

短時間仮眠は単語のイメージ性に関わらず 記憶高進の生起を高めるのか？¹

杉澤 賢実²・安 正鎬³・成澤 元⁴・高橋 敏治³

要旨

記憶成績の向上には、仮眠、材料の単語のイメージ性、記憶高進という現象が関係する。本実験では徐波睡眠が出現しない入眠時間を含む30分仮眠で検討した。参加者は、男性7名女性11名であった。実験条件は、仮眠(仮眠・覚醒)、単語のイメージ性(高・低)とテスト回数(1回から5回)とした3要因混合計画で実施した。単語は予備調査で抽出した高イメージ単語15単語、低イメージ単語15単語の計30単語を用いた。仮眠群は30分の仮眠を、覚醒群は休息として音楽を聴きながら30分を過ごしてもらった。分析の結果、仮眠の有無による群間の有意差は認められなかった。テストごとの正答数においてテストの主効果が有意であった。多重比較の結果1回目のテストより5回目のテストの正答数が多かった。記憶高進が確認されたため、短時間眠るよりもテストを繰り返し実施するほうが記憶の向上により効果があると考えられる。本実験では短時間仮眠の有無によって記憶高進の生起に差は見られなかったが、徐波睡眠を含む30分以上仮眠などの記憶高進現象への影響をさらに検討する必要がある。

キー・ワード：短時間仮眠、記憶高進、イメージ性、徐波睡眠、テスト間回復

仮眠による眠気と記憶への効果

午後になると強い眠気が生じるという経験は誰も経験したことがあるだろう。この眠気にうまく対処できないと作業効率の低下や、居眠り運転といった人命にかかわる事故につながることもありうる。眠気への対抗策として短時間仮眠が検討されている。短時間仮眠とは入眠潜時を除く20分程度の仮眠のことを指す。短時間である理由は堀(2012)によると長すぎる仮眠は徐波睡眠の出現をもたらし、その結果生じる睡眠慣性といった悪影響が生じるからであるとされる。徐波睡眠は睡眠段階の中でも深い眠りに該当する。林(2008)によると徐波睡眠はホメオスタシスによる影響を受けており、覚醒から夜眠るまでの時間が長いほど出現量は増加する。そのため午後から夕方に徐

波睡眠が出現するほどの長い仮眠をとると夜間睡眠時の徐波睡眠出現量が減少し、寝つきの悪さや眠りが浅くなるといった悪影響が生じる。実際にどれくらいの長さの仮眠をとると徐波睡眠が出現するかを調べたFushimi & Hayashi (2008)の報告によると、大学生を対象に仮眠時間別に睡眠内容を分析した結果、15-20分の仮眠をとった参加者の17%に徐波睡眠が出現し、25分以上になると徐波睡眠が出現した参加者は50%を超えた。これより25-30分の長さの仮眠は夜間睡眠に悪影響を及ぼしうると考えられる。ここで述べている仮眠時間は、実際には入眠までに要する時間(睡眠潜時)が加わるため、正常者の入眠潜時である10分程度の時間を加味した仮眠時間、つまり30分以内が適切と考えられる。

睡眠慣性とは睡眠から覚醒後に強い眠気のため再入眠してしまう現象である。林・堀(2007)によると仮眠時間が長く徐波睡眠が含まれると影響は強まるとされる。また仮眠習慣によっても強さの程度が異なり、仮眠の習慣がない場合は、特に

¹ 本研究の一部は、日本睡眠学会第43回定期学術集会で発表した。

² フューチャー・アンティークス株式会社

³ 法政大学人文科学研究科心理学専攻

⁴ 愛知淑徳大学心理学部

仮眠から覚醒後に睡眠慣性が生じることが多い。その他にも仮眠からの覚醒方法が関係し、甲斐田他（2001）では実験者が参加者を起こす場合と参加者が自分で覚醒する場合では、実験者に起こされたほうが睡眠慣性は強く生じたという結果を報告した。睡眠慣性が強い、つまり覚醒後も眠気が強ければ再入眠の可能性があり、もし再入眠してしまうと仮眠時間は長くなってしまふ。

また睡眠時間とは別に仮眠によって眠気を抑制するには睡眠段階2が必要であるとする考え方もある。Hayashi et al. (2005) では、睡眠段階1を5分とった仮眠群と睡眠段階2を追加で3分とった仮眠群の間で眠気を比較した結果、睡眠段階2を含む仮眠をとった群のほうが眠気が抑制され、疲労感も軽減していた。

仮眠は眠気対策だけでなく記憶にも影響を及ぼすことが報告されており、仮眠をとることによって特に宣言記憶成績が向上したと報告した研究が複数ある。勝間田他（2012）では、仮眠群の参加者の中でも徐波睡眠が出現した深い仮眠をとった群のほうが仮眠をとっていない群や徐波睡眠の出現していない浅い仮眠群よりも成績が高いという結果を示した。Schabus et al. (2005) では徐波睡眠をとったほうがとらなかった場合よりも成績が向上し、総睡眠時間と記憶成績の向上の間に正の相関があると報告した。Tucker et al. (2006) では仮眠をとることによって宣言記憶成績が向上したが手続き記憶課題の成績は向上しなかったという結果を報告した。また Tucker & Fishbein (2008) では学習した単語対のうち、仮眠前にテストを行った単語対は仮眠によって成績が向上したが、仮眠後に初めてテストした単語対では成績の向上はみられないという結果を報告した。これらの結果をまとめると徐波睡眠の出現が宣言記憶課題成績の向上に影響を与えているということになる。

仮眠と宣言的記憶における問題点

上述のように複数の研究で仮眠による宣言記憶成績の向上が報告されているが、二つの問題点が考えられる。一つ目の問題点として仮眠の長さが挙げられる。Schabus et al. (2005), Tucker et al. (2006), Tucker & Fishbein (2008) では60分の仮

