

脳波段階と入眠時心像の変化[†]

林 光緒・加藤 孝一・堀 忠雄

広島大学総合科学部

Changes of hypnagogic imagery and EEG stages

Mitsuo HAYASHI, Kohichi KATOH and Tadao HORI

*Faculty of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University,
Higashi-hiroshima 739-8521, Japan*

Abstract : The aim of this study is to investigate the relationships between hypnagogic imagery and EEG stages. According to Hori, et al. (1994), the hypnagogic EEGs was classified into 9 stages, those were 1) alpha wave train, 2) alpha wave intermittent (>50%), 3) alpha wave intermittent (<50%), 4) EEG flattening, 5) ripples, 6) vertex sharp wave solitary, 7) vertex sharp wave bursts, 8) vertex sharp wave and incomplete spindles, 9) spindles. EEGs (Fz, Cz, Oz) were recorded from light off to 90 min elapsed. The subjects pressed a button when pip tones (1000Hz, 50dB, max duration: 5s, ISI: 50 - 70s) were presented, and reported their psychological experiences. The results showed that reaction time prolonged with progress of the hypnagogic EEG stages. The hypnagogic imageries mostly experienced when theta waves or a vertex sharp wave occurred. These imageries were almost composed of visual imageries (88%), involved 1) persons (37%), 2) static objects (21%), 3) landscapes (10%), and 4) colored patterns (8%). These imageries changed from waking daydreams to hypnagogic imageries or NREM sleep dreams as a function of progress of hypnagogic EEG stages.

キーワード：入眠期、脳波段階、入眠時心像、反応時間

†本研究の一部は、平成9～10年度文部省科学研究費補助金基盤研究(B) 課題番号09410033「擬似科学的信念の形成と機能に関する行動科学的研究」(代表 浦 光博)の援助を受けて行われた。

序

覚醒から睡眠への移行期である入眠期は、覚醒と睡眠のいずれにも含めることが困難であることから、これらのいずれにも属さない意識状態が存在すると思われる(堀, 1984)。この入眠期に特異的な意識状態として、入眠時心像をあげることができる(Schacter, 1976)。入眠時心像は、入眠時幻覚とも呼ばれ、物理的対象が存在しないにもかかわらず、入眠期に体験される感覚

1998年10月2日受付；1998年11月2日受理

刺激の知覚をさす (Aldrich, 1993)。

入眠時心像は、その大半が視覚心像であり (Foulkes & Vogel, 1965; Schacter, 1976; Hori, Hayashi & Morikawa, 1994)、色彩や幾何学模様、人物や静的物体、風景や複雑な場面が出現することが報告されている (Schacter, 1976; 広重, 1995; Vogel, 1991)。少数ながら聴覚心像や身体感覚心像も存在し、音や声が聞こえたり、自分の体が浮き上がったり沈んだりするのが感じられる (Schacter, 1976; Vogel, 1991)。このような心像体験は、ストーリー性がある場合もあれば、瞬時に出現し、消失するものもある (Vogel, 1991)。

このように入眠時心像は、しばしば夢幻様の劇的な内容を含んでおり、REM睡眠時の夢と類似している (Foulkes & Vogel, 1965; Vogel, 1991)。REM睡眠と比較して入眠期は短時間で終了するため、入眠時心像の方がREM睡眠時の夢よりも報告の長さが短くなる傾向にあるが、報告の長さを統制した場合には、体験内容の質的な差はほとんどみられない (Foulkes & Schmidt, 1983)。REM睡眠時の夢と異なる点は、主として感情が平坦で現実感が強いことであり (Foulkes & Vogel, 1965; Cicogna, Natale, Occhionero & Bosinelli, 1998)、このことからCicogna, et al. (1998) は、入眠時心像は、REM睡眠時の夢のような夢様 (dream like) 体験というよりもむしろ、生活様 (life like) 体験と考えている。

一方、入眠期を、1) 急速眼球運動が出現している覚醒、2) 緩徐眼球運動が出現している覚醒、3) 睡眠段階1 (Rechtschaffen & Kales, 1968)、4) 睡眠段階2の4段階にわけて入眠時心像の変化を検討したFoulkes & Vogel (1965) によれば、入眠時心像は覚醒時からすでに出現し、その出現率は睡眠段階1以降に急激に増加した。また、脳波と緩徐眼球運動の変化から入眠期を5段階に分類した広重 (1995) も、これとはほぼ同様の結果を得ている。これらの研究は、入眠期の脳波を従来の国際睡眠段階判定基準 (Rechtschaffen & Kales, 1968) に基づいて覚醒、睡眠段階1、睡眠段階2に分類し、これに眼球運動の変化を加えて入眠期を区分したものである。しかしながら、入眠期の脳波は多彩な変化を示すことが知られており、特に睡眠段階1は、 α 波の消失から θ 波や頭頂部鋭波が出現する区間までを含んでいる。このような入眠期脳波の変化に注目したHori, et al. (1994) は、入眠期の脳波を1) α 波が連続している段階、2) α 波が不連続であるが区間の50%以上を占めている段階、3) α 波が不連続で区間の50%に満たない段階、4) α 波が消失し、低振幅不規則波が出現する段階、5) θ 波が連続的に出現する段階、6) 頭頂部鋭波が単発で出現する段階、7) 頭頂部鋭波が頻発する段階、8) 頭頂部鋭波が出現し、かつ未成熟な紡錘構成波が出現する段階、9) 紡錘波が出現する段階の9段階に分類し、これを脳波段階とした。脳波段階1と2が国際判定基準の覚醒、脳波段階3～8が国際判定基準の睡眠段階1、脳波段階9が国際判定基準の睡眠段階2に相当する。この脳波段階と心理的体験との関係を検討した結果、入眠時心像の報告率は、 θ 波が連続的に出現する脳波段階5で最大となる逆U字傾向を示した。このうち、視覚的心像は入眠時心像の85.5%を占め、 θ 波が出現するとともに増加した。さらに彼らは、入眠時心像が右大脳半球活性と関連していることを明らかにした。これらの結果は、入眠時心像の体験内容が脳波段階の進行とともに変化する可能性を示唆している。しかしながら、入眠時心像の体験がいつどのようにして生起するのかについては、あまり検討されていない (堀, 1997)。

