

平成 20 年度研究報告書

研究代表者

島根難病研究所遺伝体質研究部門

所属 財団法人島根難病研究所

氏名 亀井 勉

1. 研究テーマ

マットレス特性と人との適合性の検証

2. 研究者氏名

延廣良香¹、落合直輝¹、小倉由美¹、藤田悦則¹、岩村憲樹²

村田幸治³、亀井勉³、上野義雪⁴、辻敏夫⁵、金子成彦⁶

3. 研究概要

(目的)

生活リズムの乱れやストレスにより不眠に悩まされている人や、睡眠時間が減少している人が増加している。そのため、短時間で質の高い睡眠を得られるような寝具が求められている。そこで寝返りがしやすい、腰や背中に負担をかけず自然な姿勢が保持できるといった安眠、快眠を促すような特性を持つ様々なマットレスが開発されている。しかしながら、その中から自分に適したマットレスを選択するのは難しく、必ずしも適切とはいえない選択をしてしまう可能性がある。

そこで今回の研究では、ばね配置密度の異なる柔らかめと硬めの4種類のマットレスを用いて、マットレスと人との適合性を検証し、マットレスの選択基準となる特性（指標）の抽出を行ったので、報告する。

(方法)

1) 実験方法

被験者は、20歳代から50歳代の計13名（男性9名、女性4名）である。供試体は、ばね配置密度の異なる柔らかめと硬めの4条件（A>B>C≒Dの順で硬い）のマットレスである。測定項目は指尖容積脈波である。実験は座位（コントロール条件）と仰臥位で90秒間の計測を行った。座位→仰臥位→座位を1サイクルとし、

¹ (株) デルタツーリング

² ドリームベッド (株)

³ (財) 島根難病研究所

⁴ 千葉工業大学

⁵ 広島大学

⁶ 東京大学

4条件のマットレスで測定を行った。マットレスの測定順序はカウンターバランスを考慮し乱数表により設定した。

2) 解析方法

指尖容積脈波から得た加速度脈波を用い、座位の加速度脈波の振幅ピーク値を基準とし、仰臥位の加速度脈波の振幅ピーク値を減算した。この値を比較することで人とマットレスとの適合性の評価を行った。これは、適合性の高いマットレスであるならば計測時間の90秒間で人を自然な状態（リラックス状態）に誘導し、脈波の原波形が安定したゆらぎを持つものとなり、結果として加速度脈波の振幅ピーク値の差分が小さくなると考えた。寄与率は、加速度脈波の振幅ピーク値を従属変数、被験者の身体特徴（年齢、性別、体重、BMI値、体脂肪率、骨格筋率、基礎代謝量）を独立変数とし重回帰分析を行い、算出した。

（結果および考察）

図1は、BMI値、骨格筋率、体脂肪率の関係を示したものである。ここに身体的特徴を評価する生理指標として骨格筋率、BMI値、骨格筋率と負の相関が認められた体脂肪率（ $r=-0.82$, $p<0.01$ ）を採用し、BMI値の20を境として加速度脈波の振幅ピーク値との差を検討した。

