

自己覚醒法を利用した短時間仮眠の睡眠構造と 睡眠慣性におよぼす効果

甲斐田 幸佐・入戸野 宏・林 光緒・堀 忠雄

広島大学総合科学部人間行動研究講座

Effects of self-awakening on sleep structure and sleep inertia during or after the short nap.

Kousuke KAIDA, Hiroshi NITTONO, Mitsuo HAYASHI, and Tadao HORI

Corresponding author: Tadao HORI, Ph. D.

*Department of Behavioral Sciences, Faculty of Integrated Arts and Sciences,
Hiroshima University, 1-7-1 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima, 739-8521, Japan*

Tel : +81-824-24-6580 Fax : +81-824-24-0759

E-mail: tdhori@hiroshima-u.ac.jp

要 旨

本研究の目的は、短時間仮眠における自己覚醒の企図が、睡眠構造および睡眠慣性に及ぼす影響を検討することである。実験は、自分で目覚める自己覚醒条件と、実験者が強制的に覚醒させる強制覚醒条件の参加者内比較計画で行った。覚醒水準の評価には、聴覚オドボール課題により算出された事象関連電位のP300と課題正反応時間、Visual Analog Scale (VAS)による主観的覚醒水準評定値を用いた。睡眠構造の詳細な検討のために、Hori et al.(1994)の脳波段階判定(9段階)を用いた。実験参加者は、大学生・大学院生14名であった。実験参加者は、4 minの聴覚オドボール課題と1 minのVAS評定からなる計5分間の課題を2セッション(計10分間)行った。その後、約20分間の仮眠をとり、覚醒後に同様の課題を6セッション(計30分間)行った。本研究の結果、自己覚醒を用いて出眠した場合には、強制覚醒の場合と比べて、P300振幅は大きくなり、主観的眠気は低減していた。また、自己覚醒を意図した場合には、睡眠構造が浅くなる傾向があった。これらの結果から、強制覚醒よりも自己覚醒をもちいた仮眠が、午後の眠気を抑える方法として有効であることが示された。(518語)

Keywords : 午後の眠気、短時間仮眠、自己覚醒、睡眠慣性、脳波段階

Abstract : The aim of this study was the investigation of the effects of self-awakening on sleep inertia and sleep structure at the short nap. The participants were take part in the self-awakening and forced-awakening condition. In the self-awakening condition, participants woke up by themselves. However, experimenter in the forced-awakening condition waked participants up. The physiological arousal level and subjective sleepiness were evaluated by P300 of the event related potential (ERP) and visual analog scale (VAS). For evaluating the sleep

structure elaborately, we used the Hori's EEG stages. Participants were 14 healthy college students. They participated the task consist of auditory oddball task (4 min) and VAS rating (1 min). Participant carried out two sessions (10 min) before the nap. Thereafter, they took a short nap around 20 min. After the nap, they carried out six sessions (30 min) again. P300 amplitude was lower after forced-awakening than self-awakening. On the other hand, subjective sleepiness was greater after the forced-awakening than self-awakening. And, sleep structure was deeper during the forced-awakening than self-awakening. Those results suggest that a short nap with self-awakening was more useful than with forced-awakening.

(185 words)

Keywords : post lunch dip, a short nap, self-awakening, sleep inertia, Hori's EEG stage.

序 論

午後2時頃には、強い眠気が生じる(Broughton, 1998)。この午後の眠気が原因で、交通事故や計器誤認が誘発される危険性が指摘されており(Mitler et al., 1988)、実際に、日中の交通事故は午後2時頃に頻発することが知られている(Lavie et al., 1986; Pack et al., 1995; Garbarino et al., 2001)。このため、午後の眠気を防ぐための方法が必要となる。

この午後の眠気を防ぐために30分未満の短時間仮眠が効果的である(Hayashi et al., 1999a, b; 前田他 1994; Hayashi et al., 2001)。短時間仮眠が長時間仮眠(30分以上)よりも有効である理由として、夜間睡眠への影響が少ないこと、仮眠後の睡眠慣性が小さいことの2点があげられる(Tamaki et al., 2000)。

日中に30分以上の長い仮眠をとると、徐波睡眠が出現しやすい(Dinges, 1992)。日中の徐波睡眠の出現は、夜間睡眠時の入眠潜時を延長させることが知られている(Rosekind et al., 1995)。入眠潜時の延長は、規則的な睡眠覚醒リズムを乱す原因となるため避ける必要がある。また、徐波睡眠から覚醒した場合には、浅い睡眠から覚醒した場合と比べて眠気が強くなり、作業成績も悪化することが知られている(Stampi et al., 1990)。このような、起床後の一時的な覚醒水準の低下は睡眠慣性と呼ばれる(Dinges, 1992)。睡眠慣性により、仮眠直後の眠気は、仮眠前よりも強くなる可能性があるため、仮眠をとる際には睡眠慣性の制御が必要である。

睡眠慣性を抑制するための方法として考えられるのが自己覚醒である。自己覚醒とは、入眠前に決めた時刻、または一定の経過時間後に自発的に覚醒することをいう(Moorcroft et al., 1997)。本研究では、目覚し時計などを用いて、強制的に覚醒することを強制覚醒として、自己覚醒とは区別することにする。