そこで、本研究は、Hori, et al. (1994) の基準にしたがって入眠期の脳波を9段階に分類し、これら脳波段階の変化と入眠時心像の体験内容の変化について検討した。

方 法

被験者：被験者は心身ともに健康で、睡眠障害のない大学生及び大学院生、男子9名、女子11名（年齢19歳～27歳）であった。この20名のうち、実験開始後60分経過しても紡錘波が出現しなかった被験者4名、実験途中で実験中止を申し出た被験者3名、 α 波の振幅が小さく明瞭な α 律動が観察できなかった被験者2名、実験後に脳波段階を確認した結果、刺激が呈示されていない脳波段階があった被験者4名については、分析から除外した。残る7名の被験者について分析を行った。

手続き：脳波（Fz、Cz、Oz）、眼球運動、筋電位（頤筋）、呼吸（胸部及び腹部）測定用の電極を装着した後、21:00から消灯し、ポリグラフ記録を開始した。消灯後、周波数1000Hz、音圧50dB（SPL）のピップ音を、50～70s間（平均60s）の間隔で枕上1.5mに設置したスピーカーから呈示した。被験者には、ピップ音が聞こえたら直ちに利き手に固定した押しボタンを押すこと、ピップ音呈示直前の心理的体験を口頭で報告することを教示した。ピップ音は、被験者がボタンを押した時点で消音したが、ボタンを押すことができなかった場合には、5s間持続した。被験者が3回連続してボタンが押せなかった場合か、あるいは消灯後90分経過した時点で実験を終了した。

分析：従来の国際睡眠段階判定基準では、脳波の段階判定には20秒ないし30秒の脳波記録が必要である。しかし、入眠期の脳波は、しばしば瞬時に変化する。Tanaka, Hayashi & Hori (1996)によれば、低振幅不規則波が発生する区間と、頭頂部鋭波が出現する区間は不安定であり、これらの区間では、持続時間が30秒以下の割合が76～97%に達する。さらに、入眠時心像は瞬時に現れてすぐ消えたり（堀，1997）、前後の脈絡なく突如と現れる静止画像も存在することが指摘されている（広重，1995，1997）。このことから、国際判定基準では判定区間が長すぎて、瞬時に起こる脳波の変化や入眠時心像の発生を捉えることができない。そこで脳波の分析には、Ogilvie, Wilkinson & Allison (1989)のスポット判定を適用した。これは、音刺激直前5秒間の脳波を段階判定するものである。今回、ピップ音呈示直前5秒間のCz部位の脳波を、Hori, et al. (1994)の基準にしたがって以下のように分類した。1) α 波連続期、2) α 波不連続期A (>50%)、3) α 波不連続期B (<50%)、4) 平坦期、5) θ 波期、6) 頭頂部鋭波散発期、7) 頭頂部鋭波頻発期、8) 頭頂部鋭波+紡錘構成波期、9) 紡錘波期の9段階である。これらを以下脳波段階とした。

ピップ音直前の心理的体験については、1) 通常的思考、2) 入眠時心像、3) 無体験、4) 不明瞭・忘却、5) 無回答の5種類に分類した。ここで「通常的思考」とは、日常生活での積極的な精神活動とした。例えば今日一日の出来事の回想や明日の予定などである。これに対して、自分の意志とは無関係に考えが浮かんでくる受動的な精神活動や記憶の再生を「入眠時心像」とした。また、何も考えていないし何の体験もないが、意識はハッキリとしている場合を「無体験」とし、何らかの体験があったようだが思い出せない、よく分からない、意識がハッキリとしない、ぼーっとしている、といった報告は、「不明瞭・忘却」とした。

さらに入眠時心像については、モダリティの違いから以下の4種類に分類した。1) 視覚心像：自分の意志とは無関係に何らかの映像情報が浮かんでくる、光・不定形なイメージ・夢のようなイメージなど。2) 聴覚心像：聞こえるはずのない雑音や人の話声が聞こえる、夢の中で話しかけられる、隣の部屋で物音がするなど。3) 身体感覚心像：体が落ち込んでいく、あるいは浮かんでいく、無重力感、体に触れられている、体の一部が変形するなど。4) 嗅覚心像：実際にその場に存在しないものの臭いを感じる、夢の中の物の臭いがするなど。

また、行動的指標として、ピップ音に対するボタン押しの反応時間を分析した。

結 果

1. 音刺激の呈示数

Table 1 に脳波段階毎の音刺激の呈示数、平均反応時間、心理的体験の報告率をまとめた。音刺激の呈示数は、各被験者で86~91個であり、総刺激数は607個であった。このうち15個のサンプルは、体動などにより脳波にアーチファクトが混入したため、脳波段階の判定が困難であった。そこで残りの592個のサンプルを分析に用いた。

刺激呈示数は脳波段階によって異なっていた ($\chi^2 = 164.94$, $df = 8$, $p < .001$)。脳波段階5 (θ 波期)での呈示数は141個と最も多く、段階1~4および段階9は69~79個、段階6~8は19~32個と少なかった (Table 1)。

2. 反応時間

音刺激に対する反応時間は、脳波段階の進行に伴って有意に延長した ($F = 6.59$, $df = 2, 11$, $\epsilon = .235$, $p < .02$) (Table 1)。

3. 心理的体験の報告率

分析に用いた592個のサンプルのうち、入眠時心像が31.4%、通常の思考が29.6%、不明瞭・忘却が23.0%を占めていた。無体験は8.4%、無回答は7.6%であった。これらの分布には有意差が見られたが ($\chi^2 = 25.97$, $df = 4$, $p < .001$)、入眠時心像、通常の思考、不明・忘却の3カテゴリー間には、有意差は見られなかった ($\chi^2 = 1.40$, $df = 2$, $n. s.$)。