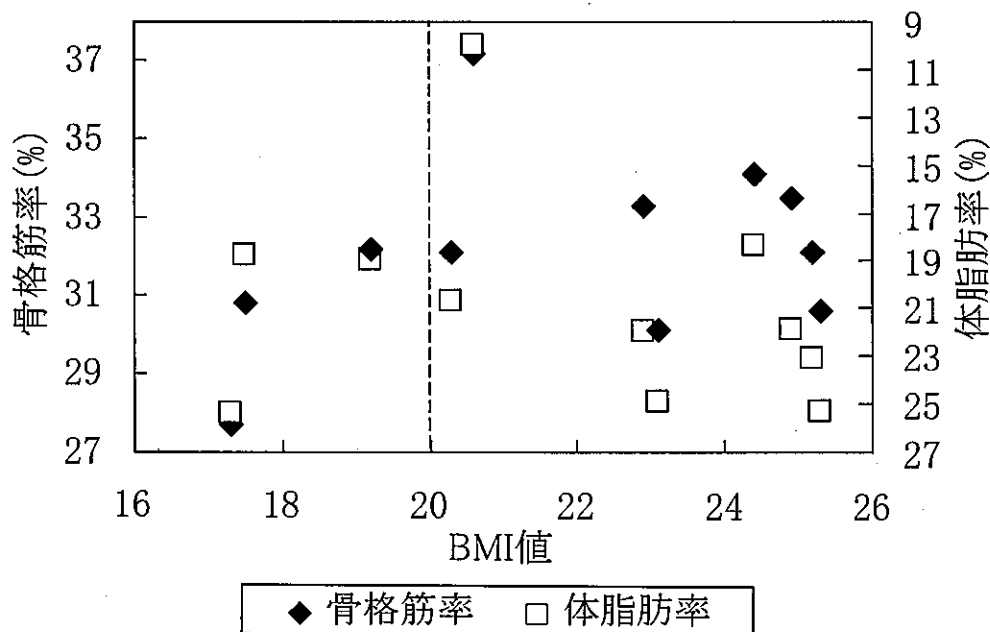


図1. BMI値、骨格筋率、体脂肪率の関係

図2は、加速度脈波の振幅ピーク値の寄与率を示す。ただし、骨格筋率と相関が認められた年齢、体脂肪率とBMI値と相関のある体重、基礎代謝量のデータを省いて寄与率を算出した。結果として、骨格筋率の寄与率が大きく、次いでBMI値、性別

