

入眠期の脳波のコヒーレンス解析

森川 俊雄・林 光緒・堀 忠雄

広島大学総合科学部人間行動研究講座
(1989年10月31日受理)

Coherence analysis of the EEG in hypnagogic period

Toshio MORIKAWA, Mitsuo HAYASHI and Tadao HORI

Abstract

Present study was examined the spatiotemporal changes of EEG during hypnagogic period or waking-sleeping transition. EEG (F₃, F₄, C₃, C₄, P₃, P₄, O₁, O₂), EOG and EMG were recorded from waking to manually scored stage 3. Spectral analysis of four scalp EEGs (F₃, C₃, P₃, O₁) were carried out. Power and coherence spectra (F₃-C₃, C₃-P₃, P₃-O₁, F₃-P₃, C₃-O₁, F₃-O₁) were obtained every 30 s (25 ms × 200 points × 5). Coherence spectra were determined for the four frequency bands (δ : 0.6-3.4 Hz, θ : 3.6-7.4 Hz, α : 7.6-12.4 Hz, σ : 12.6-14.4 Hz).

The results were as follows:

- (1) In the contour mapping type of display, the coherence spectra which were connected with O₁ showed clear differences among all pairs.
- (2) Comparisons of temporal variations among four EEG coherence band showed that the delta band had regional differences and the sigma band had no regional differences.
- (3) The delta band coherence which were connected with O₁ (F₃-O₁, C₃-O₁, P₃-O₁) showed a sharp drop immediately before the disappearance of alpha wave, while the other delta bands coherence did not any change.

These results suggest that if the sharp drop of the delta band coherence is characteristic in the hypnagogic period, the period starts before the disappearance of alpha wave.

Key words: Hypnagogic period, spectral analysis, EEG power, EEG coherence

はじめに

覚醒期から睡眠期への移行は瞬時に完了するものではなく、そのどちらにも含まれない時間帯が存在することが経験的に知られてきた。この時間帯、すなわち入眠期は入眠時幻覚や半睡時思考などの心理的体験を伴うことから心理学的にも注目されてきた (Schacter 1976, Vogel 1978)。しかしこの入眠期は現象の不規則さや不安定性から、今だに「不安定な移行状態」と定義されるにとどまっている。なぜならば、REM 睡眠における急速眼球運動 (REM) や抗重力筋の脱力といった明確な判定基準がないからである。

睡眠段階の国際判定基準 (Rechtschaffen & Kales 1968) が設定されて以来、睡眠の研究には評定区間内の脳波を相対評価して睡眠を分類する手法が行われてきた。この基準は NREM 睡眠を 4 段階に区分するものである。睡眠前覚醒期に続く段階 2 を睡眠期の始まりとする知見が

支持されており (Johnson 1975, Webb 1980), このことから考えれば, 入眠期は入眠前覚醒期に続く睡眠段階 1 ということになる。ところが入眠時幻覚は α 波が出現している時期, すなわち国際判定基準では覚醒となる時期からすでにみられることが指摘されている (Foulkes & Vogel 1965)。また, 外部刺激に対する反応時間は, 段階 1 の時点で延長を開始することも示されてきた (Ogilvie & Wilkinson 1984)。一方, 段階 2 の主要な脳波指標の一つである紡錘波が出現しても, 初発の段階では睡眠感は乏しいことも指摘されている (Kamiya 1961)。さらに, 段階判定に直接的には関与しないが, 入眠期に特有の緩徐眼球運動 (SEM) も α 波が出現している時期からすでに見ることができる (広重 1984, 1987, Hori 1982)。このように, 段階 1 と入眠期とを同義に扱うには両者の間に多くの矛盾点が指摘できる。従って, 評定区間内の α 波が 50% 未満となることを入眠期の開始, 紡錘波 (あるいは K 複合) の出現を入眠期の終了とするのは不十分である。また, 国際判定基準は, C_3 あるいは C_4 の単一部位の脳波をもとに判定を行うものであるが, これらの部位が入眠期の特徴脳波を全て備えているという根拠は明らかではない。覚醒期から睡眠期への移行に伴う脳波変化をあますことなく記述するためには多チャンネルの間の部位間関係や時間変動特性を定量的に表現する必要がある。