Table 1 各段階におけるサンプル数、反応時間、心理的体験の報告率

	脳波段階									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
サンプル数	69	72	77	75	141	32	19	28	79	592
反応時間 (ms)	849.0	983.9	1020.7	1201.2	1485.5	1522.4	1584.1	1809.4	2547.8	
(SD)	(290.9)	(411.6)	(554.4)	(730.0)	(887.5)	(972.4)	(801.6)	(1060.0)	(1557.4)	
心理的体験 (%)										
通常の思考	63.8	41.7	46.7	33.3	19.9	15.6	15.8	7.1	2.5	29.6
入眠時心像	18.8	31.9	37.7	33.3	36.2	43.8	26.3	28.6	22.8	31.4
不明瞭・忘却	7.3	13.9	14.3	24.0	31.2	15.6	42.1	35.7	31.6	23.0
無体験	10.1	12.5	1.3	8.0	10.6	15.6	10.5	3.6	5.1	8.4
無回答	0.0	0.0	0.0	1.4	2.1	9.4	5.3	25.0	38.0	7.6
入眠時心像 (%)										
視覚心像	76.9	69.6	82.8	84.0	94.1	100.0	100.0	87.5	100.0	87.6
聴覚心像	7.7	21.7	10.3	16.0	5.9	0.0	0.0	12.5	0.0	9.2
身体感覚心像	15.4	8.7	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2
視覚心像 (%)										
人物(友人・知人)	7.7	13.0	17.2	12.0	7.8	14.3	0.0	0.0	0.0	11.0
人物(見知らぬ人)	15.4	8.7	0.0	20.0	33.3	28.6	60.0	50.0	27.8	25.8
物体	7.7	8.7	13.8	16.0	19.6	35.7	20.0	12.5	33.3	20.9
夢様体験	0.0	0.0	24.1	20.0	17.7	7.1	0.0	0.0	11.1	14.7
風景	23.0	13.0	10.3	12.0	7.8	0.0	0.0	0.0	5.6	10.4
色彩	15.4	4.4	6.9	0.0	2.0	14.3	20.0	12.5	16.6	8.0
物語	7.7	8.7	3.5	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7
文字	0.0	8.7	3.5	0.0	2.0	0.0	0.0	12.5	0.0	3.1
動物	0.0	4.4	3.5	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	2.4

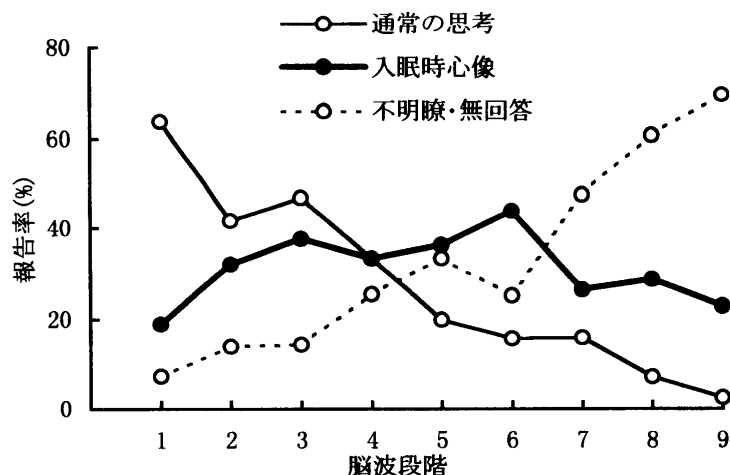


Fig. 1 心理的体験の報告率

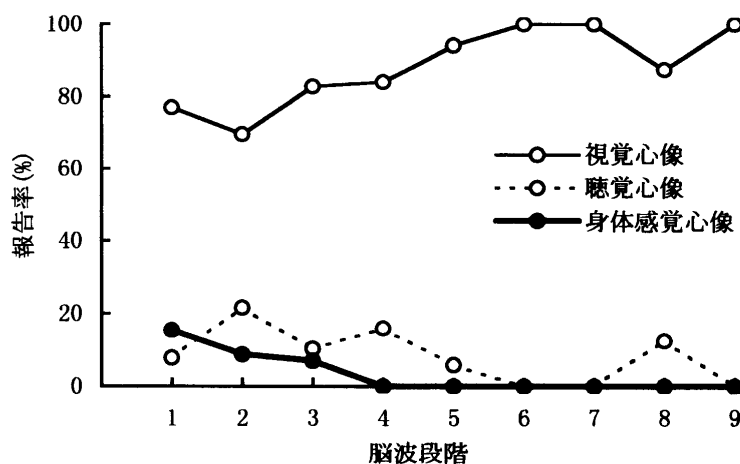


Fig. 2 入眠時心像のモダリティの変化

脳波段階間の変化を見ると (Table 1, Fig. 1)、通常的思考は脳波段階 1 (α 波連続期) では 63.8% と最も高率であるが、段階の進行とともに単調減少した ($\chi^2 = 120.59$, $df = 8$, $p < .001$)。これに対して、不明瞭・忘却 ($\chi^2 = 46.88$, $df = 8$, $p < .001$) と無回答 ($\chi^2 = 162.11$, $df = 8$, $p < .001$) は、段階の進行とともに増加した。Fig. 1 には、不明瞭・忘却と無回答を合わせて表示しており、脳波段階の進行に伴ってこれらの報告率が単調増加していることがわかる。一方、入眠時心像は、脳波段階 6 (頭頂部鋭波散発期) をピークとする逆 U 字傾向を示した ($\chi^2 = 15.65$, $df = 8$, $p < .05$)。両端にあたる段階 1 と段階 9 では、それぞれ 18.8%、22.8% と、いずれも 20% 前後であった。

一方、入眠時心像の報告率には個人差がみられた ($\chi^2 = 63.37$, $df = 8$, $p < .001$)。1 名は 4.5% と低頻度であり、3 名は 40% 以上 (41.0~54.4%) と高頻度であった。他の 3 名の被験者では 20% 前後 (18.8~28.4%) 出現していた。

