

スマートフォンアプリを用いたエピソード記憶の強化に関する研究開発

土田 史高[†] 横山 茜[†] 荒子 貴明[†] 澤田 詩織[†] 青塚 一樹[†] 北村 和希^{*} 田端 俊英[§]

キュアコード株式会社[†] 富山大学工学部[†] 富山大学大学院理工学教育部^{*} 富山大学学術研究部工学系[§]

1. はじめに

運動を伴う脳科学、心理学分野の研究においては、装置や人員の制約から特定の場所に被験者を集めて実施する形態が多い。しかしこの方式では平日日中にまとまった時間を捻出できる被験者に限られるため、比較的健康な高齢者（いわゆるアクティブシニア層）に偏りがちであり、時間に制約の多い40代～50代の働き盛り世代の対象者を集めることが困難であった。

今回、脳の学習・記憶のメカニズムのうちエピソード記憶の維持向上のために運動が有効であることを示すための研究を実施するにあたり、スマートフォンアプリ（以降アプリと呼ぶ）とウェアラブルデバイスを用いて、時間と場所を固定せず試験を実施し、データ収集および試験手法の妥当性を検証した。

2. 試験方法の検討

本研究では、Weinberg (2014)らの研究^[1]で確認されている運動によるエピソード記憶の増加を、アプリを用いて確認する。この研究では整った環境である研究室で開催される実験セッションに参加する必要があり主に学生が対象であった。正答率は60%程度で記憶タスクの難易度としても適当であり、運動も心拍が110bpmに達する程度の軽運動（上記先行研究でも記憶強化に好適であると考えられている）であることも確認ができた。

今回はビジネスリーダー層を対象としているため、時間と場所は実験室以外でできるようアプリを用いて試験する。今回の試験では被験者はいくつかの認知タスクを実行するように求められる。

まず、アプリ上に順次表示される風景・動物・植物などの写真に対して、ボタンで振り分け作業を行う。課題としては「写真に人間を含む動

物が写っているか」などを問う。

次に記憶のエンコーディング（被験者が事物を認知し、記憶の形成を開始する過程）直後において高負荷運動あるいはダミー運動を促す。認知機能の向上のために運動しながら頭を使う手法などがあるが、Paul (2019)らのメタ研究^[2]によれば、エンコーディング中よりもエンコーディング直後に運動をした場合、もっとも効果があることがわかっている。今回の試験においては、直後に高負荷運動を行う運動群と、行わない非運動群に分けて試験を実施する。ここまですtep1とする。

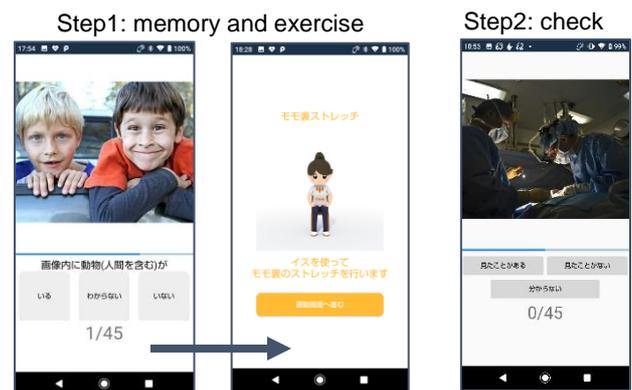


Fig.1 Step1, Step2 でのアプリ画面

次にエンコーディング時から48時間後にStep2の試験を行う。被験者はアプリ上に順番に表示される各写真に対して、見たことがあるかどうかを回答する。テスト写真はStep1で表示されたものが半数、他は新しい写真である。

Step1, Step2 で用いる写真については心理学の研究で広く利用されているOASIS^[3]から一部の画像を除いた799枚の画像を用いた。

被験者は可能な限り同一の条件で試験を受ける必要があるため、スマートフォンは同一の機種で揃えた。国内で販売され開発・入手しやすい機種としてSHARP SH-M08 (Android 9)とした。

学習後の高負荷運動の有無をスマートフォンのみで検出するのは困難なため、ウェアラブルデバイスを用いることとした。脈拍計測を行い、

Research and development on enhancing episodic memory using a smartphone application.

Tsuchida Fumitaka[†] Yokoyama Akane[†] Arako Takaaki[†] Sawada Shiori[†] Aozuka Kazuki[‡] Kitamura Kazuki[‡] Tabata Toshihide[§]

[†]Cure Code Corp. [‡]Department of Engineering, University of Toyama. ^{*}Graduate School of Science and Engineering, University of Toyama. [§]Faculty of Engineering, University of Toyama.