眠が設けられている。この長さの仮眠では徐波睡眠への到達が容易であるため、夜間睡眠に悪影響が生じることが考えられる。実際に Schabus et al. (2005) では18名中11名、Tucker et al. (2006) と Tucker & Fishbein (2008) では眠った参加者は全員徐波睡眠へと到達していた。また仮眠時間が30分と他の研究よりも短い勝間田他（2012）であっても17名中8名が徐波睡眠へ到達した。これらの結果に基づき60分の仮眠をとって記憶成績を向上させようとする、徐波睡眠の出現によって睡眠慣性や夜間睡眠時の入眠困難が生じてしまい元々の睡眠リズムがずれてしまう原因となりうる。また勝間田他（2012）の結果をもとに30分の仮眠をとったとしても必ずしも徐波睡眠が出現するとは限らないため記憶成績の向上が得られない可能性がある。二つ目として課題内容に対する学習方法が挙げられる。宣言記憶課題として対連合課題がよく用いられ、学習時には単語のイメージ化が用いられている場合もある。学習方法を統制するためにイメージ化を用いるわけであるが、この方法ではイメージしにくい単語を用いた場合の検討ができてないという問題点が挙げられる。つまり先行研究の結果をより詳細にまとめると、徐波睡眠が生じる位の長さの仮眠をとったときにイメージしやすい単語の再生成績が向上するということになる。単語にはイメージしやすいものだけでなくイメージしにくいものもある。仮眠による記憶成績への影響をより詳細にするにはイメージしにくい単語も用いて研究を行う必要がある。

記憶高進

林他（2008）によると記憶高進（Hypermnesia）とは、テストのみを複数回繰り返した時、テスト間に復習やフィードバックを行っていないにも関わらず成績が向上する現象である。この現象はテスト間回復（Reminiscence）とテスト間忘却（Forgetting）という2つの下位現象から成立する。テスト間回復とは前のテストで思い出せなかったことを後のテストで思い出せるようになる現象のことである。テスト間忘却とは前のテストで思い出せた項目を後のテストで思い出せなくなる現象

のことである。そしてテスト間回復がテスト間忘却を上回ったときに記憶高進が生じるとされている。この現象は仮眠をとるなど、自身の成績のフィードバックを得ずにただテストのみを繰り返すだけで成績が向上するという点が非常に興味深い。

記憶高進の研究の一つである Roediger & Thorpe (1978) では、イメージ化がしやすい単語とそうでない単語が混在したリストを用いて記憶高進現象の生起を検討した。このとき学習方法として単語のイメージ化、または単語の意味について考えるという2つの方法のうちどちらかを行わせていた。テストを3回行った結果学習方法の違いによるテスト成績の差はみられなかったが、イメージしやすい単語のほうがイメージしにくい単語よりも大きな記憶高進が生じた。これより記憶高進現象は学習方法ではなく単語の特性によって影響されると考えられる。記憶高進は林・宇根 (2004) によると、絵画や高イメージ語を用いると生起しやすく比較的再現性が高いとされ、Roediger & Thorpe (1978) におけるイメージしやすい単語でより大きな記憶高進が生じたという結果を支持するものである。また二重符号化理論によっても説明できる可能性がある。Sadoski et al. (1991) によると二重符号化理論とは、言語情報の記憶には言語システムとイメージシステムの2つのシステムが想定されており、システムは相互に作用しあうとする理論である。川村 (2006) によるとイメージシステムから言語システムへの伝達は容易であるが逆の伝達は比較的困難であるとされている。そのためイメージしやすい具体語のほうがイメージしにくい抽象語よりも再生率が高くなると考えられている。Roediger & Thorpe (1978) におけるイメージしやすい単語の成績が高かったのは言語システムとイメージシステムの両方を用いることができたからであると考えられる。

しかし記憶高進現象と仮眠の関係を検討した研究は、著者らが探した限り発見することができず、未だ取り組まれていないと考えられる。その理由として仮眠と宣言記憶の関係を検討している研究では、仮眠の前後で成績がどのように変化するかということを目的としていることがあげられ

る。課題に取り組んだ後、ただ起きているよりも眠った場合に成績が向上するという点を調べるためには、テストは2回行えば十分である。そのため記憶高進研究のように複数回テストを繰り返す手続きは必要ではないため検討されていないと考えられる。しかしテストを2回実施しただけでは覚醒直後のテスト成績の向上は確認できても、その後テストを複数回繰り返すうちに差はなくなるのかという点は不明である。記憶高進はテスト繰り返すだけで成績が向上するという現象であるため、覚醒条件の参加者でも成績が向上し仮眠条件の参加者との差がみられなくなる可能性が考えられる。

いままで述べてきた点をまとめると、仮眠による宣言記憶成績の向上はイメージしやすい単語を用いた場合で報告されており、またその効果は徐波睡眠が生じるほどの仮眠をとったときにみられている。仮眠以外に記憶成績の向上をさせるものとして記憶高進現象があり仮眠との関係は検討されていない。これらの点を検討できる手続きで仮眠による記憶成績の向上との関係をより詳細にする必要がある。

本研究では記憶高進現象を扱うにあたり、先行研究とは異なり宣言記憶課題として単語の自由再生テストを用いる。対連合課題を用いない理由は、対連合課題では手がかり単語のみが回答時のヒントとなり、ターゲット単語を複数再生しても手がかり語が何であったかがわからなければ回答できず再生数が回答中思い出した数よりも低くなる可能性があるからである。自由再生テストにすることで単語を思い出した瞬間すぐに回答できるため、思い出した数より回答する数が少なくなる可能性を下げることで記憶高進現象を検討する上でより適切な方法であると考えられる。単語は具体的でイメージしやすい単語と抽象的イメージしにくい単語があるため、本研究では両方を用いる。そして学習時には単語の意味を考えるという方法を用いることで、単語のイメージ性にとらわれない学習方法の統制を行う。仮眠時間については参加者がきちんと眠れること、徐波睡眠が出現する可能性が低いこと、日常的に取りうるる範囲であることの3点を考慮して入眠するまでの時間を含め

30分とした。本研究では、短時間仮眠をとることによって記憶高進がより強く生起し、さらにその生起の程度はイメージしやすい具体的な単語のほうが高いと予想される。

目 的

短時間仮眠をとることによって記憶高進、テスト間回復、テスト間忘却の生起に差が生じるのか、また低イメージ単語において仮眠による記憶成績強化効果がみられるのか検討する。

