

板書の書き写しにおける疲労度の検証

Verification of Fatigue Level in Transcription of Writing on Blackboard

志尾 諒[†] 杉本 拓也[†] 新田 雅道[†]
 Makoto Shio Takuya Sugimoto Masamichi Nitta

1. はじめに

教育現場では、教師が黒板等に板書したものを、受講生がそれを書き写す（これを写字ということにする）形式が取られることがよくある。この授業形式では、教師は板書した文字などを全員が書き写すのを待ってから説明に入る。板書の分量が多いと、写字の要領の善し悪しで書き終わる時間に差が出てくる。この場合、教師は書き終わるのを待ちきれずに説明を始めてしまうこともあり、書き写している最中の受講生は、教師の説明に集中することができなくなる。その結果、写字能力の低い受講生は、理解力が不足し、それはそのまま学力不足となっていく。

写字力は、

- ① 黒板等の文字を一度に記憶する量
- ② 速筆力
- ③ レイアウト力

などによって決まる。これらの能力の高い者は早く書き終わり、写字に要する体力もそれほど消費しないはずである。一方、写字の要領の悪い者は、余計な動作や非効率な動作によって体力を消耗するはずである。こういった疲労は、教師の説明を聞き漏らすだけでなく、学習意欲の減退をも引き起こすのではないかと考えている。

本研究では、写字に要する体力の消耗、すなわち疲労度を求めその原因を考察した。また、疲労度を軽減しながら、写字テクニックを高めるいくつかの方法を提言した。

なお、写字とは、板書された文字を読んで一時的に頭に入れる動作（記憶）と、頭に入れた文字をノートなどに書き写す動作（筆記）の 2 段階の総称とする。

2. 実験環境と実験内容

2.1 実験環境

黒板から約 2 m 離れたところに机を設置し、写字の様子をビデオカメラで正面から撮影する。画角は、被験者の動作の様子がはっきりわかるようにする設定する。サブカメラを被験者の真横に設置し、写字の様子を撮影する。このサブカメラは、被験者の筆記時のクセや、頭と手の動きの連携動作などを確認するためのもので、頭部から手元までが入る画角とする。

板書内容は、あらかじめ模造紙大の用紙に記述しておき、それを 4 ページ分用意する。文字サイズは約 90pt (32mm 四方) の活字原稿とする。手書きだと、読みにくい文字があった場合、それが実験に影響を与えるかもしれないので活字原稿とする。書体は明朝体とし、日本語、英語、数式、数字を織り交ぜる。被験者は大学生なので、ある程度の漢字力と英語力を持ち、数式にも対応できるはずだが、あまり専門的な用語は避け、すらすら書けるように配慮する。

[†] 小松短期大学地域創造学科

2.2 実験内容

実験前に、被験者の安静時の疲労度と血圧を測定する。次に、30 分間、黒板に貼られた模造紙の内容をひたすら書き写してもらおう。黒板には、模造紙を左右に 1 枚ずつ 2 ページまで貼り、被験者の写字の進行に合わせて、3 ページ目、4 ページ目と貼り替えていく。4 ページを書き終えたら、再び 1 ページから書き写してもらおう。被験者には、書き写すことに専念してもらい、書き損じた場合は、二重線で訂正後、正しく書き直すように指示する。字は丁寧であることに超したことはないが、それにこだわるよりも書き写すことに集中してもらおう。

作業が終了したら、再び疲労度と血圧を測定する。次に、板書内容を読むために頭を上げた回数と、上げている時間の合計を求める。頭の動きは、写字中における大きな動作のひとつであり、疲労度を左右すると思われるからである。

2.2.1 疲労度の測定手法

疲労度を測定する方法として、エルゴメータ運動による身体能力テスト、疲労感を記入していくテスト、脈拍で自律神経機能の変化をみる生理学的評価、血液、尿、唾液を検査する生化学的評価がある。今回は、腕時計型の脈拍計測器を使った生理学的評価を用いた。正確な心電波 (ECG) を捉えることはできないが、心拍変動を求めることができ、それらから疲労度を数値として表せる機能を有している。

疲労は、自立神経のうちの交感神経を乱すことがわかっているため、写字動作に伴う、頭、首、腕、手先等への負荷で交感神経を刺激し、疲労度を測定しようというものである。

2.2.2 板書内容の記憶状態の検出手法

顔を上げて、板書内容を記憶中か、顔を下げた筆記中かを判別するため、Haar-like 特徴分類器を使用する。確実に顔を認識するために、haarcascade_frontalface_alt.xml によって顔らしきものを識別したら、その中に目らしきものがあるかを haarcascade_eye.xml によって識別する。この両方を満たした領域が見つかったフレーム番号を、ファイルに出力する。このファイルが、顔を上げて板書内容を記憶している最中のデータになる（これを板書記憶ファイルとする）。

2.2.3 板書内容の記憶回数と記憶時間の集計

映像は 30fps で録画しているため、30 フレームの連番データがあった場合、1 秒間顔を上げていることになる。板書記憶ファイルから、連続するフレーム番号をひとかたまりとして、その個数を求める。これが、30 分の間に顔を上げて板書内容を記憶する動作の回数になる。そして総レコード数（データ数）を 30 で割った値が、顔を上げている総時間数となる。