脳波の変動性に着目し, 周波数解析によって入眠期の脳波について検討を加えた報告 (堀 1975 1977 1979, Hori 1985) では, 入眠期の脳波の主要変動成分は個人変動が大きいものの, 覚醒時の $\alpha \cdot \beta$ 帯域と α 波消失後の $\delta \cdot \theta \cdot \sigma$ 帯域であり, 部位差は前前頭, 前頭・中心・頭頂, 後頭の 3 つの領域に分類しうることを指摘してきた。しかし, これら主要変動成分の時間変動特性と部位差の関係はほとんど手がつけられていない。そこで今回は, α 波消失前後の 4 部位間の脳波の部位間関係と時間変動特性をパワースペクトルとコヒーレンスを用いて検討した。

方 法

1. 被験者: 心身ともに健康な男子大学生及び大学院生 10 名 (20-26 歳) を対象とした。
2. 実験条件: 実験室は有効寸法 $3100^W \times 2680^D \times 3300^H$ の恒常環境ボックス (室温: $22.5 \pm 1^\circ C$) を用いた。消灯を合図に記録を開始し, 外部から一切刺激を与えずポリグラフィ記録を行った。
3. 実験手続: 20:00 から電極の装着を開始し 22:00 より実験を開始した。紙記録を視察しながら 30 秒ごとに視察判定し, 睡眠前覚醒期から徐波睡眠期 (睡眠段階 3) までの記録を行ない, 被験者を覚醒させたのちに内省報告をとった。5 分以内に睡眠段階 1 が見られた場合や 30 分を経過しても睡眠段階 1 が見られない場合は被験者を起こし内省報告をとり再び実験を再開した。この手続きを 00:00 まで繰り返し電極を脱着して実験を終了した。被験者のうちの 1 名は睡眠前覚醒期が 5 分未満であったので, 9 名分のデータをスペクトル分析に用いた。
4. ポリグラフィ測定: 耳朶 ($A_1 \cdot A_2$) を介して導出した左右の前頭 ($F_3 \cdot F_4$), 中心 ($C_3 \cdot C_4$), 頭頂 ($P_3 \cdot P_4$), 後頭 ($O_1 \cdot O_2$) の計 8 部位の脳波の記録を行った。眼球運動は水平眼球運動の記録を目的として両耳朶を基準部位として両目角外 1 cm の部位から単極導出した。筋電図はオトガイ筋 (*M. mentalis*) 部位から表面電極法で記録した。これらは, 万能脳波計 (三栄測器製 1A97 型) によって増幅し紙記録するとともにデータレコーダ (TEAC 製 SR-10) に磁気記録した。
5. 脳波のスペクトル分析: スペクトル分析には 8 部位の脳波のうち左半球の記録を用いた。シグナルプロセッサ 7T18A を用いて, 25 秒分のデータ ($25 \text{ ms} \times 200 \times 5$) を FFT 処理し, 4 部位 (F_3, C_3, P_3, O_1) のそれぞれについてパワースペクトルを求めた。さらに全ての組合せ

(F₃-C₃, F₃-P₃, F₃-O₁, C₃-P₃, C₃-O₁, P₃-O₁) の半球内コヒーレンスの演算を行った。コヒーレンスとは2部位間の脳波の相関の直線性を示す関数であり、同期性を示す指標としても用いられるものである。分解能はパワスペクトル、コヒーレンスとも 0.2 Hz であった。コヒーレンスについては、 δ 帯域 (0.6-3.4 Hz), θ 帯域 (3.6-7.4 Hz), α 帯域 (7.6-12.4 Hz), σ 帯域 (12.6-14.4 Hz) の4帯域に分割し、帯域内で平均して帯域コヒーレンスを計算した。

結 果

Fig. 1 は各部位ごとに得られたパワスペクトルを横軸に周波数、縦軸にパワをとって時間軸にそって縦に書き並べた CSA (compressed spectral array) の個人例である。図右の矢印は、30秒ごとの FFT 分析区間で α 波が消失する直前の区間を示している。この矢印以前では、約 10.5 Hz に鋭いピークをもつスペクトルパタンが連続的に出現していることがわかる。矢印を境として約3分間平坦なスペクトルパタンを示す時期が続き、 δ - θ 帯域でのパワが増大した後に、18分目から σ 帯域のパワが増加し始めている。この図から、睡眠前覚醒期から、徐波睡眠期までの脳波の優勢周波数成分は $\delta \cdot \theta \cdot \alpha \cdot \sigma$ であることがうかがわれる。これらの優勢周波数成分の変化をより明確にとらえるために、Naitoh (1969) の方法による等高線図法で表したものが Fig. 2 である。