方 法

参加者

男性7名女性11名の計18名（平均年齢22.67、標準偏差1.68歳）が実験に参加した。

実験刺激

小川・稲村（1974）より具体語と抽象語、それぞれ40単語、合計80単語を刺激として用いた。

実験装置

単語の呈示には Superlab 4.5（Cedrus 社、米国）を用いてパソコン（富士通社、ARROWS Tab Q555/K64）上に呈示した。統計分析には IBM SPSS Statistics 23（日本 IBM、日本）を用いた。脳波（electroencephalogram：EEG）、眼電図（electro-oculogram：EOG）、筋電図（electromyogram：EMG）、心電図（electrocardiogram：ECG）の測定にはポリグラフ測定装置（株式会社デジテックス研究所製ポリメイト AP1132、ポリメイト AP1124）を用いた。統計分析には IBM SPSS Statistics23（日本 IBM、日本）を用いた。

実験計画

仮眠の有無（仮眠・覚醒）を参加者間要因、イメージ性（高イメージ・低イメージ）、テスト回数（1-5回）を参加者内要因とした3要因混合計画で実施した。仮眠条件、覚醒条件は参加者ごとにランダムに振り分けた。

手続き

実験を始める前に参加者には睡眠日誌を最低実

験日前3日間、可能であれば5日間記入してもらった。睡眠日誌には参加者の入眠時間と起床時間、学校やアルバイトなど外出していた時間、仮眠をとった時間、眠気を感じた時間、食事やお酒を飲んだ時間帯を記入してもらった。5日間全体の睡眠習慣が大きくずれていないこと、特に実験日前3日間において極端なずれがないことを確認して実験前の睡眠習慣の確認を行った。土、日曜日など休日が間に含まれる場合は平日の睡眠習慣にずれがないか同時に確認した。また実験日前日の夜から実験終了まで、カフェインやアルコールの摂取は禁止した。

実験日当日参加者に実験室まで来てもらい実験について口頭と書面で説明後同意書に記入してもらい実験を開始した。最初に参加者へ電極の装着を行った。本実験では実験環境統制のため、全参加者に電極を実験終了まで装着し続けてもらった。また測定された波形は参加者の睡眠段階を確認するために用いた。電極の装着位置は国際10-20法に基づき次の箇所に装着した。装着箇所は、EEG3か所（Fz、Cz、Pz）、EOG眼瞼の右上外縁と左下外縁の2か所、EMGオトガイ筋左右の2か所、前腕部にECG2か所に加え、基準電極を両耳朶に、リファレンスを額に、ボディアースを左右前腕部に装着した。脳波は両耳朶を基準電極として単極導出し、眼電図は左上眼窩と右下眼窩から双極導出した。筋電図は左右オトガイ筋筋電図から、心電図は左右前腕部から単極導出した。脳波の時定数は0.3、眼電図の時定数は0.1、筋電図、心電図の時定数は0.01とした。

電極装着後単語の学習を開始した。紙面と口頭で実験について説明を行い、同意を得てから実験を開始した。最初に単語学習を開始した。学習時単語の呈示順序は参加者ごとにランダム化して、単語の呈示時間は5秒、単語間の間隔は1秒を設けた。単語、注視点ともにフォントはMS Pゴシック、フォントサイズは72、標準スタイルに設定した。パソコンの画面には最初教示文が呈示され、Enterキーを押すと注視点と単語が画面中央に交互に呈示された。単語の呈示順は参加者ごとにランダムとした。学習を始める前に「これからパソコンの画面上に単語が呈示されるので覚えて

ください。単語を覚えるときはその単語の意味を考えながら覚えてください。準備がよろしければ Enter キーを押して始めてください」と教示した。学習終了後フィラー課題として加算の 100 マス計算 2 つを 2 分行わせた。フィラー課題後 5 分の自由再生テストを 4 回連続で行った。回答方法は解答用紙に思い出した順に単語を直接記入してもらった。1 回目のテストを始める前に「これから先ほどパソコンに呈示されていた単語を思い出した順に解答用紙に記入してください。解答時間は 5 分間です。解答時間の間はずっと単語を思い出し続け、回答を途中でやめないでください」と教示した。次のテストに移るたびに回答用紙は新しいものに交換した。テストの開始と終了の合図は実験者から声をかけて知らせた。2 回目以降のテストでは回答開始前に「今と同じように呈示されていた単語を思い出した順に記入してください。また先ほどのテストで思い出した単語も含めて回答してください」と教示した。テスト間に回答のフィードバックや休憩は設けなかった。テスト終了後、Kaida et al. (2006) によって作成されたカロリンスカ眠気尺度日本語版（以下、KSS-J）で主観的な眠気を評価してもらい、客観的眠気測定のため開眼状態の脳波を 3 分測定した。脳波測定終了後仮眠条件の参加者には 30 分仮眠をとってもらった。仮眠時は安楽椅子に座ってもらった状態で眠ってもらった。仮眠前に「これから仮眠の時間に入ります。こちらから合図をしたら目を瞑って眠ってください。時間になったら声をかけるので起きてください。万が一声をかけるよりも先に目が覚めた場合は起きずに目を瞑ったままでいてください」と教示を行った。本実験では実験の最後に仮眠の長さなどを回答してもらうため、ヒントとなる時間情報は一切伝えなかった。また仮眠中部屋の電気は消し、実験者は別室で待機した。腕時計をつけていた場合は外してもらった（仮眠条件）。非仮眠条件では 30 分仮眠条件同様安楽椅子に座った状態で休憩として音楽を聞いて過ごしてもらった（覚醒条件）。使用楽曲は岩城他(1994)で用いられていた Gustav Holst 作曲の「Planets」より「Venus」とした。30 分この楽曲をループ再生して流した。休憩時間に入る前に「これから休

憩に入ります。休憩中は音楽を流すので、流れている音楽を聴いて過ごしてください。また休憩中は目を瞑らないでください。実験終了後音楽について簡単なアンケートに答えてもらうので、よく聞いていてください」と教示を行った。

