

## 2021年度 公立大学法人北九州市立大学特別研究推進費 実績報告書

2022年4月28日

北九州市立大学長 様

(所属・職名) 国際環境工学部 准教授  
(氏名) 早見 武人

2021年度に交付を受けた公立大学法人北九州市立大学特別研究推進費に係る研究実績について、次の通り報告します。

研究課題名	行動科学に携わる文系学生のための瞬目運動計測アプリケーションの開発					
	合計	使用内訳 (単位:円)				
交付決定額	694,600	備品費	消耗品費	報酬	その他	旅費交通費
執行額	691,990	307,560	363,272	10,440	4,140	6,880
執行残額	2,308					
共同研究者	所属・職名		氏名		役割分担等	
	文学部・准教授		松本 亜紀		仕様検討・テスト・評価	

研究分野： 行動科学・教育・情報処理

キーワード： 学生実験・プログラミング・顔認識・動画処理

### 研究成果の概要（和文）

2022年度から高等学校では情報科が必修科目となり、今後は行動科学分野においてもプログラミングの知識を持った学生が入学してくることになる。これらの学生に動画による定量を学ぶことのできる適切な学生実験教材を与えることができれば、行動科学を専門としながら動画による定量を研究や実務に活用できる文理の垣根を超えた人材を育成することができる。しかし現状では動画による定量には情報分野の知識が相当量必要である。そこで本研究では動画による定量の例として瞬目計測を取り上げ、教育における課題を明らかにすることを目的としてアプリケーション開発から学生実験までの一連の流れについて調査試験的な取り組みを行った。その結果、動画による定量を学生実験として文系学生にとって難しすぎないレベルで所要時間内で実施することについて技術的に可能なことが確認できた。

## 研究成果の学術的意義や社会的意義

### 1. 研究の背景

行動科学分野においては従来より人や動物の行動を客観的に確認するための手段として動画が活用されてきた。例えばこの分野でよく知られているスキナー箱の中のハトの様子を撮影した動画はハトの行動を確認し説明する上で有用である。しかし多くの場合、動画撮影の目的は記録であり定量ではない。スキナー箱の例では、ハトの反応を調べる目的のためには別途箱の中にスイッチが用意されており、反応時間はスイッチ動作の記録により定量される。

スキナー箱は当時の技術を結集して開発されたものと考えられ、このようなスイッチを用いた行動の定量は1世紀近くが経過した後の現代の行動科学においても最も標準的な方法である。しかし近年の計算機の処理速度の向上は、機械的なスイッチを介することなく動画を人工知能に見せることで行動を定量するという新しい手順を選択可能にしつつある。現代は皆がカメラ付きスマートホンを持ち歩く時代であり、もはや誰もがいつでも動画の撮影をできる状況になっている。コロナ禍による遠隔会議の活用推進でこの傾向はさらに加速され、動画の撮影は既に生活の一コマである。

### 2. 研究の目的

動画の撮影は普及したものの、動画を用いた定量はまだ一般的であるとは言えず、意図した通りの定量を行うためにはプログラミングの技術が必要である。2022年度から高等学校では情報科が必修科目となり、今後は行動科学分野においてもプログラミングの知識を持った学生が入学してくることになる。これらの学生に適切な学生実験教材を与えることができれば、動画による定量を研究や実務に活用できる人材を育成することができる。しかし現状では動画による定量には情報分野の知識が相当量必要である。そこで本研究では行動科学分野における動画による定量の例として瞬目計測[1]を取り上げ、教育における課題を明らかにすることを目的としてアプリケーション開発から学生実験までの一連の流れについて課題を洗い出す調査試験的な取り組みを行った。

### 3. 研究の方法

動画から瞬目を定量するためのアプリケーション開発環境の調査を行い、その結果に基づいてアプリケーションの試作を行った。また教材として使用する際の課題を明らかにするため、学生実験を想定した実験課題を作成しテストを行った。

#### 3.1 アプリケーション開発環境の調査

実験心理学における実験の典型的な手続きでは、実験参加者に特定のタイミングで画像や音声を呈示し、ボタン押しにより反応時間を計測することを繰り返す。この手続きを計算

機プログラムによって自動化できるいくつかのツールに動画による定量を組み込むことができるかどうか検討した。

SuperLab は制御用 PC に予め指定された押しボタン等の機器接続を接続し、PC にインストールした専用プログラムでは呈示タイミング等を選択していくことによってコードを書かずに実験環境を構築できる有償のソフトウェアである。SuperLab には動画により定量を行う機能は現状では含まれておらず、外部装置の追加が自由にできないことから、動画による定量機能を学生実験を目的として組み込むことは費用面で現実的でないと考えられた。

PsychoPy は無償の開発言語として近年普及が進んでおり 2022 年度から高校情報科の教科書でも採用されている Python 言語[2]を用いて実験プログラムを記述できるソフトウェアライブラリである。典型的な実験についてはサンプルコードを編集したりメニューから選択することによりプログラムコードをほとんど書かずに構築できる。PsychoPy には動画による定量機能は含まれていないが Python では動画を扱うことができ、OpenCV の Viola-Jones 顔認識[3]や dlib の顔器官検出[4]を使用できることから瞬目検出機能を組み込むためのツールが揃っていると考えられた。

PsychoToolBox は計測・制御工学分野で標準的に用いられている有償の開発言語である Matlab で実験プログラムを記述できるソフトウェアライブラリである。PsychoToolBox にも動画による定量機能は含まれていないが Matlab では動画を扱うことができ、Viola-Jones 顔認識も提供されている。しかし dlib の顔器官検出は含まれておらず、C++言語で記述されている dlib を Matlab へインポートする無償のラッパーを介して使用することになる。

無償の開発言語は一般にバージョン管理が煩雑でソフトウェアの動作も不安定になりやすい代わりに最新の技術を使用できることが多い。有償の開発言語は安定動作が保証されている代わりに新しい機能は使用できない場合がある。dlib は動画から瞬目を定量することを考えた場合大変有用であると考えられるためこれを使用することになると、dlib は現段階では無償のソフトウェアライブラリであるため、Python と Matlab のいずれの言語をベースに開発したとしても無償部分 (=メンテナンスが難しい部分) が含まれることになる。そのため今回は無償である Python 言語をベースにして動画からの瞬目定量機能を試作することにした。

### 3.2 実験課題のテスト

試作したアプリケーションに対する学生目線での教材としての価値を判断するため、文学部人間関係学科の学生 4 名 1 グループ (4 年生, 男性 1 名女性 3 名) と国際環境工学部情報システム工学科の学生 5 名 1 グループ (3 年生, 男性 4 名女性 1 名) のそれぞれを実験参加者とする実験のテストを行った。所要時間は約 90 分間であった。その後以下の項目についてアンケートを実施し回答を得た。

- ・ 実験を行ってみて、難しかった点があれば教えてください。
- ・ この実験を大学の心理学 (文学部の場合) / 情報学 (工学部の場合) の学習過程に

取り入れる場合、どのように改善すれば良いでしょうか。

- 2022 年度から新しくなる高校のカリキュラムでは、情報科が必修科目になります。高校の情報科ではプログラミング言語を学ぶことになっており、この実験ではその中の一つである Python を使用しています。もしあなたが高校で情報科を学んでからこの実験に臨んだとすれば、実験の過程や実験に対する印象はどのようになっていたと思いますか。

## 4. 研究成果

### 4.1 瞬目定量アプリケーションの開発

Python 言語を用いて動画から瞬目を定量するアプリケーションを試作した。プログラムでは動画を静止画としてフレーム単位で読み込み、各フレームについて画像処理を行った。画像処理の内容は、最初に顔のおよその位置を Viola-Jones 顔認識で特定した後、改めて dlib の顔器官検出で片眼の上下まぶたに挟まれた開口部の縦横比を検出し、十分横長であればまぶたが閉じていると認識することにより瞬目を検出する [5] ものであった (図 1)。dlib のランドマークには 68 点モデル [6] を使用した (図 2)。このモデルでは片眼あたり 6 点のランドマークが割り当てられる。顔器官検出の基準には、dlib に予め用意されている 300-W 顔画像データベースに基づく学習済みデータ [7] を使用した。実行画面は図 3 のようになった。

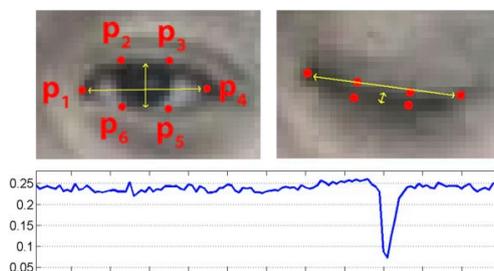


図 1 瞬目の検出方法 [5]

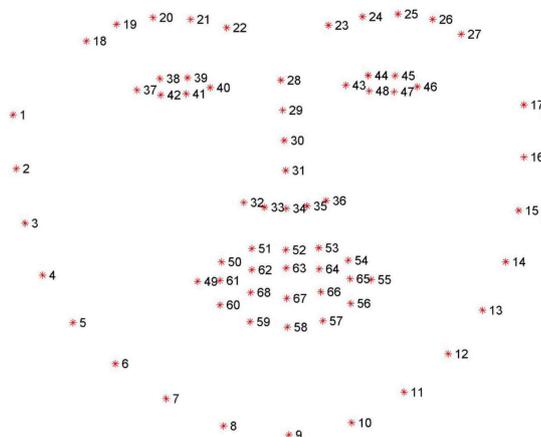


図2 顔ランドマークの68点モデル[6]