図中で等高線が多く黒い部分がパワが大きいことを、矢印は Fig. 1 と同様に分析区間で α 波が消失する直前の区間を示している。また、横軸は周波数、縦軸が経過時間を表している。後頭部の σ 帯域の変化はあまり明瞭ではないが、優勢周波数成分が α 帯域から δ - θ 帯域、そして σ 帯域へと移行し、その変化は全部位を通じて同時であることがわかる。次に、これらの優勢周波数成分の部位間関係を見るためにコヒーレンススペクトルを Fig. 2 と同様の表示

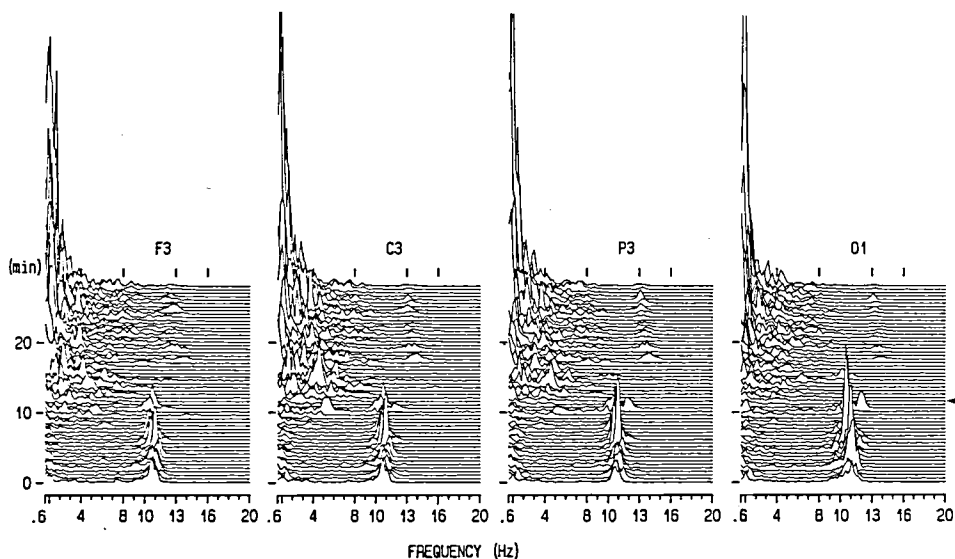


Fig. 1. Temporal processes of the power spectrum derived from F₃, C₃, P₃ and O₁ in hypnagogic period. Autospectra from 25 s samples every 30 min are displayed in compressed spectral array (CSA) with the frequency resolution of 0.2 Hz. The z axis represents relative power, frequency on the x axis and time on the y axis from bottom to top of each series. Filled triangle on the right side of the figure shows the disappearance of alpha wave.

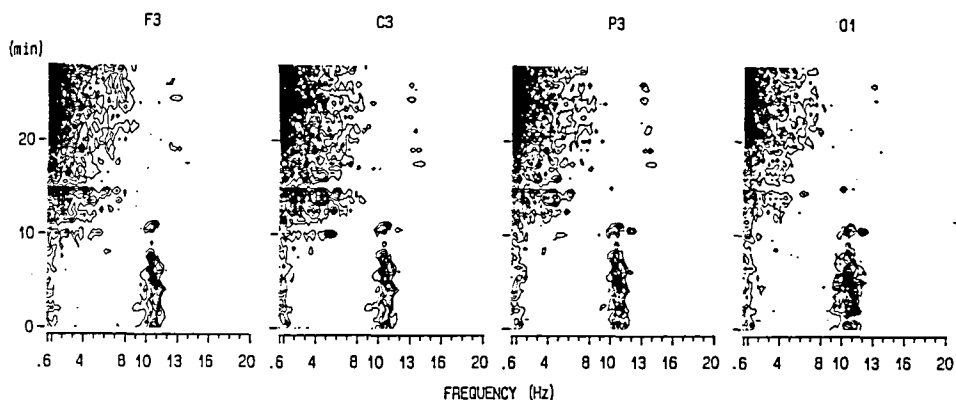


Fig. 2. Time frequency contour map of power spectra in hypnagogic period. The x axis shows frequency and time on the y axis from bottom to top each series. Filled triangle on the right side of the figure shows the disappearance of alpha wave.

