自己覚醒が日中の眠気に及ぼす影響¹

池田 大樹^{2,3} 林 光緒 広島大学

The effects of self-awakening on daytime sleepiness

Hiroki Ikeda and Mitsuo Hayashi (Hiroshima University)

This study investigated the effects of self-awakening on daytime sleepiness. Eleven undergraduate and graduate students without the habit of self-awakening participated. They were instructed to follow their usual sleep-wake schedule at home during the experimental weeks and were required to awaken at their usual time by themselves every morning for one week without the aid of an alarm (self-awakening condition) or in response to a telephone call from the experimenter every morning for another one week (forced-awakening condition). On the last day of each week, daytime tests were conducted in the laboratory. The participants would arrive at the laboratory 2 h after awakening, and 1 h later, they performed the auditory simple reaction time task, the digit-symbol substitution task, the letter cancellation test, and the multiple sleep latency test, and assessment of sleepiness, fatigue, comfort, and work motivation every 2 h. In the week when the participants underwent the self-awakening condition, self-awakening had a higher success rate (82%) than failure rate (18%) on the seventh day. In comparison with forced-awakening, self-awakening resulted in an improvement in subjective fatigue; however, sleepiness did not deteriorate.

Key words: self-awakening, daytime sleepiness, vigilance, fatigue.

The Japanese Journal of Psychology
2012, Vol. 83, No. 1, pp. 1-9

人が睡眠から目覚める方法にはいくつかの種類が存在する。Hayashi, Matsuura, & Ikeda (2010) は、目覚ましや他者などの外的要因による目覚めを強制覚醒 (forced awakening), 外的刺激なしに覚醒することを自発的覚醒 (spontaneous awakening) と呼び、後者はさらに二つに大別できることを示している。一つは、あらかじめ決めた特定の時刻に外的手段を用いず自発的に覚醒する自己覚醒 (self-awakening) であり、もう一つは覚醒時刻をあらかじめ決めずに不特定の時刻に生じる自然覚醒 (natural awakening) である。この自己覚醒と自然覚醒は、外的手段なしに同じ時刻に起き得るという観点では同じ現象のように見えるが、

生理的に異なるメカニズムが作用している。Born, Hansen, Marshall, Mölle, & Fehm (1999) は、覚醒時刻を企図すると目標時刻の 1 時間前から副腎皮質刺激ホルモン (adrenocorticotrophic hormone: 以下 ACTH とする) の分泌が急激に促進することを報告している。このことは、特定時刻に起床することに注意すると起床への予期的な反応が生じることを示している。このことから、自己覚醒と自然覚醒は、定義とメカニズムが異なっていることが示される。本研究では、この自己覚醒に焦点を当てる。

自己覚醒の正確さや成功率は、実験室実験により検討されてきた。Lavie, Oksenberg, & Zomer (1979) は、自己覚醒の能力を持つと申告した 7 名を対象に、午前 3 時に起きよう教示した夜と午前 5 時 30 分に起床しよう教示した夜の計 2 夜の実験を実施した。その結果、約 6 割が予定時刻の ±30 分以内に自己覚醒できていることが示された。Bell (1980) は、自己覚醒ができると報告した 38 名のうち、53% が覚醒予定時刻 ±15 分以内で覚醒したことを報告している。このように自己覚醒を企図すると、かなり正確に覚醒できることが古くから報告されてきた。

しかし、それと同時に翌朝の覚醒時刻の企図が心理

Correspondence concerning this article should be sent to: Mitsuo Hayashi, Department of Behavioral Sciences, Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, Kagamiyama, Higashi-hiroshima 739-8521, Japan (e-mail: mhayasi@hiroshima-u.ac.jp)

¹ 本研究は、日本学術振興会の平成 21 年度科学研究費補助金 (特別研究員奨励費, 課題番号 213662) の助成を受けた。

² 日本学術振興会特別研究員

³ 現所属: 独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業圏ノ谷情動情報プロジェクト

的ストレスとなり、入眠潜時の延長 (Lavie et al., 1979)、中途覚醒の報告の増加 (Hono, Hiroshige, & Miyata, 1991)、中途覚醒の増加による深い睡眠の減少 (渡辺, 1969) といった夜間睡眠への悪影響が出現することも報告されている。このことから、就床前に決めた時刻に自発的に覚醒することを企図したときの睡眠は、従来“注意睡眠”と呼ばれており (Hono et al., 1991; 渡辺, 1969)、この睡眠への悪影響が報告されることが多かった。

一方、習慣的に自己覚醒をしている人は、就床前の不安や入眠潜時、中途覚醒時間の有意な増加はなく、自己覚醒ができたことも報告されている (松浦・林・堀, 2002)。上記のような心理的ストレス、あるいは睡眠への悪影響の出現は、覚醒予定時刻をいつもとは異なる時刻に設定したことや、自己覚醒に慣れていない人が実験対象者であったことが理由としてあげられる。