の順となった。

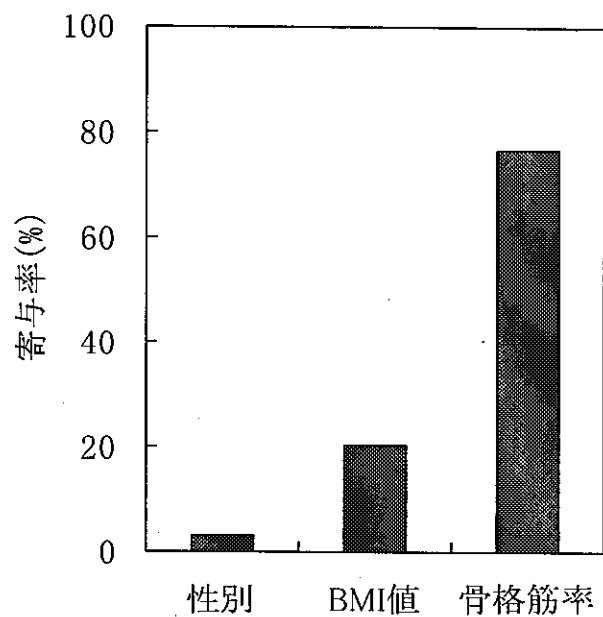


図2. 加速度脈波のピーク値の寄与率

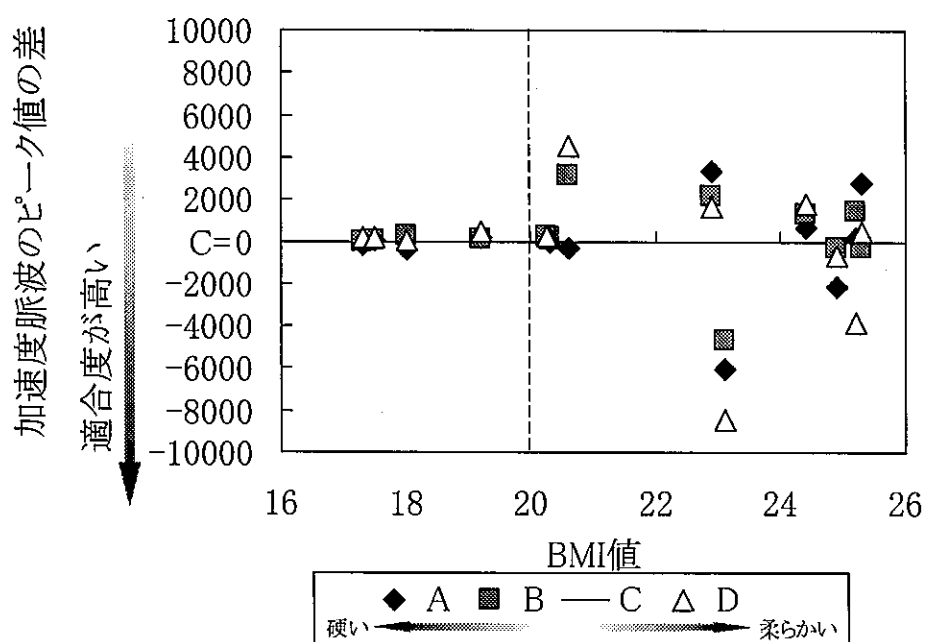


図3. BMI 値と加速度脈波のピーク値との関係

図3は、BMI値と条件Cを基準 ($y=0$) としたときの加速度脈波の振幅ピーク値の差との関係を示す。条件CとDは $\phi 200\text{mm}$ の加圧盤で計測した荷重-たわみ特性で言えば比較的柔らかい部類にある。ただし条件Dは、 $\phi 98\text{mm}$ 、 $\phi 30\text{mm}$ の加圧盤で計測した荷重-たわみ特性では、最も柔らかい特性となり、体が沈み込みすぎるマットレスである。一方条件Cは、面剛性があり、沈み込みやすすくないが、柔らかいマットレスである。したがって、条件Cはマットレスからの人への反力が小さく、末梢系に与える影響は少ないとして、短時間の指尖容積脈波による実験の基準値になり得ると判断した。BMI値が20未満の層はマットレス条件間の差があまりないが、BMI値が20以上になると条件間の差は大きくなっている。これは体重の影響と考えられる。被験者の身体特徴を比較すると、BMI値が高い人は体重が重く、BMI値と体重に有意な正の相関が認められた ($r=0.96$, $p<0.001$)。体重が軽いとマットレスに掛かる荷重は小さく、マットレスへの沈み込み量は少なくなるためマットレス条件間に差はあまり生じなかった。一方、BMI値が高い被験者間でのマットレスの評価は同一ではない。これは体脂肪率と骨格筋率が要因として挙げられ、肥満型か筋肉質系の肥満型かの違いがマットレス条件間の差の拡大をもたらしたと推察される。これらのことから、BMI値が高い人、体重が重い人ほど慎重にマットレスを選択する必要がある。

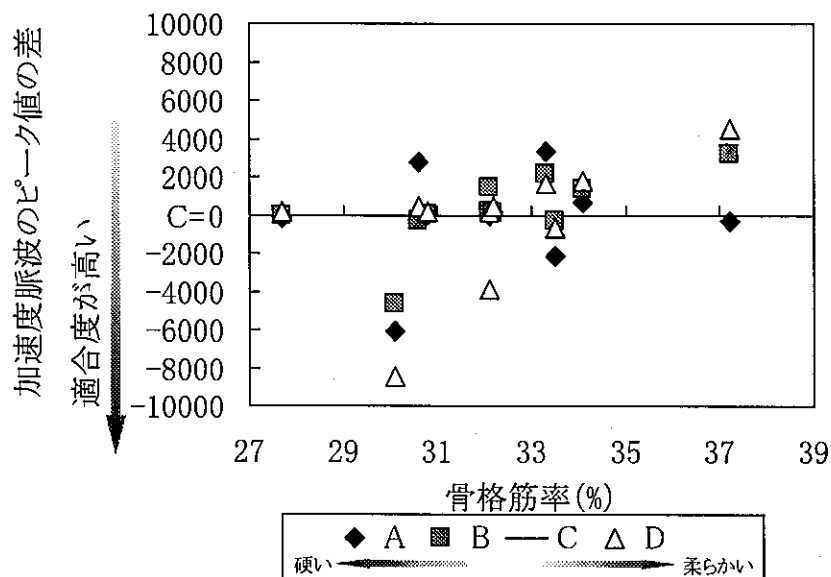


図4. 骨格筋率と加速度脈波のピーク値との関係

図4は骨格筋率と加速度脈波の振幅ピーク値の差との関係を示す。骨格筋率が高い層（体脂肪率が低い層）は最も硬い条件Aの評価が高く、骨格筋率が低い（体脂肪率が高い）と柔らかい条件Dの評価が高くなる傾向がある。柔らかいマットレスの場合、骨格筋率が高いと部分的に身体が沈み込みやすくなり、拘束感が高まる。そして、硬いマットレスだと身体はあまり沈み込まず、姿勢が支持されやすいため拘束感をあまり感じない。したがって、骨格筋率が高い人にとって柔らかいマットレスは身体に負担が掛かりやすいのではないかと考えた。一方、骨格筋率が低く体脂肪率の高い人は、マットレスの沈み込み量が小さく、人の嗜好の方が選択基準になる傾向があると思われる。

（結語）

ばね特性とばね配置密度の異なる4種類のマットレスを用いて、人とマットレスの適合性の検証を行った。

- 1) 指尖容積脈波の加速度脈波の振幅ピーク値がマットレス識別の評価指標として使えることがわかった。
- 2) 身体的特徴を評価する生理指標として骨格筋率、BMI 値が有効であることがわかった。

