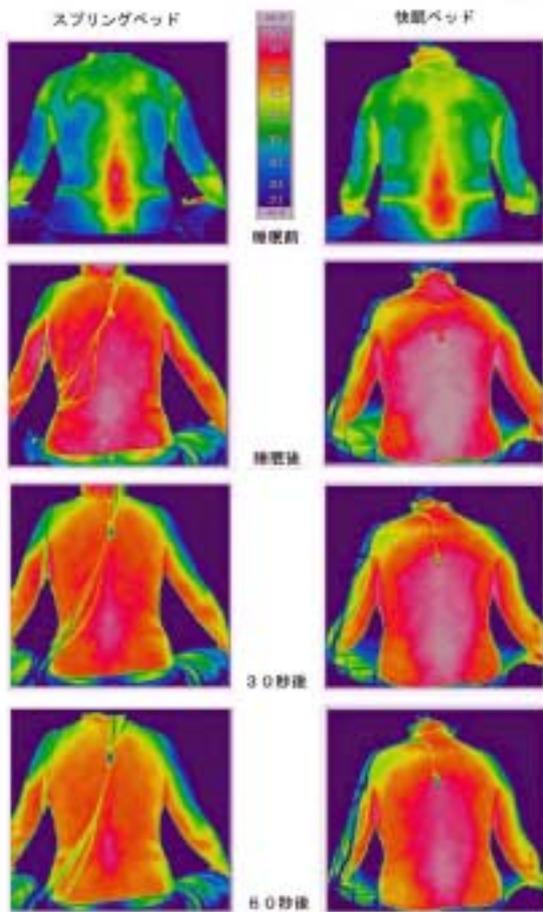


図8 表面皮膚温測定結果

図9に睡眠深度の測定結果を示す。縦軸は眠りの深さを表し、Wは起きている状態、Rはレム睡眠、1、2、3、4は、睡眠深度を示し睡眠深度4が最も深い眠りの状態を示している。横軸は時間経過を示す。

これより、被験者Aについては、深度2の眠りが快眠ベッドにおいて多く観察されており、その間隔も80分となっており、睡眠周期のようにも見え、快眠ベッドの方が良く眠れていることが分かる。被験者Bについては同程度の眠りであると言える。ところで被験者Aは、スプリングタイプのベッドを先に、快眠ベッドを後に試験を行った。また、被験者Bは逆の順番で試験を行った。このような試験においては、慣れが生じるため、後に行った方が良い結果となることが多い。つまり、被験者Aは快眠ベッドが有利な条件で、被験者Bは快眠ベッドが不利な条件で試験を行っているが、有利な条件では当然良い結果を得ており、不利な条件でも同等の結果を得ていることから、快眠ベッドはスプリングタイプのベッド

に較べ、快適なベッドであると推察する。

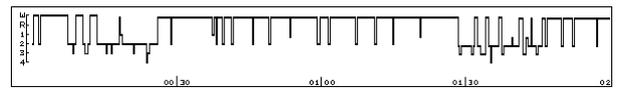


図9-1 被験者A・快眠ベッド

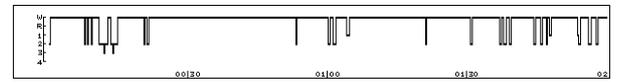


図9-2 被験者A・スプリングベッド

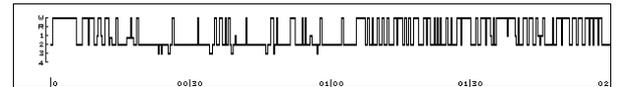


図9-3 被験者B・快眠ベッド



図9-4 被験者B・スプリングベッド

図9 睡眠深度

### 3.3 体圧分散測定試験

ベッドボトムの硬さは、仰向けの状態で、背中と腰の一番沈んだ点を結んだ線とウエストの差が2~3cmあく姿勢を保てる硬さが良いとされている。

つまり、体重や体格が異なるため、全ての人に良いと言えるベッドボトムは無く、自分に合ったベッドや布団を選ぶ必要がある。

ところで、スプリングタイプのベッドの場合、ボトムの硬さ調整はベッドパットによる調整しか出来ず、購入時にはほとんど調整の余地は無い。しかも、ベッド購入に際して店頭で寝てみる人はほとんどいないのが現状である。また、寝てみたとしても、実際に一晩寝てみないことには判断が困難なため、自分に合ったベッドを選ぶことが難しいことは容易に想像出来る。それと較べ、ふとんを用いるベッドでは、敷き布団やマットレスによる調整が可能であるため、寝具の買い換えによりボトムの硬さ調整が可能である。しかし、この場合でも寝具の買い換えが必要であり、十分とは言えない。そこで、快眠ベッドでは板バネによる硬さ調整を可能としている。具体的には図10に示すように板バネを2枚重ねにすることが可能である。