さらに、自己覚醒することで得られる利点も報告されている。睡眠から覚醒した直後は、脳が一時的に低覚醒状態となり、その影響として睡眠をとったにもかかわらずかえって眠気が強くなり、気分や課題パフォーマンスの悪化が生じる。これは睡眠慣性と呼ばれる現象で、十分な睡眠時間をとっていても生じる現象である (Tassi & Muzet, 2000)。この予防に自己覚醒が有効であることが示されている。甲斐田・入戸野・林・堀 (2001) は、午後の短時間仮眠において、自己覚醒を行うと、強制覚醒したときと比べて仮眠後の睡眠慣性が抑制され、日中の眠気の防止に有効であったことを示した。また、Ikeda & Hayashi (2010) は、自己覚醒習慣がない者を対象に、夜間睡眠において自己覚醒することで睡眠慣性が低減し、朝快適に覚醒できることを示した。このように自己覚醒習慣がない者でも自己覚醒することで快適な覚醒というポジティブな効果が得られるといえる。

また、習慣的に自己覚醒している者は日中の居眠りが少ないことが報告されている (Matsuura, Hayashi, & Hori, 2002)。さらに、起床後の爽快感と日中の眠気が関連することが報告されている (Nugent, Gleadhill, Mccrum, Patterson, Evans, & Macmahon, 2001)。このことは、自己覚醒が日中の眠気に影響を及ぼす可能性を示唆している。

日中の眠気は、夜間における睡眠時間の減少 (Jewett, Dijk, Kronauer, & Dinges, 1999) や睡眠の質的悪化 (Levine, Roehrs, Zorick, & Roth, 1988)、就床・起床時刻の不規則さ (Manber, Bootzin, Acebo, & Carskadon, 1996)、夜型の生活スタイル (Giannotti, Cortesi, Sebastiani, & Ottaviano, 2002) などにより増悪することが報告されている。しかし、日中の眠気は十分な夜間睡眠をとっても生じることが報告されている。Carskadon (1989) は、8 時間、さらには 10 時間の夜

間睡眠をとった場合でも、午前中や夕方と比較して日中の眠気が強かったことを報告した。

日中の眠気は、個人の QOL (quality of life) を悪化させるだけでなく、居眠りによる交通事故 (Horne & Reyner, 1995) にも発展する。このように、日中の眠気防止法の確立は急務だといえる。

そこで、本研究では日中の眠気対策として自己覚醒が有用であるかを実験的に検討する。調査研究により、習慣的に自己覚醒をしている者はそうでない者と比較して日中の居眠りが少ないことが報告されている (Matsuura et al., 2002)。このことから、習慣的に自己覚醒をしている者は日中の覚醒水準が高く、眠気の程度が低いことが考えられる。しかし、自己覚醒習慣を持たない者が自己覚醒したとき、日中の眠気が低減するかどうかを検討した研究はない。そこで本研究では、自己覚醒習慣がない者を対象に実験を行うこととした。

また、自己覚醒の企図による睡眠内容の悪化 (Hono et al., 1991; Lavie et al., 1979; 渡辺, 1969) が、日中の眠気に影響を及ぼすことが考えられる。この睡眠内容の悪化の原因として、覚醒予定時刻をいつもとは異なる時刻に設定したことや、自己覚醒に慣れていない人が実験対象者であったことが考えられることから、本研究では自己覚醒習慣を持たない本研究の実験参加者においても、就床・起床時刻を各実験参加者の普段のスケジュールに合わせ、さらに 1 週間の自己覚醒訓練を行うことで、自己覚醒に慣れさせることとした。これにより、自己覚醒の成功率や精度が向上するか、また、注意睡眠化が避けられるかもあわせて検討した。

また、日中の眠気に影響を及ぼす要因である睡眠時間や生活の規則性、朝型・夜型の生活スタイルを統制するため、睡眠習慣調査票 (堀, 1998) や日本語版朝型-夜型質問紙 (石原・宮下・犬上・福田・山崎・宮田, 1986) を用いて実験参加者を選定した。また、自己覚醒の効果は、訓練実施前後ではなく強制的に起こされる条件と比較することで検討した。これは、順序効果による作業への慣れや睡眠負債の影響を除外するためであった。

本研究では、生理・行動・主観指標を用いて眠気を測定した。生理指標として multiple sleep latency test (以下 MSLT とする; Carskadon & Dement, 1979) を実施した。MSLT は、入眠潜時が短いほど眠気が強いという仮定に基づいた測定法である。測定対象者には日中 2 時間毎に就床してもらい、入眠潜時を測定する。この入眠潜時の長さを眠気の測度とする。MSLT は、日中の眠気の客観的な測定法として広く使われている手法である (Roth, Roehrs, Carskadon, & Dement, 1989)。

行動指標として聴覚単純反応課題、文字抹消課題 (Casagrande, Violani, Curcio, & Bertini, 1997)、WAIS

の符号課題 (Wechsler, 1958) を行った。聴覚単純反応課題は、ランダムな間隔で生じる音に対してできるだけ早くボタンを押す課題であり、文字抹消課題は、紙面上に並んだアルファベットの羅列の中から特定のアルファベットを探す視覚探索課題である。これらはともにヴィジランスを測定する課題である (林, 2008)。符号課題は、1—9 の数値に対応した模範記号を数値と対応した空白に記入していくもので、視覚と運動の協応を調べる課題である (林, 2008)。