4. 入眠時心像の内容

入眠時心像の大半は視覚心像であり、入眠時心像のうちの87.6%を占めていた。聴覚心像と身体感覚心像はそれぞれ、9.2%、3.2%であった。嗅覚心像の報告はなかった。視覚、聴覚、身体感覚心像の出現率には有意差が見られた ($\chi^2=133.34$, $df=2$, $p<.001$)。

Table 2 視覚心像 (人物) の内容

重複するものは1つにまとめ、() 内に重複する個数を示した。

脳波 段階	体験内容	
	人物 (見知らぬ人)	人物 (友人・知人)
1	知らない人が何かを話しているような感じ 人の顔がたくさん見えた	いろいろな友達が出てきた
2	人の走っているのが見えた 子供が喋っているようだった	友達と話している 友達の顔が見えた (2)
3	(なし)	友達の顔が見えた (2) 友達が2人出てきた 友達が話しているのが見えた (2)
4	人が階段を歩いているのが見えた ぼやーっとした人影が見えた 何か人影が見えた うれしそうな顔をした人が見えた いろんな人たちが出てきた	友達の顔が見えた 友達の声が聞こえた 見たことのある顔が見えた
5	人の姿が浮かんできた 学生の人が歌っている 自転車に人が乗っている 人がいるのが見えた 人が立っているような姿が見えた 人が歩いているのが見えた 人が話しているのが見えた (3) 誰かが話していた (2) 知らない人が話しているのが見えた (3) 全然知らない人が2人で話している 知らない人が3, 4人話しているのが見えた	塚本さんと前田さんが出てきた 八雲が出てきた 中学校で先生が喋っているのが見えた 先輩の顔が浮かんできた 友達が出てきて何かを話していた
6	人が喋っているような姿が見えた 人の顔らしきもの 知らない人の顔が見えた (2)	友達がいっぱい浮かんできた 友達が出てきた
7	人が座って話しているのが見えた 誰か知らないけれど3人いた 誰か知らない人が話をしている	(なし)
8	人影が見えた (2) 人が出てきた 人が話しているのが見えた	(なし)
9	黒い服を着た人が何人か見えた 自転車に人が乗っている 人の姿が見えた (2) 知らない人の顔が見えた	(なし)

Table 3 視覚心像（物体と風景）の内容

脳波 段階	体験内容	
	物体	風景
1	～の前に何かが見える	夕方の図書館 広い砂漠が見えた 5号棟に黄色い靴下があった
2	大きな本 ごちゃごちゃしていてわからない	夕方の学校 実験室の外の様子が目に浮かんだ 大きな木が見えた
3	青いハンガー 砂糖のかたまりがついたスプーン おにぎりが浮かんできた 真っ暗な中に何かごちゃごちゃしている	燃えるごみの袋 お寺の屋根 ハンカチが落ちていた
4	見たことのない数学の本が浮かんできた 色鉛筆が見えた テーブルが見えた マイクが見えた	海のような情景が浮かんできた 事務室みたいところが見えた いろんな物が浮かんでいる
5	白いボタン 赤い制服に赤い帽子 ブザーがなんとなく見えた 水が見える 長い髪の毛が見えた ぼやーっと柱のような物が見えた テレビのような物が見えた いぼいぼとした物体が浮かんできた わっかが小さくなったような物が見えた ガラスが砕け散ったような物が見えた	茶色の液体が大きなコップに入っている 煉瓦の壁のような物が見えた 自転車と水溜りが見えた 紫の花が咲いて揺れている
6	赤い服 黄色いシャツが見えた 椅子が見えたような気がする ごちゃごちゃな物が浮かんでくる 四角い薄い紙のような物がひらひらしている	(なし)
7	白いものにダイヤ色の物がはさまっている	(なし)
8	電話が転がったように見えた	(なし)
9	濃い緑色の大きな壁 レバーが見える 黒い階段の手すり 黒い渦が見えた ごつごつした岩のような物 足の長い龍のような物が見えた	野球の風景が見えた

Table 4 視覚心像（夢様体験と色覚）の内容
 重複するものは1つにまとめ、() 内に重複する個数を示した。

脳波 段階	体験内容	
	夢様体験	色覚
1	(なし)	緑色のものがなんとなく見える 赤と白の細かいチェック
2	(なし)	白と緑がごちゃまぜになっている
3	広いところで一人であるような感じがした 自分が広いところに立っているような気がした 懇親会の様子が浮かんでいる 手が鍵盤を引いているみたい 飛行機に乗っていた 変なおじさんに山登りにいこうと誘われた 明日のことが浮かんできた	白い物が見えた 白い点々が見えた
4	家にいるつもりで何かを探していた 鍵をコーヒーにいれてしまった 昨日食べた焼鳥が出てきた 夢を見ていた 明日のことが浮かんできた	(なし)
5	コンサートの様子 ベーシックが浮かんできた よく分からないような言葉がぐるぐるしている 夢を見ていた (5) 夢を見ているような気がする	白いところに黒い線
6	自分の姿が浮かんできた	黒い物が見える 水色の物が見える
7	(なし)	薄いグリーンのような物が見える
8	(なし)	目の前がグレイになった
9	違う場所にいった気がする 実家に帰っている夢を見た	白い不定形な物が見えた 白い物がぼやぼやと見えた カラフルな色が色々飛んでくるのが見えた

脳波段階の変化を見ると (Table 1, Fig. 2)、視覚心像はそれぞれ69.6~100%を占めており、段階の進行とともに増加する傾向を示したが、段階による差は有意ではなかった ($\chi^2=11.02$, $df=8$, n.s.)。

視覚心像の体験内容をみると、1) 友人や見知らぬ人など「人物」に関連するもの、2) 本やテーブルなどの「物体」に関するもの、3) 学校や砂漠などの「風景」に関するもの、4) 色や光などの「色彩」に関するもの、5) 小説などストーリー性のある「物語」、6) 数字や片仮名などの「文字」、7) イヌやネコなどの「動物」が出現した。また、8) 夢を見ていた、飛行機に乗っていたなど被験者自身が心像の中に参加していたものもあり、これを「夢様体験」とした。このように分類した視