これまで、自己覚醒は、夜間主睡眠において検討されてきた。夜間睡眠で自己覚醒を意図すると、起床時に分泌されるホルモンであるアドレノコルチコトロピンが、覚醒の数時間前から予期的に上昇することが報告されている(Born et al., 1999)。強制覚醒をした場合には、覚醒前からの予期的上昇は認められない。このことは、自己覚醒の意図によって、覚醒するための準備が睡眠中に行われたことを示唆している(Allen, 2001)。

自己覚醒により睡眠中の覚醒水準が覚醒の前から徐々に高まるとすると、それにもとない睡眠経過にも変化が見られると考えられる。また、出眠時の睡眠経過がより覚醒に近い状態となることに伴い、出眠後の睡眠慣性も軽減すると予測される。

そこで、本研究では自己覚醒が仮眠中の睡眠経過に与える影響をHori et al. (1994)の脳波段階を用いて詳細に検討した。さらに、仮眠後の睡眠慣性を行動的および生理的覚醒水準、主観的眠気の各

面から検討した。以下に、脳波段階および睡眠慣性測定法について示す。

Hori et al. (1994) の基準は、Rechtschaffen & Kales (1968) の睡眠段階 1、2 の状態を細かく 9 段階に分類するものである。具体的には、脳波測定 5 秒区間の中で (1) α 波が連続して出現している脳波段階 1、(2) α 波の連続性が途絶えているが、区間の 50% 以上を占めている脳波段階 2、(3) α 波の連続性が途絶え、出現量が区間の 50% 以下となっている脳波段階 3、(4) α 波は消失し、不規則低振幅波が見られる脳波段階 4、(5) θ 波が連続して出現している脳波段階 5、(6) 中心部 (Cz) と頭頂部 (Pz) に明瞭な頭頂部鋭波が 1 個見られる脳波段階 6、(7) 前頭部 (Fz) と中心部 (Cz) に頭頂部鋭波が少なくとも 2 個出現している脳波段階 7、(8) 頭頂部鋭波に加え、紡錘構成波が見られる脳波段階 8、(9) 中心部 (Cz) と頭頂部 (Pz) に明瞭な紡錘波が見られる脳波段階 9 に分けられており、入眠初期の睡眠を詳細に検討することができる。脳波段階が進むほど深い睡眠であるため、深い脳波段階から覚醒するほど睡眠慣性も強くなると考えられる。

睡眠慣性を測定する方法としては、事象関連電位 (ERP) (Takahashi & Arito, 1998, 2000) 及び Visual Analog Scale (VAS) (Hayashi et al., 1999a, b) が使われてきた。ERP では、特に P300 振幅が覚醒水準の指標として用いられている (Broughton, Aguirre, & Dunham, 1988; Walsleben, Squires, & Rothenberger, 1988; Ruijter, Ruiters, & Snel, 2000)。Broughton et al. (1988) の報告によると、ナルコレプシー患者では、健常者に比べて日中の眠気が強く、睡眠潜時反復テスト (multiple sleep latency test: MSLT) を実施した際の入眠潜時は短く、P300 振幅も小さい。また、Ruijter et al. (2000) は、カフェインを摂取することにより、作業効率の向上とともに P300 振幅は増大することを報告している。これらの知見から、P300 振幅値が覚醒水準の指標として考えられており、振幅が大きいほど覚醒水準が高いとみなされている。従って、本研究では P300 振幅を覚醒水準の生理的な指標として用いた。VAS (Monk, 1989) は、主観的な眠気や気分を評定する方法で、100 mm の直線の両端に、例えば「眠い」「目覚めている」などの言葉が配置されている。参加者は、自分の状態に最もあてはまる部分に記をつけ、現在の状態を表現する。VAS の測定については、妥当性と信頼性が確かめられている。

本研究では、以下の仮説を検討することにより、自己覚醒の睡眠慣性抑制効果と睡眠構造および睡眠経過の関係を明らかにすることを目的とした。

1. 自己覚醒により覚醒した方が、強制覚醒により覚醒した場合よりも仮眠後の課題成績がよい。
2. 自己覚醒により覚醒した方が、強制覚醒により覚醒した場合よりも仮眠後の P300 振幅が大きい。
3. 自己覚醒により覚醒した方が、強制覚醒により覚醒した場合よりも仮眠後の主観的眠気は弱い。
4. 自己覚醒を意図した場合は、出眠時の脳波段階は強制覚醒に比べて浅い。

方 法

参加者

健常大学生・大学院生 14 名 (男性 6 名、女性 8 名; 平均年齢 21.3 ± 1.34 歳) を対象とした。参加者は、夜間睡眠において自己覚醒経験があり、仮眠習慣を持っていなかった。参加者は、実験開始 3 日前から睡眠日誌に記入した。この睡眠日誌を用いて、実験日前の睡眠時間や就寝・起床時刻が普段よりも特にずれていないことを確認した。参加者には、実験前日から実験が終了するまで、アルコールは摂取しないよう教示した。また、実験当日は、カフェイン、ニコチン、その他の覚醒調整作用のある嗜好品や飲食物は摂取しないよう要請した。参加者には、研究目的、実験内容を十分に説明し、実験参加への同意を得た。