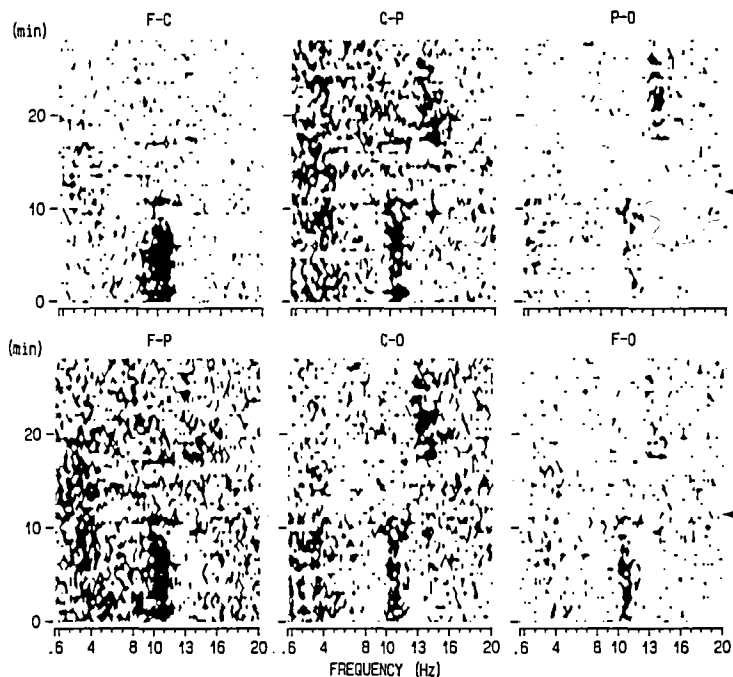


Fig. 3. Time-frequency contour map of coherence spectra derived from six pairs of EEG in hypnagogic period. The x and y axis show frequency and time, respectively. Filled triangle on the right side of the figure represents the disappearance of alpha wave. Shaded areas show the high coherence components which are higher than 0.95 of coherence level in upper panels and 0.80 in lower three panels.

法で表現したものが Fig. 3 である。

コヒーレンススペクトルはその構造が複雑であったので一定の値以上の部分を黒で示した。また、全ての図の横軸は周波数、縦軸は経過時間、矢印は、 α 波が消失する最後の区間を示している。上側の3つの図は隣接部位である F_3-C_3 、 C_3-P_3 、 P_3-O_1 の組合せであり、黒い部分はコヒーレンスが0.95以上であることを示している。一方、下側の3枚は電極間の距離が離れている F_3-P_3 、 C_3-O_1 、最も離れた F_3-P_3 のものであり、全体的に値が低かったため、0.8以

上の値を示す部分を黒で示した。矢印より前の時間帯では、コヒーレンスが高い部分が 10.5 Hz 近辺に集中しており全部位に共通して存在していることがわかる。しかし、 O_1 との組合せでは高い値を示す幅も狭く、連続性も悪いことがわかる。一方、 F_3 との組合せでは σ 帯域のパワが増加する時間帯でも σ 帯域のコヒーレンス値の増加が見られない。また、 δ - θ 帯域では一貫したパターンが見られないことがわかる。これらのことから、部位の組合せによって部位間関係の時間変動特性が異なることがうかがわれる。そこで、 α 波の消失時点でそろえて全被験者のデータを加算平均し、これら 4 帯域の変動について比較してみた。