主観指標として visual analog scale (以下 VAS とする) を用いた。VAS とは 100 mm の直線の両極に対極のものを配置し、その直線上で自分の状態に当てはまる場所に縦線を入れて評価するものである。VAS は測定が簡便で、眠気の微細な変化も計測が可能であることから、主観的眠気を測定する際に有用である (林, 2008)。

方 法

実験参加者

健常大学生・大学院生 16 名に調査を行い、そのうち以下の基準を満たした 11 名 (男性 2 名, 女性 9 名, 平均年齢 22.8 ± 0.8 歳) が実験に参加した。自己覚醒習慣については、“朝、起きるときに、目覚し時計や家の人に、どのくらい頼りますか” という質問に対し、“1. まったく頼らない”, “2. 少し頼る”, “3. わりに頼る”, “4. 非常に頼る” のうち、2—4 を選択した者を自己覚醒の習慣がない者として実験対象者とした。実験参加者 11 名のうち、2 名が 2 を、2 名が 3 を、7 名が 4 を選択していた。さらに、睡眠習慣調査票 (堀, 1998) を用いて実験参加者の選定を行った。平日の睡眠時間が 6—9 時間で、就床時刻が 23 時—1 時、起床時刻は 6 時—9 時の範囲の者を対象とした。この中には、日本語版朝型-夜型質問紙 (石原他, 1986) の結果が極端な朝型あるいは夜型である者、日常的に過度にカフェインを摂取している者、睡眠愁訴や睡眠問題がある者、最近 1 ヶ月の間に時差を伴う旅行をした者はいなかった。

すべての実験参加者に書面による十分な説明を行い、署名による同意を得た。また、本実験は広島大学総合科学研究科倫理委員会の許可を得て行われた。

課題セッション

課題は、VAS (30 秒)、聴覚単純反応課題 (5 分)、文字抹消課題 (2 分)、符号課題 (90 秒)、MSLT (最長 20 分) を 1 セッションとし、同順序で実施した。

行動指標

聴覚単純反応課題は、2 000 ms—8 000 ms 間隔でランダム (平均間隔 5 000 ms) に呈示される音刺激 (65

dB) に対して、ボタン押し反応を行うものであった。実験参加者には音がなったら可能な限り早くボタン押しを行うよう教示した。

文字抹消課題は、A4 用紙に書かれた 25 文字×40 行のアルファベットの文字列の中から、特定の 3 文字を探し、斜線をつける課題であった。実験参加者には 120 秒間でできる限り早く正確に斜線をつけるよう教示した。

WAIS の符号課題は、A4 用紙の上段に模範として 1—9 の数値に符号が割り当てられており、その記号を数値と対応した空白に記入していくものであった。実験参加者には 90 秒間でできる限り早く記入するよう教示した。

生理指標

MSLT の手続きを用いて客観的眠気を測定した。日中 2 時間毎に 4 回、実験参加者に防音暗室で眠るよう教示し、その際の入眠潜時を測定した。入眠潜時を計測するために脳波 (C_3 , C_4 , O_1 , O_2)、水平眼球運動、筋電位を測定した。時定数はそれぞれ 0.3 秒, 2.0 秒, 0.003 秒, 高周波遮断フィルタは 60 Hz とした。これらは脳波計 (日本光電製 EEG1100) を用いて測定、記録した。Rechtschaffen & Kales (1968) の基準に従い 30 秒間毎に睡眠段階をオンラインで視察判定するとともに、実験終了後、オフラインで再判定を行った。睡眠段階 1 が 90 秒間出現した時点か、あるいは睡眠段階 2, 3, 4, REM のいずれかの睡眠段階が 30 秒間出現した時点で実験参加者を起こした。測定上限時間は 20 分とし、その時間まで各睡眠段階が出現しない場合は検査を打ち切り、入眠潜時を 20 分とした。

主観指標

VAS を用いて、眠気、疲労、気分、課題意欲を測定した。100 mm の直線上の両端に、眠気の場合は、“非常に目が覚めている” (0 点) と “非常に眠い” (100 点) を配置した。気分は、“非常に悪い” (0 点) と “非常によい” (100 点) を配置した。疲労は、“全く疲れていない” (0 点) と “非常に疲れている” (100 点) を配置した。課題意欲は、“全くやる気がない” (0 点) と “非常にやる気がある” (100 点) を配置した。各項目の 0 点からの距離 (mm) を尺度得点として算出した。

手続き

実験参加者は、自宅で 1 週間、自己覚醒を試みる自己覚醒条件と、実験者からの電話で強制的に起こされる強制覚醒条件の両方に参加した。6 名が強制覚醒条件の後、自己覚醒を実施する強制覚醒先行群、5 名が自己覚醒条件後、強制覚醒条件を実施する自己覚醒先行群に割り当てられた。両条件の実施には 3 日以上