Table 5 視覚心像（物語と文字）の内容

脳波段階	体験内容	
	物語	文字
1	何かの物語が浮かんできた	(なし)
2	テレビでみたトムとジェリー 昨日読んだ本の続きが出てきた	何か分からないが文字が書いてある 数字の1が浮かんでいる
3	お昼のメロドラマみたいの	片仮名のもとオ
4	(なし)	(なし)
5	何かの本を読んでいるようなイメージ 昼間読んだ本が浮かんできた	片仮名の文字が見えた
6	(なし)	(なし)
7	(なし)	(なし)
8	(なし)	数字の羅列が見える
9	(なし)	(なし)

Table 6 視覚心像（動物）の内容

脳波段階	体験内容（動物）
2	小さな動物が見えた
3	豚の鼻が見えた
4	犬が見えた
9	猫が何かしていた

覚心像の体験内容をTable 2～6に列挙した。

このうち、「人物」が出現したという報告が最も多く、視覚心像の36.8%を占めていた。しかし、「人物」に関しては、友人や知人など被験者が知っている人物と、被験者が知らない人物が含まれていた。そこで、友人・知人と、見知らぬ人物で分けて検討すると、その出現率は脳波段階によって異なっていた ($\chi^2 = 124.35$, $df = 8$, $p < .001$)。友人や知人は、脳波段階6までの初期の段階で出現し (Fig. 3)、脳波段階7以降は出現しなかった ($\chi^2 = 44.68$, $df = 8$, $p < .001$)。これに対して、被験者が知らない人物は、脳波段階3を除くいずれの段階にも出現したが、段階の進行とともに増加する傾向を示した ($\chi^2 = 107.36$, $df = 8$, $p < .001$) (Fig. 3)。人物に次いで、「物体」が視覚心像の20.9%を占めていた。これはいずれの脳波段階においても認められたが (7.7～35.5%)、段階6と段階9にピークが認められた ($\chi^2 = 42.78$, $df = 8$, $p < .001$) (Fig. 4)。「夢様体験」は視覚心像の14.7%を占めており、脳波段階3～6に集中していた ($\chi^2 = 85.03$, $df = 8$, $p < .001$) (Fig. 4)。「風景」は視覚心像のうちの10.4%であったが、脳波段階5までの初期の段階に集中していた ($\chi^2 = 59.18$, $df = 8$, $p < .001$) (Fig. 4)。「色彩」については、白、赤、緑、黒、灰色、水色

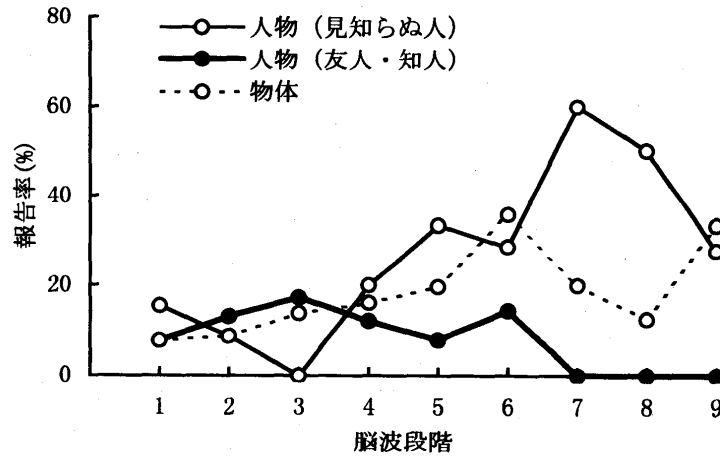


Fig. 3 視覚心像の内容の変化 (1)

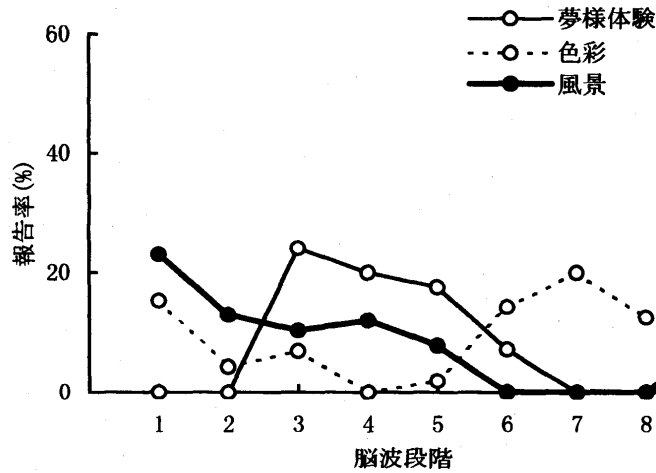


Fig. 4 視覚心像の内容の変化 (2)

など多彩な色彩が出現し、視覚心像の8.0%を占めていた。これは脳波段階4を除くいずれの段階でも出現したが、脳波段階の後半で出現率が増加する傾向を示した ($\chi^2 = 39.52$, $df = 8$, $p < .001$) (Fig. 4)。「物語」や「文字」、「動物」の報告は少なく、それぞれ視覚心像の3.7%、3.1%、2.4%であった。

一方、聴覚心像と身体感覚心像の体験内容をTable 7に示した。聴覚心像には、車の音や音楽などが含まれていた。脳波段階8でも「音が聞こえた」という報告があるものの、比較的初期の脳波段階で出現していた ($\chi^2 = 57.48$, $df = 8$, $p < .001$) (Fig. 2)。また、身体感覚心像には、落下感や浮遊感がみられたが、その報告数は少なく、脳波段階1~3に限られていた ($\chi^2 = 73.65$, $df = 8$, $p < .001$) (Fig. 2)。