Fig. 4 は隣接部位の組合せについて見たものである。縦軸はコヒーレンス値、横軸は経過時間を示している。 F_3 - C_3 と C_3 - P_3 は、ほぼ等しい水準で推移しており、時間変動パターンもよく類似していることがわかる。しかし、 P_3 - O_1 ではこれら 2 つの組合せに比べて全体的な水準が低い。また、 δ , θ , α 帯域は α 波の消失前から低下を開始しているが、 δ 帯域の低下は急激であり θ , α 帯域とは時間変動パターンが異なっている。一方、 σ 帯域は α 波が見られなくなって 4 分後から増加を開始している。分散分析の結果、 P_3 - O_1 では、 δ 帯域 ($F(29, 232) = 5.289, P < 0.01$), θ 帯域 ($F(29, 232) = 2.629, P < 0.01$), α 帯域 ($F(29, 232) = 1.851, P < 0.05$), σ 帯域 ($F(29, 232) = 1.931, P < 0.01$) に有意な時間効果が見られた。また、 F_3 - C_3 では、 θ 帯域 ($F(29, 203) = 1.850, P < 0.05$) と α 帯域 ($F(29, 203) = 2.205, P < 0.01$), C_3 - P_3 では σ 帯域 ($F(29, 232) = 4.274, P < 0.05$) のみに有意な時間効果が見られた。

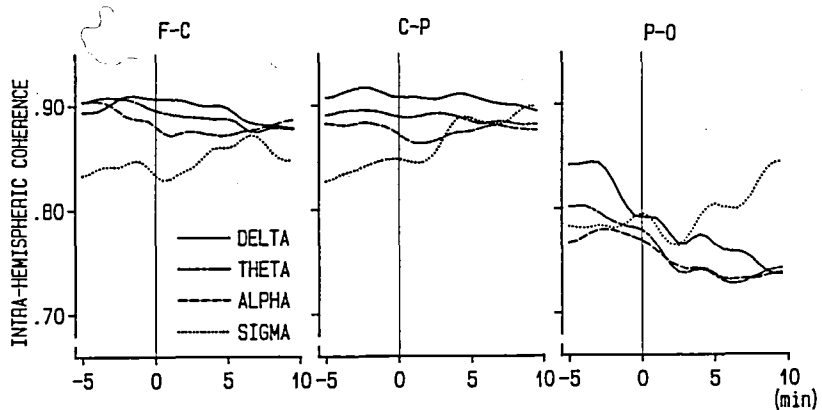


Fig. 4. Fluctuations of intra-hemispheric coherence before and after the disappearance of alpha wave. Each band value observed at the disappearance of alpha wave of the alpha wave was set to zero. The delta band coherence of the P_3 - O_1 pair decreased rapidly before the disappearance of alpha wave, while in the F_3 - C_3 and C_3 - P_3 pairs such changes did not occur. On the other hand, the sigma band coherence gradually increased in all three pairs after the disappearance of alpha wave.

Fig. 5 は、 F_3 - P_3 , C_3 - O_1 でのコヒーレンスの時間変動パターンである。これら 2 つの組合せは電極間の距離が等しいにもかかわらず、 C_3 - O_1 の組合せでは F_3 - P_3 に比べて全体的に水準が低いことがわかる。 δ , θ , α 帯域が α 波の消失を以前から低下する傾向は同じであるが、 δ 帯域は C_3 - O_1 の組合せの方がその低下幅が大きいことがわかる。一方、 σ 帯域は Fig. 4 と同様に α 波が見られなくなって 4 分後から増加を開始している。分散分析の結果、 C_3 - O_1 では、 δ 帯域 ($F(29, 232) = 4.168, P < 0.01$), θ 帯域 ($F(29, 232) = 2.593, P < 0.01$), α 帯域 ($F(29, 232) = 1.741, P < 0.05$), σ 帯域 ($F(29, 232) = 2.302, P < 0.01$), F_3 - P_3 では α 帯域

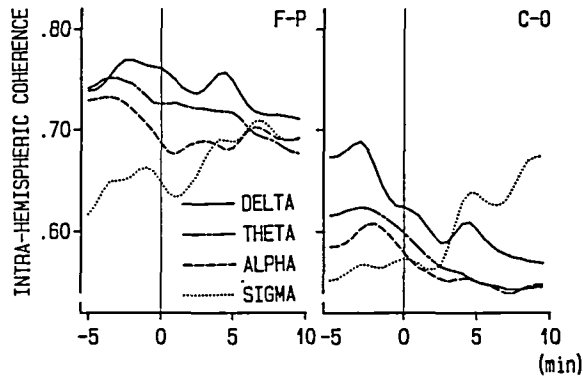


Fig. 5. Fluctuations of intra-hemispheric coherence before and after the disappearance of alpha wave. The delta band coherence in C_3-O_1 pair shows drop immediately before the disappearance of alpha wave, while in the F_3-P_3 pair the delta coherence does not show any change. As similar to the pairs in Fig. 4, the sigma band gradually increased after the disappearance of alpha wave in two pairs.