間隔をあけた。

実験開始前に睡眠習慣調査票（堀，1998）により各実験参加者の習慣的な就床・起床時刻を確認し、実験期間中はその時刻に毎日、就床・起床してもらった。いずれの条件においても、睡眠日誌の記入と腕時計型活動量計（Mini-Mitter 社製 Actiwatch AW64 型，17 g）の装着を要請した。また、実験期間中は毎夜、就床 30 分前に携帯電話の電子メールを用いて就床時刻と翌朝の起床時刻を伝え、睡眠日誌の記録と確認のための返信を要請した。翌朝は強制覚醒条件では起床時刻に、自己覚醒条件では起床予定時刻の 30 分後に実験参加者に電話をかけた。その際、覚醒時刻の確認と睡眠日誌の記入を要請した。なお、朝の電話は、起床予定時刻 30 分後を予定したが、特別な用事があるときなどは実験参加者ごとに個別に対応した。また、実験期間中は、過度の運動や飲酒、カフェインやニコチンなどの覚醒作用のある飲食物の摂取を控えるよう教示した。

両条件ともに実験参加者は最終日の朝、実験室に來訪し、日中の眠気の計測を行った。ただし、自己覚醒条件の最終日において、目標起床時刻 ± 30 分以内に自己覚醒できなかった場合は自己覚醒夜を追加し、翌日以降に自己覚醒が成功した日に日中の眠気を測定した。実験参加者には起床後 2 時間以内に実験室に入室してもらい、電極を装着した。起床 3 時間後に恒常環境ボックスに入室してもらい、最初の課題セッションを行った。課題は、起床後 3，5，7，9 時間後の計 4 セッション行った。なお、課題セッション間は、恒常環境ボックス内で読書やコンピュータ作業など、覚醒度が上がらないようなものを行ってもらった。4 セッション目の測定が終了した後、恒常環境ボックスから退出してもらい、電極を脱着して実験を終了した。

分 析

睡眠日誌から、自己覚醒条件における個人毎の 7 日間の自己覚醒成功率と成功日の目標起床時刻と起床時刻の差を算出した。また、腕時計型活動量計に添付された睡眠覚醒判定プログラム（Action 3.0, Mini-Mitter 社）を用いて、活動量から各条件の最終夜（実験室前夜）の総就床時間、入眠潜時、睡眠効率、中途覚醒時間を算出した。睡眠変数に条件差がないかを確認するため、対応のある t 検定を行った。また、実験室実験前日より前の訓練期間に睡眠負債がなかったかを確認するため、総睡眠時間と睡眠効率に条件（強制覚醒，自己覚醒） $\times$ 期間（1—5 日目）の繰り返しのある 2 要因分散分析を行った。実験室実験の結果について、主観指標、行動指標、MSLT における睡眠段階 1 潜時については、条件（強制覚醒，自己覚醒） $\times$ 時間（セッション 1—4）の繰り返しのある 2 要因分散分析を行った。帰無仮説として、“強制覚醒条件と自己覚醒

条件には差がない”を、対立仮説として“強制覚醒条件と自己覚醒条件には差がある”を設定した。

結 果

本研究では、11 名が実験に参加したが、そのうち 1 名が強制覚醒条件の実験室実験当日、起床時刻前に自然覚醒した。そのため、この 1 名のデータについては、実験前日の睡眠変数と実験室実験の分析から除外した。また、1 名の実験参加者において、技術的不備が生じ、MSLT のデータが取れなかった。そのため、MSLT による睡眠段階 1 潜時の分析は残りの 9 名で行った。実験室実験当日の 1—4 セッションの実施時刻は、平均で 10 時 39 分，12 時 39 分，14 時 39 分，16 時 39 分であった。

普段の睡眠習慣

睡眠習慣調査票により得られた実験参加者の普段の就床時刻は 0 時 25 $\pm$ 28 分，起床時刻は 7 時 39 $\pm$ 36 分であった。また、普段の睡眠時間は、平日が 6.7 $\pm$ 0.2 時間，休日が 8.1 $\pm$ 0.4 時間であった。対応のある t 検定の結果、平日よりも休日の睡眠時間が有意に長かった ($t(10) = 5.164, p < .01$)。実験参加者の朝型-夜型得点は、平均 48.2 $\pm$ 6.6 点（36—58 点）であった。10 名が中間型，1 名がほぼ夜型であった。また、普段の生活において 11 名中 7 名が日中に眠気を感じることがあり，4 名が居眠りをするすることがあり，2 名が昼寝を行うことがあった。その頻度は、平均でそれぞれ 4.0，2.3，1.3 回であった。

自己覚醒の成功率と精度

Table 1 は自己覚醒週間における各個人の自己覚醒の成否と、成功した場合の実際の起床時刻から目標時刻を引いたもの（精度 Gap）である。個人毎の成功率は、平均 64.9（28.6—100）%，精度は絶対値で平均 14.8（8.6—22.5）分となっていた。また、日数毎に見てみると成功率は、1 日目で 63.6%，7 日目には 81.8% に達した。 χ^2 検定により、各日の成功者と失敗者の比率を比較したところ，7 日目において，成功した比率の方が有意に高かった ($\chi^2(1, N = 10) = 4.455, p < .05$)。

自己覚醒の精度について，1 日目の差は 16.9 $\pm$ 8.6 分であったが，それ以降徐々に減少し，7 日目では 13.1 $\pm$ 8.3 分となった。

強制覚醒先行群と自己覚醒先行群の成功率や精度に条件差がないかを確認するため，対応のない t 検定を行った。その結果，群間に有意差はなく，実験の順序効果は認められなかった。

