

# 学校や家庭における情報機器の使用と疲労

東京学芸大学：高籾 学：takayabu@u-gakugei.ac.jp

東京学芸大学：鈴木紀一：n996224@u-gakugei.ac.jp

東京学芸大学：田川貴章：b032108y@u-gakugei.ac.jp

東京学芸大学：平井貴士：milk@pnkx.com※

独立行政法人電子航法研究所：塩見格一：shiomi@enri.go.jp

## 0：はじめに

今や情報機器は広く家庭にも普及するようになり、多くの人が情報機器に接する機会を得るようになった。その普及によって得られた社会的な恩恵は計り知れないが、一方で情報機器が職場、家庭、学校に導入されることによる弊害も、数多く指摘されている。

文部科学省は各教科における情報機器の使用を指導要領の中に明記し、「情報活用能力」を「生きる力」と位置づけ、学校における情報機器の積極的な使用を推進してきた<sup>1</sup>。2000年8月31日に同省が出した「新情報教育に関する手引き」では中等教育過程における保健体育科の内容として、情報機器の使用と疲労について取り扱うよう記してある。このようなことから「子ども」、「情報機器」、「疲労」といったトピックの研究は社会的要請があると考えられる。

本稿ではそのような立場から、実験の結果から見てきた情報機器の使用に起因する「疲労」について述べる。

## 1：方法

われわれが実施した実験では、情報機器の操作によって生じる疲労の検出を目的とした。疲労は大きく肉体的疲労と精神的疲労に分類できるが、本稿では主に精神的活動から生じる疲労に焦点を当て、発話音声のカオス性に注目して、脳疲労解析を行った。実験は、情報機器操作中の発話と操作の合間の発話とを録音し、その声のカオス性をコンピュータで解析することで脳の活性化度を評価するものである。技術的な詳細は別稿に譲るが、この解析に用いるアルゴリズム SiCECA は解析結果を CEM (Cerebral Exponent Macro) という値で返す<sup>2</sup>。この値は脳活性化度が高ければ上昇し、低下して

いれば下降するという性質をもつ<sup>3</sup>。本稿ではこの CEM 値を中心に他に疲労自覚症状調査票などを用い、自覚症状との関わりも併せて調べた。

本稿における実験は以下のようなプロトコルに従う。



まず、血中乳酸値を測定し、疲労の自覚症状調べや POMS を含んだ調査紙に被験者は記入を行う。その後、閉眼し、CEM 値の初期状態を調べるため「1 2 3 4 ...」という数列と「あ い う え お....」という文字列 (数列課題) を朗読させ、続けて平易な文章 (朗読課題) を朗読させた<sup>4</sup>。それからパーソナルコンピュータ(PC)へ向かい、数字を 0,1,2,3,4,... と 99 まで順番にマウスでクリックするという単純な作業 (図

1 参照)を行う。このとき同時にスピーカから「1, 5, 7」などと3個の数字を合成音で30秒おきに出力し、被験者にはその3個の数の和(足し算の答え)を発話するよう指示した(暗算課題)<sup>5</sup>、最後にもう一度朗読課題を課した。このような一連の作業を6回繰り返す(計60余分)、作業後の自覚症状調べと血中乳酸値測定を行った。課題はすべて録音し、朗読部分と暗算部分に切り分け、別々にカオス性解析を行った。

(図1: ゲーム課題の画面、数字を順番にクリックする<sup>6</sup>)



また、被験者には事前に十分な説明を施し、実験から得られた結果は研究目的のみに用いることを確認し、承諾のもとで行った。

実験に使用した機器は以下の通りである。

[標準機材]

- ・ソリッドステートレコーダ: marantz PMD 670<sup>7</sup>
- ・単一指向性コンデンサマイク: AKG C391B<sup>8</sup>

その他に一般に販売されているコンデンサマイクロフォンと骨伝導マイク、またそれらからの音声を録音する機器についても一般のものを用意し、同時に録音を行った。

(図2: 実験の様子、図中央が被験者)



この実験から期待される結果であるが、朗読課題においては CEM 値が次第に上昇し、暗算課題においては逆に下降することが期待される。その理由は従来の同様な実験結果より、朗読の短時間の時系列データにおいては CEM 値が上昇する傾向であることが確認されているからである。一方で暗算課題の CEM 値が下降すると予想される理由としては、次第にゲームに集中していくため、暗算に対するリソースを節約しゲームにリソースを割いていると考えられるからである。これは別の実験結果においても確認されている。<sup>9</sup>

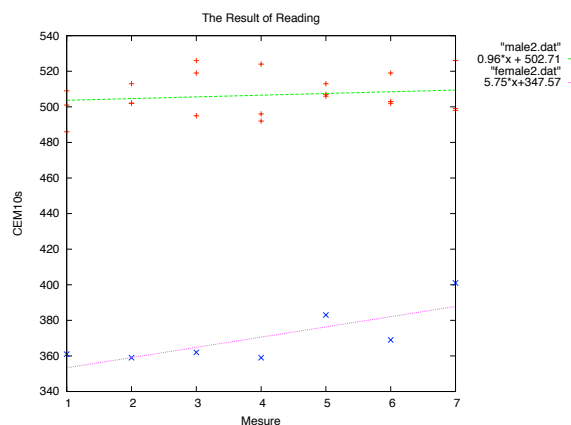
## 2 実験結果

被験者は男性3名と女性1名の計4名ある。

### ・朗読課題の解析結果

朗読課題の解析では以下のような結果を得た。朗読課題は10分おきに課しているため、蓄積性の疲労が観測された。

(図2: 朗読課題の解析結果)