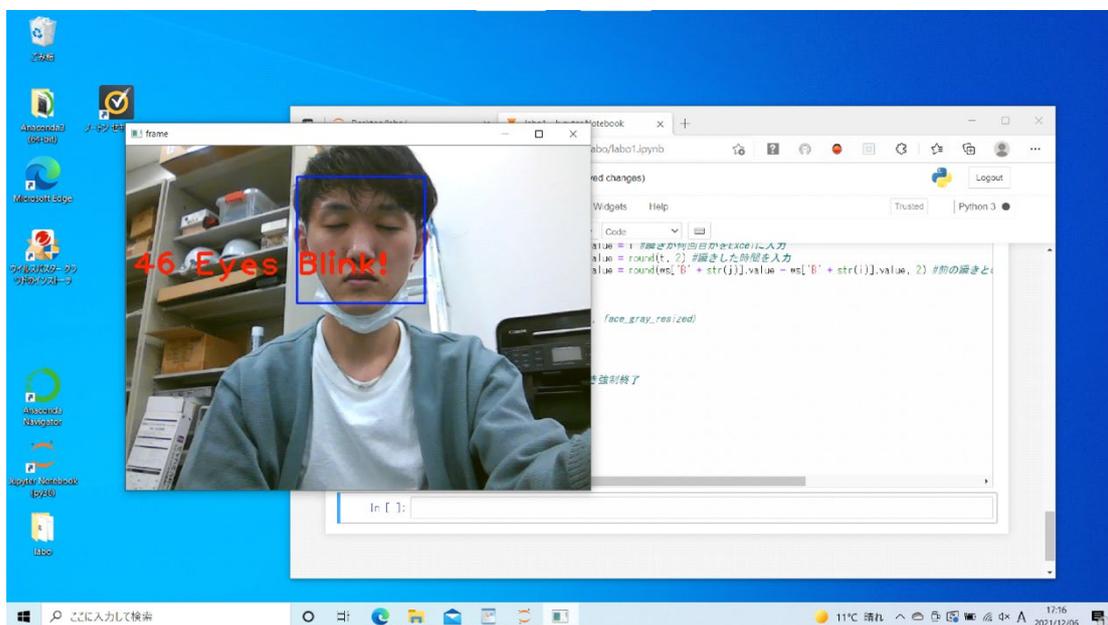


図3 試作したアプリケーション

#### 4.2 学生実験教材の作成

試作アプリケーションを使用した学生実験教材を作成した。使用する機材はノート型PC2台 (Dospa PC, ASUS PC), USBカメラ, 無線LANルータ, 画面録画装置 (KANROKU), 動画記録メディア (USBメモリ), 電源タップ, 接続ケーブル (HDMI) であった。一方のPCには実験参加者が取り組むべき課題が表示される。もう一方のPCには課題を遂行している実験参加者の顔と課題の画面が表示され, この画面を録画する。これらを手順書にしたがって接続・起動し瞬目を定量するものとした。手順書には機器の接続から瞬目を記録するまでの手順が示されており, さらにPCでの作業について別途瞬目定量アプリ, 作業課題アプリの2種類の操作手順説明書を用意した。

#### 4.3 学生からのアンケート結果

学生のアンケート結果は次の通りになった。

##### 1. 実験を行ってみて、難しかったところがあったら教えてください。

###### ○人間関係学科学生

全体的に難しかった。／パソコンを使わなくてはならない。／配線が多すぎる。／説明書に書いていない手順があった。／周辺機器の組み立てや設置。／ケーブルを挿す場所がわからない

###### ○情報システム工学科学生

説明不足な部分があって難しかった。／実験の説明書をよく読まないで理解できなかった

点。／セットアップと実行、アプリの起動。／録画装置の起動までが難しかった。

2. この実験を大学での心理学（情報学）の学習過程に取り入れる場合、どのように改善すれば良いでしょうか。

○人間関係学科学生

説明書の文章をもう少しわかりやすくすべき。／文よりは画像の方がよりわかりやすいため画像中心の説明書にすべき。／よりシンプルな操作でできた方が良い。／説明書だけでなく説明動画もあると良い。／より細かい説明があると良い。／組み立て完成後の写真が欲しい。

○情報システム工学科学生

特にセットアップに時間がかかったので説明書をより充実したものにするかセットアップは教員が行うようにするか。／説明書の手順をもう少し詳しくする。

3. 2022年度から新しくなる高校のカリキュラムでは、情報科が必修科目になります。高校の情報科ではプログラミング言語を学ぶことになっており、この実験ではその中の1つであるPythonを使用しています。もしあなたが高校で情報科を学んでからこの実験に臨んだとすれば、実験の過程や実験に対する印象はどのようになっていたと思いますか。

○人間関係学科学生

高校で学んでいても忘れてしまっただけ印象は変わらないと思う。／特に変わらないだろう。／全く学ばないよりはスムーズに取り組めると思うが日常的にプログラミングに触れておかないと難易度はあまり変わらない気がする。

○情報システム工学科学生

少し楽に進めることができた。／やりやすくなっていた。／セットアップにかかる時間が短縮されてより興味深い実験内容になっていた。／もっとスムーズにできたと思う。／よりPC慣れして仕事効率が上がり、進行が早くなると思う。

#### 4.4 考察

顔の画像処理はこの10年ほどで急速に研究が進み、画像処理による顔認識はスマートホンの個人認証にも用いられるなど研究から応用段階へ移行しつつある。動画からの顔器官検出は瞬目検出に応用することができ、最近では瞬目にゲームコントローラのボタン押しを代替させるゲームアプリも見られるようになった。動画画像処理は次第に身近なものになりつつある。本研究では動画画像処理の例として瞬目の定量を取り上げ、行動科学分野における情報教育を目的として学生実験に動画画像処理を導入できるかどうか検討した。

行動科学分野での研究用途では、計測精度や他の機能（例えば画像刺激呈示等）と連動させることが必要となる。瞬目の定量に関してこの作業を容易に実現できるツールは見当たらず、開発には情報分野の専門的なスキルを必要とする状況であることを確認した。Python

言語をベースにソフトウェアを構築すれば動画から瞬目を定量に至るまでのライブラリ（関数群）が揃っており、本研究で実際にアプリケーションを試作してみたところ必要な機能を満たすことができる見通しが得られた。但し Python は無償ソフトウェアであるためインストールや開発環境の設定をはじめとして全般的に取扱いが難しく、マニュアルも有償のソフトウェアのように整理されていないためプログラミングに関しても使用者が不確かな Web 上の情報に左右されがちである。またバージョンが頻繁に更新され環境や動作が安定しないため、メンテナンスには労力を要する。

学生グループ実験のテストでは、1 コマの時間内に機器の接続からタスクの遂行、瞬目の定量までの一通りの作業を実施できた。データの統計解析を行うためにもう 1 コマを費やすようにすれば、学生実験として 2 コマで実施できそうである。この時間配分は行動科学分野において学生実験に瞬目解析を取り入れることを想定した場合の比重として適切な分量であると考えられる。テスト中の学生の様子からは、人間関係学科の学生は説明書をよく読む一方でコネクタの抜き差しやソフトウェアで指示されていないところをクリックした時の復帰に苦労していた。一方情報システム工学科の学生は細かな指示を無視して直観で作業を進めて戻れなくなることがあった。このことから行動科学分野での学生実験教材では情報分野学生向けの教材とは異なり操作を進めることに対する不安を抱かせないように配慮が必要であり、そのために説明が長くなってもある程度許容されるものと考えられた。アンケートの結果では、高等学校での情報科の学習効果について情報システム工学科の学生が肯定的に捉えているのに対し人間関係学科の学生は否定的に捉えていた。この原因として人間関係学科の学生はプログラミングに対してあまりイメージを持たないか、あるいは苦手意識があるために教育効果を否定的に捉えている可能性が考えられた。実際に行動科学分野での学生実験に取り入れる場合には、表示するプログラムコードを最小限にしたり視覚的インターフェースを取り入れるなど、苦手意識を感じさせないような工夫が必要であると考えられた。

#### 4.5 研究発表

福岡千紘・早見武人・松本亜紀・松尾太加志・福田恭介・志堂寺和則，“画像処理を用いた行動科学教育用瞬目観察ツールの試作評価”，2022 年日本生体医工学会九州支部学術講演会，オンライン開催，2022 年 3 月（口頭発表）。

#### 参考文献

- [1] 松尾太加志・福田恭介，“ビデオ画像記録による瞬目自動解析システムの開発”，生理心理学と神経生理学，Vol. 14，No. 1，pp.17-21，1996.
- [2] 情 I 703，704，705 教科書ガイド 実教出版版高校情報 I Python 高校情報 I JavaScript 最新情報 I，文研出版，2022.
- [3] P. Viola, M. Jones, “Rapid object detection using a boosted cascade of simple

- features,” Proc. of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.511-518, 2001.
- [4] V. Kazemi and J. Sullivan, “One millisecond face alignment with an ensemble of regression trees” , 2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.1867-1874, 2014.
- [5] T. Soukupova, J. Cech, ” Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks” , Proc. of 21st Computer Vision Winter Workshop, Czech Technical University in Prague, Rimske Toplice, Slovenia, February 3-5, 2016.
- [6] R. Gross, I. Matthews, J. Cohn, T. Kanade, S. Baker, “Multi-PIE,” Image and Vision Computing, Vol.28, no.5, pp. 807-813, 2010.
- [7] C. Sagonas, G. Tzimiropoulos, S. Zafeiriou, M. Pantic, “300 Faces in-the-Wild Challenge: The first facial landmark localization Challenge,” Proceedings of IEEE Intl Conf. on Computer Vision, Sydney, Australia, 2013.

