

機関番号：32645

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20730401

研究課題名 (和文) 夜勤中の仮眠直後に生じる睡眠慣性がエラー反応後の認知的処理に及ぼす影響

研究課題名 (英文) The effects of sleep inertia immediately after the nighttime nap on error monitoring functions.

研究代表者

浅岡 章一 (ASAOKA SHOICHI)

東京医科大学・医学部・助教

研究者番号：80386656

研究成果の概要 (和文)：本研究では、覚醒時間延長中におけるエラー後の認知的処理機能に与える夜間の仮眠の影響について検討した。エラー後の認知的処理と関連する事象関連電位 (ERN/Ne および Pe) の振幅を、深夜 1:00～2:00 まで仮眠をとった群と休憩のみをとった群において比較した。深夜に実施した認知課題における反応の正確性は、仮眠をとった群で高くなっていた。しかし、ERN/Ne と Pe の振幅に対しては仮眠の効果は認められなかった。

研究成果の概要 (英文)：We explored the effects of a 1-h nap on error-monitoring function during a period of extended wakefulness, using two event-related potentials, i.e., error negativity/error-related negativity (Ne/ERN) and error positivity (Pe). Participants performed a stimulus-response compatibility task (the arrow-orientation task) before (21:00) and after (02:00, 03:00) the nap or awake-rest period. The participants who took a nap showed more correct responses than those who had a rest during the test period started at 03:00. However, concerning to Ne/ERN and Pe, there were no significant differences between the two groups.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	200,000	60,000	260,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：生理心理学, 睡眠科学

科研費の分科・細目：心理学・社会心理学

キーワード：睡眠科学, エラー, 事象関連電位, 睡眠慣性

## 1. 研究開始当初の背景

自損事故やメータの読み取りミスなど、エラーの発生頻度を時間帯別に集計しグラフ化すると、明け方と午後 2 時頃にピークをもつ。これは、眠気の日内変動と非常に類似した形であり、エラーの発生頻度と眠気の強い関連を示唆している

(Mitler &amp; Miller, 1996).

事故の防止という観点から考えると、エラー数の低減と同様、「エラーをした事にすぐに気づくかどうか(エラー反応のモニタリング)」や「エラーへの注意配分」も重要な問題である。近年、エラー反応の脳内モニタリングを反映

する事象関連電位 (ERN/Ne: error-related negativity/ error negativity) と、エラーに対する注意配分量を反映する事象関連電位 (Pe: error positivity) が発見され、エラー反応に対する認知的処理に関する研究は急速に増えている。

眠気がこの認知的処理機能に与える影響についても、幾つかの研究で検討されており、それらの研究では、20 時間の断眠では、エラーに対する注意配分量の低下が (Murphy et al., 2006), 24 時間以上の断眠では、エラー検出とエラーに対する注意配分量の両方が障害されると報告されている (Scheffers et al., 1999; Tsai et al., 2005). 我々も、日中の仮眠がエラー反応に対する認知的処理に与える影響を検討し、日中の 1 時間の仮眠直後では Pe 振幅の低下が認められ、睡眠慣性 (起床後に眠気が残る状態) によってエラーへの注意配分量が低下することを明らかにしている (Asaoka et al., 2010).

## 2. 研究の目的

2 交替制勤務の看護師などでは、夜勤中に仮眠をとることが多い。この夜勤中の仮眠は、明け方の眠気を低減させ、パフォーマンスの維持に効果的だと報告されている (e.g., Sallinen et al., 1998; Purnell et al., 2002). しかし、これまでに深夜帯の仮眠が夜勤中のエラー反応の脳内モニタリングに与える効果は検討されていない。また、深夜や明け方といった、深部体温が低い時間帯に起床した際には、強い睡眠慣性が生じると報告されているため (Dinges et al., 1985; Naitoh et al., 1993), 深夜帯の仮眠直後には、その睡眠慣性によってエラー反応のモニタリングも障害される可能性がある。そこで、本研究では、夜勤を模した覚醒時間延長中におけるエラー反応の脳内モニタリング機能に与える仮眠とその後の睡眠慣性の影響について検討した。

## 3. 研究の方法

睡眠障害や仮眠の習慣が無い 20 名 (男 14, 女 6, 21.30 ± 1.03 歳) を被験者とした。実験 3 日前から、実験当日まで被験者には 24:00~7:00 の睡眠をとるように指示し、それ以外の時間帯における仮眠は禁止した。実験当日、半数の 10 名には深夜 1 時から 1 時間の仮眠をとらせ (nap 群), 残りの 10 名には、仮眠の代わりに休憩をとらせた (rest 群)。