実験室実験前の行動的睡眠変数

Table 2 は活動量計を用いて測定した実験室実験前夜の睡眠変数を示している。対応のある t 検定を行っ

Table 1
Success rate (%) and time gap (min) during the seven self-awakening days ($N=11$)

Participant No.	Days							Success rate	Mean gap ^{a)}
	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th		
1	× ++	○ (+9)	○ (+16)	○ (-3)	× ++	○ (-5)	○ (+10)	71.4	8.6
2	○ (+10)	○ (+15)	○ (+20)	○ (-5)	○ (+15)	○ (+20)	○ (+15)	100.0	14.3
3	○ (-1)	× --	○ (-16)	○ (-25)	○ (-6)	○ (-6)	○ (-1)	85.7	9.2
4	× ++	× ++	○ (+15)	× ++	× ++	× ++	○ (-30)	28.6	22.5
5	× ++	○ (-15)	× ++	× ++	○ (-10)	○ (+25)	○ (-16)	57.1	16.5
6	○ (-20)	○ (+25)	○ (+25)	× ++	× ++	○ (-10)	× ++	57.1	20.0
7	○ (+27)	○ (+25)	× ++	○ (+2)	○ (±0)	× ++	○ (+10)	71.4	12.8
8	○ (-15)	○ (+9)	○ (+6)	× ++	○ (-20)	○ (+2)	○ (-13)	85.7	10.8
9	○ (+18)	× --	○ (-15)	○ (-24)	○ (+10)	○ (+8)	○ (+3)	85.7	13.0
10	× ++	× ++	× ++	× ++	× ++	○ (+25)	○ (+20)	28.6	22.5
11	○ (-27)	× --	○ (-5)	× ++	○ (-7)	× --	× --	42.9	13.0
Success rate	63.6	54.5	72.7	45.5	63.6	72.7	81.8		
Mean gap ^{a)}	16.9	16.3	14.8	11.8	9.7	12.6	13.1		

Note. Participants No. 1 to 6 started with the forced-awakening condition, and No. 7 to 11 started with the self-awakening condition; ○ indicates successful day of self-awakening; × indicates unsuccessful day of self-awakening; () indicates the difference in awakening times on successful self-awakening days, calculated by subtracting the target awakening time from the self-awakening time; - indicates awakening before target time; + indicates awakening after target time; -- indicates awakening more than 30 min before target time; ++ indicates awakening more than 30 min after target time; ^{a)} Mean gap is calculated by the absolute value, using the data of successful days.

Table 2
Comparison of behavioral sleep variables between forced-awakening (FA) and self-awakening conditions (SA), obtained on the last day after a week of consecutive actigraphic recordings ($n=10$)

	FA		SA		<i>T</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>				
Bedtime	0:42	0:09	0:39	0:12	.295	<i>ns</i>	.602	<.10
Wake-up time	7:45	0:11	7:39	0:10	1.415	<i>ns</i>	.944	<.01
Time in bed	7:02	0:09	7:00	0:11	.248	<i>ns</i>	.972	<.01
Sleep efficiency (%)	82.7	2.2	82.2	2.7	.374	<i>ns</i>	.846	<.01
Sleep latency (min)	10.2	2.6	21.8	10.6	1.361	<i>ns</i>	.846	<.01
Movement time (min)	54.9	6.2	54.4	6.1	.099	<i>ns</i>	.846	<.01

Note. FA = forced-awakening night; SA = self-awakening night; *M* = mean; *SE* = standard error; *T* = *t* value; *P* = probability; *r* = Pearson's product moment correlation coefficient between the forced-awakening and self-awakening condition.

たところ、有意な条件差は認められなかった。

また、活動量計を用いて測定した実験室実験前日より前の 5 夜における総睡眠時間と睡眠効率について、1 名の実験参加者において 1 日間活動量計の付け忘れがあったため、9 名のデータを分析した。総睡眠時間は 1—5 夜目の強制覚醒条件でそれぞれ 5.78, 5.82, 5.98, 5.81, 5.74 時間、自己覚醒条件で 6.14, 5.82, 6.03, 5.77, 6.04 時間であった。5 日間の平均は強制覚醒条件で 5.83 時間、自己覚醒条件で 5.96 時間となっており、その差は 8.2 分であった。睡眠効率については、1—6 日目の強制覚醒条件でそれぞれ、85.7, 79.8, 82.7, 83.6, 82.9%, 自己覚醒条件で 81.0, 78.6, 83.2, 78.9, 81.3% であった。5 日間の平均は強制覚醒条件で 82.9%, 自己覚醒条件で 80.6% となっており、その差は 2.3% であった。分散分析の結果、総睡眠時間と睡眠効率に条件の主効果および条件と期間の交互作用は認められなかった。

眠気の実験室測定

Figure 1 は、実験室実験における日中の MSLT による睡眠段階 1 潜時(a), VAS による主観的眠気(b), 疲労(c)を示したものである。

MSLT における睡眠段階 1 潜時に対して分散分析を行った結果、条件と時間の主効果は認められなかった

が、交互作用が認められた ($F(3, 24) = 4.208, p < .05, \epsilon = .669$)。Bonferroni による多重比較の結果、自己覚醒条件において、1 セッション目と比較して 3 セッション目の眠気が強かった ($p < .01$)。