Table 7 視覚心像と運動感覚心像の内容

脳波 段階	体験内容	
	聴覚心像	身体感覚心像
1	音が聞こえる	体が持ち上がりそうになった 頭がくるくる回っている
2	どこかで音が聞こえたような気がする 自動車の音が聞こえている 車の音が聞こえてきた メロディーを追っている 車・バイクの音がうるさい	左足が落ちていくような感じ 体が揺れているような気がした
3	何かの音が聞こえた 自動車の音が聞こえている 音楽が流れている	体が激しくびくつとした 体が揺れているような気がした
4	オートバイの音がした 音楽が流れていた 音楽が聞こえている 音楽が鳴り響き、ひとの顔が見えた	
5	電話のベルが聞こえたような気がする ブーンという音が聞こえた 車の音がしている	
8	音が聞こえた	

考 察

反応時間は、脳波段階の進行とともに増加した。これはHori, et al. (1994) の報告と一致している。このようにHori, et al. (1994) が用いた脳波段階は、段階の進行とともに音刺激に対する反応時間が直線的に延長することから、入眠期における覚醒水準の低下に対応していること (Hori, et al., 1994)、さらに隣り合う段階と比較的滑らかな移行関係にあること (Tanaka, et al., 1996) から、入眠期の時間経過の記述に適用できると考えられる (広重, 1997)。

Hori, et al. (1994) は、脳波段階の進行に伴って反応時間が延長することに加え、睡眠感も増大することを報告している。しかし、段階によって行動指標としての反応時間と、主観指標としての睡眠感には乖離が見られた。段階4 (平坦期) は、反応時間を見ると段階1～3との間に有意差は見られないが、睡眠感はこちらの段階よりも有意に増大していた。また、段階8 (頭頂部鋭波+紡錘構成波期) は、反応時間を見ると段階5～7より有意に延長していたが、睡眠感にはこれらの段階との間で有意差は認められなかった。これらの結果から、彼らは段階4と段階8は不安定な段階であると述べている。Tanaka, et al. (1996) によれば、段階毎に持続時間が30秒以下の割合を見ると、段階4は83%、段階6～8は76～97%を占めており、これらの段階は挿入的で過渡的な段階であることを見出している。彼らはこの結果から、入眠期の脳波は α 波、 θ 波、紡錘波が基調であり、頭頂部鋭波の出現する段階は、その背景に θ 波を持ちながら修飾的に出現する段階であると述べている。今回平均1分毎に音刺激を呈示した結果、 α 波が出現する段階1～3、 θ 波が出現する段階

5、および紡錘波が出現する段階9ではサンプル数が多くなり、逆に頭頂部鋭波が出現する段階6～8のサンプル数が少なくなった。このことは、 α 波、 θ 波、紡錘波の出現する段階の安定性と、頭頂部鋭波が出現する段階の不安定さを示しており、Hori, et al. (1994) やTanaka, et al. (1996)の結果を支持していると言える。したがって、段階6～8について十分なサンプル数を得るためには、音刺激の呈示間隔を短くするか、あるいは、実験者が脳波を視察判定しながらオンラインで音刺激を呈示するなどの工夫が必要であると考えられる。脳波が平坦化する段階4は、サンプル数は比較的多いが、30秒以下の割合が多いことから過渡的な段階であることを示している。

一方、睡眠中の心理的体験については、従来REM睡眠に関するものが大半であり、夢に関する理論やその生理学的発生機序についても、REM睡眠との関連性について検討されてきた(林, 1998)。しかし、入眠期や睡眠段階2～4のNREM睡眠中にも夢様体験が報告されている(林, 1998)。Vogel (1991)は、入眠期の夢様体験は、REM睡眠時の夢と同様に、複雑で長く、生々しく、視覚的、幻覚的であり、奇怪であると述べている。今回、入眠時心像は、 α 波が連続して出現している脳波段階1からすでに現われていた。これは、高覚醒時にすでに夢様体験が出現していたとする従来の報告(Foulkes & Vogel, 1965; 広重, 1995; Hori, et al., 1994)と一致している。Foulkes & Vogel (1965)は、入眠時心像が覚醒中に現れる白昼夢とは異なる根拠として、1)これが幻覚様の体験であること、2)被験者は白昼夢というより夜間の夢として報告していること、3)被験者はそのとき、うとうととしていたり、寝入ろうとしていたり、また軽い睡眠状態にあったと報告していること、そして、4)白昼夢にはない、歪曲や象徴の転移があることをあげている。しかし、Kripke & Sonnenschein (1978)は、このような夢様体験が入眠時心像やREM睡眠時の夢だけでなく覚醒中にも出現することを報告している。彼らは日中10時間にわたって、5分毎に、1)奇怪で象徴的な内容や、願望や恐怖のような強い情動を伴う生々しい夢様の空想、2)特に過去や未来についての抽象的・空想的思考、3)具体的で現実的な現在の思考や計画、4)現在の周囲を意識している、何が起きているのかを考えている、5)現在の知覚走査と知覚運動活動、のいずれかを被験者に答えさせ、これを空想性得点とした。その結果、生々しい視覚心像が白昼夢として1～3時間周期に出現していた。このように、夢様体験がREM睡眠時のみならず、覚醒中にも入眠期にもNREM睡眠時にも出現することが報告されている。すでにHayashi, Morikawa & Hori (1992)は、被験者を恒暗環境下におくと、覚醒、睡眠段階1～4、REM睡眠のいずれにも夢様体験が出現したことを報告している。したがって、心理的体験の内容から、白昼夢、入眠時心像、NREM睡眠の夢、REM睡眠の夢を区別することは困難である。そこで、脳波の時間的・空間的变化や事象関連電位の変化から、今回用いた脳波段階の特徴を検討することが重要となる。