## 資料1 実験手順書

### 実験の流れ

#### (1) 機器の準備

Dospara PC, ASUS PC, KANROKU, 無線ルータ, USB カメラを準備  
KANROKU に USB メモリを差す  
Dospara PC に USB カメラを差す

#### (2) 各機器の起動・接続

無線ルータはコンセントを差すだけ  
<注意！> 実験の度に, KANROKU と Dospara PC の電源を投入した後に両者をつなぐ HDMI ケーブルを一度抜いて差し直して下さい. 差したままで KANROKU の REC ボタンを押した場合, 録音されません.

#### (3) 録画開始 (KANROKU)

KANROKU の REC ボタンを押して録画を開始 (ボタンが赤点灯).

#### (4) Dospara PC の画面内に ASUS PC の画面を表示

Dospara PC の起動  
ASUS PC の LetsView を起動  
Dospara PC の画面内に ASUS PC の画面を表示するよう設定

#### (5) 瞬目計測準備 (Dospara PC)

Dospara PC で Jupyter から瞬目計測アプリを起動  
USB カメラに顔を映し, 顔 (青枠) と瞬目 (赤字) が検出されるのを確認  
USB カメラは ASUS PC の画面枠上に

#### (6) 実験プログラムの起動 (ASUS PC)

PsychoPy から白髪探索アプリを起動

#### (7) 瞬目の検出確認

実験グループの中で視覚探索課題に取り組む人を一人決める  
白髪探索アプリで作業しようとする姿勢で瞬目が検出されるのを確認  
※ マスクをしていると顔が検出されません (口を描いたマスクは使用できる可能性がありますを試しておりません). 眼鏡枠や頭髮が目の近くにあると瞬目が検出されませ

ん。

(8) 実験開始

視覚探索課題を実行

(9) 録画停止

KANROKU の REC ボタンを押して録画を停止

ボタンが赤点滅している間は待ち，緑点灯に変わったら USB メモリを抜く

(10) 動画再生し瞬目確認

USB メモリを Dospara PC に差し動画を再生

探索に時間がかかる画像の場合，探索中に瞬目が抑制され探索終了時に頻発していることを確認します。

さらにデータ処理を行う場合，以下の手順で時刻合わせを行います。動画の録画開始からの時刻を秒に変換して基準にすると便利です。

・毛髪探索アプリの刺激呈示，反応時間計測結果は `_visualSearch_MRM_new_mouse_2021_Dec_00_0000.csv` のような名称のファイルに保存されています。その中の `fixation.started` の最初の値を，動画中で中心視標[+]が最初に出た時刻と対応させます。動画の時刻は動画再生アプリの時刻表示から読み取ります。

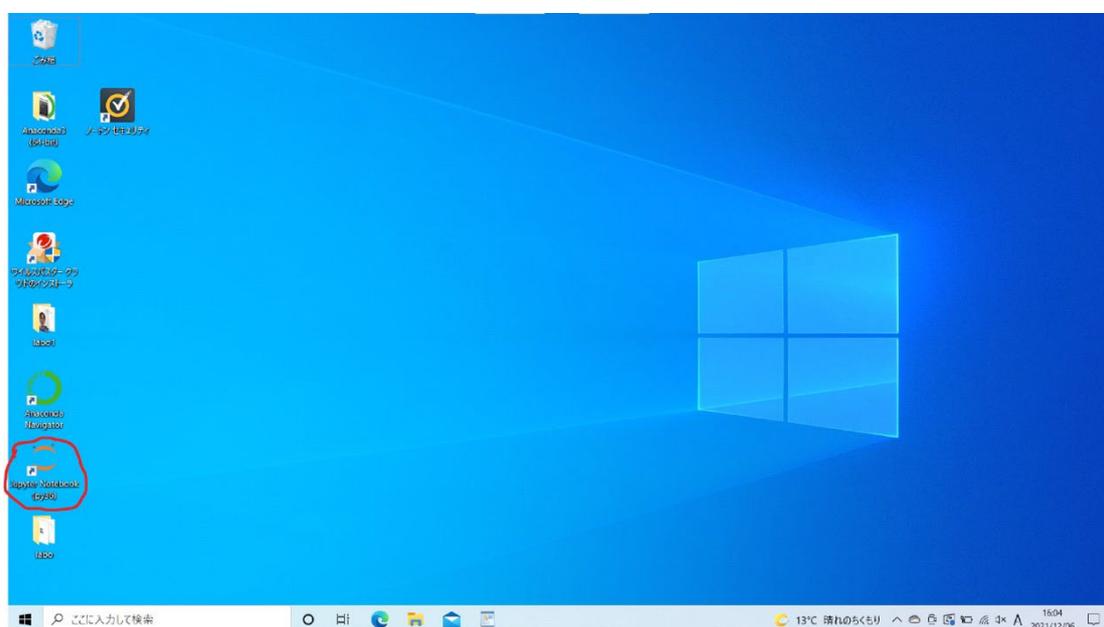
・瞬目計測アプリの検出結果は `3.xlsx` のような Jupyter 起動後に設定した名称のファイルに保存されています。動画中で瞬目が検出されたときに赤字で画面内に表示される検出番号は `3.xlsx` の瞬き数の欄の数値に対応しており，そのときの瞬目計測アプリでの時刻は右横の時間の欄の数値です。このときの動画の録画開始からの時刻を動画再生アプリの時刻表示から読み取ることで瞬目計測アプリと動画再生アプリの時刻を対応させます。

## 瞬き検出アプリの取扱説明書

基本的にファイルの開き方は2通りあります。

まずは簡単な方から！

1. デスクトップ画面またはスタートから「Jupyter Notebook(py36)」を開く



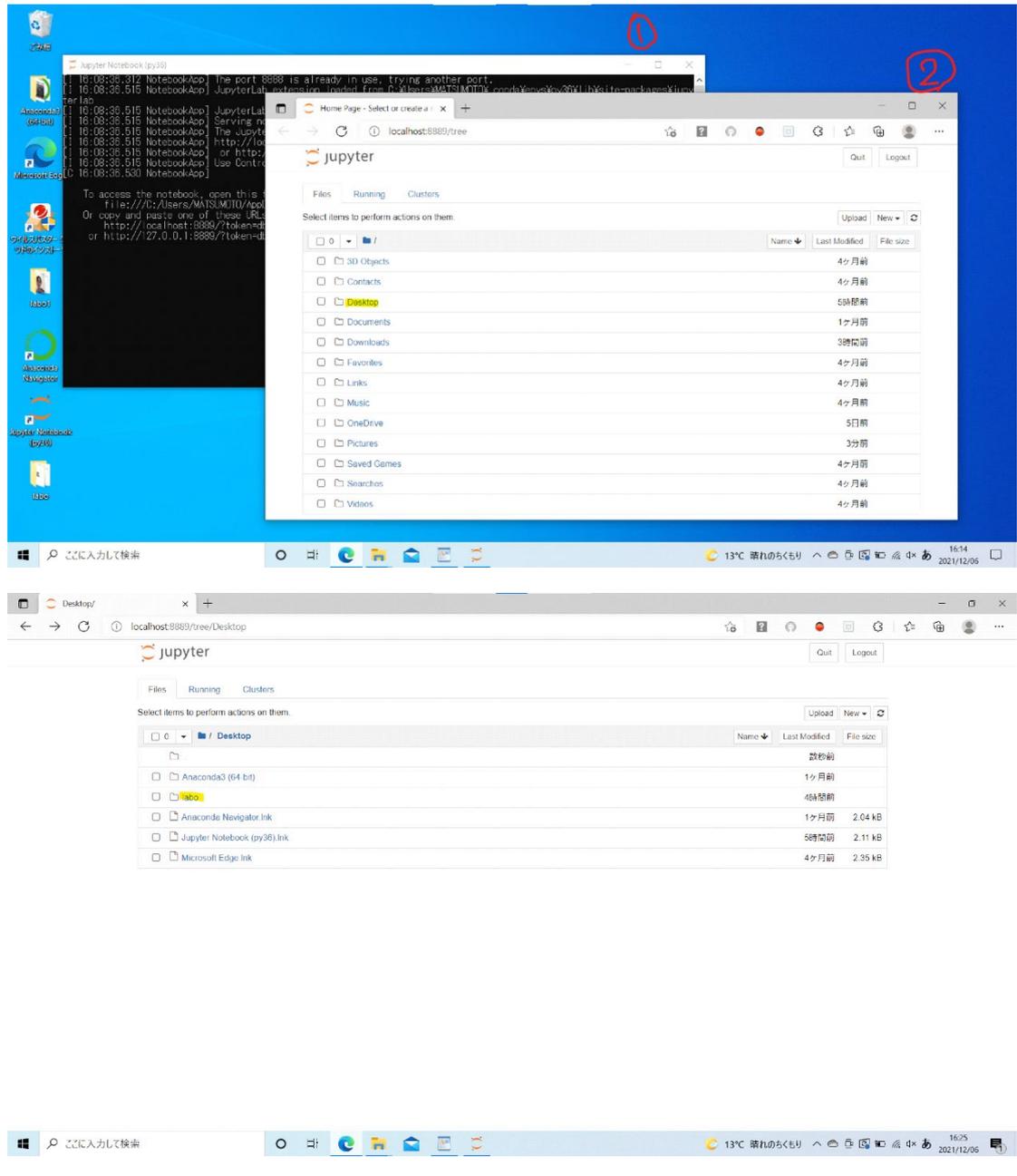
2. 2つウィンドウが開きます。①の黒い方は何も操作しませんが、②を閉じる時に一緒に閉じてください。①だけ×を押して閉じるとプログラムが動きません。