主観的眠気において、時間の主効果が認められた ($F(3, 27) = 5.881, p < .01, \epsilon = 1.000$)。1 セッション目と比較して 2, 3, 4 セッション目の眠気が強かった ($ps < .05$)。条件の主効果および条件と時間の交互作用は認められなかった。

また、主観的疲労に条件の主効果が認められ ($F(1, 9) = 5.728, p < .05, \epsilon = 1.000$)、自己覚醒条件の方が強制覚醒条件より疲労が少なかったことが示された。また、時間の主効果も認められた ($F(3, 27) = 11.447, p < .01, \epsilon = .483$)。多重比較の結果、1, 2 セッション目と比較して、4 セッション目の疲労が強かった。一方、条件と時間の交互作用は認められなかった。

主観的気分と課題意欲については、条件と時間の主効果、および交互作用は認められなかった。

聴覚単純反応課題、文字抹消課題においても、主効果および交互作用は認められなかった。一方、符号課題に時間の主効果が認められた ($F(3, 27) = 8.245, p < .001, \epsilon = 1.000$)。下位検定の結果、1, 2 セッション目と比較して、4 セッション目の正答数が多かった ($p < .05$)。条件の主効果と条件と時間の交互作用は認

Figure 1. Sleep stage 1 latency on MSLT (a), subjective sleepiness (b) and fatigue (c) in the daytime for the forced-awakening and self-awakening conditions.

Note. The vertical lines are standard errors; ○ indicates Forced-awakening condition; ● indicates Self-awakening condition.

められなかった。

考 察

本研究では、自己覚醒習慣がない者を対象に自己覚醒が日中の眠気に及ぼす影響を検討した。

自己覚醒条件において、自宅で自己覚醒の訓練を7日間行った。この7日間の基準としては、実験前の睡眠の質や量が、睡眠内容や日中の眠気に影響を及ぼすことから、これをなくすため生活統制を1週間行うこととしたが、この日数と合わせて自己覚醒訓練を行った。その結果、7日目には81.8%が自己覚醒に成功しており、成功者の割合は失敗者よりも有意に多かった。また、自己覚醒が成功した者の目標時刻と実際の起床時刻の差は、7日目で13分であった。7日間の訓練による成功の向上率は18.2%に達し、時刻差は3.8分改善したが、個人間で見ると7日間の成功率は28.6%—100%、時刻差については8.6分—22.5分と個人差が大きかった。これらのことから、自己覚醒を企図するだけの訓練でも、全体として一定の効果はあるものの、個人によってその効果は異なるといえるだろう。また、自己覚醒習慣がある者を対象に、自宅で±30分の誤差を成功基準とした Moorcroft, Kayser, & Griggs (1997) の研究によると、成功率は80%、平均誤差は3.5分であった。本研究における訓練7日目の成功率はこれとほぼ同等であったが、目標と実際の覚醒時刻の差には10分の違いが生じていた。本研究では、自己覚醒習慣がない者に7日間の訓練を行ったが、訓練の効果があまり見られなかった者も存在し、彼らが訓練日数の不足で成功率や精度が低かった可能性を考えると、訓練期間を延長し、より長期的な検討を行うことで、習慣を持つ者と持たない者の差が縮まることが考えられる。また、動機づけを高めることで自己覚醒の成功率が向上するという報告 (Lavie et al., 1979) もあることから、それを取り入れるなどし、短期間でより効果的な訓練法を検討し、自己覚醒の習慣形成につなげていく方法を確立する必要があるだろう。

実験室実験前夜の睡眠内容について、従来の研究において、覚醒時刻を企図して眠ると、入眠潜時の延長 (Lavie et al., 1979) や中途覚醒の増加 (Hono et al., 1991)、深睡眠の減少 (渡辺, 1969) が生じることが報告されてきた。一方、本研究では強制覚醒条件と自己覚醒条件の睡眠変数に差がないという帰無仮説が採択され、両条件に差があったとした対立仮説は採択されなかった。このことから、本研究の手続きにおいて覚醒時刻を企図しても、先行研究のような睡眠内容の悪化が見られないことが示された。この不一致については、普段どおりの生活と自己覚醒訓練の二つの効果が混在している可能性がある。睡眠内容が悪化した上記の先行研究では普段とは異なる時刻に就床あるいは起