いずれの被験者に対しても、仮眠/休憩前に 1 session (baseline: 21:00-), 仮眠/休憩後に 2 session (起床直後: 2:00-, 起床 1 時間後: 3:00-), 約 30 分間の認知課題を実施した。課題には、Arrow-Orientation 課題を用いた。この課題では、500ms のブランクの後、300ms 注視点が提示された。その後、注視点の上下いずれかの位置に上向きか下向きの矢印が 200ms 提示された。被験者には、提示位置を無視して、矢印の向いている方向に対応したボタンを押すよう指示した (図 1)。試行数は 1 session につき 1200 試行

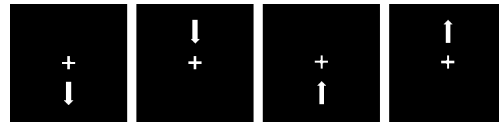


図 1. Arrow-Orientation 課題の刺激に用いた 4 種類の画像。左 2 つの画像のいずれかが提示された際は下のボタンを、右の 2 つの画像の場合は上ボタンを押して反応する。両外側の刺激が一致刺激、内側の 2 つが不一致刺激。

(300 試行×4 block) であった。課題中および仮眠/休憩中の脳波 (EEG; C3, C4, Pz, Oz, FCz) を両耳朶 (A1, A2) の平均電位を基準として導出した。また、眼電図 (EOG), 頤筋の筋電図 (EMG) も記録した。

分析では、正反応時の反応時間と正反応数を、session, 刺激の種類 (呈示位置と矢印の方向の一致・不一致) ごとに算出し、3 要因 [群(nap/rest) × session × 刺激の種類] 反復測定分散分析を用いて検定を行った。

課題中の脳波を不一致刺激に対するキー押し反応をトリガとして、正反応、誤反応それぞれで加算平均したのち、差波形 (誤反応 - 正反応) を算出し、ERN と Pe の振幅を求めた。ベースラインは反応前 600-400ms 間の平均電位とし、検定には、session を要因とした 2 要因 (nap/rest × session) の反復測定分散分析を用いた。なお、ERN の振幅は、FCz における反応前 100ms 間の陽性最大値と反応後 200ms 間の陰性最大値との差とし、Pe に関しては Pz における反応後 200-400ms の平均電位を振幅の指標とした。

## 4. 研究成果

### (1) 結果

Nap 群の深夜帯の仮眠における総睡眠時間は平均 53.2 分であった。各睡眠段階の占める時間は、段階 1 が 5.5 分、段階 2 が 24.5 分、段階 3 が 20.4 分、段階 4 が 2.8 分であった。REM 睡眠はいずれの被験者においても認められなかった。

分散分析の結果、正反応時間に対して刺激の種類の主効果が認められ、不一致刺激と比較して、一致刺激に対する反応時間が有意に短いことが示された [F (1, 18) = 240.02,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.93$ ]. Session の主効果も認められ、session 1, 2, 3 となるにつれ、反応時間が遅延していた [F (2, 36) = 15.10,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.46$ ]. Session×刺激の種類の変異作用も有意であった [F (2, 36) = 9.30,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.34$ ]. 下位検定の結果、一致刺激においては session 1 と比較して、session 2, 3 での反応時間が遅延していたが、不一致刺激においては session 2 における反応時間が session 1,3 と比較して遅延していた (図 2)。

反応の正確性に関しては、分散分析の結果、不一致刺激に対する正反応数の少ないことが示された [ $F(1, 18) = 68.13, p < 0.001, \eta^2 = 0.79$ ]. 正反応数に対しても session の主効果 [ $F(2, 36) = 3.59, p < 0.05, \eta^2 = 0.17$ ] が認められ、session 1 と比較して session 3 における正反応数が減少していた。また、群 (nap/rest) × session の交互作用も有意であり [ $F(2, 36) = 4.38, p < 0.05, \eta^2 = 0.20$ ], session 3 においては、nap 群のほうが rest 群よりも正反応数の多いことが示された (図 3)。

各 session における ERP 波形を図 4 に示した。ERN/Ne の振幅に関しては、有意な主効果および交互作用は認められなかった。Pe の振幅は、session 1 と比較して session 2, 3 で減衰していたが [ $F(2, 36) = 6.95, p < 0.01, \eta^2 = 0.28$ ], 群の主効果および交互作用は認められなかった。