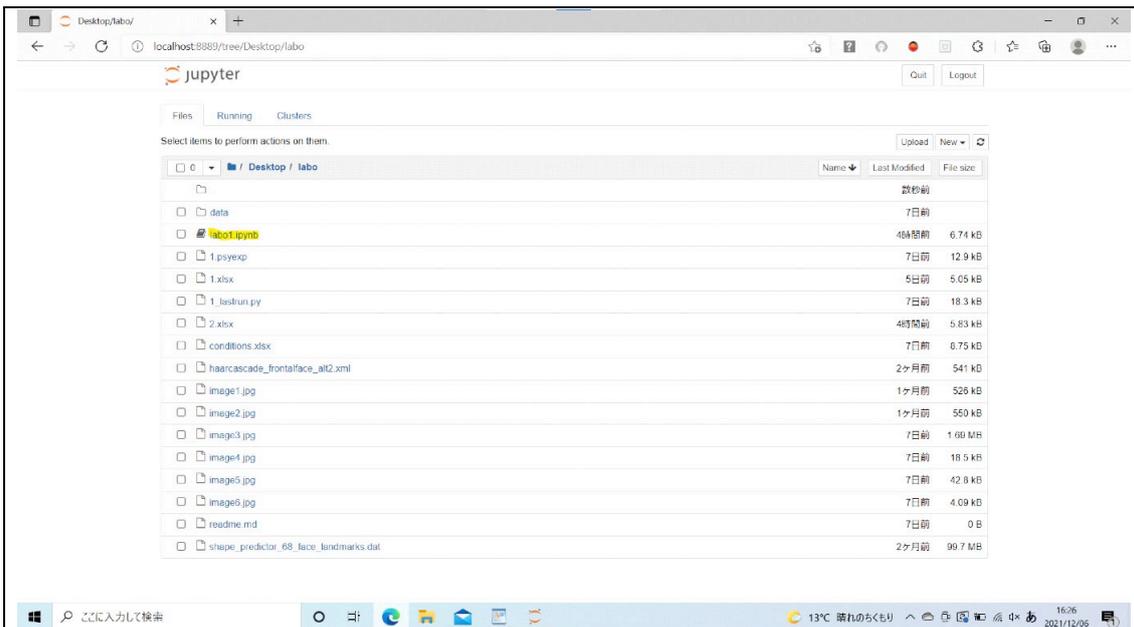
ここからプログラムを開いていきます。

開くプログラムは

デスクトップのフォルダ「labo」内にあるファイル「labo1.ipynb」です。

②で黄色線部分を順に押してください。





3. プログラムが開けたら以下のようにたくさんコードが書かれたページが出てきます。でもいじるのは#で囲まれた部分だけです。

まず①でリアルタイムで実験をするのか録画しておいた動画を使うのか決めます。

- A. PCに元々ついているカメラでリアルタイムで行う場合は0
- B. USBカメラでリアルタイムで行う場合は1
- C. 録画済みの動画ファイルで行う場合は2 (2021.12.6現在使えません。)

を入力してください。

次に、②で保存したいExcelのファイル名を決めます。このExcelファイルに

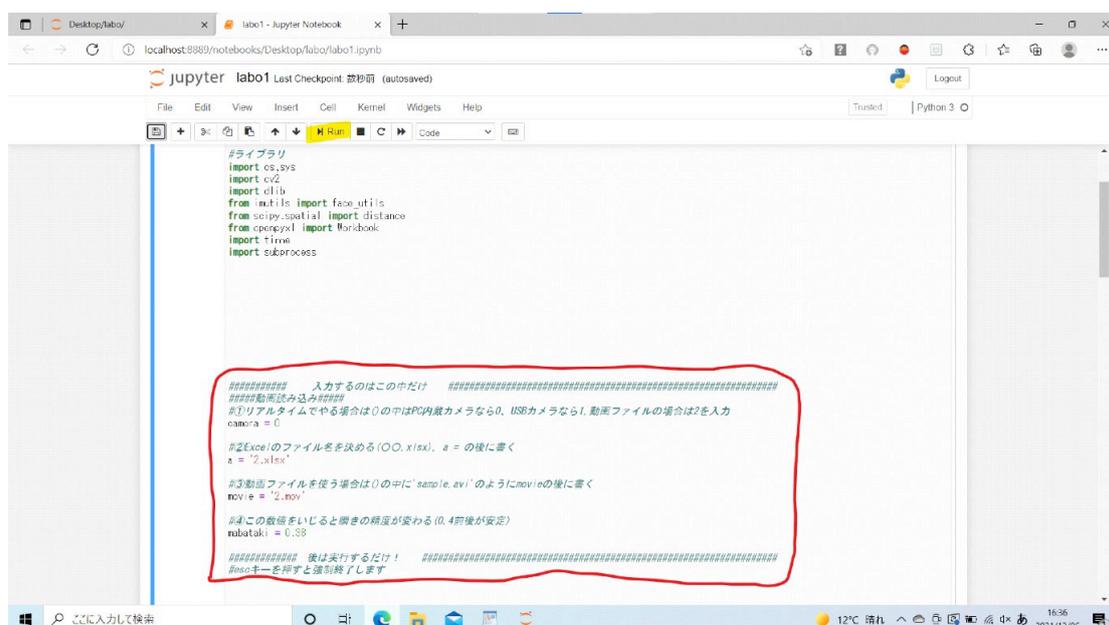
は瞬きの回数やいつ瞬きしたかなどが書かれています。同じファイル名のまま2回プログラムを実行してしまうと上書きされてしまうので絶対に毎回ファイル名を変えてください。

リアルタイムで実験する場合は4に移動！

③で、録画済みの動画ファイルを使う人はそのファイル名を入力してください。ここで注意ですが、扱う動画ファイルを「labo」フォルダ内に入れておいてください。

最後に④ですが、この数値を変えると瞬きの検出精度が変わります。

精度が悪く感じた時に0.4前後で変えてみてください。



```
##### 入力するのはこの中だけ #####
##### 動画読み込み用 #####
#1リアルタイムでやる場合は0の中はPC内蔵カメラなら0、USBカメラなら1、動画ファイルの場合は2を入力
camera = 0

#2Excelのファイル名を決める(○○.xlsx)、a = の後に書く
a = '2.xlsx'

#3動画ファイルを使う場合は()の中に"sample.avi"のようにmovieの後に書く
movie = '2.mov'

#4この数値をいじると瞬きの精度が変わる(0.4前後が安定)
nubatak_i = 0.38

##### 後は実行するだけ! #####
##### Escキーを押すと強制終了します #####
```

4. いよいよ実行です！上の画像の黄色線部分「Run」をクリックするとプ

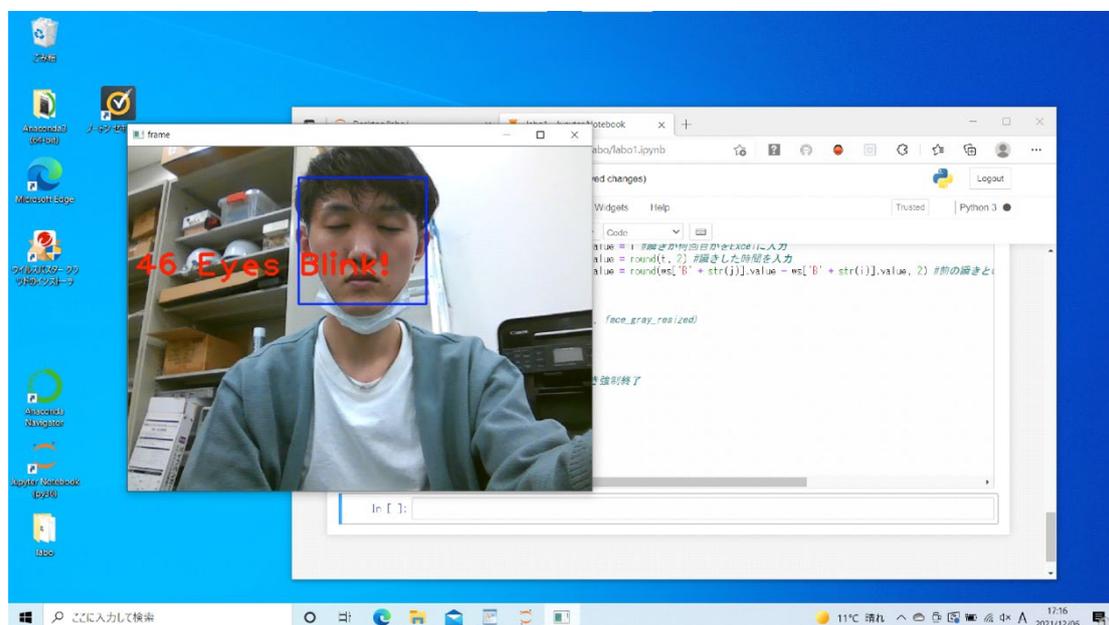
プログラムが実行されます。リアルタイムで行う場合はやめるときにキーボードの左上のescキーを押してください。