2.2.4 写字時の動作研究

サブカメラで撮影した横からの動画を分析して、不要な動作や理にかなっていない動作を見つけ出す。その手法は、ビ

表1 写字実験の結果

被験者	性別	実験前後の変化		写字数	顔上げデータ				
		心拍数	ECG		回数	顔上げ平均時間(秒)	1回当たりの筆記文字数	総時間(分:秒)	割合(%)
A	F	14	-3	1,366	386	1.4	3.5	9:05	30.3
B	M	9	-16	1,495	735	0.7	2.0	8:04	26.9
C	M	8	7	947	217	1.7	4.4	6:06	20.3
D	F	-4	-4	1,667	612	1.2	2.7	12:44	42.4
E	M	0	-1	1,602	305	0.9	5.3	4:31	15.1
F	F	10	2	1,317	353	0.9	3.7	5:04	16.9
G	F	7	10	1,181	291	1.1	4.1	5:20	17.8
H	M	3	-4	1,307	393	0.6	3.3	4:01	13.4
I	F	2	-11	1,329	206	1.4	6.5	4:55	16.4
J	F	6	1	1,933	493	0.9	3.9	7:17	24.3
K	M	1	-8	1,752	373	0.9	4.7	5:21	17.8

デオを見ながらの地道な動作研究だが、被験者の動作の特徴が鮮明になるように4倍速で再生する。この手法は、生産工学で用いられるメモ・モーション分析と呼ばれる。

3. 実験結果と分析

被験者は、19から20歳の男子5名、女子6名の合計11名である。内、男子1名は左利きである。

実験結果を表1に示す。ECGは疲労度を表しており、数値が小さい方が疲労度が高いことを示している。写字数は、30分間で筆記した文字数である。なるべくきれいな字を書くように指示したが、普段の字を知らないので、きれいな字を意識してくれたかどうかは判断できない。

顔上げデータは、顔を上げた回数と顔を上げている総時間を計測によって求めている。この2つのデータを使って、顔上げの平均時間を求め、写字数と顔上げ回数を使って、1回当たりの筆記文字数を求めている。割合は、30分のうちの顔を上げている総時間の割合である。

写字数が多いと、疲労度が高くなる（ECG値が低くなる）と推測したが、相関係数は-0.39であった。よって、弱い負の相関があるという程度であった（図1）。

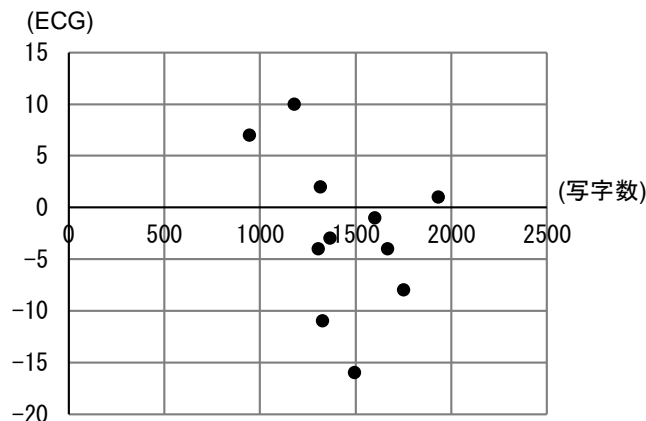


図1 ECGの変化量と写字数の相関

顔を上げた回数（記憶回数）と疲労度の相関係数は-0.51であった。このことから、負の相関があるとみてよい（図2）。これは、重たい頭を動かす筋肉の使用が、疲労につながる原因のひとつとして考えられる。

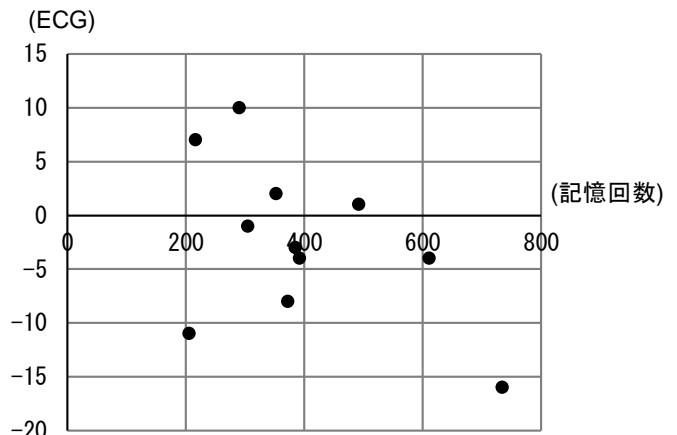


図2 ECGの変化量と記憶回数の相関

ECGの変化量を男女別に見ると、それぞれの平均は、男性-3.8、女性-0.8であった。このことから、このような作業は女性よりも男性の方が疲れやすい傾向があることがわかった。

また、動作研究からわかったが、筆記時に目をノートに近づけて書く人ほど、頭の動きが大きくなるため、疲労度も高くなる傾向がある。たとえば近視の人である。これに相当するのが、被験者B、Iである。

補足として、左利きの男子1名の被験者Kの疲労度はやや高めだったが、写字速度に問題はなく、左利きのハンデはほとんど感じられなかった。

4. おわりに

写字は、学生であれば日常的に行われる動作なので、それによって疲労するのは良いこととはいえない。であるならば、疲労しない写字法を身につけるべきである。

今回の実験から、頭を動かす動作が一番疲労につながるということがわかったので、それを避ける工夫をとして、

- ① 姿勢を正し、頭を動かすときは顎を引く程度にする。
- ② 近視でノートに目を近づけなければ見えない人は、視力矯正をする。
- ③ 黒板に近すぎず、かつ前列の人の頭で字が読めないような場所に座らない。

などが考えられる。