課 題

P300振幅値の測定には聴覚オドボール課題を用いた。刺激は、1200Hz(20%, Target)と1000Hz(80%, Non-Target)のピップ音(持続時間 100 ms, rise/fall 5 ms, 60 dB)をヘッドホンからランダムな順序で呈示した。刺激間隔は1.1 sであった。1セッションにつき200回の刺激を呈示し、低頻度刺激を標的刺激とした。参加者には、標的刺激検出後できるだけ早く右手第二指でボタン押しをするように求めた。なお、主観的眠気の測定には、100 mm 尺度のVAS (Monk, 1989)を使用した。

手 続 き

参加者は実験順応条件、自己覚醒による仮眠(自己覚醒条件: self-awakening)と強制覚醒による仮眠(強制覚醒条件: forced-awakening)を1日ずつ、計3日間実験に参加した。各条件間には3日以上の間隔をあげた。自己覚醒条件と強制覚醒条件の実施順序は、参加者間でカウンターバランスをとった。実験の順序と時間配分をFig. 1に示した。参加者は、脳波、眼電位、頤筋電位を記録するための電極を装着したあと、13:45から2セッション(5 min × 2)の課題を行った。課題の1セッションは、聴覚オドボール課題4 minと、その後VAS記入1 minの計5 minとした。その後、ベッドに移動し、安静状態を保った(計5 min)。14:00から仮眠を開始した。仮眠終了後は、椅子に移動したあとで同様の課題を6セッション(5 min × 6)行った。自己覚醒条件では、「消灯から15分経過したと思った時点で、手もとのボタンを押して下さい。」と教示した。自己覚醒成功基準は、覚醒予定時刻から±5 min以内とし、自己覚醒に成功した場合のデータを分析に用いた。強制覚醒条件では、「こちらから声をかけるまで寝て下さい」と教示し、自己覚醒条件における最大許容仮眠時間に揃えて、消灯から20 min経過した時点で実験者がインターコムで声をかけて覚醒させた。

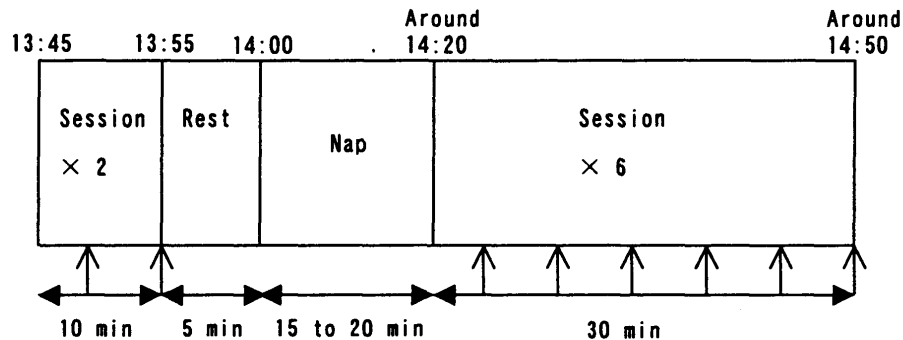


Fig.1. Time schedule of the experiment. Each session consisted of auditory oddball task (4 min) and VAS scoring (1 min). The vertical arrows indicate the timing of VAS ratings.

記録と分析

睡眠ポリグラフィーの設定：脳波は国際10-20法に基づいて頭皮上の5部位(Fz, Cz, Pz, C3, O1)から両耳朶連結を基準部位として導出した。このうち3部位(Fz, Cz, Pz; 時定数: 3.2 s)をERP測定用とし、他の2部位(C3, O1; 時定数: 0.3 s)を用いて睡眠段階を判定した。垂直眼球運動は、眼窩下縁と眼窩上縁から、水平眼球運動は、両眼角外1 cmからそれぞれ双極導出した(時定数: 3.2 s)。また、頤筋電位(時定数: 0.03 s)を双極導出し、ストレインゲージ法を用いて胸部及び腹部の呼吸運動を記録した。頭皮上電極の接触抵抗値はすべて5 kΩ以下とした。記録は紙記録(NEC 三栄製

1A97型ポリグラフ)とデジタル記録(Dell製Optiplex GX1, キッセイコムテック製Bimutus II)を同時に行い、デジタル記録時のサンプリング周波数は500 Hzとした。

ERPの測定: 刺激呈示前100 msをベースラインとして、刺激呈示前100 msから刺激呈示後600 msまでの脳波を参加者、条件、刺激タイプごとに加算平均した。その際、誤反応試行および、脳波と眼電位のいずれかのチャンネルで分析区間に $\pm 80 \mu V$ 以上の変動を含む試行は除外した。その後、総加算平均波形から、P300頂点を刺激後250 - 500 msの範囲内の最大陽性電位として同定した。本研究で得られたP300はPz部位で振幅が最大となったため、本報告での分析はPz部位に限った。総加算平均から得られた課題各セッションのP300潜時から ± 20 msを平均振幅算出区間とし、各参加者でセッションごとに区間平均電位を算出した。