床していた。これに対して、本研究の実験参加者は、普段の生活時刻に合わせて就床・起床していた。さらに、自己覚醒習慣を持つ者の睡眠ポリグラムを測定した Matsuura et al. (2002) によれば、普段の生活どおりに自己覚醒を企図しても、睡眠内容はほとんど悪化しなかった。このことから、自己覚醒習慣がない者でも、自己覚醒を1週間訓練することで覚醒時刻の企図に慣れ、睡眠内容の悪化が認められなかったと考えられる。しかし、本研究と同様、自己覚醒の習慣を持たない者を対象として、普段の就床・起床時刻に合わせて自己覚醒を企図してもらい、これを3日間連続して実施した研究によれば、睡眠段階1および4潜時が延長する傾向にあり、レム睡眠も減少する傾向にあった (Ikeda & Hayashi, 2010)。このことから、自己覚醒の習慣がなく、訓練期間が十分でない場合には、普段どおりの生活に合わせて自己覚醒を企図した場合でも、夜間睡眠の内容が悪化すると考えられる。すなわち、本研究結果と先行研究との不一致は、普段どおりの生活の影響よりも、自己覚醒訓練の影響の方が強かったことが示唆される。今後、これらの二つの影響について詳細に検討するためには、覚醒時刻を普段とは異なる時刻にして訓練を行う必要があるだろう。また、本研究では腕時計型活動量計で夜間睡眠を測定したため、自己覚醒の深睡眠への影響については検討することができなかった。今後、睡眠ポリグラフィを用いて、このことを確認する必要があるだろう。

日中の眠気について、先行研究と同様に本研究でも午前と比較して午後の主観的眠気が強いことが示された。これに対し、自己覚醒習慣を持つ者は持たない者と比べて、日中の居眠りが少ないという調査報告 (Matsuura et al., 2002) から、自己覚醒習慣がない者でも自己覚醒することで日中の眠気が緩和されると考えた。しかしながら、日中の主観的眠気や行動指標、睡眠段階1潜時に有意な条件差はなく、自己覚醒による日中の眠気予防の効果は認められなかった。この理由として、日中の眠気予防効果は自己覚醒習慣を形成しないと得られないことが考えられる。本研究では、7日間の訓練を実施したが、少なくともこの日数では習慣形成することができず、日中の眠気低減効果が得られなかったであろう。また、本研究における実験参加者の日常的な睡眠時間は平日で平均6.7時間となっていたが、統制期間中における実験参加者の客観的睡眠時間は両条件ともに平均で6時間となっていた。睡眠時間の減少は日中の眠気の増加につながり、実際に日中の睡眠段階1潜時は5分未満と短く、過剰な眠気 (Thorpy, 1992) が生じていたことが考えられる。このため、非常に強い眠気が生じ、自己覚醒の効果があったとしてもそれがマスキングされた可能性も考えられる。

一方で、日中の疲労は自己覚醒条件の方が強制覚醒

条件より少なかった。先行研究において、自己覚醒直後の疲労は強制覚醒直後より少ないことが報告されており (Ikeda & Hayashi, 2010), 本研究の成果はこれを発展させる結果であった。しかしながら、自己覚醒により疲労が低減する理由は明らかにされていない。一つの理由として、翌朝の覚醒時刻を企図すると、起床前に ACTH の分泌が急激に促進するという生理的变化が生じることが報告されている。ACTH は、ストレスを受けると分泌され、ストレス緩和につながることから、このような生理反応が自己覚醒することで生じ、その効果が日中疲労にも影響を及ぼした可能性が考えられる。このことについては、今後更なる研究が必要であるだろう。

本研究では覚醒法を強制覚醒、自己覚醒、自然覚醒の三つに分けたが、今後自己覚醒訓練による習慣化を考えると、それらだけでは分類できない覚醒が生じることも考えられる。例えば、自己覚醒訓練による睡眠覚醒習慣の規則化によって、特定時刻に起きるつもりがなくても目覚めることがあるだろう。これは、“あらかじめ決めた” 特定の時刻に自発的に覚醒するという自己覚醒の定義には当てはまらず、また、覚醒時刻を決めずに“不特定の時刻” に生じる自然覚醒の定義にも当てはまらない、いわば習慣的覚醒といえるかもしれない。今後は、自己覚醒の概念についても深く検討していく必要があるだろう。

以上により、自己覚醒習慣がない者でも、7 日間の自己覚醒訓練を行うことで成功率が向上し、睡眠内容が悪化しないこと、また、日中の眠気の減少は認められないものの、疲労が少なくなることが示された。これにより、自己覚醒は睡眠慣性を低減し快適に覚醒できるだけでなく (Ikeda & Hayashi, 2010), 訓練することで日中疲労の予防につながりうる覚醒法であると考えられる。これは、自己覚醒が生活の質 (QOL) の向上の一助となることを示唆している。