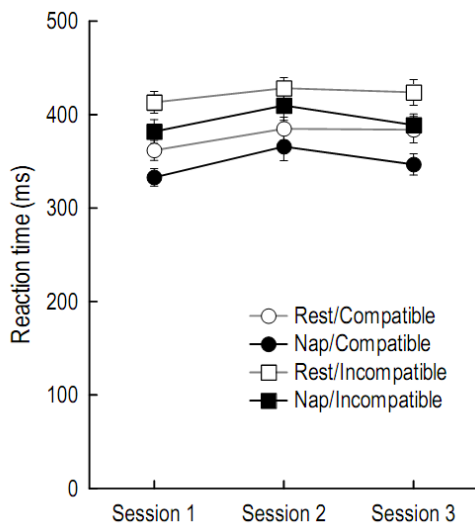


図 2. 各 session における反応時間

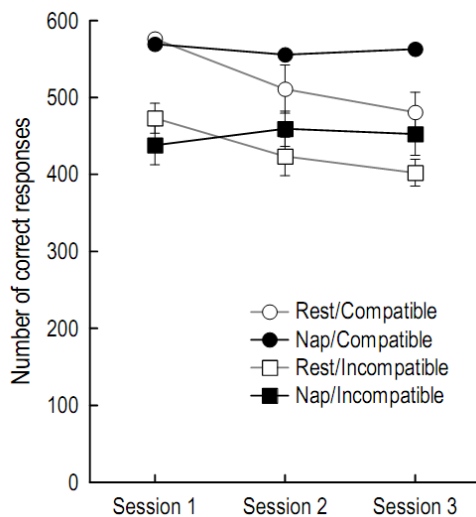


図 3. 各 session における正反応数

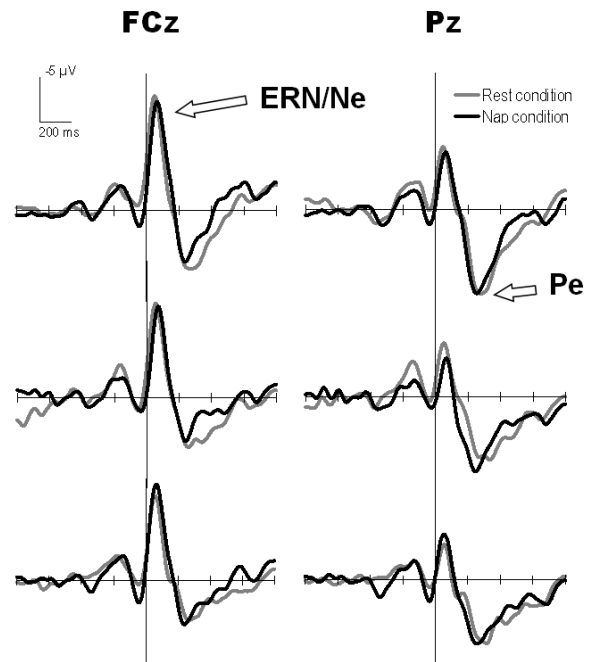


図 4. 各 session における ERP. 上段から session 1, 2, 3 の順

## (2) 考察

これまでの研究で、20 時間程度の連続覚醒をした際には、エラー反応への注意配分を反映する Pe の振幅は減衰するが、エラー検出機能を反映する ERN/Ne の振幅は減衰しないと報告されている (Murphy et al., 2006). 本研究の結果も、この先行研究の結果と一致するものとなった。また、反応時間と正答数に関しても、session の主効果が認められ、覚醒時間の延長に伴う認知機能の低下を示唆する結果となった。

先行研究では、このような夜勤中のパフォーマンス減衰に対して、仮眠が有用だと報告されているため (e.g., Sallinen et al., 1998; Purnell et al., 2002), 本研究でも覚醒時間の延長に伴うパフォーマンスの減衰を仮眠が食い止めると予想された。しかし、実験の結果、仮眠の有意な効果が認められたのは反応の正確性に関してのみであった。したがって、深夜帯の 1 時間の仮眠はその後の認知課題における反応の正確性を維持する効果はあるものの、エラー反応に対する注意配分の減少を食い止めるだけの効果は期待できないことが示唆された。

一方、仮眠/休憩直後の session においては、睡眠慣性の影響によって、仮眠をとった群のパフォーマンスやエラー反応のモニタリング機能が悪化する可能性も考えられたが、そのような傾向も認められなかった。日中に実施した過去の研究 (Asaoka et al., 2010) では、睡眠慣性時と比較対象となる条件での覚醒が比較的高いと考えられるパラダイムなのに対して、本研究では覚醒時間の延長により比較対象となる rest 群の覚醒水準は高いとは言えない。

したがって、rest 群のパフォーマンスも眠気によって悪化していたために、睡眠慣性の影響が表に現れなかった可能性は否定できない。この点については今後の検討が必要であろう。

### (3) 引用文献

Mitler MM, Miller JC. Methods of testing for sleepiness [corrected] Behav Med 1996;21:171-183.