睡眠ポリグラフ指標: Rechtschaffen & Kales (1968)の基準に従って、20 s毎に睡眠段階を判定し、睡眠変数を算出した。また、睡眠中の3 s以上の微小覚醒(micro arousal; 杉田他 1998)の数を、ASDA (American Sleep Disorders Association and Sleep Research Society, 1992)の基準にしたがって算出した。

詳細な睡眠経過を検討する目的で、Hori et al.(1994)の基準にしたがって、出眠時点からさかのぼって10分間の脳波段階を5 s毎に9段階判定した。その後、各脳波段階の出現回数を1 min毎に算出し、全参加者の出現回数を合計して以後の分析に用いた。さらに、条件間の睡眠深度の差を明確にする目的で、1 min毎の各脳波段階の出現回数を以下の3つに合計した。① α 波の出現する脳波段階1、2、3 (EEG stage 1 + 2 + 3)、②脳波が平坦となってから頭蓋頂鋭波が出現するまでの脳波段階4、5、6 (EEG stage 4 + 5 + 6)、③頭蓋頂鋭波が頻発しはじめてから紡錘波が出現するまでの脳波段階7、8、9 (EEG stage 7 + 8 + 9)。

統計分析: 統計学的分析は、Windows版SAS ver 6.12を使用して、繰り返しモデルによる2要因分散分析(条件 \times セッション)を行った。自由度は、Huynh - Feldtの ϵ を用いて調整した。下位検定には、Tukey HSD検定および対応のあるt検定を用いた。脳波段階の有意差判定には、 χ^2 検定を用いた。

結 果

自己覚醒できた参加者(自己覚醒成功者)は、14名中10名(71%)であった。自己覚醒できなかった参加者は、2名であり、残る2名は入眠することができなかった。従って、自己覚醒ができた参加者10名(男性4名、女性6名)のデータのみを分析に用いた。

睡眠変数 自己覚醒成功者の平均睡眠内容をTable 1に示した。自己覚醒条件における覚醒時刻は予定覚醒時刻よりも 1.1 ± 0.99 min早かった。全睡眠時間は、強制覚醒条件より自己覚醒条件で有意に短かった。その他の変数においては、両条件間で有意差が認められなかった。また、覚醒直前の睡眠段階は、自己覚醒条件では、Stage 1が2名、Stage 2が7名、Stage REMが1名であった。強制覚醒条件では、Stage 1が2名、Stage 2が8名で、条件間に睡眠段階分布(比)の差は認められなかった。

脳波段階 強制覚醒条件における脳波段階4+5+6の出現割合は、自己覚醒条件と比較して睡眠が進行するにつれて減少していた($\chi^2 = 349.73$, $df = 9$, $p < .001$)。逆に、脳波段階7+8+9の出現割合は、睡眠が進行するにつれて増加していた($\chi^2 = 110.97$, $df = 9$, $p < .001$)。

課題成績 課題正反応率は、両条件のすべてのセッションにおいて99.9%以上であった。一方、課題正反応時間において、条件の主効果および交互作用は認められなかった。

Table 1. Means of sleep variables in the afternoon nap. Standard errors are in parentheses.

	Self-awakening	Forced-awakening	t	p
Total sleep time(min)	13.8(1.18)	18.3(0.61)	3.5	<0.01
Latency to stage 1(min)	2.4(0.65)	1.7(0.61)	1.0	NS
Sleep efficiency(%)	84.7(4.20)	91.7(3.06)	1.6	NS
%Wake	4.7(2.33)	7.8(2.58)	1.2	NS
%Stage 1	46.6(6.81)	37.9(6.51)	1.2	NS
%Stage 2	41.4(7.63)	53.4(8.18)	1.4	NS
%Stage 3	-	-	-	NS
%Stage 4	-	-	-	NS
%Stage REM	7.3(7.27)	-	1.0	NS
EEG arousal(times)	4.4(1.51)	6.1(1.36)	1.0	NS

P300 頂点振幅・頂点潜時 P300 振幅の時系列変化を、Fig. 3 に示した。セッションの主効果が認められ ($F(7, 63) = 3.77, p < .05, \epsilon = .42$)、強制覚醒条件において、仮眠前 5 min (セッション 2) よりも仮眠後 15 min (セッション 5) の P300 振幅値が有意に低下していた ($p < .05$)。また、条件とセッションの間に交互作用が認められた ($F(7, 63) = 2.20, p < .05, \epsilon = .91$)。下位検定の結果、P300 振幅は、仮眠後 15 min で、自己覚醒条件より強制覚醒条件で有意に低下していた ($t(9) = 2.18, p < .05$)。一方、P300 頂点潜時には、主効果及び交互作用は認められなかった。