終了後にエクセルファイルが出力されて「labo」フォルダ内に保存されます。

顔を検知していると青い四角で囲まれます。瞬きを検知すると

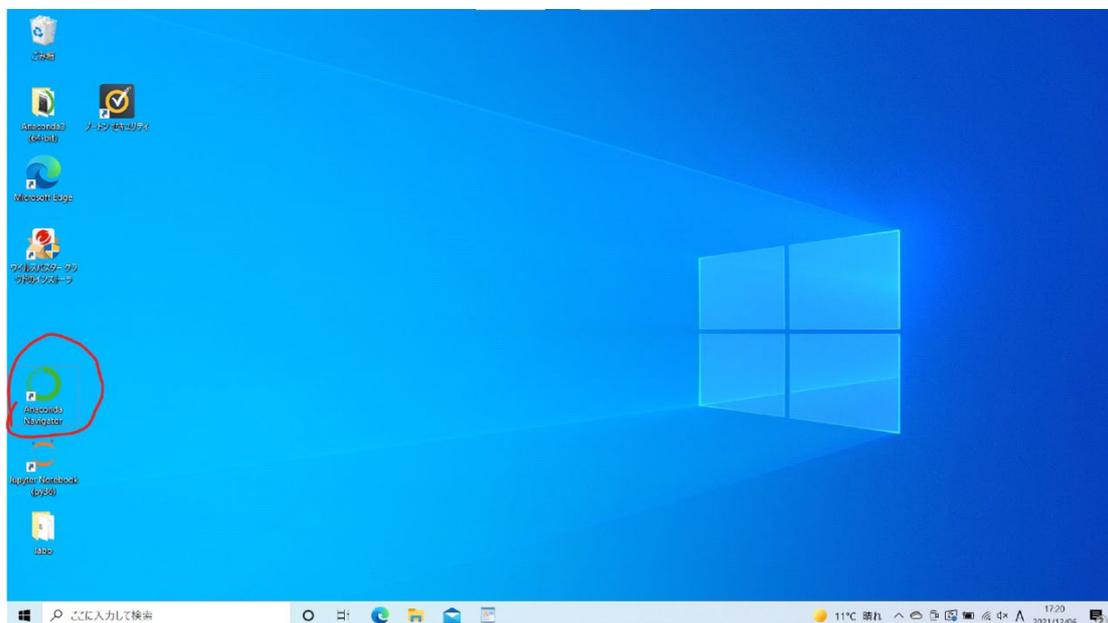
「Eyes Blink!」という表示が出ます。

ある程度カメラから離れても大丈夫ですがカメラの正面を見ていないと精度が落ちてしまうのでご注意ください。

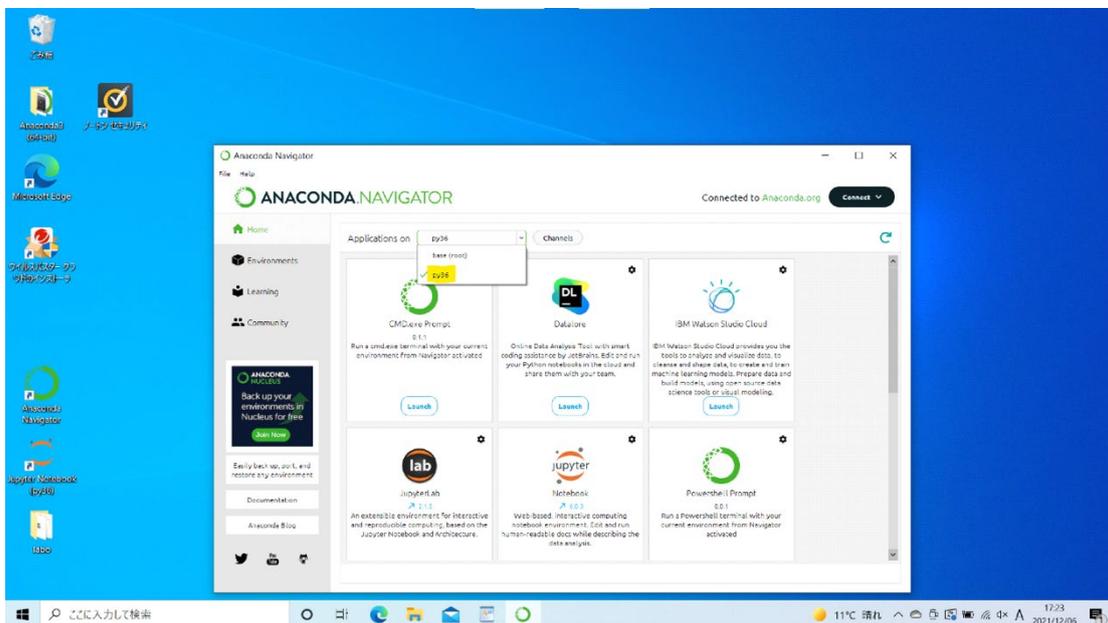


こっちはちょっと面倒くさいのであまりおすすめしません。

1. 赤丸で囲まれた「Anaconda Navigator」を開きます。

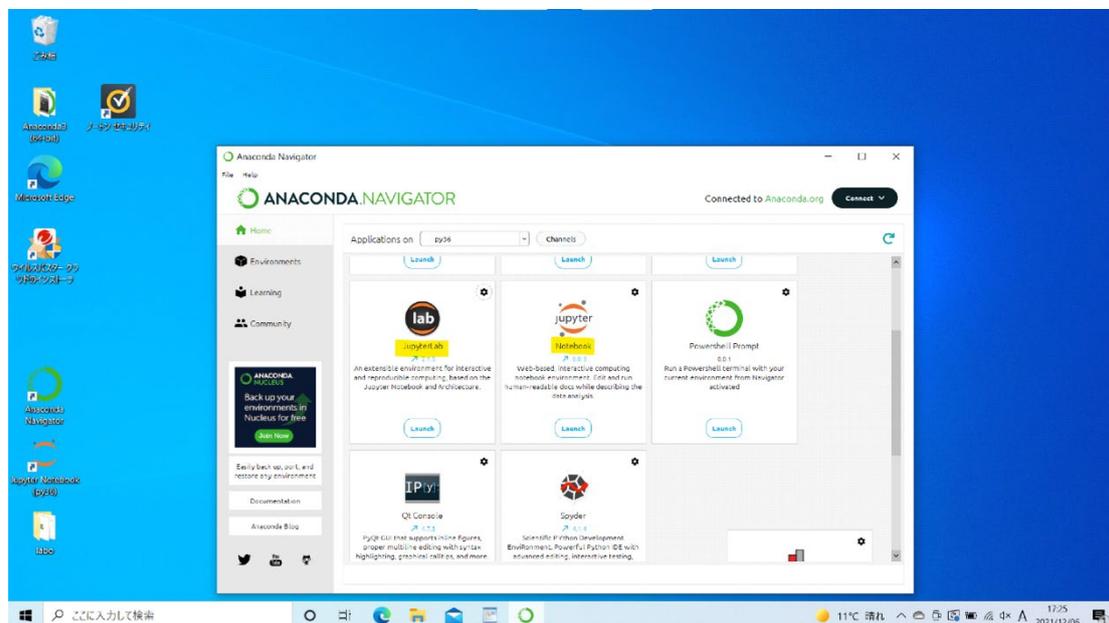


2. 黄色線部分を選びます。私もよく忘れるので注意してください。



3. 「JupyterLab」か「Notebook」の「Launch」を押してください。「JupyterLab」の場合はそのまま一発でプログラムが開きます。「Notebook」の場合は最初に上で

