

眠気の数値化についての基礎研究

4年B組 熊谷 充弘

指導教員 藤野 智美

1. 要約

私は先行研究で眠気を検知し、眠気を覚ます方法を研究していた。しかし、眠気の検知や覚めたかどうかの判断材料として、「眠気の数値化」が必要であると考えた。ここでは眠気の数値化へ向けての研究過程、そして今後の展望を紹介する。

キーワード 概日リズム、副交感神経、メラトニン、錯覚、脈拍

2. 研究の背景と目的

私は、前回の研究で眠気を覚ます方法について研究をしていた。しかし、仮に眠気を覚ます方法が見つかり、試してみても本当に眠気が覚めたとしても、それはその人個人の感覚であり、科学的に証明した事にはならないという指摘を受けた。そこで、個人にしかわからない感覚に頼るのではなく、眠気を数値化することで評価しようと考えた。この研究では、最終的にウェアラブルデバイス型の眠気計測装置を製作し、眠気の数値が上がってきたら警告を鳴らし、トラックドライバーなどの居眠り運転事故を未然に防ぐことを目的としている。

3. 研究内容

3.1 睡眠のメカニズムの考察

眠気が引き起こされるメカニズムは、概日リズムによって引き起こされている。眠気は、様々なホルモンが分泌されることによって引き起こされる現象であり、その中でも代表的なホルモンは「メラトニン」である。メラトニンは、通常、夜に近づくにつれて脳内の「松果体」という部位から分

泌され、「副交感神経」を優位にする働きがある。「副交感神経」とは、体を活発に活動させるときに働く「交感神経」と反対の働きをする自律神経であり、具体的には脈拍、血圧、体温を下げて、睡眠に入るときに強く働く自律神経である。しかし、授業中など、通常であれば「副交感神経」が働きにくい時間帯に眠たくなるのはなぜなのか。私は外部からの影響によって脈拍や血圧などの体内環境が「副交感神経」が働いた時と同じような状態に変化し、脳が「副交感神経」が作用していると錯覚するからなのではないかという仮説を立てた。脳の錯覚は、簡単に体験する事ができる。分かりやすい脳の錯覚の例は、「錯視」である。「錯視」とは、本来そこにはないはずのものが、周囲の無関係な情報によって脳が勝手な思い込みをし、補完されることによって見える現象である。例えば図1では、長さの違う白い線が交互に並んでいるだけだが、補完されて波線が見える。

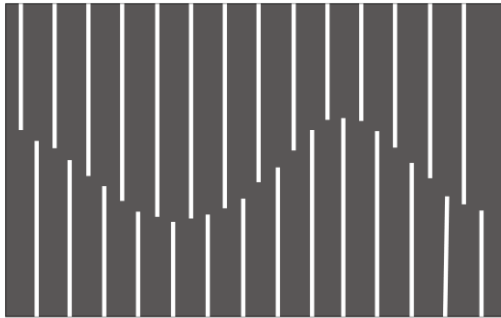


図1 脳の思い込みによる錯覚の例

眠気の場合も、この錯視と同じように、実際に「副交感神経」が働いていなくても、幾つかの他の条件がそろっただけで「副交感神経」が働いているのだと脳が思い込みをすることで、眠気が発生しているのではないかと考察した。

3.2 センサーモジュールの製作

前述の考察が正しいかどうかの検証をするために、センサーモジュールを製作する。大まかな検証プランとしては、脈拍、血圧や体温を約1分間隔ごとに計測していき、グラフとして記録する。そして被験者が眠気を感じた時にボタンを押してもらい、脈拍などの計測データのグラフと眠気を感じた時間を照らし合わせ、関係性を調べる。

まず初めに、製作するのが比較的容易である脈拍を計測するモジュールを製作することにした。脈拍を計測する方法は、ヘモグロビンが赤外線を吸収する性質を利用し、赤外線 LED を手首の血管に向かって照射し、その跳ね返ってきた光の量をフォトトランジスタで計測、オペアンプでその信号を増幅することとした。(図2)

