

Dream Drill: 就寝による記憶定着効果を利用した学習アプリケーション

理学専攻 情報科学コース 池田 彩 (指導教員: 椎尾 一郎)

1 はじめに

睡眠による記憶定着効果についてはこれまでに多くの研究が為されてきた。記憶の定着が睡眠により促されるという研究は多く為されている [1] が、未だその理論を日常生活に活かしたシステムは開発されていない。睡眠という誰もが持つ無意識な時間を有効に使い記憶の定着を効果的に行うことで、人々が時間をより効率的に使えるようになることを我々は目指している。本システムでは就寝前の目覚まし時計のセット時と朝目覚ましの鳴動後に学習機会を提案するものである。本システムを拡張したスマートフォンアプリケーションを用いて英単語の記憶実験を実施し、就寝前学習として適切な手法を検証する。

2 関連研究

1791年に夢を見ることによって記憶定着の促進が図れるという理論 [2] が発表されて以来、睡眠と記憶の関係について多くの研究が行われてきた。近年では脳科学や認知科学の分野からも様々な睡眠の役割が示されている [3]。目覚まし時計と学習を組み合わせたデバイスとして開発された、Desktop Digital Alarm Clock [4] は起床直後に頭を働かせることで起床しやすくすることを目的としている。しかし、このような従来のシステムは睡眠による記憶定着の効果を活かしたものとは言えない。本論文では睡眠による記憶の定着促進を効果的に取り入れるために、就寝前の時間を利用したユビキタスな学習環境として Dream Drill を提案する。

3 Dream Drill

本研究では就寝前学習を習慣的に行う環境としてスマートフォンアプリケーションを開発した。携帯端末に Android OS を、サーバに Google App Engine を利用した。目覚まし時計の機能を拡張し、アラームを設定する前と鳴動後に問題を出題する。問題の形態は様々な応用が考えられるが今回は英単語の和訳選択問題とした。一つの英単語が表示され、その意味として適切なものを4つの選択肢から選ぶ(図 1-a)。正しいものを選択すると”正解”と表示され、間違えたものを選択すると”不正解”という表示と共に正しい和訳が示され、次の問題へ移動できる。問題を全て解き終わると、その回の正答数が表示(図 1-b)され学習情報がサーバへと送信される。結果を送信することで初めてアラームを設定することが出来るようになる(図 1-c)。学習効果の検証を行うためサーバ側ではユーザ名、出題英単語リスト、回答結果、正答率、回答に要した時間、回答日時等の情報をデータベースに保存する。携帯端末側は出題開始時にサーバへアクセスし問題を受け取り、出題終了後に回答結果等の情報をサーバへ送信する。サーバはユーザ毎に出題単語群を生成し、それぞれのユーザごとに異なる問題を提供する。

4 実験

本アプリケーションの実用的運用に向け、実験用に拡張したアプリケーションを用いて3つの実験を行っ



図 1: (a) 問題画面 (b) 結果画面 (c) 目覚まし時計画面

た。被験者は知らない単語の意味を考え、解答し、正解を見るというサイクルで記憶の定着を図る。これを就寝前、起床後、日中のタイミングで行い、それぞれの結果を比較する。ユーザは各試行後に次のテスト時刻をアラームで設定する。アラーム鳴動後にテストが開始され、終了後にまた次回時刻を設定するという作業を繰り返してもらう。携帯端末を使用した今回のような学習法で、実際に睡眠により記憶定着を促せるのかを検証する。

4.1 実験 I

実験 I では 1 人でアプリケーションを 4 日連続で利用することにより、どのタイミングでの学習が記憶の定着に効果的かわかるよう問題の選び方を工夫をした。データベース内の全 55 単語のうちユーザごとにランダムに出題する 35 単語を選ぶ。これらを 1 グループ 5 語ずつの 7 つのグループに分け EM, AE, MA, EO, MO, X1, X2 とする。一回の試行で 3 グループ 15 問が出題される。4 日間のどのタイミングで、どのグループが出題されるかを表 1 に記した。1 行目は実験経過日、2 列目は実験のタイミング、1 列目はグループ名を表している。M は起床後、A は昼、E は就寝前、X は学習量調節のためのダミーを表している。例えば 2 日目の就寝前のテストならばグループ EM, AE, EO の英単語が出題される。また 4 日目に行われる各グループの最終のテスト結果を効果測定回として比較することとする。

4.1.1 結果と考察

5 人の被験者に対して実験 I を行ったところ、どのグループも学習効果は現れているが、試行数が少なかつたためグループ間で明確な差は現れなかった。しかし、実験 I では睡眠状況に関しての調査を行っていないため

表 1: 出題スケジュール

	DAY1			DAY2			DAY3			DAY4		
	M	A	E	M	A	E	M	A	E	M	A	E
EM			○	○			○					○
AE		○	○		○	○						○
MA	○	○		○	○					○		
EO			○			○					○	
MO				○			○					○
X1	○				○					○		○
X2	○	○					○			○	○	

に様々なノイズ結果を含んでいる可能性がある。例えば二度寝や昼寝をした場合には就寝前以外の回に睡眠による効果が現れている場合考えられ、また就寝前の回であっても学習から実際に眠るまで時間が大きく空いた場合は睡眠による効果が現れないとも考えられる。