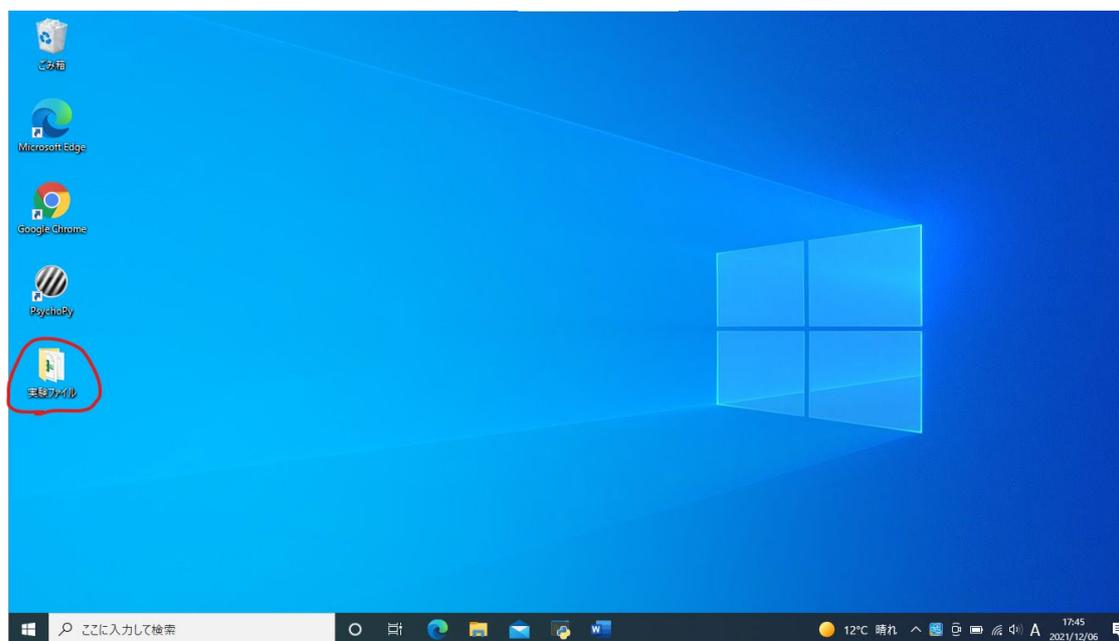
説明したやつと同じものなので上を見てください。



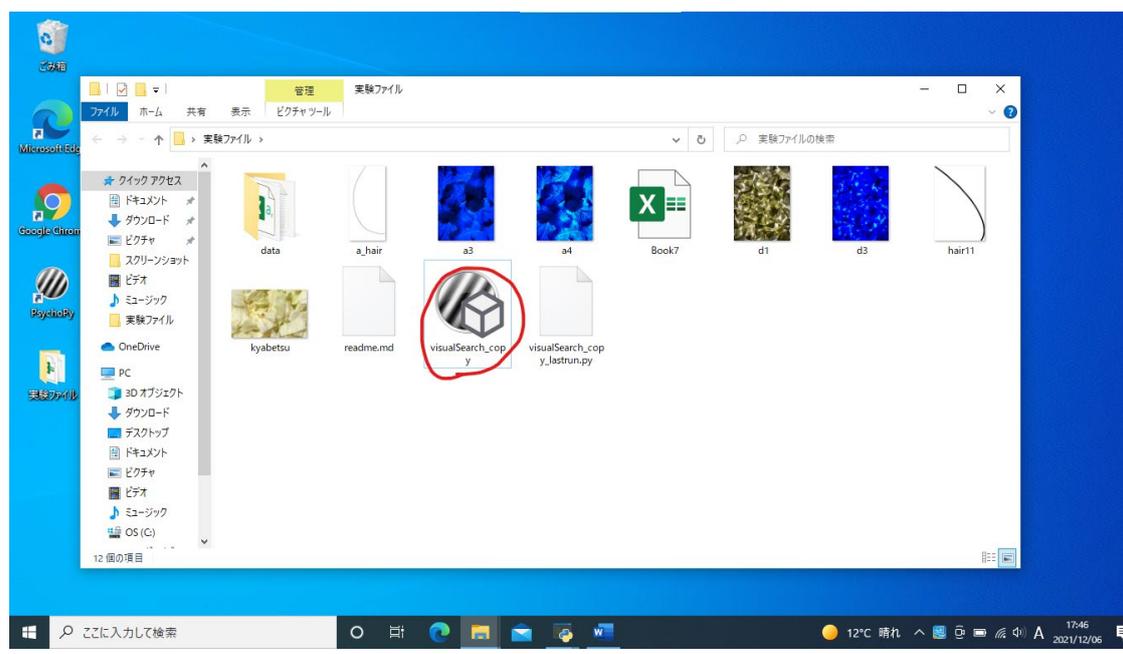
\*注意点 何か間違えてプログラムを書き換えてしまったときは慌てずに×を押してください。書き換えた後に実行したり保存ボタンを押すと保存されてしまうので、その時はデスクトップ内に予備のlab01というフォルダを作っておいたのでその中のファイルをコピーして使ってください。

## 心理学実験ファイルの取扱説明書

1. 赤で囲った「実験ファイル」フォルダを開く！



2. これまた赤で囲った「visualSearch\_copy」を開く！



3. いくつかウィンドウが出てくるけど、使うのはこのウィンドウ一つだけ！これ

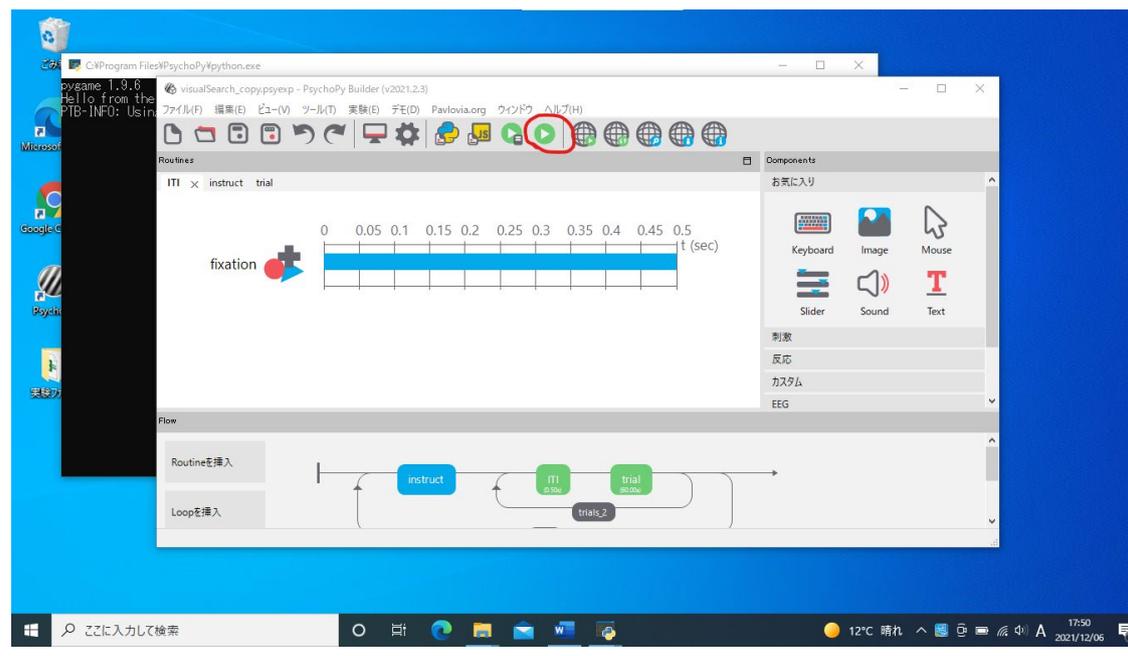
また赤丸で囲まれた再生ボタンを押すと実験開始！

実験内容はランダムで背景などが変わる中で髪の毛1本を見つけてクリックす

るといふものです。1枚の背景につき制限時間は1分なので1分経つと次の画

像に変わります。

途中でやめたい場合はキーボードの左上の esc キーを押してください。



2022 年 日本生体医工学会九州支部学術講演会

講演概要

日 時：令和 4 年 3 月 6 日（日）

場 所：WEB 開催（ZOOM）

## 1A1 脳波のクロススペクトルを用いた局在性徐波の焦点判定

○北村 友人<sup>1</sup>, 杉 剛直<sup>1</sup>, 松田 吉隆<sup>2</sup>, 後藤 聡<sup>1</sup>, 西田 茂人<sup>3</sup>, 佐藤 啓<sup>4</sup>,  
臼井 桂子<sup>5</sup>, 戸島 麻耶<sup>4</sup>, 人見 健文<sup>4</sup>, 松橋 眞生<sup>4</sup>, 池田 昭夫<sup>4</sup>, 長峰 隆<sup>5</sup>,  
柴崎 浩<sup>4</sup>

1 佐賀大学工学部 2 佐賀大学海洋エネルギー研究センター 3 福岡工業大学情報工学  
部 4 京都大学大学院医学研究科 5 札幌医科大学医学部

背景脳波活動中の徐波は、脳機能の異常を知る上で重要である。局所性の徐波は、側頭葉に起源を持つことが多く、耳朶基準導出脳波ではしばしば耳朶電極の活性化により、分布の推定が困難となる。本研究では、隣接電極間の電位差による双極導出脳波を用い、このクロススペクトル情報から局所性徐波の焦点を判定した。2つの双極導出脳波より、徐波帯域のパワースペクトル成分量、クロススペクトル成分量と位相を導出した。脳波記録全体でのパラメータの値より、徐波出現の有無ならびに焦点電極を自動判定した。11例の脳波データを用いて、本方法の判定精度を検証した。6例では視察判読と完全に一致、3例は大まかな特徴は捉えられた。残る2例は結果が異なったが、これらのデータでは頻回なアーチファクト（雑音）の混入が見られた。本方法は、過去に開発した脳波自動判読システムへと取り込むことを目標としており、これによってシステムの判定精度向上が期待される。

## 1A2 ウェアラブル脳波計の加速度情報を利用したアーチファクト混入区間の自動抽出

○木下 雅貴<sup>1</sup>, 杉 剛直<sup>1</sup>, 松田 吉隆<sup>2</sup>, 後藤 聡<sup>1</sup>, 野平 晴彦<sup>3</sup>, 須藤 健太<sup>3</sup>,  
兵藤 道大<sup>3</sup>

1 佐賀大学工学部 2 佐賀大学海洋エネルギー研究センター 3 日本光電工業

ウェアラブル型の脳波計は、従来の検査に比べて装着が容易であり、救急救命の現場などで利用が始まっている。装着が容易である反面、記録電極数が少ないため、脳波とアーチファクト（雑音）との識別が困難である。また、装着の形状に起因した、従来の脳波検査では見られないアーチファクトの混入も考慮する必要がある。本研究では、ウェアラブル脳波計に搭載されている加速度計の記録波形を利用して、アーチファクト混入区間の自動抽出を試みた。加速度波形の振幅、変化量、変化の持続時間などに基づいて、体動、電極インピーダンスの変化に起因したアーチファクトを分類した。方法開発のために、様々なアーチファクトが混入した健常被験者5例のデータを用いて検証した。体動起因のアーチファクト混入区間は、明瞭なものは全て抽出できた。一方の電極アーチファクトでは、一部で加速度の変化が小さいために抽出できない区間があった。加速度情報に加え、脳波時系列そのものの情報も組み合わせることで、抽出精度を向上させる必要がある。

1A3 (演題取下げ)