仮眠・休憩終了後再度 KSS-J への回答と 3 分の開眼時の脳波測定を実施した。測定終了後 5 分のテストを 4 回連続で行った。テスト終了ごとに回答用紙は新しいものへ交換した。2 回目のテスト実施前に 1 回目のテスト時と同様の教示に「これから先ほどパソコンに呈示されていた単語を思い出した順に解答用紙に記入してください。解答時間は 5 分間です。解答時間の間はずっと単語を思い出し続け、回答を途中でやめないでください。また回答の際は新しく思い出した単語だけでなく先ほどのテストで思い出した単語も含めて回答してください」と教示を行った。3 回目以降のテスト実施時には「もう一度今と同じように 5 分間回答を続けてください」と教示を行った。各テスト間に回答のフィードバックや休憩は設けなかった。

5 回目のテスト終了後脳波測定を終了し、仮眠条件の参加者には仮眠に対する評価と呈示していた単語の具象性、心像性、親密度を評価してもらった。単語の評価方法は、具象性はその単語が具体的に「もの」や「人」を示すならば具体的、示すものがなければ抽象的であるとして 1（非常に抽象的）- 6（非常に具体的）の 6 件法で回答してもらった。心像性はその単語を見た時にイメージを思い浮かべやすいかどうかであるとして 1（非常にイメージを思い浮かべにくい）- 6（非常にイメージを思い浮かべやすい）の 6 件法で回答してもらった。親密度はその単語が自身にとってどれだけなじみがあると思うかとして 1（非常になじみがない）- 6（非常になじみがある）の 6 件法で回答してもらった。仮眠の評価は①何分くらい眠っていたか、②眠りにつくまで何分くらいかかったと思うか、③仮眠の深さ（1.浅い、2.やや浅い、3.どちらでもない、4.やや深い、5.深い）、④仮眠の満足度（1.不満、2.やや不満、3.どちらでもない、4.やや満足、5.満足）で構成されていた。非仮眠条件では今回聞いた音楽を過去に聞いたことが

Figure 1
実験の手続き



注) KSS-J: カロリンスカ眠気尺度日本語版。

あるのか4件法(1.ある, 2.ややある, 3.ややない, 4.ない)で回答してもらい, 呈示していた単語の具象性, 心像性, 親密度の評価をもらった。質問紙への回答と電極を外し終わった後300円程度のお菓子を謝礼として渡し実験終了とした。実験時間は約90分間であった。実験の手続きをFigure 1に示す。実験は法政大学文学部心理学科・法政大学大学院人文科学研究科心理学専攻の倫理委員会から承認を得て実施された(承認番号: 17-0068)。

睡眠段階の判定

仮眠条件の睡眠段階は20秒の脳波記録を1区間として実験者を含めた2名の視察法で判断した。覚醒条件においても同様の方法で覚醒を維持できているか判断した。

結 果

18名の参加者の内, テストの難易度がとても高いと報告し, 再生成績も全参加者の平均±2標準偏差の範囲外にあった1名のデータは分析から除外した。またテスト成績が低下し続けた1名の参加者のデータは分析から除外した。本実験の参加者において成績が低下し続けた参加者はおらず, 眠気や疲労感が原因となりテストに十分に取組めなかった者はいなかったと考えられる。

仮眠条件の参加者の内1名は仮眠時間中眠ることができなかったため覚醒条件へと振り分けた。また覚醒条件の参加者の内1名は休憩時間中

Table 1
実験条件ごとの誤答率の平均と標準偏差 (n=7)

	主観的評価	睡眠脳波段階
	M (SD)	M (SD)
睡眠潜時	7.43 (5.37)	4.34 (2.20)
睡眠時間	15.34 (11.35)	25.09 (2.22)
睡眠段階1		8.31 (5.27)
睡眠段階2		17.20 (6.46)

注) 単位は分。

眠ってしまったため仮眠条件へと振り分けた。これより最終的に男性6名女性10名(平均年齢22.56, 標準偏差1.67歳)のデータを分析の対象とした。

最初に学習に用いた30単語について具象性と心像性の評価が異なっていないか確認するために, 高イメージ単語と低イメージ単語それぞれの具象性と心像性の相関係数を求めた。高イメージ単語では $r=.78$ ($p<.01$), 低イメージ単語では $r=.71$ ($p<.01$)となり, 高イメージ単語では具象性が高いほど心像性が高く, 低イメージ単語では具象性が低いほど心像性が低いという結果となった。よって本実験で呈示した単語において高イメージと低イメージが逆転する単語はみられなかったと判断した。

仮眠条件における睡眠潜時, 睡眠時間の主観的な評価, 並びに脳波上から判定された睡眠段階Table 1に, 主観的な仮眠の深さと満足度の平均値評価値と標準偏差をTable 2に示す。睡眠潜時

Table 2

	仮眠条件
	<i>M (SD)</i>
仮眠の深さ	2.29 (0.95)
仮眠の満足度	3.14 (0.90)

と睡眠時間について、主観的評価と脳波から判定された内容を比較するため、覚醒条件から仮眠条件に変更した参加者のデータは除き、元々仮眠条件に振り分けられた7名分のデータを対象とした。

睡眠潜時は参加者が目を閉じてからいずれかの睡眠段階へ入るまでの時間とした。睡眠時間は仮眠時間の内睡眠潜時を除いた時間とした。主観的評価の部分を見ると睡眠潜時は7.43分、脳波上では6.32分となっておりどちらにおいても10分からず眠りに入ったと評価された。睡眠時間においては主観的な評価では15.34分となっており仮眠時間全体のうち半分くらい眠っていたという評価となった。しかし脳波上から判定したところ23.14分であり仮眠時間30分のうちほとんどを眠って過ごしていたという結果となった。また脳波上から判定した結果睡眠段階3やレム睡眠に至った参加者はいなかった。

主観的評価における仮眠の深さについては2.29と低く、浅い眠りであったと評価され、満足度においては3.14であり満足でも不満でもないという評価となった。

覚醒条件の参加者へ聞かせた音楽を過去に聞いた覚えがあるかどうかという調査に対し仮眠条件から覚醒条件へ移行したデータを除いた7名の内6名がないと回答し、1名がややないと回答したため、今回聞きなれた音楽を聴いて過ごした参加者はいなかったという結果となった。