($F(29, 203) = 1.928, P < 0.01$) と σ 帯域 ($F(29, 203) = 1.685, P < 0.05$) に有意な時間効果が見られた。

Fig. 6 は電極間の距離が最も大きい F_3-P_3 の組合せである。全体的なコヒーレンス値は全ての組合せの中で最も低い。他の5つの組合せと同様に δ, θ, α 帯域は α 波の消失前から低下を開始する時間変動パターンは同じであるが、 δ 帯域は θ, α 帯域とは異なっていることがわかる。しかし、この組合せにおいてもこれまでと同様に、 σ 帯域は α 波が見られなくなって4分後から増加を開始している。分散分析の結果、 δ 帯域 ($F(29, 203) = 1.833, P < 0.05$)、 θ 帯域 ($F(29, 203) = 2.362, P < 0.01$)、 α 帯域 ($F(29, 203) = 2.404, P < 0.01$)、 σ 帯域 ($F(29, 203) = 2.300, P < 0.01$) に有意な時間効果が見られた。

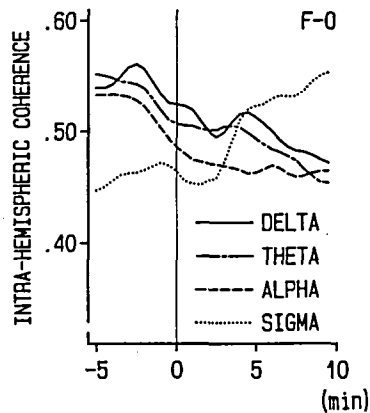


Fig. 6. Fluctuations of F_3-O_1 coherence before and after the disappearance of alpha wave.

これらのことから、 δ, θ, α 帯域の時間変動パターンは α 波の消失前から低下し、 σ 帯域は一定時間において増加することがわかった。これらの中で特に δ 帯域の時間変動パターンが特徴的であるので δ 帯域について比較を行った。

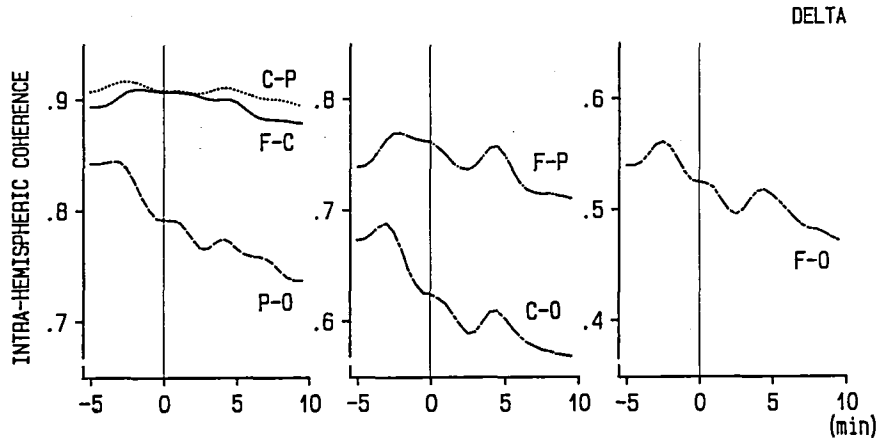


Fig. 7. Fluctuations of delta band coherence values before and after the disappearance of alpha wave. The delta band coherence in the pairs which were connected with the O_1 (F_3-O_1 , C_3-O_1 , P_3-O_1) started to drop rapidly about 2.5 min before the disappearance of alpha wave, while in the pairs which were not connected with O_1 (F_3-C_3 , C_3-P_3 , F_3-P_3) such sharp drops were not observed.