Scheffers MK, Humphrey DG, Stanny RR, Kramer AF, Coles MG. Error-related processing during a period of extended wakefulness. Psychophysiology 1999;36:149-157.

Tsai LL, Young HY, Hsieh S, Lee CS. Impairment of error monitoring following sleep deprivation. Sleep 2005;28:707-713.

Murphy TI, Richard M, Masaki H, Segalowitz SJ. The effect of sleepiness on performance monitoring: I know what I am doing, but do I care? J Sleep Res 2006;15:15-21.

Asaoka S, Masaki H, Ogawa K, Murphy TI, Fukuda K, Yamazaki K. Performance monitoring during sleep inertia after a 1-h daytime nap. J Sleep Res 2010;19:436-443.

Sallinen M, Harma M, Akerstedt T, Rosa R, Lillqvist O. Promoting alertness with a short nap during a night shift. J Sleep Res 1998;7:240-247.

Purnell MT, Feyer AM, Herbison GP. The impact of a nap opportunity during the night shift on the performance and alertness of 12-h shift workers. J Sleep Res 2002;11:219-227.

Dinges DF, Orne MT, Orne EC. Assessing performance upon abrupt awakening from naps during quasi-continuous operations. Behav Res Meth Instr Comp 1985;17:37-45.

Naitoh P, Kelly T, Babkoff H. Sleep inertia: best time not to wake up? Chronobiol Int 1993;10:109-118.

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 8 件)

Asaoka, S., Masaki, H., Ogawa, K., Murphy, T. I., Fukuda, K., and Yamazaki, K. 2010 Performance monitoring function during sleep inertia after a 1-hour daytime nap. Journal of Sleep Research, Vol. 19, p436-443.

Asaoka, S., Kazuyoshi, N., Tsuiki, S., Komada, Y., and Inoue, Y. 2010 Excessive daytime sleepiness among Japanese public transportation drivers engaged in shiftwork. Journal of Occupational and Environmental Medicine, Vol. 52, No .8, p813-818.

Asaoka, S., Komada, Y., Fukuda, K., Sugiura,

T., Inoue, Y., and Yamazaki, K. 2010 Exploring the daily activities associated with delayed bedtime of Japanese university students. The Tohoku Journal of Experimental Medicine, Vol. 221, p245-249.

浅岡章一・駒田陽子・大川匡子・井上雄一 2010 睡眠障害と交通安全 国際交通安全学会誌 (IATSS Review), Vol. 35, p8-13.

[学会発表] (計 14 件)

浅岡章一・阿部高志・福田一彦・井上雄一 眠気による認知的パフォーマンスの減衰—エラーモニタリングに着目して— 日本睡眠学会第 35 回定期学術集会 (名古屋) 2010. 7. 1-2.

浅岡章一・阿部高志・福田一彦・井上雄一 エラーモニタリング機能に与える覚醒時間延長の影響 -行動指標および P3 との脆弱性の比較- 第 28 回日本生理心理学会大会 (水戸) 2010. 5. 15-16.

浅岡章一・井上雄一・福田一彦 深夜帯の仮眠後における睡眠慣性がエラー反応後の認知的処理に与える影響 第 39 回日本臨床神経生理学会学術大会 (北九州) 2009. 11. 18-20.

浅岡章一・井上雄一・福田一彦 深夜帯における 1 時間の仮眠がエラー反応後の認知的処理過程に与える影響 日本睡眠学会 34 回定期学術集会 (大阪) 2009. 10. 24-27.

浅岡章一・井上雄一・福田一彦 深夜帯の仮眠がエラーのモニタリング機能に与える効果 第 27 回日本生理心理学会大会 (京都) 2009. 5. 16-17.

[図書] (計 5 件)

浅岡章一・井上雄一 2011 交通事故ならびに社会的機能障害, 井上雄一・山城義広 (編) 「睡眠呼吸障害 Update 2011」, ライフサイエンス, p116-119.

浅岡章一・井上雄一 2010 睡眠制御の神経機構 (I-C-3), 神庭重信・加藤忠史 (編) 「精神科臨床リュミエール 16 巻 脳科学エッセンシャル -精神疾患の生物学的理解のために」, 中山書店, p27-28.

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

浅岡 章一 (ASAOKA SHOICHI)

東京医科大学・医学部・助教

研究者番号 : 80386656