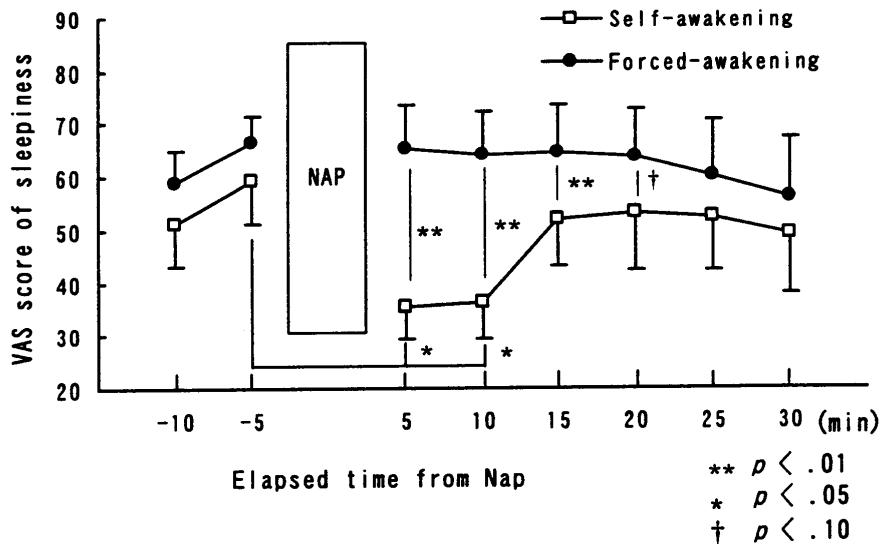


Fig.3. P300 amplitudes before and after the nap. Vertical bars indicate standard errors.

VAS得点 主観的眠気評価の結果をFig. 4に示した。図の縦軸は、VAS得点が高いほど眠気が強いことを示している。仮眠後の眠気は、強制覚醒条件より、自己覚醒条件で改善しており、条件間に主効果が認められた ($F(1, 9) = 7.53, p < .05$)。条件間の得点差は、仮眠後 20 min まで認められた (傾向差: $p < .10$ を含む)。また、条件とセッションの間に交互作用の傾向差が認められた ($F(9, 81) = 1.79, p < .10, \epsilon = .79$)。下位検定の結果、自己覚醒条件においてセッションの単純主効果が認められ ($F(9, 81) = 3.13, p < .05, \epsilon = .39$)、仮眠直前よりも仮眠後 10 min までの間で、眠気の有意な改善が認められた (傾向差: $p < .10$ を含む)。

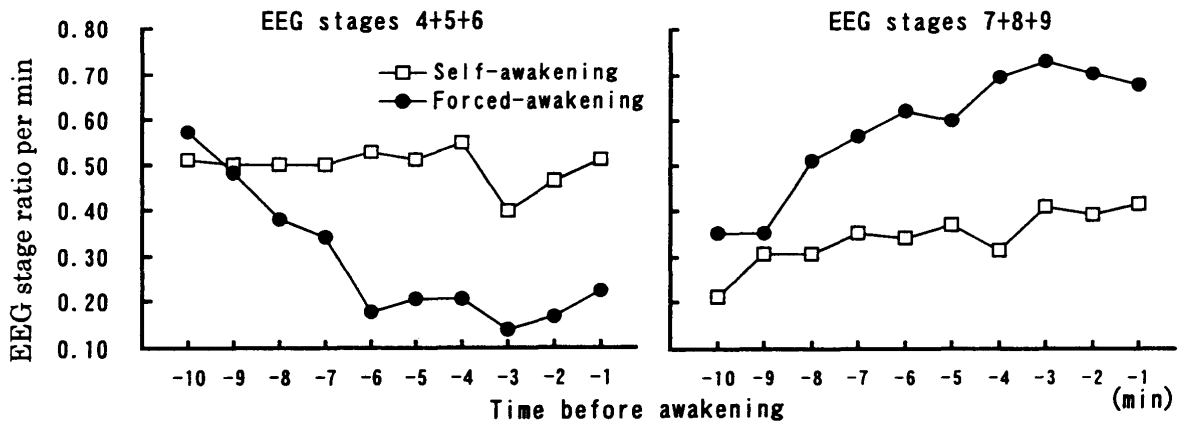


Fig.4. VAS scores of sleepiness before and after the nap. Vertical bars indicate standard errors.

考 察

本研究の結果、自己覚醒が短時間仮眠後の睡眠慣性を抑制することが明らかとなった。自己覚醒時刻は覚醒予定時刻より平均して1.1 min 早く、仮眠時間は自己覚醒条件では強制覚醒条件とくらべて短くなった。Lumley et al. (1986) は、60 分以内の短時間仮眠では仮眠時間が長いほど、仮眠後の眠気改善効果が大いことを報告している。本研究では強制覚醒条件の仮眠時間が長かった。したがって、仮眠時間だけを考慮すると、強制覚醒条件のほうが仮眠後の覚醒水準は高くなるはずである。ところが、自己覚醒条件のほうが仮眠後の覚醒水準は高く維持されていた。この結果から、自己覚醒が仮眠後の覚醒水準の維持に有用であるといえる。

一方、先行研究で指摘されている、仮眠直後の強い睡眠慣性(Stampi et al., 1990; Hayashi et al., 1999a, b) は両条件において認められなかった。この原因として、ひとつは、午後に生じる強い眠気が睡眠慣性としてあらわれる眠気以上に強かった可能性がある。睡眠慣性は、仮眠前の眠気を基準として仮眠後の眠気の強さを表現したものである。したがって、仮眠前の眠気が天井効果を示すような極端な強さであると、仮眠後の眠気とに差が見られにくくなり、睡眠慣性の測定が困難になる。今回の結果で睡眠慣性が認められなかったことは、仮眠前の眠気が強かったことによる、みかけの現象である可能性が推測される。もうひとつは、仮眠時間を短時間とすることにより、睡眠慣性そのものが弱くなったことが考えられる。つまり、短時間仮眠後の睡眠慣性が5分以内に減少したため、仮眠前よりも強い眠気として検出することができなかった可能性がある。Stampi et al. (1990) やStampi (1992) は、短時間仮眠後の睡眠慣性は長時間仮眠時に比べて弱いことを報告している。今後、短時間仮眠後の睡眠慣性を詳細に検討するためには、参加者の覚醒水準が低下するような恒常環境にしないこと、および仮眠後の覚醒水準の測定が十分な時間分解能で可能となるように、課題を工夫することが重要であると考えられる。