Fig. 7 は δ 帯域について電極間の距離が等しいものごとにとまとめたものである。従って、縦軸のコヒーレンス値は電極の距離が大きくなるほど小さくなっている。 O_1 との組合せである F_3-O_1 、特に C_3-O_1 、 P_3-O_1 では時間変動パターンがよく類似しており、 α 波が消失するおよそ 2.5 分前から急激に低下する特徴的なパターンを示すことがわかった。

考 察

α 波消失にともなう α 帯域でのパワの変化は、全部位で同時に発生し部位間での時間的なずれは見られなかった。しかし、 α 波が出現している時期から δ 、 θ 、 α 帯域のコヒーレンス値が低下を開始することは、パワの変化よりも早く部位間関係に変化が生じていることを示すものである。特に後頭 (O_1) との組合せにおける δ 帯域でのコヒーレンス値の低下は α 波消失のおよそ 2.5 分前から始まっており、その時間変動パターンが特徴的であった。

δ 帯域のパワは、より深い睡眠とされる徐波の増加・増大期に入ると大きくなり、部位差も著しくなる。Johnson et al (1971) や Naitoh et al (1971) は、この δ 帯域成分の発現機序について検討を行っている。彼らは覚醒中と睡眠中を比較して、コヒーレンス値に変化がなかったことから比較的独立した複数の皮質上のジェネレーターを仮定している。一方、Banquet et al (1978) は、覚醒から睡眠への移行に伴い全帯域でコヒーレンス値が低下し、深睡眠で最低となることを指摘している。このような知見間の不一致には基準電極をどこに装着するかなど、方法論の問題点もあり一義的な解釈は困難である。しかし、覚醒中とは異なる複数の δ 帯域成分のペースメーカー群が潜在的に活動を開始することで入眠期が始まり、一定の活動水準に達したペースメーカーの数が増加し、その分布範囲が皮質全体に及ぶことで安定した睡眠期となるという解釈も可能である。覚醒期から入眠期、そして睡眠期へと移行する過程での各帯域成分のペースメーカーのふるまいに関する研究は少なく、これからの知見の集積が期待される。

ところで、これまでの睡眠に関するコヒーレンスの研究は、夢見との関連から NREM-REM 移行期に関するものが大半を占めている (Dumermuth & Lehmann 1981, Johnson, 1975)。

堀 (1987) は、この移行期において δ 帯域、 θ 帯域、 α 帯域、 σ 帯域のコヒーレンス値が低下することを指摘している。入眠期にみられる入眠時幻覚についての報告は多数あるが (Mavromatis 1987) 幻覚体験と脳波の関係を直接検討したものはまだない。入眠期のコヒーレンスの低下は REM 睡眠時にもコヒーレンス低下がみられること (堀 1987) と対応させて考えあわせると、背景的な脳機能状態は両者間に共通していることがうかがわれる。このコヒーレンス低下が幻覚体験となんらかの関わりがあると仮定するならば、今回視覚野である後頭との組合せが最も低いコヒーレンスを示したことと入眠時幻覚の大部分が視覚的なものであることは、意味ある対応をなしているのかもしれない。このように考えると δ 帯域から α 帯域のコヒーレンスが α 波の消失するおよそ 2.5 分前から急激に低下したことは入眠時幻覚の発生をこの時点まで逆のぼって考えることができそうである。Foulkes & Vogel (1965) の入眠時幻覚が α 波が出現している時期にすでに認められたという報告は上述の推論を裏付けているように思われる。ただし、入眠時幻覚は断片的でとりとめのないものが多い一方で、夢見は論理的で筋の通ったものが多いことについての説明は、左半球のみならず右半球や左右半球間での力動性の検討が必要であろう。

今回、詳細な分析は行わなかったが、コヒーレンスの全組合せにおいて σ 帯域のコヒーレンス値の上昇が見られた。これは個人ごとのデータでは、紙記録上での紡錘波の出現と一致するものであった。Johnson et al (1971) もこの上昇に注目しており、睡眠段階 3, 4 でも持続することから睡眠段階 2 を入眠時点としている。今回、 σ 帯域を (12.6-14.4 Hz) と設定した。従来の脳波波形の定性的分析では 14 Hz の高い周波数を持つ紡錘波に加えて 10-12 Hz の低い周波数の紡錘波の存在も指摘している (大熊 1963, pp 134)。低い周波数の紡錘波についての定量的検討は少なく、その時間変動特性もよく知られていない。入眠時点や入眠期の終了を同定するためには低い周波数の紡錘波を含めた脳波トポグラフィの検討から有効な知見が得られるかも知れない。

今回、コヒーレンスを用いて α 波消失前後の部位間関係について検討を行ったところ、 α 波出現中に背景的には部位間関係の変化が生じていることがわかった。この点を踏まえた上で、左右半球間の部位間関係を含んだ部位間関係の検討が入眠期の明確化にさらに有効な情報をもたらすことが期待される。