1A4 加圧される面積による血圧値の誤差について：容積振動法を用いた指輪式血圧計開発研究

○貞清 正真<sup>1</sup>, 福田 海斗<sup>2</sup>, 大渡 郁佳<sup>2</sup>, 李 知炯<sup>1</sup>

1 福岡工業大学大学院工学研究科情報システム工学専攻 2 福岡工業大学情報工学部情報システム工学科

カフを用いる上腕加圧式血圧計測法においてカフの大きさは測定血圧値の誤差原因として挙げられている。というのも、計測部位の太さには個人差があり、加圧面積に差が生じるからである。そこで、デバイスの大きさ及び計測部位の個人差を考慮し、容積振動法を用いる指輪式血圧計を開発してきた。しかし、指基部における適切なカフの大きさについては検討されてこなかった。本研究では、加圧面積に着目し、異なるカフ幅及び異なる指の太さによる測定血圧の誤差について実験的な調査を行った。市販の上腕血圧計を基準とした 3つのカフ幅 13, 19, 25 mm の試作システムにおける平均血圧の差の平均が、それぞれ、35.8, 2.8, -6.5 mmHg であった。また、5名の被験者に対し、実測した直径 18.6 mm の指における平均血圧が基準値と比べ最も小さい差 (12.0 mmHg), この直径を中心として指が太くなるほど、かつ細くなるほど差が大きくなった。これらの考察は、血圧校正法の観点から行った。

## 2A1 空間重なり変調法を用いた2光子励起顕微鏡の高深達距離化に向けた基礎的検討

○林 知志, 山岡 禎久

佐賀大学大学院先進健康科学研究科

2光子吸収を利用した蛍光イメージングでは、生体深部の構造を高い空間分解能で可視化することができる。しかし、観察面が深くなると、焦点位置の外からの信号により信号対雑音比 (SNR) が悪化する。そこで、SNR を向上させるために、空間重なり変調法と2光子光音響イメージングを組み合わせたイメージング手法を提案する。この方法では、焦点付近においてのみ起こる重なり変調による信号を検出するため、焦点以外からの信号が除去され高コントラスト化が可能であり、光音響波を検出することにより深部観察が可能となる。現在、KTN 偏向器を用いた重なり変調による2光子蛍光の発生と最適な偏向角を確認し、2光子蛍光の検出によりガラスセル内のローダミン B/エタノールのエッジを可視化することに成功した。

## 2A2 がん広がり診断へ向けた内在性分子からの光音響信号測定

○池下 彰一<sup>1</sup>, 能塚 雄介<sup>2</sup>, 波田 悠暉<sup>1</sup>, 濱野 純<sup>1</sup>, 山岡 禎久<sup>1</sup>

1 佐賀大学大学院先進健康科学研究科 2 佐賀大学大学院工学系研究科

一般的に固形がんは低酸素状態になっているため、蛍光を有する内在性分子である NADH (ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド) が増えることが知られている。自家蛍光イメージングによってがんの広がり診断をする方法も提案されているが、生体による光散乱のために深部方向の広がりを評価することは難しい。この問題を解決するために、我々は NADH を光音響イメージングにより検出し、がんの広がりを診断する方法を提案する。光音響イメージングとは光と音を融合した技術であり、従来観察できないミリメートルからセンチメートルの生体深さを数十から数マイクロメートルの空間分解能で観察することができる。本研究では、波長 355 nm のナノ秒光パルスを励起光として、NADH を溶かした水溶液に照射し、光音響信号の発生を確認した。現在、溶液の pH を変化させた際の光音響信号の強度変化について評価を行っている。

2A3 安静時及び課題遂行時の超低周波成分脳内ネットワーク活動の時間変化について  
○揚野 翔, 田中 秀, 大倉 諒也, 岩泉 裕生, 伊良皆 啓治  
九州大学

これまで、脳内ネットワーク活動についての研究において、機能的接続性とグラフ理論を応用したネットワーク解析が行われてきた。しかし、このネットワーク解析において EEG の特徴である、高時間分解能を生かした脳内ネットワーク活動の時間変化について注目した研究は少ない。また、安静時ネットワークの 1 つであるデフォルトモードネットワーク(DMN)では 1Hz 以下の超低周波成分において、脳波での活動が示唆されている。そこで本研究では、2 分間の安静時と図形暗記時の超低周波成分での脳内ネットワークの時間変化に着目し、時間窓を細かくシフトして機能的接続性の 1 手法である Phase locking value を計算し、特徴的経路長(CPL)とクラスタリング係数(CC)、スモールワールド性(SW)を算出し、時間的脳内ネットワーク変化を検討した。結果、SubDelta(0.08-0.12Hz)において、安静時に高い SW を、暗記時より長く維持しており、SW の時間平均値が安静時の方が暗記時に比べ優位に高いという結果が得られた。このことは安静時の DMN の活性化による影響であると考えられ、EEG 単体での DMN 活動計測の 1 つの指標になるのではないかと考える。

### 3A1 赤外線変調式信号によるトラッキングシステムの開発について

○関戸 彪馬<sup>1</sup>, 波多野 良輔<sup>1</sup>, 松田 鶴夫<sup>2</sup>

1 北九州市立大学国際環境工学研究科情報工学専攻 2 北九州市立大学環境技術研究所

近年、高齢化社会が進行している日本では、介護者・患者へのニーズに合わせた QOL 支援システムの需要が高まる傾向にある。このような需要に応えるべく様々な企業でシステムが開発されているが、その多くが特化型の機能を持つことが多い。特化型の機能は、効果の高いシステムを搭載できるという利点を持つ反面、ニーズに対して柔軟な対応が難しいという欠点も持つ。これらの問題を解決するために、我々はハード・ソフト両面にわたり柔軟なシステム構成（レジリエントシステム）について考察している。レジリエントシステムは既存技術の再利用性、持続的に開発可能な拡張性に重きを置いている。開発対象の変更、要求されるニーズの変更が求められる場合であっても、このシステムを取り入れることで開発の負荷を軽減することに繋がる。ここでは要素技術の一つとして、赤外線変調式信号によるトラッキングシステム（以下、カルガモシステム）を開発したので紹介する。

### 3A2 脳血管系麻痺による上肢片麻痺者リハ支援に資する環境開発と評価について

○松田 鶴夫<sup>1</sup>, 金田 純也<sup>2</sup>, 脇坂 成重<sup>3</sup>, 遠藤 正英<sup>3</sup>

1 北九州市立大学環境技術研究所 2 北九州市立大学国際環境工学研究科 3 桜十字福岡病院リハビリテーション部

近年、高齢化社会の加速に伴う各種脳疾患の患者数が拡大している。後遺症等疾患としての麻痺により、意欲の減退や社会復帰を逡巡する人々が増えつつあることから、患者や家族そして医療機関を含む社会全体の負担が大きくなっている。一方、リハビリテーションによる機能回復は多くの病院で行われ、機能回復例も多く報告されているが、その効果の再現性が個人に大きく由来することから「いかに自立して健康で暮らせるか」という QOL を考慮した「健康寿命」への欲求に対する支援は十分とは言い難い。本研究では、患者自身の麻痺側を動かそうとする意思をトリガとする運動・感覚・視覚を組み合わせたフィードバックシステム（Narem）構築した。本報告ではこれによる 20 名の手指麻痺者への臨床試験を行い、18 名について有効性を確認したので報告する。

### 3A3 焚き火の脳科学研究プロジェクトはじめました

○岡本 剛

九州大学

ブームに乗じて野山に繰り出し、独り焚き火に熱中するあまり、著者はついに焚き火を仕事（脳科学研究の対象）にしてしまった。人類にとって焚き火が特別かつ不可欠なものだったことは周知の通りだが、焚き火の脳科学的効果についてのエビデンスは、実はほとんど無い。「好きな焚き火をしながら、焚き火の脳科学研究でハイ・インパクトな結果が得られれば一石二鳥だ！」と鼻息荒くたった独りでプロジェクトを立ち上げたまでには良かったが、大学の敷地内で焚き火をするには障壁しかなかった。できる限り野山の環境に近く、たった独りで焚き火ができる場所（で使っている所）を選定し、その許可を得るだけで1年もかかってしまった。しかしその甲斐あって、週に一度は雑用や雑念にまみれた日常からしばし離れ、研究にだけ没頭していた若かりし日に戻った気分楽しく実験している。ここではそんな本プロジェクトの背景や苦労話、現在の状況を合わせて、俯瞰セッションで話してみたい。

### 3A4 金属製埋植電極に必要な諸特性—人工感覚器への応用を中心に

○野村 修平<sup>1,2,3</sup>, 田代 洋行<sup>2,3</sup>, 寺澤 靖雄<sup>4</sup>, 中野 由香梨<sup>4</sup>, 太田 淳<sup>3</sup>

1 帝京大学福岡医療技術学部 2 九州大学 3 奈良先端科学技術大学院大学

4 株式会社ニデック

外界情報を直接神経や脳に伝えるサイバネティクス技術の医療応用に向けた研究開発は目覚ましく、旧来は治療が不可能であった感覚機能の喪失も治療が可能になりつつある。聴覚障害や失明疾患（網膜色素変性、加齢黄斑変性）など、未だ有効な治療法が確立していない感覚機能障害に対して機能が残存する感覚神経路を電気刺激することで、失われた感覚機能を再建できるようになった。人工感覚器の医療機器としての実用化には、生体内に埋植した電極を介して電気刺激（通電）や生体信号の記録を長期間、安全かつ安定して行う必要がある。それらは電極の特性に大きく依存するため、目的に応じて埋植電極の材料、形状、サイズ、表面構造、埋植様式等を設定することが重要となる。本発表では、人工感覚器として実用化が進んでいる人工内耳や人工網膜などの紹介を通し、アクティブインプラントにおける神経インターフェースとして埋植電極が有すべき諸特性や安全評価法について述べる。