本研究では、自己覚醒の成功率は71%であった。この結果は、夜間睡眠において睡眠ポリグラフ記録を行った場合の自己覚醒の成功率18% (Zepelin, 1986)、36% (Lavie et al., 1979)、42% (Zung, & Wilson, 1970)と比べて高い結果となった。今回は、夜間睡眠で自己覚醒を経験している人を実験参加者に選定したため、成功率を高めることができたと考えられる。今後は、自己覚醒の経験を持たない人を対象にしても同様の結果になるかを調査し、自己覚醒の汎用性を確認する必要があるだろう。次に、仮説の検討を行う。

課題の正反応時間は、両条件間で有意差がなく、仮説1を支持しなかった。これは、反応時間検出に用いた聴覚オドボール課題の難易度がやさしすぎて、反応時間に天井効果が生じた結果であると考えられる。実際、課題正反応率も99.9%で、ほぼ上限値を示している。従来、論理課題(Baddeley, 1968)、記憶課題、減算課題(Stampi et al., 1990)などの反応時間には仮眠の効果は確かめられている(Hayashi et al., 1999a, b; Takahashi & Arito, 1998, 2000)。今後は、課題内容や作業の性質による睡眠慣性の表出の違いを検討する必要があるだろう。

仮眠後のP300振幅値は、自己覚醒条件よりも強制覚醒条件で低下していた。この結果は、仮説2を支持するものであった。強制覚醒条件においては、仮眠前5 min (セッション2) と比べて、仮眠後15 min (セッション5) で有意に低下していた。P300振幅値が高いほど、覚醒水準は高いと考えられる(Broughton et al., 1988; Walsleben et al., 1989; Ruijter et al., 2000) ことから、強制覚醒条件では、仮眠後に約15分間の覚醒水準の一時的な低下が認められたといえる。一方、自己覚醒条件では、仮眠後のP300振幅低下は認められなかった。従って、自己覚醒による覚醒水準の回復・向上は認められなかったが、仮眠直後に覚醒水準が低下することは抑止されていると考えてよいであろう。また、Fig. 3を見ると、全体的な傾向として、両条件において、時間が経過するにつれてP300振幅値がゆるやかな低下勾配を示している。これは、単調なオドボール課題を繰り返し行った結果による慣れ (habituation effect: Ravden & Polich, 1999) の影響であると考えられる。

主観的眠気は、仮眠後20 minまで、強制覚醒条件よりも自己覚醒条件で低減していた。このことから、仮眠における自己覚醒は、強制覚醒よりも仮眠後の主観的眠気の改善効果が高く、その効果は仮眠後20 min続いたといえる。したがって、仮説3は支持された。

本研究では、睡眠変数の項で述べたように、条件間で覚醒直前の睡眠段階に違いが認められなかった。一方で、覚醒直前の脳波段階は強制覚醒条件の方が深かった。つまり、従来の Rechtschaffen & Kales (1968)の基準では検出できなかった両条件の差を、Hori et al.(1994)の基準にしたがって詳細に検討することにより検出できたと考えられる。したがって、仮説4は支持されたといえる。Fig.2を見ると、強制覚醒条件では仮眠時間が経過するにつれて脳波段階が深くなっていく傾向がある。しかし、自己覚醒条件ではその傾向がほとんど認められない。

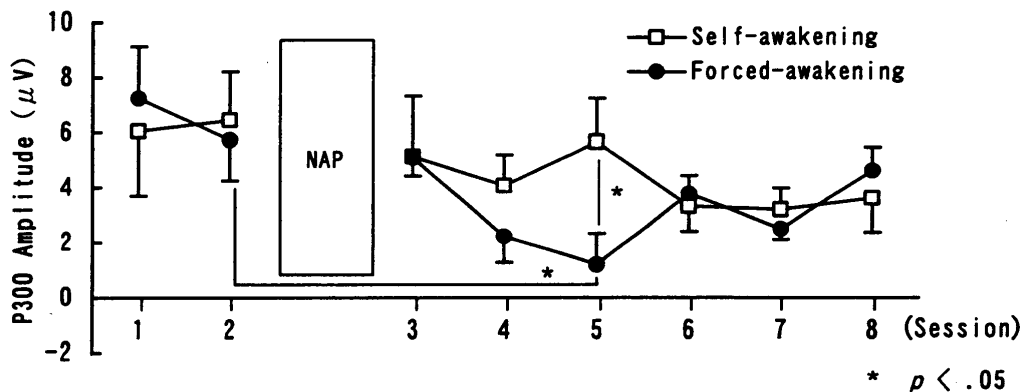


Fig.2. Time course of the frequencies of EEG stages 4+5+6 (left) and stages 7+8+9 (right) during a nap from 10 min before awakening.