4.2 実験 II

実験 II では、実験 I の手法を改良し 7 日間の実験を行った。基本的な手法は実験 I と同等だが、ノイズ要因を取り除けるよう各回の初めに睡眠状況に関するアンケートを取る、ノイズ要因として考えられる指定時間外に学習を行った場合や二度寝、昼寝をした場合の結果については全体から取り除く操作を行う。実験 I の単語グループ EM, AE, MA を実験 II では EMD(EM Double), AED, MAD というグループ名で同様のスケジュールで出題する。また、この 3 グループに比べ学習回数が 1 セットのみの EMS(EM Single), AES, MAS と、グループの単語を完全に記憶するまで出題を繰り返すよう設計された EMR(EM Repeat), AER, MAR を新たに追加する。

4.2.1 結果と考察

計 10 人の被験者に対して実験 II を行ったところ、表 2 のような結果を得た。これは各グループの効果測定回の結果を被験者全体で 100 点を満点として換算し直したものである。

表 2: 実験 2 グループ別効果測定結果

EMD	AED	MAD	EMS	AES	MAS
89	73	80	73	65	70
			EMR	AER	MAR
			87	78	85

今回ノイズ要因を排除した結果、全ての EM, MA, AE の比較において EM すなわち就寝前起床後セットの学習が効果的であるという結果となった。これより、就寝前と起床後に同じ内容を学習することが効果的であるという仮定を肯定する結果を得られた。

4.3 実験 III

これまでの実験を踏まえ、学習手法としての就寝前学習の効果をより大規模に実証するため、不特定多数のユーザに本アプリケーションを利用してもらい、学習効果の違いを検証した。多くの被験者を得るため本アプリケーションを Google Play より公開し、その利用データを収集した。アプリケーションの設計は、就寝前/起床後/日中の 1 日 3 回英単語の和訳問題が 10 問出題され、前半 5 問には一つ前の回に出題されたものと同じ問題が、後半 5 問には新しい問題が出題される。1 度目の出題を学習回、2 度目の出題をテスト回とすると学習回では不正解だったがテスト回で正解した問題の数を集計することにより、どのタイミングで学習することが効果的かが明らかになるだろう。

4.3.1 結果と考察

2013 年 1 月 7 日現在 38 人が本アプリケーションを利用し約 150 回の利用データを得た。図 2 に被験者平均の結果を、学習回が就寝前、起床後、日中のいつであるかで分類し示す、学習回からテスト回で不正解か

ら正解になった単語数(図 2-a), 正解から不正解になった単語数(図 2-b)をそれぞれ調べ、(a)と(b)を合算し各学習タイミングで記憶定着する単語の増加数を学習効果として(図 2-c)に示す。

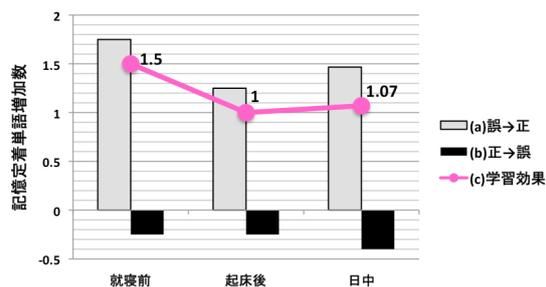


図 2: 記憶定着単語増加数の被験者平均

不正解から正解となった単語数 (a) では就寝前での学習により 1.75 単語が記憶定着し最も高い値となった。また正解から不正解になった単語数を負の値で示す (b) からは 5 単語中 0.4 単語を平均して忘れる日中のタイミングが最も低い値となった。学習効果を表す (c) からは、就寝前学習が 1 回の試行で 1.5 単語記憶できるのに対し、他のタイミングでは約 1 単語しか記憶出来ていないことがわかる。これよりスマートフォンを用いた今回の実験では、就寝前の学習は他のタイミングに比べ 1.5 倍の記憶定着効果があると考えられ、従来の認知科学等の研究に即した結果を得られた。

5 まとめ

睡眠による記憶定着効果を利用し、就寝前の学習を支援するアプリケーションを提案した。学習効果の検証実験を行い、本アプリケーションを利用し就寝前に学習することが他のタイミングで学習するよりも学習効果が高いことが明らかになった。今後は公開したアプリケーションからのデータ収集を続けると共に、数学や他の暗記科目など就寝前学習に適した学習内容についての検証も行いたい。

参考文献

- [1] Ellenbogen, J. M., Hulbert, J. C., Stickgold, R., Dinges, D. F. and Thompson-Schill, S. L. Interfering with Theories of Sleep and Memory: Sleep, Declarative Memory, and Associative Interference. *Current Biology* vol. 16, No. 13(2006), 1290 - 1294.
- [2] Hartley, D. *Observations on Man, His Frame, His Duty and His Expectations*. Johnson, London (1791).
- [3] Maquet, P. The role of sleep in learning and memory. *Science* 294 (2001), 1048-1052.
- [4] Good friend Workshop TWIST Desktop Digital Alarm Clock. <http://1030gfw.com/>