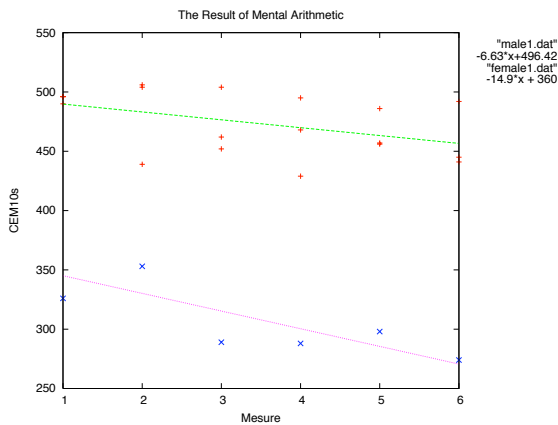


このグラフでは男女別に横軸に時系列データを取り、縦軸に CEM 値を取りプロットした。またそれらのデータの時間経過に伴う傾向を直線で示した。全体にわずかながら上昇トレンドがあるのが認められる。女性の方が絶対値が低いことも認められる。これも以前から指摘されていたことであるが、まだその原因はよくわかっていない。

### ・暗算課題の解析結果

暗算課題の解析では以下のような結果を得た。

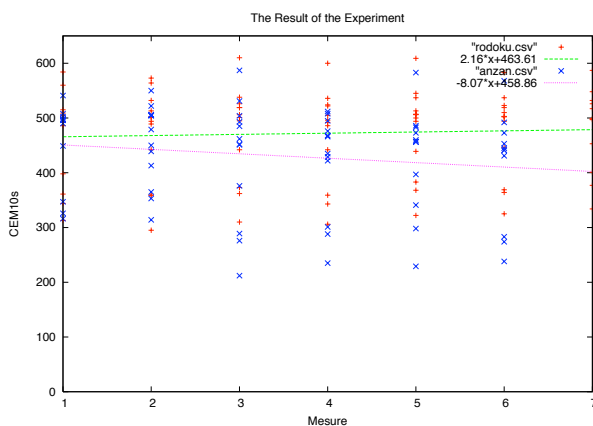
(図2: 暗算課題の解析結果)



このグラフも朗読課題と同様にプロットしたものである。全体に下降トレンドがあるのが認められる。朗読課題に比べ、顕著に下降する様子は非常に興味深い。

次にこれら2つのグラフを重ね合わせた図を示す。この図においても図2,3とかわらない結果が得られている。

(図3：全体の解析結果)



この図は朗読課題と暗算課題のCEM値を男女の別なく回帰分析を行い、それぞれプロットしたものに、時間経過に従う傾向を直線で示し、重ねて表示したものである。図2、図3に比べてプロットが多いのは標準機材から得た結果の他に、他の録音機材で採取した音声データの解析結果を平均化し、プロットしたためであるが、結果に大きく影響していないことがわかる。

### 3：考察

以上のような実験結果から、以下のようなことが言える。

- (1) 朗読課題ではCEM値が次第に上昇する
- (2) 暗算課題ではCEM値が次第に下降する
- (3) 絶対値には性差が認められるが時系列変化の傾向には

差が見られない

(4) 録音機器の種類に関わらず、一定の傾向は認められる

まず、朗読課題におけるCEM値の上昇は1時間の作業の中で蓄積された疲労がもたらしたものと考えてもよいであろう。他の実験結果より短時間での作業ではCEM値が上昇することが確認されているので、この結果は従来のものと矛盾しない。一方で、暗算課題は、この種のゲームを進めるのにあたって操作の邪魔をする、あるいは被験者の注意力を削ぐような妨害因子となるような役割をもつ。つまり、より重要な課題であるゲームで高い成果をあげるために、暗算課題をこなすのに必要なリソースを脳が主体的に節約するのではないかという推論を得る。もちろん、このことについてはより一層の詳細な分析が必要である。

また、時系列変化の傾向に性差が見られないことから、このような作業に関わる脳の活性化傾向には男女に差がないと言えるかもしれない。一般に男性の脳は攻撃的で、女性の脳は情緒的であると言われていたり、あるいは脳そのものの構造に差があると言われているのだが、CEM値の絶対値にも性差が見られているのだが、現在のところ脳の構造的な問題とCEM値に表出している性差を直接結びつけるような報告はない。しかしながら、現象が見られるのは興味深いので継続して様々な作業課題を与えていく中でこの問題を解決していくつもりである。