Born et al. (1999)によると、自己覚醒の効果は、覚醒の60分前から始まると報告している。このことは、自己覚醒の企図が徐波睡眠の多い入眠期には影響せず、徐波睡眠がほとんど出現しなくなる早朝の睡眠経過に影響を及ぼすことを示している。先行研究においても、入眠から90分間では、

自己覚醒は睡眠経過に影響を与えないと報告されている(渡辺 1969)。つまり、自己覚醒は、睡眠全体に影響を及ぼすのではなく、出眠の扉が開く時間帯にのみ影響を及ぼすと考えられる。

しかしながら、今回の実験結果によると、自己覚醒は短時間仮眠から出眠する前だけでなく、全般において睡眠構造を浅くした。これは、初めて自己覚醒を成功させようとしたことによるストレスが、睡眠を浅くしたために起こった現象であると考えられる。強制覚醒による仮眠においても、初めて仮眠をおこなった場合と仮眠の習慣づけをした場合では、睡眠慣性に差がみられると報告されている(Hayashi et al. 2001)。強制覚醒と同様に自己覚醒においても、慣れの効果が生じると推測されるため、自己覚醒の習慣化の検討は今後の課題である。

以上のように本研究では仮説2、3および4が支持された。このことから、自己覚醒法を利用した短時間仮眠は、覚醒直前の睡眠を浅くし、それによって仮眠後の眠気を抑える効果を持つと考えることができる。したがって、自己覚醒法による仮眠は、一時的ではあるが、より高い覚醒感をもたらし、覚醒後の心理・生理状態を適正に保つために効果的であるといえるだろう。

甲斐田他(2001)は、自己覚醒法により仮眠後の覚醒水準の低下が抑えられることを示している。今回の報告ではさらに、自己覚醒が睡眠構造に影響を及ぼすことがはじめて明らかとなり、この結果は、自己覚醒による睡眠慣性抑制効果の原因を追求するための足がかりとなるにちがいない。

興味深いことに、強制覚醒条件において仮眠前後のVAS(主観的指標)得点とP300振幅(生理的指標)は矛盾した結果を示した。強制覚醒条件において、仮眠後15min(セッション5)でP300振幅は低下しており、覚醒水準が低下していた。このことから、仮眠後15分が経過すると主観的眠気も同時に上昇すると考えられる。しかし実際には、主観的眠気の上昇はみられず、仮眠後で一定の水準を維持していた。したがって、仮眠直後に主観的な眠気が改善しているようにみえても、仮眠後15分間は睡眠慣性が完全に消失したわけではなく、覚醒水準は低下したままであるといえる。以上の結果を合わせて考えると、強制的に覚醒した直後から約15分間は、覚醒水準が低下したままであるため、主観的には眠くないと感じても、車の運転などの小さな誤反応が重大な事故につながるような作業(Mitler et al., 1988)は控えるべきであると考えられる。このような主観的眠気と客観的覚醒水準のずれは、VASと簡易版の睡眠潜時反復テストである仮眠反復テスト(two nap sleep test: Philip et al., 1997)を用いた研究でも確認されている。一方、自己覚醒した場合は、仮眠後、覚醒水準が一定に保たれており、かつ、主観的眠気は低減していた。従って、自己覚醒を用いた仮眠は、強制覚醒による仮眠以上に有用であるといえる。

引用文献

- Allen, P. A. 2001 Article reviewed: Timing the end of nocturnal sleep. *Sleep Medicine*, 2, 69-70.
- American Sleep Disorders Association and Sleep Research Society 1992 EEG Arousals: Scoring rules and examples. *Sleep*, 15, 173-184.
- Baddeley, A. D. 1968 A 3 min reasoning task on grammatical transformation. *Psychonomic Science*, 10, 341-342.
- Born, J., Hansen, K., Marshall, L., Malle, M., & Fehm, H. 1999 Timing the end of nocturnal sleep. *Nature*, 397, 29-30.
- Broughton, R. J. 1998 SCN controlled circadian arousal and the afternoon "nap zoon". *Sleep Research Online*, 1, 166-178.
- Broughton, R. J., Aguirre, M., & Dunham, W. 1988 A comparison of multiple and single sleep latency and