実際に全ての板バネを1枚とした場合と、腰の部分6枚の板バネを2枚重ねとした場合の体圧分散測定結果を図11に示す。被験者は身長167cm・体重54kgの30歳男性である。これより、臀部の圧力が変化しており、板バネを調整することで、臀部の沈み込みを調整できていることが確認できる。つまり、快眠ベッドでは自分の体格や使用するふとんに合わせてベッドの硬さを調整可能である。



図10 板バネによる硬さ調整

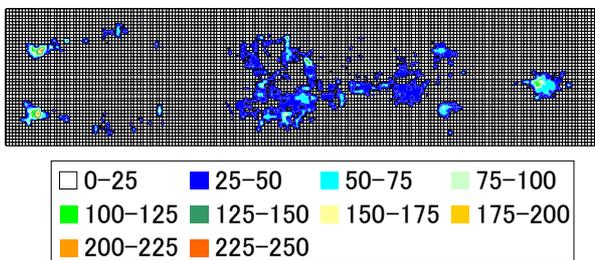


図11 - 1 板バネ1枚

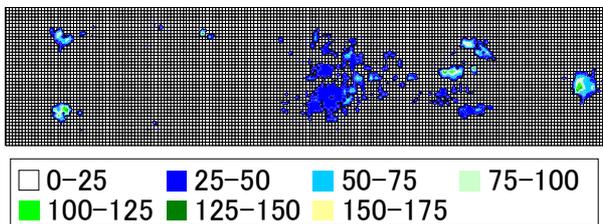


図11 - 2 腰の部分6枚が2枚重ね

図11 体圧分散測定結果

#### 4. デザインの評価

デザインの評価は、開発された快眠ベッドの3次元データを作成(図12)し、ヘッドマウンドディスプレイを用いたバーチャルリアリティシステムで実施した。ヘッドマウンドディスプレイの臨場感の高い立体視により、快眠ベッドを実際の部屋に置いた状況と同じ空間を作り出し、現実性の高いデザインの評価を行うことが出来た。また、今回の快眠ベッドには、介護への対応・机としての利用など従来のベッドにはない機能が数多く含まれている。この機能が、高齢者にとって使い易いか・不具合がないかなどの検討も行った。

以上のデザイン評価より、快眠ベッドは高機能で和室にも調和するベッドであることを確認することができた。



図12 快眠ベッド3次元データ

#### 5. まとめ

平成10年度から始まった高齢者向け快眠ベッドの研究開発は、開始当初から商品化を視野に入れ、販売側の意見を採り入れつつ研究開発を行ってきた。この開発の結果、最終年度となる本年度は、以下の成果が得られた。

- 1) 快眠ベッド用に開発した乾燥機は、乾燥マットを敷き布団の下に設置したことにより、布団乾燥の時に乾燥マット設置・撤去作業を省略することが出来た。また、市販品に較べて乾燥能力が高いことも確認できた。そして、市販に向けての安全性を確認した。
- 2) 快眠ベッドの快適性評価試験を行った結果、布団を使用しているため保温性が優れるなど、良好な結果を得た。
- 3) 快眠ベッド最終試作品を製作し、国際福祉機器展及び国際家具見本市(図13)に出展した結果、業界及び一般の方々から良好な反応を得た。



図13 国際家具見本市出展風景

#### 謝辞

最後になりますが、快適性評価試験にあたり、測定の便宜とご協力を頂いた大阪府立産業技術総合研究所の石倉信作氏、山本貴則氏に深く感謝いたします。また、本研究開発を進めるにあたり、様々なアドバイスを頂いた筑波大学蓮見孝助教授に感謝いたします。