さらに、録音機器の種類に依存せず、一定の傾向、つまり時間変化のよく似たパターンが認められることは、他の実験を実施していく中でも、有用な結果を得た。標準機材として使用している機材は非常にポータビリティが低く、また衝撃などに敏感なものであるため、取り扱いに苦慮していた。しかしながら、今回、用いたデータレコーダはコンパクトで、しかも使用したマイクロフォンも一般的に市販されているピン型のコンデンサマイクを使用したにもかかわらず、標準機材とほぼ同様なCEM値の経時変化の傾向を見せた。このことから、より多様な機会を利用して音声サンプルの採取が可能となった。

(図4：録音機器、左が標準機、右が今回使用したもの)



実験の前後で採取した自覚症状調べや乳酸値測定の結果から認める生理的变化は、4人中3人の被験者が作業前よりも肩こりや目の疲れなどの自覚疲労を訴えており、血中乳酸値濃度も平均して0.15mmol/lの上昇を見せていることから推認されよう。このことより、本実験の課題あるいは負荷のかけ方では、CEM値のが次第に上昇することと疲労の自覚の発現に何らかの関連があるように思われるという結果を得た。いずれにせよ、ATMT法や内田・クレペリン検査による疲労や作業集中度の調査と、このたびの実験結果とを比較検討してみると、興味深い結果が得られそうである。今後の課題としたい。

#### 4: まとめ

今回の結果を教育現場へとフィードバックさせるならば、どのような指摘等が考えられるだろうか。

本実験の課題はテレビゲームやPCの使用を想定して設定したものである。まず、暗算実験の結果より、テレビゲームやインターネットに集中している子どもは外界からの刺激に対して鈍感である可能性が高い。そのため、教育現場で通常行われているような教師による一斉指導の形式を情報機器を用いた授業で行った場合、その指導の教育効果が子どもに十分いきわたらない可能性が非常に高いだろう。仮にそうした場合にPCや情報機器(テレビなどもそうかもしれない)を授業で用いる場合には一斉指導ではなく、TAなどを活用し、個別対応できるような体制を作ることが肝要になることは支持されるであろう。

また、朗読実験の結果より、また、自覚症状調べからPC

使用後やテレビゲーム使用後は当初の予想通りに自覚されるほどの疲労状態と脳疲労が考えられるので適度な休息や気分転換が必要だろう。血中乳酸値濃度が最も上昇した被験者で1.0mmol/lから1.7mmol/lにわずか1時間の間で上昇していることを考えると、身体運動を伴う積極的休息を行うのが効果的ではないだろうか。少なくとも、集中の必要な作業をPC使用後やテレビゲーム後に行うのは効果的とは言えない。

また、本実験は1時間という時限をもうけて行ったが、実際の子どもはさらに長時間にわたってテレビゲームを行っているという調査もある。小学生男子の土日の平均テレビゲーム使用時間は2.76時間で、中学生は3時間を超えている。<sup>10</sup> 今後は、実験時間を延長し、どのような結果になるのか調査したい。

#### 注と参考文献

- <sup>1</sup> 中学校学習指導要領(平成10年12月)
- <sup>2</sup> 塩見格一;「発話音声による大脳活性化評価技術の現状と可能性」、電子情報通信学会編2004年5月
- <sup>3</sup> 鈴木紀一「発話音声による大脳活性化解析システムの紹介」を参照されたし
- <sup>4</sup> 「回転寿司の元禄宇宙」『ごちそう探検隊』赤瀬川原平著、ちくま文庫1994年より。漢字にはすべてルビを付した。朗読内容は以下の通り。「わたしたちの太陽系においては、水、金、地、火、木、土、天、海、冥といった種類の星がそれぞれ半径の異なる軌道をもって、いわば横にならぶ形で回っている。一方そのころ日本の都市の大衆寿司店舗においては、トロ、イカ、タコ、エビ、アジ、シャコ、ミルガイ、タマゴヤキといった種類の寿司が、同一の軌道上をいわばカルガモ的な縦一列の形で回っている。」なお、別の実験によりこの文章の朗読によるCEM値は文章後半の寿司の列挙の部分の解析結果が前半と比べて高くなることがわかっている。
- <sup>5</sup> 乱数を発生させ、ランダムな1ケタの数字を3個を1セットとして、セット間の間隔を30秒に設定し、にスピーカから出力した。日本語の読み上げはDtalkerを使用した。
- <sup>6</sup> Click Number 1.0 Copyright© 2005 Hibana (<http://homepage.mac.com/ginger tea20g/>)
- <sup>7</sup> <http://www.dm-pro.com/>
- <sup>8</sup> <http://www.akg.com/>
- <sup>9</sup> 鉄道総合研究所と電子航法研究所の暗算実験のみの結果と合致している。
- <sup>10</sup> 青少年と放送に関する調査研究-テレビおよびテレビゲームにおける暴力が青少年の攻撃性に及ぼす影響を中心として-平成13年度総務省委託研究報告(書坂元章・湯川進太郎・渋谷明子・井堀宣子、2002)

[1]塩見格一;『発話分析から考える脳機能モデル』感性工学研究論文集(日本感性工学会)2004年2月  
[2]合原一幸『カオス-カオス理論の基礎と応用-』サンエンス社1990年