

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	快適な睡眠環境に関するバイオメカニクス的研究
Title(English)	
著者(和文)	倉元昭季
Author(English)	Akisue Kuramoto
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10630号, 授与年月日:2017年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:伊能 教夫,蜂屋 弘之,山浦 弘,中島 求,塚越 秀行
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10630号, Conferred date:2017/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名	倉元 昭季	
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	伊能 教夫	教授	審査員	塚越 秀行	准教授
	審査員	蜂屋 弘之	教授			
		山浦 弘	教授			
中島 求		教授				

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「快適な睡眠環境に関するバイオメカニクス的研究」と題し、全6章から構成されている。第1章「緒論」では、質の良い睡眠が健康な日常生活を送る上で重要であること、工学的な見地からの睡眠の誘導や質の改善を試みる議論が充分ではないことを本研究の背景として述べている。また、睡眠の誘導について一般的に用いられる薬物療法の問題点と、睡眠環境の心地良さの評価が主観に依存した定性的議論に留まっていることを指摘している。そして寝具と人体の間に生じる力学的な相互作用に着目し、定量的に睡眠環境の「眠りやすさ」や「心地良さ」を評価することで、質の高い睡眠を実現可能な機械的環境を開発することが本研究の目的であると述べている。

第2章「振動が持つ誘眠効果の検証」では、実際に振動条件下での睡眠実験を実施し、振動が持つ誘眠効果について脳波測定を用いて定量的に議論している。まず椅子型加振装置を用いた座位における睡眠実験より、気付かない程度の揺動とも呼ぶべき穏やかな振動が誘眠効果を持つことを示すとともに、特定の周波数で誘眠効果が高まる傾向を示している。次に誘眠効果の高い振動条件（振幅、周波数、振動方向）を議論する目的で、新たにベッド型加振装置を開発している。この装置を用いた仰臥位における睡眠実験より、特定の振幅で誘眠効果が高まる傾向を示すとともに、誘眠効果の高い振動については身体に対する振動の異方性がないことを示している。

第3章「休息姿勢の心地良さの生体力学的評価法」では、休息姿勢の快適さを生体力学的な観点から客観的に評価する手法を提案している。休息姿勢の維持にあたって身体は能動的な筋力の発揮を殆ど必要としないと考えられるため、一般に用いられる身体負荷評価手法は適切ではないことを指摘している。本研究では身体負荷が皆無となる姿勢として宇宙での脱力姿勢である **Neutral body posture** (中立姿勢, **NBP**) に着目し、これを基準として休息姿勢の維持に必要なエネルギーを身体負荷として評価する手法を提案している。身体負荷量の推定には、人体の姿勢に関わる構成要素である筋や関節を弾性ばねで近似し、これらが受ける総ひずみエネルギーを用いている。また、快適な枕と不快な枕について枕使用時に頭頸部が受ける負荷を提案手法で推定し、枕の心地良さを提案評価手法で定量的に表現できる可能性を示している。

第4章「個人毎に快適な寝具形状の生体力学的評価に基づく設計手法」では、個人毎に快適な寝具形状の設計手法を提案し、快適な枕の生体力学的要件について議論している。まず個人差の指標として自然体立位における後頭部形状に着目し、快適に感じる枕形状を後頭部形状の測定のみから設計する手法を提案している。次に、この手法で得られる枕は頭頸部の筋や関節が受ける負荷を小さくするものであることを、第3章で提案した身体負荷評価手法を用いた解析より明らかにしている。この結果は、提案した身体負荷の解析手法により、個人毎の体型に合わせて人体姿勢の快適さを議論可能であることを示している。この方法論は、睡眠姿勢だけでなく作業時や休息時の姿勢にも適用可能であるため、これまで主観的評価に依存していた休息姿勢時に用いる器具の快適さを、個人毎の体型や姿勢に基づいて生体力学的な観点から定量的に評価できる可能性を示している。

第5章「快適な睡眠環境のためのインテリジェント寝具」では、睡眠を誘導しつつ身体負荷が小さい睡眠姿勢を提供するための器具として、流体駆動式能動変形型寝具であるインテリジェント寝具を提案している。まずこのシステムの基本的な構成要素である柔軟な袋状アクチュエータとそのフィードバック制御システム、およびボディシミュレータについて述べている。次に提案寝具システムの一部として、枕型システムについて述べている。この枕型システムを用いた頭頸部支持状態の官能評価の結果、接触圧中心位置が快適さを決めるパラメータの一つであることが示唆されている。また、フィードバック制御によりこの接触圧中心位置を管理する枕型システムの能動動作機能について述べている。

第6章「結論及び今後の展開」では、本論文の各章で得られた結論を総括している。

以上を要するに、本論文は、バイオメカニクスの観点から快適な睡眠環境を総合的に考察し、加振による睡眠効果の検証、寝姿勢時の身体負荷を客観的に評価する手法の開発と個人毎の体型に応じた枕の形状設計への適用、さらに寝姿勢を適応的に制御可能なインテリジェント寝具の開発を行っており、工学上および工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。