

入眠期の心理的体験と外界音刺激に対する 事象関連電位の関係

道 田 奈々江

広島大学大学院生物圏科学研究科

The relationship between the psychological experiences and the event-related potentials to external tone stimuli during the sleep-onset period

Nanae MICHIDA

*Graduate School of Biosphere Sciences Hiroshima University
Kagamiyama 1-7-1 Higashi-Hiroshima 739-8521 Japan*

本研究では、覚醒から睡眠への移行期である入眠期において体験される、入眠時心像という心理的現象に着目した。入眠時心像とは、入眠期において物理的対象がないにも関わらず感覚刺激が知覚される心的現象であり、特に視覚的体験が多い。このような心理的体験が生じる入眠期の脳の機能状態を、ERP (Event-related potentials) という外界刺激に対する情報処理過程を反映する指標によって検討することを本研究の目的とした。

第1章 入眠期に関する研究の現状

本章では、入眠期に関する研究をレビューし、本研究の枠組みを述べた。入眠期は、覚醒水準が連続的に変化する覚醒と睡眠どちらに含めることも困難な時間帯である。睡眠段階の国際判定基準 (Rechtschaffen & Kales, 1968) は、短時間で不規則に変化する入眠期の分類に用いるには適さない。そこで本研究では、特徴的な脳波波形によって入眠期を分類した5段階の脳波段階 (Hori et al., 1994) を基準に用いた。

入眠期の情報処理機構を客観的に検討するため、覚醒水準の低下と対応したERPの変化を検討した多くの研究が存在する。しかしながらこれまでの研究では、ポリグラフを用いた覚醒水準の分類が大まかすぎることで、またERPの頭皮上分布の変化についての整理が不十分であること、という2つの問題があった。入眠期心像の研究に関しては、脳機能状態を反映する脳波のスペクトル分析の結果と、心理的体験の内容との関係をみた報告がある。しかしながら、どのような脳機能状態がどのような心理的状态と関係しているかについて、研究間で一致した見解が得られていない。また、心像そのものの存在さえ不確かなものである。心像体験の知覚情報処理がなされていることの間接的な証拠を得るために、心像の体験が他の外界刺激の情報処理過程に及ぼす影響についてERPを指標として検討する方法が考えられる。

第2章 覚醒水準の低下に伴うERP諸成分の頭皮上分布の変化

本章では、入眠期を5段階の脳波段階により分類し、単一音刺激反応課題を用いてERPの頭皮上分布の時間・空間的変遷を検討した。それにより、入眠期の脳機能状態とERPの関係をこれまでよりも詳細に記述できた。入眠期における能動的な注意機能の低下は、 θ 波が優勢に出現する脳波段階3で生じることがN100, P300の振幅の減衰により示唆された。一方でP200, N300, P400が脳波段階3 (θ 波期)で、N550が段階4 (頭頂部鋭波期)で刺激入力に対し出現した。P200, N300, N550は脳波段階の進行に伴い中心・前頭部で振幅増加を示し、P400は後頭優勢に段階4で最大になった。これらの成分は覚醒水準の低下に伴い抑制解除されて高振幅に出現すると考えられる。またこれら各成分は、同一覚醒水準下では、刺激の顕在性が高いと振幅増加を示すことが知られている。つまりこれらの成分の出現は、皮質活動が低下した状態でも刺激の顕在性の評価過程は維持されていることを示している。

第3章 入眠期の心理的体験が音刺激情報処理に及ぼす影響

本章では、入眠時心像の体験が外界音刺激に対する情報処理過程に及ぼす影響を検討した。脳波段階4を対象とし、単一音刺激反応課題において心像有無により各ERP成分の振幅を比較した。自動的処理を反映する他の成分には心像の有無による差は認められなかったが、内因性成分と考えられるN550の振幅が心像ありのときに心像なしよりも低下した。このことから、入眠時心像を体験することが、音刺激の情報処理に影響を与えるということを明らかにできた。すなわち、入眠期には実際に心像体験の知覚情報処理が行われていることを間接的に証明できたといえる。また、頭皮上後方で優勢な