参加者の主観的な眠気について、KSS-Jの評価得点をもとに仮眠の有無、仮眠・休憩時間の前後を要因とした2要因分散分析を行った。その結果仮眠の有無の主効果、仮眠・休憩の前後の主効果、仮眠の有無と仮眠・休憩時間の前後の交互作用は有意ではなかった（仮眠の有無の主効果 $F(1, 14)$

Table 3

KSS-Jの平均正答数と標準偏差
(仮眠： $n=8$ ，覚醒： $n=8$)

条件	仮眠・休憩前	仮眠・休憩後
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>
仮眠	5.75 (1.39)	5.50 (2.33)
覚醒	5.25 (1.67)	6.13 (1.73)

注) KSS-J：カロリンスカ眠気尺度日本語版。

$= 0.01$, ns , $\eta^2 = 0.00$ ，仮眠・休憩の前後の主効果 $F(1, 14) = 0.27$, ns , $\eta^2 = 0.02$ ，仮眠の有無×仮眠・休憩の前後の交互作用 $F(1, 14) = 0.88$, ns , $\eta^2 = 0.06$ 。これより条件間と仮眠・休憩の前後で眠気の強さに差は生じていないという結果となった。KSS-Jの平均値と標準偏差をTable 3に示した。

正答数、回復項目数、忘却項目数の平均値と標準偏差を仮眠の有無、単語のイメージ性別にTable 4に示した。各テストの正答数において仮眠の有無、単語イメージ性の高低、テスト回数によって差がみられるのか3要因分散分析を行ったところ、テスト回数による主効果がみられた ($F(4, 56) = 6.78$, $p < .01$, $\eta^2 = 0.08$) が、仮眠の有無の主効果、テスト回数の主効果、交互作用は有意な結果がみられなかった（仮眠の有無の主効果： $F(1, 14) = 0.14$, ns , $\eta^2 = 0.02$ ，イメージ性の高低の主効果： $F(1, 14) = 1.01$, ns , $\eta^2 = 0.22$ ，仮眠の有無とイメージ性の交互作用： $F(1, 14) = 1.68$, ns , $\eta^2 = 0.36$ ，仮眠とテストの交互作用： $F(4, 56) = 1.06$, ns , $\eta^2 = 0.01$ ，イメージ性とテストの交互作用： $F(1.65, 23.13) = 0.18$, ns , $\eta^2 = 0.00$ ，仮眠とイメージ性とテストの交互作用： $F(1.65, 23.13) = 1.06$, ns , $\eta^2 = 0.02$)。

テストの主効果が有意であったためBonferroni法による多重比較を行った結果テスト1回目と5回目の間で有意な差があり、5回目のテストのほうが1回目より正答数が多いという結果となった ($MSe = 0.52$, $p < .01$, $d = 0.37$)。テストごとの平均正答数と標準誤差をFigure 2に示す。

テスト間（テスト2-1, 3-2, 4-3, 5-4, 5-1間）ごとの回復項目数において仮眠の有無、単語イメージ性の高低、テスト間を要因とした3要因分

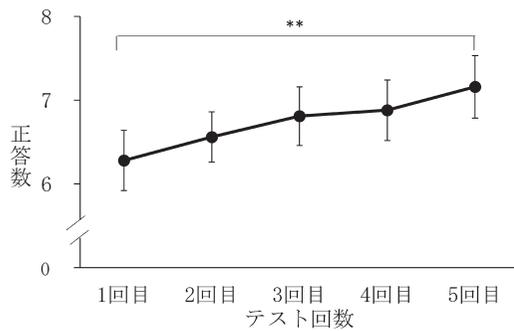
Table 4

仮眠有無, 単語イメージ性別の正答数, テスト間回復項目数, テスト間忘却項目数の平均値と標準偏差

		単語					
		テスト1回目	テスト2回目	テスト3回目	テスト4回目	テスト5回目	
		<i>M (SD)</i>					
正答数	仮眠	高イメージ	5.88 (2.17)	6.50 (2.33)	6.50 (2.33)	6.25 (2.32)	7.25 (2.77)
		低イメージ	6.38 (2.10)	6.25 (1.98)	6.88 (2.48)	7.00 (2.83)	7.25 (2.44)
	覚醒	高イメージ	7.75 (2.25)	7.63 (2.50)	8.00 (2.07)	8.25 (2.05)	8.13 (2.10)
		低イメージ	5.13 (2.03)	5.88 (2.70)	5.88 (2.90)	6.00 (2.83)	6.00 (2.83)
		テスト2-1	テスト3-2	テスト4-3	テスト5-4	テスト5-1	
テスト間回復	仮眠	高イメージ	1.00 (1.07)	0.38 (0.52)	0.25 (0.46)	1.13 (1.13)	1.88 (1.81)
		低イメージ	0.75 (1.39)	0.88 (0.99)	0.38 (0.52)	0.50 (0.76)	1.50 (1.69)
	覚醒	高イメージ	0.13 (0.35)	0.50 (0.76)	0.50 (0.54)	0.13 (0.35)	0.75 (0.89)
		低イメージ	0.87 (1.36)	0.25 (0.46)	0.13 (0.35)	0.00 (0.00)	1.00 (1.31)
		テスト2-1	テスト3-2	テスト4-3	テスト5-4	テスト5-1	
テスト間忘却	仮眠	高イメージ	0.25 (0.46)	0.63 (0.74)	0.50 (1.07)	0.13 (0.35)	0.25 (0.46)
		低イメージ	1.00 (1.20)	0.50 (0.76)	0.25 (0.46)	0.25 (0.46)	0.63 (1.06)
	覚醒	高イメージ	0.38 (0.52)	0.13 (0.35)	0.25 (0.71)	0.13 (0.35)	0.63 (0.74)
		低イメージ	0.13 (0.35)	0.25 (0.46)	0.00 (0.00)	0.13 (0.35)	0.13 (0.35)