引用文献

- Banquet, J. P., Badaoui, K., Rouzère, A. M. & Krug, H.: Topography of EEG coherence during the sleep-waking cycle. In L. Popoviciu, B. Asgian & G. Badiu (eds) *Sleep 1978, Forth European Congress on Sleep Research*. S. Karger, Basel, pp. 587-590, 1978.
- Foulkes, D. & Vogel, G.: Mental activity at sleep onset. *J. Abnorm. Psychol.* 70: 231-243, 1965.
- Dumermuth, G. & Lehmann, D.: EEG power and coherence during non-REM and REM phases in humans in all-night sleep analyses. *European Neurology* 20: 429-434, 1981.
- 広重佳治: 入眠時の slow eye movement (SEM) 入眠状態の指標としての可能性. 親和女子大学研究論叢 17: 21-37, 1984.
- 広重佳治: 入眠期指標としての緩徐眼球運動の変動. 生理心理学と精神生理学 5: 11-19, 1987.
- 堀 忠雄: 入眠期の精神生理学的検討 (1) 脳波の周波数分析と表示法の検討. 福井大学教育学部紀要 25: 1-18, 1975.
- 堀 忠雄: 入眠期の精神生理学的検討 (3) 相互相関分析法による脳波の検討. 福井大学教育学部紀要 27: 81-98, 1977.
- 堀 忠雄: 入眠時の脳波の主成分分析. 脳波と筋電図 7: 140-147, 1979.
- Hori, T.: Electrodermal and electro-oculographic activity in hypnagogic state. *Psychophysiology* 19: 668-672, 1982.

- Hori, T.: Spatiotemporal changes of EEG activity during waking-sleeping transition period. *Intern. J. Neuroscience* 27: 101-114, 1985.
- 堀 忠雄・杉本助男: NREM-REM 睡眠移行期における脳波のスペクトル解析. 脳波と筋電図 15: 196-203, 1987.
- Johnson, L., Naitoh, P., Nute, C., Lubin, A., Martin, B. & Viglione, S.: EEG spectral and coherence analysis during awake and sleep. *Electroencephal. clin. Neurophysiol.* 31: 293-294, 1971.
- Johnson, L. C.: Sleep. In P. H. Venables & M. J. Christie (eds) *Research in Psychophysiology*. John Wiley & Sons, London, pp. 125-152, 1975.
- Kamiya, J.: Behavioral, subjective and physiological aspects of sleep and drowsiness. In D. W. Fiske & S. R. Maddi (eds) *Functions of varied experience*. Dorsey, Homewood Illinois, pp. 145-174, 1961.
- Mavromatis, A.: Hypnagogia. Routledge & Kegan Paul, London, 1987.
- Naitoh, P. & Walter, D. O.: Simple manual plotting of contours as a method of EEG analysis. *Electroencephal. clin. Neurophysiol.* 26: 424-428, 1969.
- Naitoh, P., Johnson, L. C., Lubin, A. & Wyborney, G.: Brain wave "generating" processes during waking and sleeping. *Electroencephal. clin. Neurophysiol.* 31: 294, 1971.
- Ogilvie, R. D. & Wilkinson, R. T.: The detection of sleep onset: behavioral and physiological convergence. *Psychophysiology* 21: 510-520, 1984.
- 大熊輝雄: 臨床脳波学. 医学書院, 1963.
- Rechtschaffen, A. & Kales, A. (eds): *A Manual of Standardized Terminology, Techniques, and Scoring System for Sleep Stages of Human Subjects*. Public Health Service, U. S. Government Printing Office, Washington, 1968.
- Schacter, D. L.: The hypnagogic state: A critical review of the literature. *Psychol. Bull.* 83: 452-481, 1976.
- Webb, W. B.: The natural onset of sleep. In L. Popoviciu, B. Asgian & G. Badiu (eds) *Sleep 1978, Fifth European Congress on Sleep Research*. S. Karger, Basel, pp. 577-580, 1980.
- Vogel, G. W.: Sleep onset mentation. In A. M. Arkin, J. S. Antrobus & S. J. Ellman (eds) *The Mind in Sleep*. Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, pp. 97-112, 1978.