入眠期における脳波の周波数構造の変化を検討すると、 α 周波数帯域のパワは、 α 波の消失とともに低下し、同時に頭皮上の部位間の同期性も低下する(Tanaka, Hayashi & Hori, 1997, 1998)。これに対して、 δ 、 θ の徐波帯域成分では、頭頂部鋭波が出現する以降にパワが増大し、部位間の同期性も上昇する(Morikawa, Hayashi & Hori, 1997)。また、入眠期の事象関連電位の変化を検討すると(Michida, Ebata, Tanaka, Hayashi & Hori, in press)、N100、P300といった覚醒中の注意機構に関連する成分の振幅は、 α 波の消失とともに低下し、逆に、P200、N300、P400といった睡眠中に現れる成分は、 θ 波や頭頂部鋭波が出現する段階から増加する。国際判定基準の睡眠段階2で発生するK複合の1成分をなすN550成分は、紡錘波が出現する以前の頭頂部鋭波が出現する時期からすでに出現する。以上の結果は、 α 波の消失とともに覚醒期が終了すること、また、頭頂部鋭波が出現する時期からすでに睡眠機構が作動していること(Morikawa, et al., 1997)を示している。このことから、今回の心理的体験のうち、脳波段階1～3に顕著に現れ、かつ段階の進行とともに低

下するものは、覚醒期の心理的体験とみなすことができる。これに対して段階の進行に伴って増加し、脳波段階6以降の頭頂部鋭波が出現する時期に顕著に現れる体験は、睡眠期の心理的体験とみなすことができる。一方、この覚醒期と睡眠期のどちらにも含めることができない場合が、入眠期に特有の意識状態であり（堀，1984）、入眠期特有の心理的体験と考えることができる。

今回、脳波段階の進行に伴って覚醒水準が低下すると、高覚醒時には被験者の心理的体験の60%以上を占めていた「通常の思考」は、段階の進行とともに直線的に減少した。「通常の思考」には、一日の出来事の回想や明日の予定など日常生活での積極的な精神活動が含まれており、夢様体験は含まれていない。このことから、「通常の思考」は、覚醒期に特有の心理的体験であると言える。

一方、「通常の思考」が減少するとともに入眠時心像は増加し、 θ 波や頭頂部鋭波が出現する段階では、入眠時心像の出現率はピークに達した。しかし、さらに脳波段階が進行すると、「通常の思考」が低下するばかりか入眠時心像も低下し、心理的体験が「不明瞭」であったり、「忘却」したり、あるいは被験者からの回答がない場合が増加した。このように、入眠時心像の報告率が逆U字傾向を示すことは、Hori, et al. (1994)の結果と一致している。これに対して、Foulkes & Vogel (1965)の結果では、入眠時心像は、覚醒から睡眠段階1へと急激に増加し、その後は変化していない。広重 (1995)の報告でも、彼らとほぼ同様の結果を得ている。しかし、入眠時心像の内容をみると、段階の進行に伴って増加するものと、逆に減少するものがあった。このことから、今回、入眠時心像と分類された心理的体験の中には、入眠期に特有の心像体験だけでなく、覚醒期に特有の心像と、NREM睡眠に特有の心像が含まれていたことが考えられる。

入眠時心像のモダリティについては、視覚心像が大半であり、聴覚心像や身体感覚心像は少なかった。これは従来の報告と一致する (Foulkes & Vogel, 1965; Schacter, 1976; 広重, 1995)。身体感覚心像は、 α 波の消失以降、出現しなかった。また、聴覚心像も、脳波段階の初期に出現し、 θ 波が出現する段階5以降の出現率は少なかった。このことから、身体感覚心像と聴覚心像は、入眠期の出現とともに発生する心理的体験というよりも、覚醒期の終了に出現する心理的体験であるとみなすことができるかもしれない。

視覚心像の内容を見ると、人物が最も多く出現し (37%)、次いで物体 (21%)、風景 (10%)、色彩 (8%) が出現した。広重 (1995)も入眠期における視覚心像は、人物 (46%) と風景・物体 (46%) が最も多く出現し、次いで色彩 (8%) が出現したことを報告している。これらの結果は、本研究と一致し、その報告率もほぼ匹敵している。また、広重 (1995)の結果では、視覚心像の多くは静止映像 (76%) であり、場面展開がある動的映像は24%であった。本研究の結果も、視覚心像の多くが静的であり、また、動的映像としてストーリー性のある「物語」と「夢様体験」をあわせると18%であり、広重の報告とほぼ匹敵する。

視覚心像について段階毎の出現率を見ると、風景は θ 波が出現する段階5までの初期の段階に出現し、脳波段階の進行とともに減少した。また、人物についても、被験者の友人や知人は頭頂部鋭波が単独で出現する段階6まで出現し、それ以降は消失した。このように、生々しい映像体験であっても、被験者にとって現実的な内容は、覚醒水準が比較的高い段階で出現し、覚醒水準の低下とともに減少した。このことから、風景や既知の人物は、入眠時心像というよりもむしろ、覚醒期の白昼夢とみなすことができるかもしれない。これに対して、同じ生々しい映像であっても、被験者にとって見知らぬ人物である場合は、 α 波が消失する段階4以降で増加し、頭頂部鋭波が出現する段階で出現率がピークとなっている。また、被験者自身が心像体験に参加し、被験者自身、「夢をみていた」と報告した夢様体験は、 α 波が不連続となる段階3から頭頂部鋭波が単独で出現する段階6までに出現していた。これらの体験は、入眠期に特有の心像体験であると考えられる。

頭頂部鋭波や紡錘波が出現する段階7~9では、入眠時心像の報告率は23~29%であった。これは従来のNREM睡眠中の夢体験の報告率(0~54%)のほぼ中間(堀, 1988)をなしている。このうち、「物体」と「色彩」、「見知らぬ人物」がその大半を占めていた。これらの体験は、NREM睡眠期の夢の開始とみなすことができるかもしれない。また、この段階では、「不明瞭」や「忘却」の割合も増加しており、心像体験の内容が不明瞭になっている。この結果は、NREM睡眠の夢が断片的で明瞭性に欠け、どちらかというイメージ化された思考といった性質が強くなる(堀, 1988)ことと一致している。