Figure 2

テストごとの平均正答数と標準誤差



注) エラーバーは標準誤差を示す。

** $p < .01$ 。

散分析を行った結果, テスト間の主効果が有意であった ($F(4, 56) = 8.13, p < .01, \eta^2 = 0.25$)。仮眠の有無の主効果, イメージ性の主効果, 交互作用は有意ではなかった (仮眠の有無の主効果: $F(1, 14) = 3.95, ns, \eta^2 = 0.10$ イメージ性の主効果: $F(1, 14) = 0.02, ns, \eta^2 = 0.00$, 仮眠とイメージ性の交互作用: $F(1, 14) = 0.13, ns, \eta^2 = 0.00$, 仮眠とテスト間の交互作用: $F(4, 56) = 1.64, ns, \eta^2 = 0.05$, イメージ性とテスト間の交互作用: $F(1.84,$

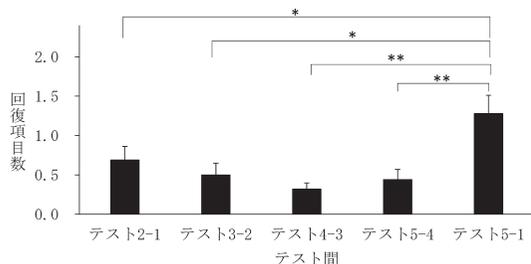
$25.74) = 0.68, ns, \eta^2 = 0.02$, 仮眠とイメージ性とテスト間の交互作用: $F(1.84, 25.74) = 1.70, ns, \eta^2 = 0.06$)。

テストの主効果が有意であったため Bonferroni法による多重比較を行った結果テスト 5-1 間の回復項目数が他の全てのテスト間の回復項目数よりも多いという結果となった ($MSe = 0.57, p < .01$, テスト 2-1 間と 5-1 間の $d = 0.47$, テスト 3-2 間と 5-1 間の $d = 0.68$, テスト 4-3 間と 5-1 間の $d = 0.89$, テスト 5-4 間と 5-1 間の $d = 0.72$)。テスト間別の平均回復項目数と標準誤差を Figure 3 に示した。

テスト間 (テスト 2-1, 3-2, 4-3, 5-4, 5-1 間) ごとの忘却項目数において回復項目数と同様の 3 要因分散分析を行った結果, 主効果や交互作用は見られなかった (仮眠の主効果: $F(1, 14) = 1.57, ns, \eta^2 = 0.09$, イメージ性の主効果: $F(1, 14) = 0.00, ns, \eta^2 = 0.00$, 仮眠とイメージ性の交互作用: $F(1, 14) = 2.97, ns, \eta^2 = 0.05$, テスト間の主効果: $F(4, 56) = 1.44, ns, \eta^2 = 0.08$, 仮眠とテスト間の交互作用: $F(4, 56) = 0.63, ns, \eta^2 = 0.03$, イメージ性とテスト間の交互作用: $F(2.66, 37.26) = 1.03, ns, \eta^2 = 0.04$, 仮眠と単語イメージ性とテスト間の交

Figure 3

テスト間別の平均回復項目数と標準誤差



注) エラーバーは標準誤差を示す。

* $p < .05$, ** $p < .01$ 。

相互作用 : $F(2.66, 37.26) = 2.38, ns, \eta^2 = 0.10$ 。

考 察

仮眠による効果

今回実験で用いる単語の抽出から記憶高進現象の生起、短時間仮眠と記憶高進との関係まで検討を行ったが、今回の結果より30分程度での短時間仮眠では記憶高進現象の生起に影響を与えなかったと考えられた。仮眠の評価について、脳波上では30分の仮眠時間のうち平均して20分以上眠っていたと判定されたが、主観的には平均すると15分程度しか眠っていなかったと評価されていた。この差は今回の仮眠が睡眠段階2までの浅い仮眠であったことが原因であると考えられる。Tanaka et al. (1998)では入眠期を9段階に分けさらに細かく睡眠段階を判定した結果、睡眠の開始は睡眠段階2が始まる前か睡眠紡錘波が数えられるくらいになってからであるとした。つまり睡眠段階1では参加者によっては眠っていなかったと評価され、また睡眠紡錘波が出現し脳波上では睡眠段階2と判定されても初期のうちではまだ眠っていないと評価された可能性がある。今回参加者の中には眠っていた時間は1分や8分であると回答した参加者がおり、こういった参加者は睡眠段階1や睡眠段階2の初期において主観的には眠っていなかったと評価していたと考えられる。理由は明確になっていないがこのような睡眠段階1や2における主観と客観の睡眠への評価の解離が認

められる。眠りが浅かったという主観的評価や仮眠に対する満足度が平均するとどちらでもないという結果になったのも、眠っていた時間が短かったと評価されたことが影響していると考えられる。眠りが浅く評価されたり満足度が高くならなかった他の原因として実験環境への順応が考えられる。実験中は睡眠段階を判定するために頭部や腕に14個の電極を装着した状態で眠ってもらった。当然普段の仮眠状況とは異なるために眠りにくさが生じた可能性がある。実験に参加する期間が長くなるが、実験環境に順応するために実験室で眠るだけの日を別途設けて電極を装着した状態で眠ることに慣れてもらう必要があった。実験環境に順応してもらうことで仮眠への主観的評価や脳波上における睡眠段階に違いが生じていた可能性が考えられる。

眠気の主観的評価においては今回仮眠の有無によって差がみられなかった。Hayashi et al. (2005)と同様に今回の実験でも睡眠段階2は3分以上出現しており、また徐波睡眠も出現していなかったため眠気の改善がみられることが予測されたがそのような結果とはならなかった。眠気の改善が見られなかった理由として仮眠からの覚醒方法が原因であると考えられる。甲斐田他 (2001)と同様に今回実験者が参加者に声をかけて強制的に覚醒させた。これにより参加者は唐突に目覚めることとなり、睡眠段階2という浅い眠りからの覚醒であっても覚醒するための準備が不十分であったため、強い睡眠慣性が生じ眠気が改善されなかったと評価されたことが考えられる。

