Osaka University Knowledge Archive

Title	ヒトの睡眠内リズム現象の定量的解析
Author(s)	小山, 恵美
Citation	大阪大学, 1988, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/35927
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【60】

氏名・(本籍)	小山恵美（こやまえみ）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 8211 号
学位授与の日付	昭和63年3月25日
学位授与の要件	基礎工学研究科物理系専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	**ヒトの睡眠内リズム現象の定量的解析**
論文審査委員	(主査) 教授 鈴木 良次 (副査) 教授 有働 正夫　教授 笠井 健　助教授 佐藤 俊輔

論文内容の要旨

ヒトの睡眠でＲＥＭ期出現頻度の時間変化が体温リズムの影響を強く受けることは示されたが，24時間周期の生活サイクルの影響下での通常の睡眠中における個々のＲＥＭ期出現時刻を決定する因子はまだ解明されていない。計測データを見る限り，ＲＥＭ期は毎晩同じ時刻に現れることも常に一定のずれを示すともないが，数日間の睡眠中，その出現時刻が１日毎に少しずつずれていくという現象がしばしば見られ，全く不規則に出現するとは言い切れない。本研究の目的は，24時間周期の外的環境サイクルの影響を受けた通常の睡眠中におけるＲＥＭ出現時刻の日毎のずれに規則性があるか否かを工学的手法を用いて検討することである。そのため，日常生活における睡眠中のＲＥＭ期を連夜にわたって計測し，その出現時刻の日間変動の規則性の型及び強さを定量的に評価する解析手法を確立した。

本研究では，ＲＥＭ期出現時刻の規則性の解析に先立ち，計測及び解析の省力化・効率化を目的として，催眠中の生体信号を自動計測するパーソナルコンピュータシステムを開発した。ここでは，睡眠状態計測の省力化・データ圧縮の実時間での完了・睡眠状態の解析時間の短縮化を主要な設計目標とした。本システムでは，睡眠中の生体信号（ＥＥＧ，ＥＯＧ，ＥＭＧ）から30秒毎に特徴パラメータを実時間で抽出し，２種類の睡眠状態の指標を算出する。まず，離散量である睡眠時間ステージを指標として自動判定する。その結果，一晩の睡眠ステージ変化の概略を把握することができ，特に，一人の被験者の睡眠状態を何日も計測する場合には，視察による判定結果に対して良好な一致率を得た。次に，睡眠深度を表現できる一つの連続量を睡眠状態の指標として算出し，一晩の睡眠深度曲線を描いて睡眠内リズムを抽出する方法を示す。この睡眠深度曲線からＲＥＭ期の推定が可能であった。以上の結果から，ヒトの睡眠の時間的構造を調べる目的で本システムを有効に利用できるという評価を得た。さらに，睡眠