これらをまとめると、覚醒期には通常の思考と白昼夢が出現し、これらは覚醒期の終了とともに消失する。 α 波が消失して θ 波が安定して出現する時期に入眠時心像が出現する。この中には、静的物体が次々と現れたり、夢と認識されるようなストーリー性のある夢様体験が出現する。また、人物に関する視覚心像も、この時期に既知の人物から未知の人物へと変化していく。頭頂部鋭波が出現する時期には、色彩や静的物体、見知らぬ人などの静的画像が出現し、それ以降NREM睡眠時への夢へとつながっていく。しかし、この時点では覚醒水準の低下によって内容が不明瞭になったり、忘却する場合が多くなり、体験内容が断片的で明瞭性に欠けることになる。

ところで、頭頂部鋭波が出現する段階で音刺激を呈示し、刺激に対する事象関連電位を調べた道田らは、入眠時心像が出現した場合には、出現しない場合よりもN3成分(潜時400~750ms)の振幅が低下することを示した(道田・林・堀, 1997; Michida, Hayashi & Hori, 1998)。このことは、入眠時心像が出現すると、注意が心像に振り向けられ、外界の刺激に対する注意の配分容量が減少することを示している。このことは、入眠期に入眠期心像が出現することによって、入眠が促進される作用をもつことを意味する。また、入眠時心像が情動性に乏しく、感情が平坦である(Foulkes & Vogel, 1965, Cicogna, et al., 1998)ことから考えると、入眠期に生々しい夢様体験を経験しても、情動が喚起して覚醒水準が上昇することがない。このことも入眠促進作用の一つであると考えることができる。入眠期には脳波が時間的・空間的に変化し、かつ覚醒水準が低下するばかりでなく、心理的体験が白昼夢から入眠時心像、そしてNREM睡眠の夢へと変化していくことによって、覚醒から睡眠へと滑らかに移行していくと考えることができよう。

文 献

- Aldrich, M. 1993 Hypnagogic hallucinations. In M. A. Carskadon (ed.), *Encyclopedia of sleep and dreaming*. New York: Macmillan Publishing, pp.288-289.
- Cicogna, P., Natale, V., Occhionero, M. & Bosinelli, M. 1998 A comparison of mental activity during sleep onset and morning awaking. *Sleep*, 21: 462-470.
- Foulkes, D. & Schmidt, M. 1983 Temporal sequence and unit composition in dream reports from different stages of sleep. *Sleep*, 6: 265-280.
- Foulkes, D. & Vogel, G. 1965 Mental activity at sleep onset. *Journal of Abnormal Psychology*, 4: 231-243.
- 林 光緒 1998 なぜ夢を見るのか。眠りのバイオロジー, われわれはなぜ眠るか。メディカル・サイエンス・インターナショナル, pp.57-59.
- Hayashi, M., Morikawa, T. & Hori, T. 1992 EEG alpha activity and hallucinatory experience under sensory deprivation. *Perceptual and Motor Skills*, 75: 403-412.
- 広重佳治 1995 入眠期の主観的体験。生理心理学と精神生理学, 13: 66-76.
- 広重佳治 1997 入眠期・うたたねの生理心理学。柿木昇治・山崎勝男・藤澤 清編, 生理心理学

- の応用分野. 北大路書房, pp.98-109.
- 堀 忠雄 1984 入眠期の精神生理学的研究と展望. 早稲田心理学年報, 16 : 1 - 8.
- 堀 忠雄 1988 不眠. 同朋舎.
- 堀 忠雄 1997 睡眠状態と生理心理学. 柿木昇治・山崎勝男・藤澤 清編, 生理心理学の応用分野. 北大路書房, pp.88-97.
- Hori, T., Hayashi, M. & Morikawa, T. 1994 The topographical changes of EEG and the hypnagogic experience. In R. D. Ogilvie, J. R. Harsh (eds.), *Sleep Onset : Normal and Abnormal Processes*. Washington, D.C.: American Psychological Association, pp.237-253.
- Kripke, D.F. & Sonnenschein, D. 1978 A biologic rhythm in waking fantasy. In K. S. Pope, J. L. Singer (eds.), *The Stream of Consciousness*. New York: Plenum, pp.321-332.
- 道田奈々江・林 光緒・堀 忠雄 1997 入眠時心像の体験が事象関連電位に及ぼす影響. 脳波と筋電図, 25: 269-275.
- Michida, N., Hayashi, M. & Hori, T. 1998 Comparison of event related potentials with and without hypnagogic imagery. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 52 : 145-147.
- Michida, N., Ebata, A., Tanaka, H., Hayashi, M. & Hori, T. In press, The changes of amplitude and topographical characteristic of event related potentials during hypnagogic period. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 53.
- Morikawa, T., Hayashi, M. & Hori, T. 1997 Auto power and coherence analysis of delta-theta band EEG during the waking-sleeping transition period. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 103, 633-641.
- Ogilvie, R. D., Wilkinson, R. T. & Allison, S. 1989 The detection of sleep onset: Behavioral, physiological and subjective convergence. *Sleep*, 12 : 458-474.
- Rechtschaffen, A. & Kales, A. 1968 *A Manual of Standardized Terminology, Techniques and Scoring System for Sleep Stages of Human Subjects*. Washington D.C. : Public Health Service, U.S. Government Printing Office.
- Schacter, D. L. 1976 The hypnagogic state: A critical review of the literature. *Psychological Bulletin*, 83 : 452-481.
- Tanaka, H., Hayashi, M. & Hori, T. 1996 Statistical features of hypnagogic EEG measured by new scoring system. *Sleep*, 19 : 731-738.
- Tanaka, H., Hayashi, M. & Hori, T. 1997 Topographical characteristics and principal component structure of the hypnagogic EEG. *Sleep*, 20 : 523-534.
- Tanaka, H., Hayashi, M. & Hori, T. 1998 Coherence analysis of topographical characteristics of the hypnagogic EEG. In Y. Koga, K. Nagata, K. Hirata (eds.), *Brain Topography Today*. Amsterdam : Elsevier, pp.309-312.
- Vogel, G. W. 1991 Sleep-onset mentation. In A. M. Arkin, J. S. Antrobus, S. J. Ellman (eds.), *The Mind in Sleep: Psychology and Psychophysiology*, 2nd ed. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, pp.125-142.