Bluetooth 通信によりリアルタイム計測し、脈拍の値が事前に測定しておいた平常時の値と比べて一定時間、一定割合上昇をしたことをもって高負荷運動の有無を検知することとした。

ウェアラブルデバイスは、①脈拍がリアルタイムに取得できる、②Android 開発で標準的に利用できる Google Fit API に対応している、③技適認証を取得している、という条件で検討を行い Sony SmartBand2 (SWR12)^[4]を選定した。

運動の選定に関しては、運動群には脈拍が上昇する高負荷運動を、非運動群にはダミーのストレッチを 10 分間実施してもらうこととした。体操をアプリで促す際は、自社で制作した体操の動画を再生し、音声ガイドも行った。

3. データ収集

今回は Step1 では画像データの仕分け、Step2 では見たことのある画像であるか否かを問い、設問番号・回答の正否・脈拍の値などを記録している。通信環境や通信の負荷が試験に影響しないよう、回答や計測データはスマートフォン内の SQLite データベースにいったん保管し、試験終了後にまとめてインターネット上のサーバーに転送する仕組みとした。サーバー上のデータベースに集計したものを分析用の CSV ファイルで出力した。



Fig.2 システム構成

臨床試験の前に学生や関係者を対象とした事前試験を実施し、データの収集や分析手法に問題が無いかを検証した。

- ・対象: 学生 7名、社会人 5名
(男性 7名、女性 5名)
- ・平均年齢 26.3 歳、
- ・期間: 2019 年 12 月 2 日～2020 年 1 月 7 日

4. 分析方法

非運動群(Passive)と運動群(Active)に分けてそれぞれの群の平均および標準偏差を求め t-検定を行う。p 値が 0.05 未満を統計的に有意とみなす。

5. 結果

	平常時脈拍 (bpm)	運動時脈拍 平均(bpm)	脈拍 増減率	正答数 (180点満点)	正答率
非運動群 (ダミー運動) Passive	73	72.8	-0.3%	107	59.4%
	72	73.4	1.9%	94	52.2%
	82	84.2	2.7%	108	60.0%
	70	73.8	5.4%	102	56.7%
	67	71	6.0%	91	50.6%
	61	72.9	19.5%	95	52.8%
運動群 (高負荷運動) Active	63	110.6	75.6%	111	61.7%
	69	110.3	59.9%	114	63.3%
	66	95.7	45.0%	116	64.4%
	64	119.3	86.4%	127	70.6%
	66	78.5	18.9%	108	60.0%
	68	91.7	34.9%	113	62.8%

Table 1 各被験者の生データ

平均±標準偏差は

非運動群(Passive) 55.3±3.64% (n=6)

運動群 (Active) 63.8±3.32% (n=6)

t-検定 p = 0.00157

であり、統計的有意差があることがわかった。執筆時点では本格的な臨床試験前の事前試験のデータ集計ではあるが、運動によるエピソード記憶向上の効果を確かめ、テスト手法を確立できたと考えている。

6. まとめ

運動を伴う心理学研究はこれまで場所や時間の制約があったが、スマートフォンアプリとウェアラブルデバイスを用いて試験を実施できることを検証し確認した。またアプリを用いた試験においてエピソード記憶の強化が確認できた。これにより脳科学、心理学領域の運動を伴う臨床研究においても、アプリを利用できる可能性を示した。今後、本格的な臨床研究において、医学的なエビデンスを蓄積していきたい。

※本研究は総務省令和元年度総務省戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)により実施されている。

参考文献

[1] Lisa Weinberg, Anita Hasni, Minoru Shinohara, and Audrey Duarte. A single bout of resistance exercise can enhance episodic memory performance. *Acta Psychol(Amst)* 2014; 153: 13-19

[2] Paul D Loprinzi, Jeremiah Blough, Lindsay Crawford, Seungho Ryu, Liye Zou, and Hong Li. The Temporal Effects of Acute Exercise on Episodic Memory Function: Systematic Review with Meta-Analysis. *Brain Sci* 2019 Apr 18;9(4)

[3] OASIS(Open affective standardized image set) <http://benedekkurdi.com/oasis.php>

[4] Sony Corporation. Use Google Fit APIs to store and access fitness data from any wearable and sensor. <https://developer.sony.com/develop/smartband-2/api-reference>