深度曲線について非線形ＡＲモデルを用いてリズム解析を行った結果，睡眠内リズムが自励的な振動であるという示唆を得ることができた。

次に，上記にシステムを用いて連夜にわたって計測したＲＥＭ期の出現時刻を解析し，その日間変動の規則性について評価した結果を述べる。まず，本研究での計測条件及び計測方法を示す。ここで得られるデータは，時刻を横軸に，日を縦軸にとった平面内に分布するＲＥＭ時系列である。次に，ＲＥＭ時系列データを解析してＲＥＭ期出現時刻の日間変動の規則性を評価する手法及びその評価結果を述べる。これまで，１日の睡眠内リズムの位相が日毎にどのような規則性をもって変化するかを評価する手法については，時間軸をずらせた後，縦（日）軸についてＲＥＭ時系列を加算して平均的なＲＥＭ期出現頻度を求める方法が殆どであった。本研究では，ＲＥＭ期の出現時刻を日毎に予測するための関数を時間－日の平面上で仮定してＲＥＭ期の出現確率を２次元で表現し，その関数とＲＥＭ時系列データとの相関を平面内でとることによって，ＲＥＭ期出現時刻の規則性を評価するという手法を提示した。ここでは，以下に示すＲＥＭ期出現時刻の予測関数①～⑤を仮定した。①毎日ほぼ同じ時刻に，②日々一定時間の遅れまたは進みを示しながら，③ある時刻の付近で遅れと進みを周期的に繰り返しながら，即ち，ある時刻を中心とした時間のずれが振動を示しながら，④入眠時刻からの経過時間に依存して，⑤日々のタイミング変化に規則性をもたずに，ＲＥＭ期が出現すうというものである。各種類について平面内のＲＥＭ時系列データと最も高い相関を示す関数形を推定した後，①～⑤の中でどれが最適関数とみなせるかを評価した。その結果，③のタイプが計測データに最もよくあてはまり，約２週間の周期・数10分の振幅をもってＲＥＭ期出現時刻が振動的に変化している可能性が示唆された。さらに，ＲＥＭ期出現時刻が振動的な規則性を示すことの意味について，ヒトの睡眠及び生体リズムと24時間周期の外部同調因子との位相関係という観点から考察を加えた。また，本研究で提示したＲＥＭ期出現時刻の解析手法の有用性について検討した。

最後に，上記の結果のまとめ，時間生物学の研究やヒトの睡眠研究をはじめとする種々の分野に対する本研究の重要性についても触れる。

論文の審査結果の要旨

ヒトの睡眠は，ＲＥＭ期と非ＲＥＭ期に分けられ，約90分の同期でこの二つが交代に現れることが知られている。これを睡眠内リズム現象と呼ぶ。ＲＥＭ期とは夢をみている時間帯であり，従来，その出現時刻について，睡眠依存説と非依存説が対立していた。本論文は，この対立の解決を目標として，睡眠内リズムと睡眠－覚醒リズムとの関係を定量的に解析した研究をまとめたものである。

本論文では，睡眠内リズムを刻むオッシレータと睡眠－覚醒リズムを刻むオッシレータは独立に存在し，その相互作用の強さによって，睡眠内リズムが入眠時刻に強く影響を受けたり，受けなかったりするという立場をとっている。

睡眠内リズムが独自のオッシレータによって刻まれていることを示すために，何日もわたっての睡眠

深度およびＲＥＭ期の連続計測が必要である。本論文では，まず，そのめに開発した自動計測システムとその性能が述べられている。睡眠中の生体信号（脳波，筋電流，眼電位）から30秒ごとに抽出された特徴パラメータを用いて睡眠深度曲線が算出され，ＲＥＭ期の判定が行われる。視察による判定との一致率は80％を超え，従来の同種のシステムの性能よりも優れたものが得られている。次に，求められた睡眠深度曲線に対して，非線形ＡＲモデルによる解析を行い，睡眠内リズムが自励振動体によって刻まれていると考えられることを示している。

この結果，ＲＥＭ期の出現時刻は睡眠－覚醒リズムを刻むオッシレータとの相互作用の強さによってきまるという立場がとれることになるが，本論文では，相互作用の強さを定量的に解析する方法を示し，いくつかの測定データについて解析した結果を述べている。本論文で提案している方法は，睡眠深度曲線をよく表現するある周期関数を仮定し，その位相が日毎にある規則性によって変動するとして，測定データとの相関の最大となる規則を見出すというものである。測定データの解析結果は，ＲＥＭ期出現時刻の日毎のずれが約２週間周期の振動を示し，二つのオッシレータの間でいわゆるＲＥＬＡＴＩＶＥ ＣＯＯＲＤＩＮＡＴＩＯＮの存在の可能性が示唆されると述べている。

以上，本論文は，睡眠の質を左右するといわれる睡眠内リズムの定量的解析方法を提案したもので，住居環境の設計に有用な指針を与えることなどが期待でき，工学博士の論文として価値あるものと認める。