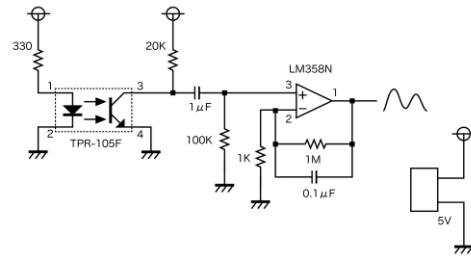


図2 脈拍測定モジュールの回路図

赤外線フォトトランジスタは、オペアンプが付いている基盤につけてしまうと、脈拍を測ることが困難になってしまうため、別の基盤に接続した。(図3)

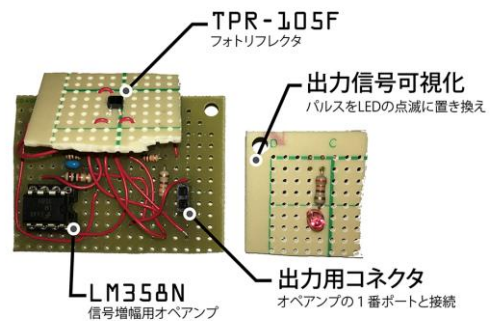


図3 実際に作成したモジュール

図3の右の基盤の部品は出力用コネクタに接続することで、出力される脈拍のパルスをLEDの点滅で表現する。将来的には出力用コネクタをマイコンと接続し、データの計測を行う。

3.3 実験

脈拍測定モジュールが完成したため、モジュールの出力コネクタとオシロスコープを接続し、実験した。しかし、確かに何かのパルスのようなものを確認することができたが、ノイズが多く、また装置と手首が少しずれただけで計測が困難になってしま

った。これについては、赤外線フォトトリフレクタの周りに他の光が入らないようにするフィルターがなかった事、赤色のヘモグロビンは赤色の補色である緑色の波長の光を赤外線よりも吸収する事が原因であると考えた。次回は緑色 LED を用いた、ロームが提供している光学式脈波センサーIC「BH1790GLC」を用いて実験をすれば受光部にカラーフィルターがあるため、上記の問題は解決できると考えている。

4. 考察

今回、脈拍測定モジュールを製作、それを用いての実験を行ったが、思いのほか少しの体の動きでもセンサーとの距離が変化してしまい、正確な脈拍が計測できなくなった。また、脈拍は眠気以外の要因でも劇的に変化するため、眠気を計測するための情報としては不適切である可能性があるため、脈拍、血圧、体温を総合的に評価する必要があると考えている。

5. 今後の課題

今回、脈拍計測モジュールを製作したが、現段階では誤差が大きすぎるため、これからセンサーと回路の見直しをする必要がある。また、血圧を計測するとき、市販されている腕を圧迫する方法での測定(図 4)は被験者の負担になる上に、計測することで被験者に刺激が発生する。そのため、被験者の目が覚めてしまい、正確なデータを得ることができない恐れがあり、眠気を評価する方法としては不適切であると考え。そこで腕を締め付けずに血圧を測定する方法を考える必要がある。また「副交感神経」には瞳孔を縮小させる働きがあるため、カ

メラで瞳孔の大きさを測定し、眠気に直接関係があるのかどうか検証したい。



図 4 一般的な腕を締め付ける血圧計

6. 参考文献

- [1] 「よくわかる最新”脳”の基本としくみ」、後藤和宏、秀和システム(2009)
- [2] メラトニンの効能
<http://www.1ginzaclinic.com/anti-aging/melatonin.html>
- [3] 自律神経(交感神経と副交感神経)
<http://kusuri-jouhou.com/domestic-medicine/nerve3.html>
- [4] 自律神経の仕組み
http://www.med.miyazaki-u.ac.jp/community-medicine/child/jiritsu/jiritsu_2.htm
- [5] 色の科学
<http://sekatsu-kagaku.sub.jp/color-science.htm>

7. 謝辞

この研究を行うにあたり、顧問の藤野先生には多大なご指導を賜りました。また、サイエンス研究会の友人に多くの助言・協力を賜りました。この場を借りて、深く御礼申し上げますとともに、これからも御協力お願い申し上げます。