



Title	フィールド生体計測による健康評価と安全支援
Author(s)	中野, 紀夫
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/45064">https://hdl.handle.net/11094/45064</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 なか の とし お 中 野 紀 夫

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 18799 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 16 年 3 月 25 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第4条第1項該当

基礎工学研究科システム人間系専攻

学 位 論 文 名 フィールド生体計測による健康評価と安全支援

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 佐藤 俊輔

(副査)

教 授 若林 克三 教 授 大城 理 教 授 田中 正夫

助教授 野村 泰伸

## 論 文 内 容 の 要 旨

従来、医学や生理学分野の独自手法であった生体計測・評価技術が、近年人間特性の工学的応用（快適さや安全など）を志向する産業界においても有益な技術手段であると受け入れられ、実用化への期待が高まっている。本論文では、日常生活や労働の現場で生体情報を計測し機能を評価する「フィールド生体計測技術」を用いて、健康的生活や作業安全の向上を支援する手法の提案を目的とし、以下の4つの研究課題に取り組んだ。

### (1) 健康的生活のための、深部体温による生体リズム評価手法と光照射の利用

週単位で計測した直腸温データから生体リズム同調状態（24時間周期性、安定性）を評価する手法を提案した。さらに朝の漸増高照度光照射が生体リズムを調整し快適な目覚めを支援できること（主観的睡眠感の改善）を実証した。現代生活では生活時間が自然環境ではなく社会的要因によって決定され、通常生活者でも生体リズム同調状態は必ずしも良好でない。生体リズムは現代社会での健康的生活を考える上で重要な評価対象であると考えられた。

### (2) 高齢者の健康的生活のための、赤外線センサ寝床行動計測システム

赤外線センサを用い、ベッド上での在不在と体動を計測する寝床行動センシングシステムを試作した。施設高齢者を対象に2ヶ月間のフィールド計測を行った結果、施設の光環境改善によって夜間の体動量は減少し、睡眠－覚醒メリハリの改善効果が期待できることを示した。日常生活を妨げない本計測手法は、施設や家庭などフィールド研究の場で応用が期待できる。

### (3) 夜間作業の安全向上のための、生理信号を用いた作業能力低下予測手法

プラント夜間監視作業における安全性向上（眠気によるヒューマンエラーの発生防止）を狙い、無拘束計測した深部体温と心拍変動から作業覚醒（パフォーマンス）を推定する重回帰モデルの作成を試みた。断眠実験（計20夜）のデータから重回帰モデルを設計し、別の断眠実験に適用した結果、20時間のパフォーマンスレベルのゆるやかな時間変動をよく捉えることができた。一過性の急激な変動に対しては推定誤差が増大したが、時系列回帰モデルに発展させることで対応できる可能性がある。

### (4) 高所作業安全向上のための、床反力計を用いた身体バランス機能の計測評価技術

断眠実験（ $n=10$ ）の結果、重心動揺計測で得られる静的バランス（立位姿勢保持）が深部体温と関連して時間的

に変動し、体温低下相では機能低下傾向が見られることを初めて示した。次に足関節モーメントを用いた動的バランス（姿勢変換）の評価手法を提案した。514名の健康者を対象に加齢変化を指標化した結果、立位最大前傾後傾課題における足関節モーメント変化量は、男女とも40代中頃から加齢に対して直線的な低下傾向を示した。これらの研究結果を基に、作業現場で静的・動的バランスを簡便に評価できる計測システムを試作提案した。

生体計測技術をフィールドで応用し、健康的な生活と作業安全を支援する手法を4つの場面で提案した。フィールド生体計測は日常生活でのヒトの生理や行動特性の実態を明らかにするとともに、生体システム概念や知見の工学的応用において様々な貢献をもたらすと期待できる。

## 論文審査の結果の要旨

日常生活空間や労働現場「フィールド」での生体計測評価手法や仮説検証法が快適さや安全といった魅力ある価値を産む技術手段であるとして社会的ニーズが高まってきた。本論文は、簡便なセンシング手法や実用的な評価手法などを通じて、健康的な生活と作業安全の向上を支援する手法の提案を目的とした「フィールド生体計測技術」についてまとめたもので、8章からなる。第1、2章では、本論文の背景や、利用されるフィールド生体計測の具体的な手法について、生理学的背景を交えながら概観する。第3章では、24時間化と高齢化が進展する現代社会における「健康」と「安全」の問題を具体的に述べ、生体計測技術を活用する上で着目すべき生体機能を明らかにする。第4章では、長期計測した直腸温データから生体リズム同調状態（24時間周期性や安定性）を評価する手法を提案した。さらに起床時の短時間の漸増高照度光照射による生体リズム調整効果を長期フィールド実験で実証した。第5章では、赤外線センサを利用した簡易な寝床行動（在不在と体動）センシングシステムを提案した。睡眠障害のある高齢者を対象にフィールド計測を行った結果、被験者の日常生活能力レベルに対応した特徴的な夜間行動パターンを詳細に記録できた。また施設の光環境改善（昼間の高照度光付加）によって夜間睡眠時間帯の体動量が減少することを示し、夜間睡眠の質の向上が期待できることを述べる。第6章は、プラントでの夜間監視作業における安全性向上を狙い、無拘束的に連続計測した生理信号からリアルタイムに作業能率低下を推定する重回帰モデルの作成を行う。第7章では、バランス計測による安全支援を目指した取り組みをまとめた。断眠実験下では深部体温低下相でバランス機能低下傾向を示した。動的なバランス評価のための足関節モーメントを用いた計測手法を提案し、514名の健康者を対象に加齢の効果を定量化した。第8章では本論文の結論を述べた。

以上のように本論文は、深部体温による生体リズム同調状態の評価手法の提案と光照射による安定化、光照射による睡眠の質の向上、生理信号から作業能率低下を予測する手法を提案、床反力計を用いた簡易な身体バランス機能の計測評価技術を提案等を通じて、安心・安全な社会の実現に貢献するもので、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。