今回、勝間田他 (2012)と同様に仮眠時間は30分としたが本研究では徐波睡眠に到達した参加者はいなかった。この違いは参加者が電極を付けられることに慣れていなかったことが原因であると考えられる。本研究の参加者は電極を付けられるのが初めてである人ばかりであり、仮眠条件においてはそのなれない状況下で眠らなければならなかった。結果的に第一夜効果により浅い睡眠段階(睡眠段階2)にとどまった可能性が高い。実験当日より前に一度電極を付けて眠ってもらうことで、実験当日徐波睡眠が出現する参加者や満足度の高い仮眠をとることができた参加者が出てきた

可能性が考えられる。

記憶高進現象の効果

テスト成績について今回の実験では仮眠の有無による差はみられずテストの回数による差がみられ、1回目のテストより5回目のテストの成績の成績が高かった。これよりテストのみを繰り返すことによって成績が向上する記憶高進現象の生起が確認された。仮眠の有無による差がみられなかったのは睡眠段階に徐波睡眠が含まれていなかったことが原因であると考えられる。先行研究では徐波睡眠が出現することで覚醒条件との間に記憶成績の差がみられていた。徐波睡眠が出現しない短時間仮眠では宣言記憶成績の向上には影響しなかったと考えられるただし仮眠が完全に記憶高進と無関係であるかどうかは不明である。まず仮眠中に徐波睡眠が出現した場合記憶高進現象が向上するのかどうかは不明であり、この検討は今後ぜひ必要であろう。仮眠中に徐波睡眠が出現すると夜間睡眠に影響が出るが、宣言記憶成績の向上における徐波睡眠の有無の必要性を確認するためには夜間睡眠を用いて検討するよりも取り組みやすい手続きであると考え。また短時間仮眠で検討する際は睡眠時間や睡眠段階だけでなく紡錘波といった特定の脳波に着目した検討が必要であると考え。これらの課題点は、徐波睡眠が出現する確率が50%程度となる仮眠時間を設定することで短時間仮眠中の紡錘波と徐波睡眠のどちらが重要であるか検討できると考える。

今回の結果では短時間仮眠は記憶成績の向上よりも午後の眠気対策として用いるのが良いと考えられる。眠気の解消を目的として短時間仮眠をとときは睡眠時間を20分以下にとどめ、自発的に覚醒するのが良いと考える記憶高進現象については予備実験、本実験ともにテストを繰り返すことによる成績の向上が確認されたため頑健な現象であると考え。本研究では短時間仮眠によって記憶高進現象の生起に差はみられなかったため、テストを繰り返すことによる成績の向上は短時間仮眠による影響は受けないと考えられる。今後は徐波睡眠や紡錘波との関係を検討することで日中眠ることよりもテストを繰り返す方が宣言記憶成績の

向上に効果があるのか検討していく必要がある。

テストを複数回繰り返すことは非常に負担が大き。また繰り返す数が増えるほど実施のための時間も必要となるため結局実施が困難になる。今後はテストの実施回数やテスト1回あたりの実施時間の長さを操作することで、負担が少なくかつ記憶高進がより高く生じるテストの実施方法を検討する必要がある。

単語イメージ性による成績の違い

予備実験において高イメージ単語の正答数が多いという結果となったが、本実験では単語のイメージ性による差はみられなかった。二重符号化理論に基づく高イメージ単語の正答数が高くなるはずである。このような結果となった理由として本実験において単語のイメージ性別のテスト間回復の生起に差がみられなかったことが考えられる。仮眠条件においては高イメージ単語の回復項目数が多かったが、5回目のテストにおいては平均正答数が等しくなっている。覚醒条件においてはテスト間回復が高イメージ、低イメージ単語どちらにおいても大きく生じることがなかったため各テストにおいて差がみられなかったと考えられる。

仮眠は夜間睡眠と異なり睡眠時間を調整することで特定の睡眠段階と記憶の関係を検討しやすい。夜間睡眠では浅い眠りや深い眠り、レム睡眠の影響が交絡してしまう。今後は仮眠を用いて特定の睡眠段階や紡錘波といった脳波との関係の検討を行い、その結果得られた知見を夜間睡眠の研究に応用できると考える。

今回の実験の問題点と今後の改善点

今回の実験では手続き上いくつか改善すべき点がある。第一に覚醒条件の過ごし方である。今回音楽としてVenusという楽曲を用いたが、曲調がゆっくりとしたものであり参加者の覚醒維持には向いていなかったと考えられる。現に覚醒条件の参加者が1名眠ってしまった。また音楽を聞かせるだけでは学習内容のリハーサルを完全に防止することはできない。今後は非言語的なゲームや迷路課題といったリハーサルを行うと取り組みに

くいものを実施させることで覚醒の維持とリハーサルの妨害を同時に実現する必要があると考えられる。次に仮眠条件についてである。電極をつけ実験室内で眠ってもらうという環境に慣れてもらうために事前に一度同じ実験環境で眠ってもらう順応日を設けるべきであった。実験環境に慣れてもらうことで日常的にとる仮眠に近い満足度や眠りの深さが得られた可能性がある。

睡眠による宣言記憶成績向上には徐波睡眠以外にも紡錘波が関わるとされている。紡錘波とは12-16Hzの波で、睡眠段階2に移行したかどうかを判断する目印としても用いられている。Schabus et al. (2004) では紡錘波の活動量と宣言記憶成績の向上との間に正の相関があることを示し、Gruber et al. (2015) では紡錘波の密度と宣言記憶性成績の向上との間に正の相関を示した。これらの研究では仮眠ではなく夜間睡眠を用いており徐波睡眠の影響があった可能性が考えられるため、紡錘波のみによる効果を調べるためには短時間仮眠による検証が適していると考えられる。本研究では仮眠時間や睡眠段階に着目しており特定の脳波に着目した分析は行っていない。今後短時間仮眠を用いて検討するときは眠りの深さや睡眠時間だけでなく、睡眠中の特定の脳波に着目した検討を行っていく必要もあると考えられる