引用文献

- Bell, C. R. (1980). Awakening from sleep at a pre-set time. *Perceptual and Motor Skills*, **50**, 503-508.
- Born, J., Hansen, K., Marshall, L., Mölle, M., & Fehm, H. L. (1999). Timing the end of nocturnal sleep. *Nature*, **397**, 29-30.
- Carskadon, M. A. (1989). Ontogeny of human sleepiness as measured by sleep latency. In D. F. Dinges & R. J. Broughton (Eds.), *Sleep and alertness: Chronobiological, behavioral and medical aspects of napping*. New York: Raven Press. pp. 53-69.
- Carskadon, M. A., & Dement, W. C. (1979). Effects of total sleep loss on sleep tendency. *Perceptual and Motor Skills*, **48**, 495-506.
- Casagrande, M., Violani, C., Curcio, G., & Bertini, M. (1997). Assessing vigilance through pencil and paper letter cancellation task (LCT): Effects of one night of sleep deprivation and of the time of day. *Ergonomics*, **40**, 613-630.
- Giannotti, F., Cortesi, F., Sebastiani, T., & Ottaviano, S. (2002). Circadian preference, sleep and daytime behaviour in adolescence. *Journal of Sleep Research*, **11**, 191-199.
- 林 光緒 (2008). 覚醒と眠気の評価法 堀 忠雄 (編) 睡眠心理学 北大路書房 pp. 251-266.
- (Hayashi, M.)
- Hayashi, M., Matsuura, N., & Ikeda, H. (2010). Preparation for awakening: Self-awakening vs. forced awakening: Preparatory changes in the pre-awakening period. In A. Clow & L. Thorn (Eds.), *International review of neurobiology*. Vol. 93. *Science of awakening*. New York: Academic Press. pp. 109-127.
- Hono, T., Hiroshige, Y., & Miyata, Y. (1991). Nocturnal sleep at a predetermined time in healthy undergraduate students. *Kawasaki Medical Welfare Journal*, **1**, 209-215.
- 堀 忠雄 (1998). 睡眠習慣の実態調査と睡眠問題の発達の検討 平成 7 年度—平成 9 年度文部科学省科学研究費補助金 (基盤研究(A)) 研究成果報告書 (Hori, T.)
- Horne, J. A., & Reyner, L. A. (1995). Sleep related vehicle accidents. *British Medical Journal*, **310**, 565-567.
- Ikeda, H., & Hayashi, M. (2010). The effect of self-awakening from nocturnal sleep on sleep inertia. *Biological Psychology*, **83**, 15-19.
- 石原 金由・宮下 彰夫・犬上 牧・福田 一彦・山崎 勝男・宮田 洋 (1986). 日本語版朝型-夜型 (Morningness-Eveningness) 質問紙による調査結果 心理学研究, **57**, 87-91.
- (Ishihara, K., Miyashita, A., Inugami, M., Fukuda, K., Yamazaki, K., & Miyata, Y. (1986). The results of investigation by the Japanese version of Morningness-Eveningness Questionnaire. *Japanese Journal of Psychology*, **57**, 87-91.)
- Jewett, M. E., Dijk, D. J., Kronauer, R. E., & Dinges, D. F. (1999). Dose-response relationship between sleep duration and human psychomotor vigilance and subjective alertness. *Sleep*, **22**, 171-179.
- 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.
- (Kaida, K., Nittono, H., Hayashi, M., & Hori, T. (2001). Preventive effects of self-awakening on sleep inertia a short nap. *Japanese Journal of Physiological Psychology and Psychophysiology*, **19**, 7-14.)
- Lavie, P., Oksenberg, A., & Zomer, J. (1979). "It's time, you must wake up now". *Perceptual and Motor Skills*, **49**, 447-450.
- Levine, T., Roehrs, T., Zorick, F., & Roth, T. (1988). Daytime sleepiness in young adults. *Sleep*, **11**, 39-46.
- Manber, R., Bootzin, R. R., Acebo, C., & Carskadon,

- M. A. (1996). The effects of regularizing sleep wake schedules on daytime sleepiness. *Sleep*, **19**, 432-441.
- Matsuura, N., Hayashi, M., & Hori, T. (2002). Comparison of sleep/ wake habits of university students with or without a habit of self-awakening. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, **56**, 223-224.
- 松浦 倫子・林 光緒・堀 忠雄 (2002). 習慣的自己覚醒が終夜睡眠の経過と主観的評価に及ぼす影響 生理心理学と精神生理学, **20**, 61-69.
(Matsuura, N., Hayashi, M., & Hori, T. (2002). The effect of habitual self-awakening on sleep processes and subjective ratings of nocturnal sleep. *Japanese Journal of Physiological Psychology and Psychophysiology*, **20**, 61-69.)
- 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.
- Nugent, A. M., Gleadhill, I., McCrum, E., Patterson, C. C., Evans, A., & Macmahon, J. (2001). Sleep complaints and risk factor for excessive daytime sleepiness in adult male in northern Ireland. *Journal of Sleep Research*, **101**, 69-74.
- Rechtschaffen, A., & Kales, A. (1968). *A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects*. Washington, DC: National Institute of Health.
- Roth, T., Roehrs, T., Carskadon, M. A., & Dement, W. C. (1989). Daytime sleepiness and alertness. In M. H., Kyger, T. Roth, & W. C. Dement (Eds.), *Principles and practice of sleep medicine*. Philadelphia: W.B. Saunders Co. pp. 14-23.
- Tassi, P., & Muzet, A. (2000). Sleep inertia. *Sleep Medicine Review*, **4**, 341-353.
- Thorpy, M. J. (1992) The clinical use of the multiple sleep latency test. *Sleep*, **15**, 268-276.
- 渡辺 博 (1969). 注意睡眠の神経機序に関する臨床的研究 精神神経学雑誌, **71**, 631-652.
(Watanabe, H. (1969). A clinical study on the phenomenon of awaking at a pre-determined time (sommeil attentif). *Seishin Shinkeigaku Zasshi*, **71**, 631-652.)
- Wechsler, D. (1958). *The measurement and appraisal of adult intelligence*. 4th ed. Baltimore: Williams Wilkins.

—— 2010. 4. 20 受稿, 2011. 11. 5 受理 ——