P400について、心像を体験したときに振幅が大きい傾向が得られた。入眠期の5段階の脳波段階と心像体験率との関係を見ると、段階3 (θ 波期)と段階4 (頭頂部鋭波期)に体験報告率が高い (Hayashi et al., 1999; Hori et al., 1994)。2章で得られたERPの各成分の頭皮上分布における変化と照らし合わせてみると、P400は心像体験の報告率が高い段階で後頭優勢に振幅増加を示す。後頭は視覚情報処理に関する脳領域であり、後頭優勢なP400の出現は心像体験の生起に関連した後頭領域の活性を反映している可能性が示唆された。

第4章 入眠期における視覚心像生成の背景となる脳機能状態の検討

本章では、P400の出現が心像体験の生起の背景となる脳機能状態と関係がある可能性を想定し、P400の発生源についてLow resolution brain electromagnetic tomography (LORETA)による検討を行った。検討の結果、後頭優勢なP400の発生源は後頭視覚野・頭頂連合野という視覚イメージの想起に関連する部位に認められた。P400は視覚的心像の体験報告が多い脳波段階で後頭優勢に出現することから、入眠時心像が生起する背景には視覚イメージの生成と関連する脳領域の活性があることを示唆する。一方で、N300との複合波を形成する中心部優勢なP400の存在を明らかにした。N300は、睡眠の維持または中断に関わる機構の活動を反映したK-complexの発現準備にかかわる脳内機構の活動を反映している。中心部優勢のP400の発生源として、帯状回、上・中前頭回という注意の集中や注意のシフトに関わる脳内部位が同定された。このことから中心部P400はN300と同様に、NREM睡眠期における外界環境のモニタリング機構の活動を反映していると考えられる。以上のように潜時400ms付近の陽性成分の性質について、先行研究間に存在した矛盾を合理的に説明することができた。すなわち、P400はP300

の潜時が延長した成分ではなく、覚醒期の注意機構が働きを弱めた脳波段階3でP300と入れ替わるように後頭優勢P400が出現する。さらに、N300と連動した振幅変化を示す中心部P400が脳波段階4から出現する。

第5章 総括

5章では、心像が生起する背景には、視覚イメージの処理に関連した領域の賦活があること

に基づき、REM睡眠期における夢の生成過程として挙げられている活性化-合成仮説 (Hobson & McCarley, 1977) や感覚映像-自由連想仮説 (Okuma, 1992) を参考に入眠時心像生起の仮説モデルをたてた。入眠期において背景として視覚イメージの情報処理に関わる脳領域の賦活があり、なんらかの相同性活動に伴う入力記憶から心像体験の資源を取り出すきっかけになるというものである。

引用文献

- Hayashi, M., Katoh, K. & Hori, T. 1999 Hypnagogic imagery and EEG activity. *Perceptual and Motor Skills*, **88**, 676-678.
- Hobson, J.A. & McCarley, R.W. 1977 The brain as a dream state generator: An activation-synthesis hypothesis of the dream process. *The American Journal of Psychiatry*, **134**, 1335-1348.
- Hori, T., Hayashi, M. & Morikawa, T. 1994 Topographical EEG changes and the hypnagogic experience. In R. D. Ogilvie & J. R. Harsh (eds.) *Sleep Onset. Normal and Abnormal Processes*. American Psychological Association, Washington D.C., Pp.237-253.
- Okuma, T. 1992 On the psychophysiology of dreaming: A sensory image-free association hypothesis of the dream process. *The Japanese Journal of Psychiatry and Neurology*, **46**, 7-22.
- Rechtschaffen, A. & Kales, A. 1968 *A Manual of Standardized Terminology, Techniques and Scoring System for Sleep Stages of Human Subjects*. Public Health Service, U. S. Government Printing Office, Washington D. C.