引用文献

- Fushimi, A., & Hayashi, M. (2008). Pattern of slow-wave sleep in afternoon naps. *Sleep and Biological Rhythms*, 6, 187-189. <https://doi.org/10.1111/j.1479-8425.2008.00350.x>
- Gruber, G., Anderer, P., Parapatics, S., Saletu, B., Schabus, M., Klimesch, W., & Zeitlhofer, J. (2015). Involvement of sleep spindles in overnight declarative memory stabilization. *Somnologie*, 1, 30-37. <https://doi.org/10.1007/s11818-015-0699-8>
- Hayashi, M., Motoyoshi, N., & Hori, T. (2005). Recuperative power of a short daytime nap with or without stage 2 sleep. *Sleep*, 28, 829-836. <https://doi.org/10.1093/sleep/28.7.829>
- 林 光緒 (2008). 仮眠の効果 堀 忠雄 (編著) 睡眠心理学 (pp.288-302) 北大路書房
- 林 光緒・堀 忠雄 (2007). 午後の眠気対策としての短時間仮眠 生理心理学と精神生理学, 25, 45-59. <https://doi.org/10.5674/jjppp1983.25.45>
- 林 美都子・宇根 優子 (2004). ドルードル課題を用いた再認と再生の記憶高進 認知心理学研究, 1, 13-24. <https://doi.org/10.5265/jcogpsy.1.13>
- 林 美都子・藤岡 真也・本田 真大 (2008). 記憶高進現象における意識の影響——検索意図と代理検索回路仮説の観点から—— 心理学研究, 79, 317-324. <https://doi.org/10.4992/jjpsy.79.317>
- 堀 忠雄 (2012). 睡眠心理学の最近 30 年のトピックス 生理心理学と精神生理学, 30, 45-52. <https://doi.org/10.5674/jjppp.1208si>
- 岩城 達也・林 光緒・堀 忠雄 (1994). 音楽の覚醒調整効果に関する精神生理学の検討 *Memoirs of the Faculty of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University. IV, Science reports: studies of fundamental and environmental sciences*, 20, 197-205.
- Kaida, K., Takahashi, M., Åkerstedt, T., Nakata, A., Otsuka, Y., Haratani, T., & Fukasawa, K. (2006). Validation of the Karolinska sleepiness scale against performance and EEG variables. *Clinical Neurophysiology*, 117, 1574-1581. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2006.03.011>
- 勝間田 沙織・成澤 元・高橋 敏治 (2012). エピソード記憶における仮眠の効果は課題の提示回数と徐波睡眠の出現に依存するか——低関連対連合学習課題による検討—— 睡眠医療, 6, 603-609.
- 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. <https://doi.org/10.5674/jjppp1983.19.7>
- 川村 義治 (2006). 文の記憶再生における述語動詞の動作化の効果 日本教育工学会論文誌, 30, 29-36. <https://doi.org/10.15077/jjet.KJ00004964109>
- 小川 嗣夫・稲村 義貞 (1974). 言語材料の諸属

- 性の検討 心理学研究, 44, 317-327. <https://doi.org/10.4992/jjpsy.44.317>
- Roediger, H. L., & Thorpe, L. A. (1978). The role of recall time in producing hypermnesia. *Memory & Cognition*, 6, 296-305. <https://doi.org/10.3758/BF03197459>
- Sadoski, M., Paivio, A., & Goetz, E. T. (1991). Commentary: A critique of schema theory in reading and a dual coding alternative. *Reading Research Quarterly*, 463-484. <https://doi.org/10.2307/747898>
- Schabus, M., Gruber, G., Parapatics, S., Sauter, C., Klösch, G., Anderer, P., Klimesch, W., Saletu, B., & Zeitlhofer, J. (2004). Sleep spindles and their significance for declarative memory consolidation. *Sleep*, 27, 1479-1485. <https://doi.org/10.1093/sleep/27.7.1479>
- Schabus, M., Hödlmoser, K., Pecherstorfer, T., & Klösch, G. (2005). Influence of midday naps on declarative memory performance and motivation. *Somnologie*, 9, 148-153. <https://doi.org/10.1111/j.1439-054X.2005.00054.x>
- Tanaka, H., Hayashi, M., & Hori, T. (1998). Topographic mapping electroencephalography coherence in hypnagogic state. *Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 53, 147-148. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1819.1998.tb00998.x>
- Tucker, M. A., Hirota, Y., Wamsley, E. J., Lau, H., Chaklader, A., & Fishbein, W. (2006). A daytime nap containing solely non-REM sleep enhances declarative but not procedural memory. *Neurobiology of Learning and Memory*, 86, 241-247. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2006.03.005>
- Tucker, M. A., & Fishbein, W. (2008). Enhancement of declarative memory performance following a daytime nap is contingent on strength of initial task acquisition. *Sleep*, 31, 197-203. <https://doi.org/10.1093/sleep/31.2.197>

Can a short nap enhance memory regardless of word image quality?

Yasunori Sugisawa (*FUTURE ANTIQUES Co., Ltd.*), **Ahn Jungbo** (*Graduate school of Humanities, Hosei University*), **Hajime Narisawa** (*Aichi Shukutoku University*), and **Toshiharu Takahashi** (*Graduate school of Humanities, Hosei University*)

Improvement in memory performance tasks using text correlate with napping, word imageability, and memory enhancement. We investigated whether short naps can enhance memory performance. Here, we utilized a 30-min nap with a sleep onset time that avoids slow-wave sleep. Seven men and eleven women (mean age $22.67 \pm$ standard deviation 1.68 years) participated. We utilized a three-factor mixed design with napping (nap/awake) as an inter-participant factor, and word imageability (high/low image quality) and number of tests (1–5 times) as intra-participant factors. A total of 30 words were used, including 15 high and 15 low resolution words extracted from a preliminary survey. Words were presented in the center of a computer screen for 5 sec, and fixation points, for 1 sec between words. Each participant was tested after completing a filler task following word exposure. The nap group took a 30-min nap, and the control group rested 30 min while listening to music. No significant difference was observed between the groups. The major effect of the test was significant in the number of correct answers per test. Bonferroni multiple comparisons analyses revealed significantly more correct answers in the 5th test than in the 1st, confirming memory enhancement, suggesting that repeated tests improve memory more effectively than short naps. This experiment revealed that short-term naps do not benefit memory enhancement, however, further investigations are necessary, including assessment of slow-wave sleep effects.

Key words: short nap, memory enhancement, imagery, slow wave sleep, inter-test recovery.