4. 学会機関誌もしくは学会への関連論文(演題)発表状況

論文発表等

- 1) 藤田悦則、村田幸治、亀井 勉、小倉由美、落合直輝、金子成彦：指尖容積脈波のゆらぎによる疲労度の評価. 疲労と休養の科学 20: 71-84, 2008.
- 2) E. Fujita, Y. Ogura, N. Ochiai, T Kamei, K. Murata, Y. Ueno, S. Kaneko: Simplified appraisal method for fatigue on sitting for extended periods by using finger plethysmogram. J. Optoelectron. Adv. Mater. in press.
- 3) E. Fujita, Y. Ogura, N. Ochiai, K. Murata, T. Kamei, Y. Ueno, S. Kaneko: Development of a technique for capturing Sleep Predictor Signals during wakefulness. J. Optoelectron. Adv. Mater. in press.
- 4) 落合直輝、小倉由美、藤田悦則、村田幸治、亀井 勉、上野義雪、金子成彦：ボルグの指標に基づいた自覚疲労の定量化手法の開発. 人間工学, in press
- 5) K. Murata, S. Kojima, Y. Ogura, T. Kamei, E. Fujita: A study on the peripheral circulation system and physiological index to detect the drinking condition. Proceedings of the Dynamics and Design Conference 2008: (CD-ROM) 2008.
- 6) S. Maeda, E. Fujita, Y. Ogura, S. Kojima, S. Kaneko, T. Miao, S. Higashida, K. Murata, T. Kamei, M. Enokizono: Development of detection system of sleep and wakefulness level. Proceedings of the Dynamics and Design Conference 2008: (CD-ROM) 2008.

- 7) S. Kojima, S. Maeda, Y. Ogura, E. Fujita, K. Murata, T. Kamei, S. Kaneko: The method for drinking detection by biological signals. Proceedings of the Dynamics and Design Conference 2008: (CD-ROM) 2008.
- 8) S. Kojima, K. Murata, E. Fujita, S. Maeda, Y. Ogura, T. Kamei, T. Tsuji, R. Miyoshi, S. Kaneko: Development of air-pressure sensor with the built-in seat. Proceedings of the 23rd SICE Symposium on Biological and Physiological Engineering: 239-242, 2008.
- 9) 亀井 勉、村田幸治：入眠予兆検知センサーによる居眠り運転防止技術の開発 - 飲酒と居眠りの関係の指標化- (アルコール摂取に対する人の平常状態と飲酒状態の医学的な判別、入眠予兆現象と飲酒状態との関連性についての医学的研究) . - 運輸分野における基礎的研究推進制度- 平成 19 年度研究終了課題 研究成果報告書, ppVI42-50, 2008.

学会発表

- 1) 落合直輝、小倉由美、藤田悦則、村田幸治、亀井 勉、上野義雪、金子成彦：ボルグの指標に基づいた自覚疲労の定量化手法の開発. 日本人間工学会第 49 回大会、平成 20 年 6 月、東京
- 2) K. Murata, S. Kojima, Y. Ogura, T. Kamei, E. Fujita: A study on the peripheral circulation system and physiological index to detect the drinking condition. Dynamics and Design Conference 2008: 2008. 9. Yokohama, Japan
- 3) S. Maeda, E. Fujita, Y. Ogura, S. Kojima, S. Kaneko, T. Miao, S. Higashida, K. Murata, T. Kamei, M. Enokizono: Development of detection system of sleep and wakefulness level. Dynamics and Design Conference 2008: 2008. 9. Yokohama, Japan
- 4) S. Kojima, S. Maeda, Y. Ogura, E. Fujita, K. Murata, T. Kamei, S. Kaneko: The method for drinking detection by biological signals. Dynamics and Design Conference 2008: 2008. 9. Yokohama, Japan
- 5) 小島重行、小倉由美、藤田悦則、村田幸治、亀井 勉、辻 敏夫、三好竜介、金子成彦：シート組み込み型エアパックセンサシステムの開発. 第 23 回生体生理工学シンポジウム、平成 20 年 9 月、名古屋市 <シンポジウム発表>
- 6) 小島重行、前田慎一郎、小倉由美、藤田悦則、村田幸治、亀井勉、辻敏夫、上野義雪、金子成彦、非侵襲センシングシステムによる飲酒状態判別に関する研究, 第 41 回人間工学会中国・四国支部大会講演論文集, p. 60-61, (2008), 2008 年 11 月 22 日, 県立広島大学
- 7) 前田慎一郎、小島重行、小倉由美、藤田悦則、金子成彦、村田幸治、亀井勉、入眠検知用センサシステムの開発, 第 41 回人間工学会中国・四国支部大会講演論文集, p. 62-63, (2008) , 2008 年 11 月 22 日, 県立広島大学