

# レム睡眠期のヒトの音環境モニタ機構に関する研究

高 原 円

広島大学大学院生物圏科学研究科

## Auditory monitoring system during human REM sleep

Madoka TAKAHARA

*Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University,  
Higashi-Hiroshima 739-8521, Japan*

本研究では、レム睡眠中のヒトの音環境モニタがどのように行われているのか、事象関連電位 (event-related potentials, ERPs) を用い、意図的な注意を一つの切り口として検討することを目的とした。眠っている間、我々は普通、意識を失っている状態であるが、起きている状態ほど複雑ではないにしても、「ある程度の」相互作用は行うことができる。夜中に何らかの危険を察知したり、朝、小鳥の声でも目を覚ますといったように、睡眠中、環境の僅かな変化も知覚し、本人の気づいている度合いに関わりなく、何らかのアクションをとることができるのは、適正な睡眠を保護し、生体を守る上で極めて重要な機能の一つであると考えられる。

### 第1章 睡眠中の音環境モニタ機構

本章では、睡眠中の音環境モニタ機構に関する先行研究をレビューし、本研究の目的と仮説を示した。レム睡眠中には、高い水準の認知活動が生じていると考えられている。これまで、レム睡眠中にもP300成分 (Cote & Campbell, 1999 a) やMMN (Loewy et al., 1996) といった覚醒中のERP成分が出現すると報告されている。Williams (1967) は、刺激を弁別させ、

反応できないときには警告音と共に電気ショックを与えるという強化を与えたとき、レム睡眠においてめざましく行動反応が向上したという結果を報告している。しかし、このレム睡眠中の高水準の刺激応答性は、覚醒状態と全く同じ情報処理過程を通じたものであるという保証はない。レム睡眠中の刺激処理過程は、覚醒中とは異なる、睡眠時特有の認知的戦略で外部情報の変化に対処しているということが予測された。

### 第2章 レム睡眠中のERPの研究

本章では、レム睡眠中の聴覚刺激処理過程をERPによって明らかにすることを目的とした。実験1は、オドボール刺激を一晩中呈示し続け、覚醒・レム睡眠・ノンレム睡眠 (睡眠段階2) の3つの状態像で比較検討した。実験2では、レム睡眠期と脳波像のよく似ている入眠期について、同じようにオドボール刺激を用いて詳細に検討した。

結果、レム睡眠期には、P300とは異なる、前頭中心部優位のP200と後頭部優位のP400が出現しており、その音刺激の処理過程は、覚醒よりも、入眠期により近いことが示された。P200,

P400という共通した波形は、入眠期では脳波段階3以降から認められることから、これらの成分が覚醒中とは異なる処理過程を反映していることが示唆された。また、P400は睡眠段階2のP450とも異なっており、浅い睡眠時に特有の処理過程を反映していることが示された。

### 第3章 レム睡眠中の後期陽性成分の性質に関する研究 — 刺激間隔の操作 —

本章では、レム睡眠期の後期陽性成分P400の性質について、刺激間隔の効果を検討した。実験1より、第2章では確認することの難しかったレムphasic期（急速眼球運動頻発期）のP400は、30秒以上の刺激間隔をあければ観察可能であることが示されたので、実験2でさらに、段階的に刺激間隔を長くしていき、その効果を検討することとした。結果、レム睡眠のtonic期（急速眼球運動のない区間）では、刺激間隔に応じるような形で振幅が増加していく様子が見られた。これに対しレムphasic期では、刺激間隔が30秒を超えるまで一定のP400振幅を示した。このことは、レムtonic期とphasic期の異なる刺激処理過程を示唆するものであり、特にphasic期では刺激間隔が30秒以上になると出現しやすくなる、といったような、全か無かに近い動きを示す可能性が示唆された。

### 第4章 レム睡眠中の注意機能に関する研究

本章では、意図的な注意がレム睡眠中の情報処理過程に及ぼす効果を検討するため、低頻度刺激に対して注意を向けさせる注意条件を設け、無視条件と比較することとした。

実験1では、第2章の実験1と同じ刺激を用い、覚醒・レム睡眠・ノンレム睡眠（睡眠段階2）の3状態で注意の効果を比較検討した。結果、睡眠段階2では、どの事象関連電位成分に

も注意の効果は得られなかった。一方、レムtonic期（急速眼球運動なし）では、後期陽性成分P400が注意条件で有意に大きくなるという性質が確認された。実験2では、同じ方法で入眠期について検討したが、入眠期のERP成分には、注意の効果は反映されなかった。このことは、レム睡眠期の潜在的な外部環境に対する応答性の高さを電気生理学的に証明するものであり、脳波像の似ている入眠期との間の意識状態の差異についても示唆するものであると考えられた。

### 第5章 総合考察

睡眠中のヒトは、常に周囲に対し、稀で顕著性の高い（珍しい）刺激について最小限の注意機構を働かせており、その働きは睡眠段階や状態によって異なっているといえた。加えて、レム睡眠中の特定の区間（tonic期）では、意図的に注意を向けること、その随意的な努力が外部刺激への応答性に効果をもたらすことが示された。レム睡眠中の情報処理過程に意図的な注意の効果が反映されることは、この研究によって初めて明らかにされた。一方で急速眼球運動が頻発しているレムphasic期では、外部に対する応答性が低く、このことはレム睡眠中に活発に起こっている内部認知活動（夢見、記憶処理など）を保護するためであると推測された。

ヒトの睡眠は、睡眠周期を繰り返していることを考えると、外部に反応しやすい区間は睡眠を通してほぼ均等に分散していると考えられる。それによって、ヒトは、睡眠の質を著しく損なわない程度に、特定の刺激に注意を向けながら眠ることが可能であると考えられる。本研究で得られた結果は、Voss (2004) の「保護域」の概念で示された認知的戦略（環境のスポット点検）にも通じるものであった。

今後は、レム睡眠とノンレム睡眠の情報処理過程の違いについて詳細に検討することや、個人の名前を用いた実験や、言語刺激を用いた実

験などを設定して更なる睡眠時の聴覚情報処理過程の検討が望まれる。また、本研究を通して用いられたERPの加算平均法の欠点を補うべく、新しい脳波解析手法を用いることが有効であると考えられる。臨床的には、刺激欲求が高い、或いは回避傾向を持つといった情報処理ス

タイルなどの個人要因、不眠症モデルによる検証や、精神疾患との関連などの応用も期待される。

**キーワード：**レム睡眠，事象関連電位，環境モニタリング，意図的注意