- cerebral evoked potential (P300) measures in the assessment of excessive daytime sleepiness in narcolepsy-cataplexy. *Sleep*, 11, 537-545.
- Dinges, D. F. 1992 Adult napping and its effects on ability to function. In C. Stampi (Ed.), *Why we nap*, Boston, Birkhauser, Pp. 118-134
- Garbarino, S., Nobili, L., Beekle, M., De Carli Phy, F., & Ferrillo, F. 2001 The contribute role of sleepiness in highway vehicle accidents. *Sleep*, 24, 203-206.
- Hawkins, J. 1989 Sleep disturbance in intentional self-awakening: behavior-genetic and transient factor. *Perceptual and Motor Skills*, 69, 507-510.
- Hawkins, J., & Shaw, P. 1990 Sleep satisfaction and intentional self-awakening: an alternative protocol for self-report data. *Perceptual and Motor Skills*, 70, 447-450.
- Hayashi, M., Ito, S., & Hori, T. 1999a The effects of a 20-min nap at noon on sleepiness, performance and EEG activity. *International Journal of Psychophysiology*, 32, 173-180.
- Hayashi, M., Watanabe, M., & Hori, T. 1999b The effects of a 20 min nap in the mid-afternoon on mood, performance and EEG activity. *Clinical Neurophysiology*, 110, 272-279.
- Hayashi, M., Fukushima, H. & Hori, T. 2001 The effects of short daytime naps for five consecutive days. *Sleep Research Online*, In press.
- 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.
- 甲斐田幸佐・入戸野宏・林光緒・堀忠雄 2001 自己覚醒法による短時間仮眠後の睡眠慣性抑制効果。生理心理学と精神生理学, 19, 7-14.
- Lavie, P., Oksenberg, A., & Zomer, J. 1979 It's time, you must wake up now. *Perceptual and Motor Skills*, 13, 334-339.
- Lavie, P., Wollman, M., & Pollack, I. 1986 Frequency of sleep related accidents and hour of day. *Sleep Research*, 15, 275.
- Lumley, M., Roehrs, T., Zorick, F., Lamphere, J., & Roth, T. 1986 The alerting effects of naps in sleep deprived subjects. *Psychophysiology*, 23: 403-408
- 前田素子・有富良二・白川修一郎 1994 短時間の昼間仮眠の効果—眠気スケール(KSS)と反応時間による検討—睡眠と環境, 1, 63-68.
- Mitler, M. A., Carskadon, M. A., Czeisler, C. A., Dement, W. C., Dinges, D. F., & Graeber, R. C. 1988 Catastrophes, sleep, and public policy: consensus report. *Sleep*, 11, 100-109.
- Moorcroft, W. H., Kayser, K. H., & Griggs, A. J. 1997 Subjective and objective confirmation of the ability to self-awaken at a self-predetermined time without using external means. *Sleep*, 20, 40-45.
- Monk, H. T. 1989 A visual analog scale technique to measure global vigor and affect. *Psychiatry Research*, 27, 89-99.
- Pack, I. P., Pack, A. M., Rodgman, E., Cucchiara, A., Dinges, D. F., & Schwab, C. 1995 Characteristics of crashes attributed to the driver having fallen asleep. *Accident Analysis & Prevention*, 6, 769-775.
- Philip, P., Ghorayeb, I., Leger, D., Menny, J. C., Bioulac, B., Dabadie, P., & Guilleminault, C. 1997 Objective measurement of sleepiness in summer vacation long-distance drivers. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 102, 383-389.
- Ravden, D., & Polich, J. 1999 On P300 measurement stability: habituation, intra-trial block variation, and

- ultradian rhythms. *Biological Psychology*, 51, 59-76.
- Rechtschaffen, A., & Kales, A. 1968 *A Manual of Standardized Terminology, Techniques and Scoring System for Sleep Stage of Human Subjects*. Washington DC, National Institute of Health.
- Rosekind, M. R., Smith, R. M., Miller, D. L., Co, E. L., Gregory, K. B., Webbon, L. L., Gander, P. H., & Lebacqz, J. V. 1995 Alertness management: Strategic naps in operational settings. *Journal of Sleep Research*, 4, S2: 62-66.
- Ruijter, J., De Ruiter M. B., & Snel J. 2000 The effects of caffeine on visual selective attention to color: An ERP study. *Psychophysiology*, 37, 427-439.
- Stampi, C., Mullington, J., Rivers, M., Campos, J. P., & Broughton, R. 1990 Ultrashort sleep schedules: sleep architecture and recuperative value of 80, 50 and 20 min naps. In J. Horne (Ed.), *Sleep '90*, Pontenagel, Bochum, Pp. 71-74.
- Stampi, C. 1992 The effects of polyphasic and ultrashort sleep schedules. In C. Stampi(Ed.) *Why we nap*. Boston: Birkhäuser, Pp. 137-179.
- Takahashi, M., & Arito, H. 1998 Sleep inertia and autonomic effects on post-nap P300 event-related potential. *Industrial Health*, 36, 347-353.
- Takahashi, M., & Arito, H. 2000 Maintenance of alertness and performance by a brief nap after lunch under prior sleep deficit. *Sleep*, 23, 813-819.
- Tamaki, M., Shirota, A., Hayashi, M., & Hori, T. 2000 Restorative effects of a short afternoon nap (<30 min) in the elderly on subjective mood, performance and EEG activity. *Sleep Research Online*, 3, 131-139.
- Walsleben, J. A., Squires, N. K., & Rothenberger, V. 1989 Auditory event-related potentials and brain dysfunction in sleep apnea. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 74, 297-311.
- Watanabe, H. 1969 A clinical study on the phenomenon of awaking at a pre-determined time (Sommeil Attentif). *Psychiatria et neurologia Japonica*, 71, 631-652. in Japanese.
- Zepelin, H. 1986 REM sleep and the timing of self-awakenings. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 24, 254-256.
- Zung, W. W. K., & Wilson, W. P. 1974 Time estimation during sleep. *Biological Psychiatry*, 3, 159-164.
-