## 1B1 神経細胞に光応答性を付与する Photoactive molecule (BENAQ) の精製純度の検討

○佐々木海吏<sup>1</sup>, 田代 洋行<sup>2,3</sup>, 野村 修平<sup>4,3,2</sup>

1 九州大学医学部保健学科検査技術科学専攻 2 九州大学 3 奈良先端科学技術大学院大学 4 帝京大学

加齢黄斑変性や網膜色素変性のような失明疾患では網膜神経節細胞は残存している。現在開発されている人工網膜では神経インターフェースとして、残存する神経細胞を直接的に電気刺激する方法がとられる。これに代わる新たな方法として光学的な神経刺激である photoswitch がある。photoswitch とは網膜神経節細胞のイオンチャンネルを光異性化分子で制御し、網膜神経節細胞に光感受性を与える物質及びその方法である。photoswitch に Benzyl ethyl aminoazobenzene quaternary ammonium (BENAQ) という光異性化分子を用いた方法がある。本研究では BENAQ の精製純度を求めるために、BENAQ 合成の出発物質である Aminoazobenzene 4 の検出限界、定量限界を検討した。検出限界は  $6.15 \times 10^{-5}$  mg/ml、定量限界は  $2.5 \times 10^{-4}$  mg/ml であった。BENAQ の最大効果濃度は 0.0347 mg/ml である。得られた検出限界に対して 0.2%程度の不純物濃度まで検出でき、十分な精度が得られたと考えられる。濃縮液で評価すればより高精度な評価が可能である。許容される不純物濃度については最終的には毒性試験を必要とする。

## 1B2 照明色が食材に含まれる毛髪の探索時間に与える影響

○小松 蒼史<sup>1</sup>, 早見 武人<sup>1</sup>, 浦田 忠<sup>2</sup>, 野見山 和貴<sup>2</sup>, 高本 智茂仙<sup>2,3</sup>

1 北九州市立大学国際環境工学部 2 ピナーカ MJ レボリューションズ(株) 3 サムテック・イノベーションズ(株)

現代では消費者が目にする食品の多くは加工品であり、食品工場を経由して出荷されている。食品の原材料に含まれる様々な異物を除去する工程の一部は機械化されず、人手によって行われている。いくつかの企業ではこの工程に一般的な白色光ではなく色光を用いているが、色光が生産効率を高めることに関する科学的根拠は乏しい。そこで本研究では平面に広げた食材の中から毛髪を探す工程を想定し、異なる色光で照射された食材の写真の中から毛髪を探すときの探索時間を計測できるゲーム風のアプリケーションを開発した。6種類の生鮮食材に赤・緑・青・白の4色を照射した写真を用いてこのアプリケーションを動作させ、10名の実験参加者を用いて探索時間の計測を行った。その結果、一部の食材について色光が探索時間の短縮に貢献していると考えられた。色光を照射した食材の写真は白色光よりも図柄が単純になる場合があり、探索時間の短縮に繋がっていると考えられた。

1B3 筋電応答により駆動を行う装飾義手の構築を最終目的とした義手各構成要素の性能向上を目的とした研究開発

○星野 桃香<sup>1</sup>, 松田 鶴夫<sup>2</sup>, 中島 聡吾<sup>3</sup>

1 北九州市立大学国際環境工学部情報システム工学科 2 北九州市立大学環境技術研究所 3 北九州市立大学国際環境工学研究科情報工学専攻

近年様々な企業が上肢切断者にむけた義手を提供している。このような中で、筋電位を活用する義手の注目度は高い。筋電位義手の研究開発は多岐にわたるが、研究の域を出て一般に普及するものは少ない。この主たる原因は、開発における課題が非常に膨大であり、全ての要求に応えることが難しい点にある。中でも、重量、コスト、応答速度、耐久性、メンテナンス性等は重要課題とされている。本研究は過去に報告を行った先行研究において生じた課題を解決する要素技術の性能向上を目的としている。まずは、義手本体に内蔵可能な筋電位導出装置の小型化と、駆動モーター制御に関する検討をおこなった。さらに、筋電位導出に関わる部分の低ノイズ化や増幅度切り替えに関わる回路について予備実験や検討を行った。また S.M.A.評価に必要な試験装置の開発や新たに試作した義手モデルを使用した駆動実験などを行い運用が可能であることと、新たな課題を確認したので併せて報告する。

1B4 (演題取下げ)

2B1 聴性誘発脳波のウェーブレット変換位相解析による自閉スペクトラム症の特徴抽出

○坪井 章悟<sup>1</sup>, 早見 武人<sup>1</sup>, 小田 祐子<sup>2</sup>, 原口 奈美<sup>2</sup>, 中山 菜穂<sup>2</sup>,  
上野 雄文<sup>2</sup>, 鬼塚 俊明<sup>3</sup>

1 北九州市立大学国際環境工学部 2 国立病院機構肥前精神医療センター 3 九州大学大学院医学研究院神経画像解析学

発達障害が社会で広く認知されるようになり、自閉スペクトラム症検査のニーズが高まっている。自閉スペクトラム症の原因については近年 GABA の関与が疑われている。GABA 作動性抑制性介在ニューロンの活動を反映する生理反応に、聴性定常反応 (ASSR) と呼ばれる脳波がある。ASSR はボタン押しのような行動を伴わずに計測可能であるため幼児でも検査できるという特長がある。これまでの研究において、双極性障害患者の ASSR に含まれるガンマ帯域パワースpekトルの減少や位相同期性の低下が確認されている。そこで本研究では ASSR の位相同期性について、自閉スペクトラム症患者群と健常者群の比較を行った。500 ミリ秒間の 40Hz クリック音を 1 秒間隔で与え、反応として得られた ASSR にモルレーのウェーブレット変換を適用し、位相同期性のスカログラムを描いて比較した。その結果、自閉スペクトラム症患者群の位相同期性は健常者群よりも低く、双極性障害患者に似た反応を示すものと考えられた。

2B2 画像処理を用いた行動科学教育用瞬目観察ツールの試作評価

○福岡 千紘<sup>1</sup>, 早見 武人<sup>1</sup>, 松本 亜紀<sup>2</sup>, 松尾 太加志<sup>3</sup>, 福田 恭介<sup>4</sup>,  
志堂寺 和則<sup>5</sup>

1 北九州市立大学国際環境工学部 2 北九州市立大学文学部 3 北九州市立大学 4 福岡県立大学 5 九州大学大学院システム情報科学研究所

近年ではパソコンやスマートフォン等の端末機器がカメラを有することが一般的になっている。これまで行動科学分野において動画を用いた計測は脳の情報処理過程を知る手がかりを得るための特別な方法に位置付けられてきたが、今後は動画を研究や実務に活用できる人材を育成する必要があると考えられる。しかし現状では動画を計測手段として用いるためには情報分野の知識が相当量必要であり、文系学部で行動科学を学んでいる学生にとって敷居が高いものとなっている。そこで本研究では教育における課題を明らかにすることを目的として、学生実験での使用を想定した瞬目計測アプリケーションの試作を行った。コードは OpenCV と Dlib の顔検出機能を利用して Python で記述した。作成したアプリケーションを用いた模擬実験を文系と理系の学生に行ってもらい、その様子を観察、比較した。行動科学分野で学生実験に動画の画像処理を取り入れる際の教材開発や教育内容に関する示唆を得た。

## 2B3 外因性細胞外 pH 勾配下の MDA-MB-231 細胞の遊走の方向性

○波田 悠暉, 山岡 禎久

佐賀大学大学院先進健康科学研究科生体医工学コース

当研究室では、がんの血行性遠隔転移メカニズムの解明を目標に、がん細胞の遊走方向が腫瘍内微小血管周囲に形成される代謝産物やエネルギー基質などの物質濃度勾配によって決定される可能性を *in vitro* で検討している。このような遊走を方向性遊走と呼び、これまでに約 0.2 units/mm の細胞外 pH 勾配が MDA-MB-231 細胞の方向性遊走を誘導することを示した。しかし、この実験では細胞外 pH 勾配の他に様々な物質濃度勾配が形成されていたため、細胞外 pH 勾配が単独で同細胞の方向性遊走を誘導できるかどうかは分かっていない。そこで本研究では、pH 以外の物質濃度勾配を極力排除した上で約 0.3 units/mm の細胞外 pH 勾配を形成できるデバイスを新規作成し、同細胞の遊走観察を行った。このとき、方向性遊走は観察されなかった。細胞外 pH 勾配の他に誘導因子が存在する可能性も含めて誘導因子の更なる探索が必要である。

## 2B4 手指リハビリテーション支援に資する VR 機能と通信機能の拡張検討について

○木口屋 和泉<sup>1</sup>, 久保 大樹<sup>1</sup>, 松田 鶴夫<sup>2</sup>

1 北九州市立大学国際環境工学科 2 北九州市立大学環境技術研究所

近年、肢体不自由者が増加傾向にあるが、リハビリテーション（以下、リハ）の指導員数は不足しており、効率・効果的なリハが重要視されている。本研究室ではこれらの問題に対して、大脳機能を利用したリハ支援システム(Narem)を開発し、現在、病院の協力を得て実地試験に取り組んでいるが、患者の集中力不足による効率低下の例を確認した。この問題解決のために、視覚誘導強化と外乱影響低減を目的とする追加機能を検討中である。これまでに、Narem から得た手指空間座標を元に Unity を用いた VR 空間上での手指モデル表示システムを構築し、手指運動に対応したオブジェクト追従運動を誘発する機能まで追加していた。このシステムに Unity から TCP/IP 通信、もしくは Wi-Fi 通信を用いて、リハに関するデータを送受信する機能の追加手法が明らかになった。また、今後の実装に必要な調査についても明らかになったので報告する