

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下さい。
- ・ 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。

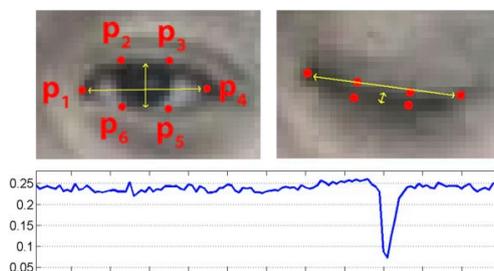


図 1 瞬目の検出方法 [5]

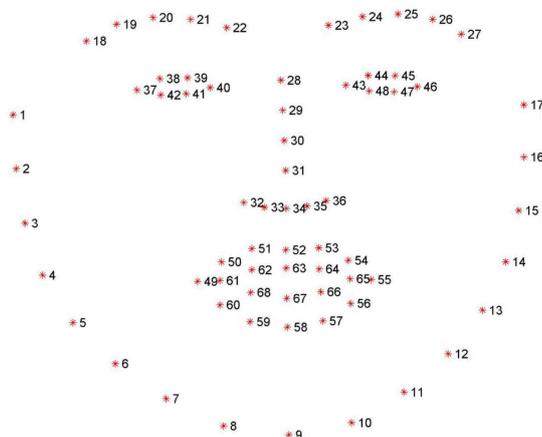


図2 顔ランドマークの68点モデル[6]

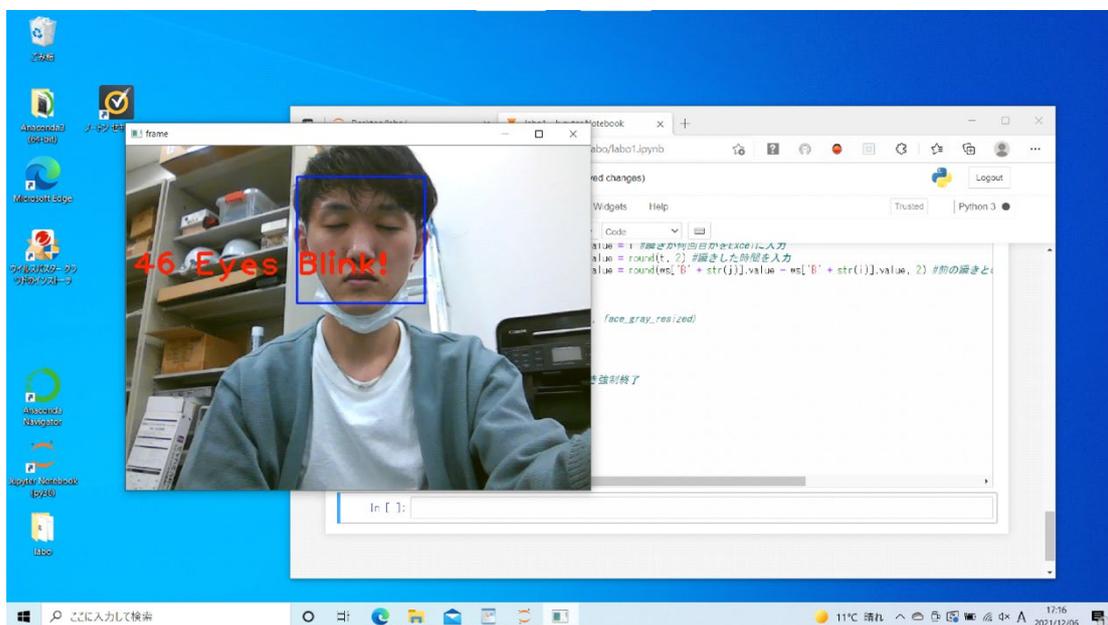


図3 試作したアプリケーション

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て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 Dospa 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。

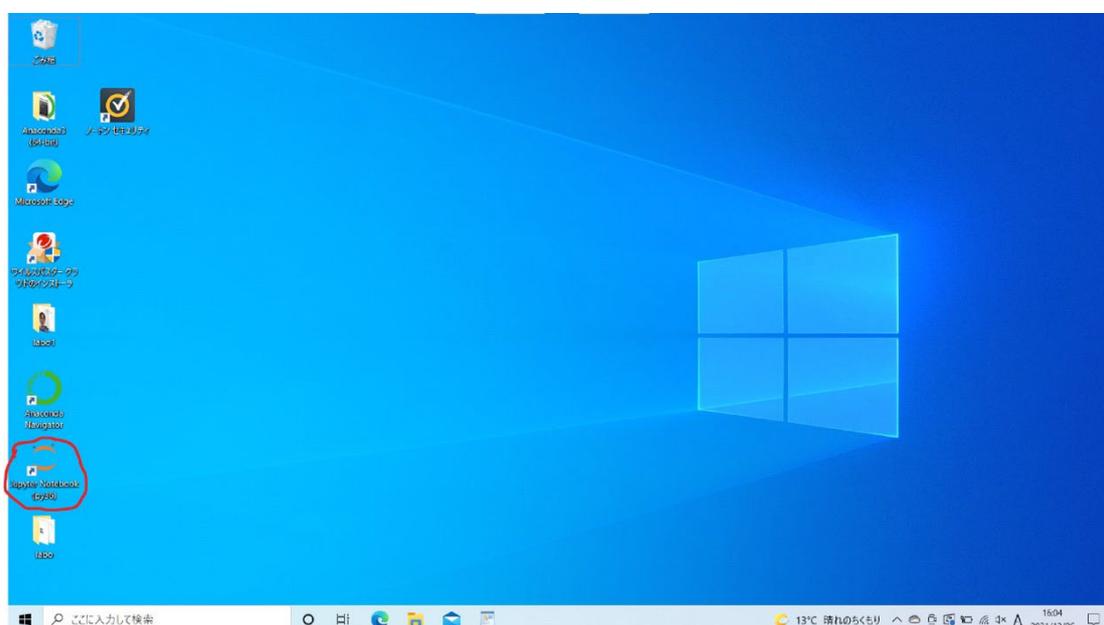
・瞬目計測アプリの検出結果は `3.xlsx` のような Jupyter 起動後に設定した名称のファイルに保存されています。動画中で瞬目が検出されたときに赤字で画面内に表示される検出番号は `3.xlsx` の瞬き数の欄の数値に対応しており，そのときの瞬目計測アプリでの時刻は右横の時間の欄の数値です。このときの動画の録画開始からの時刻を動画再生アプリの時刻表示から読み取ることで瞬目計測アプリと動画再生アプリの時刻を対応させます。

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



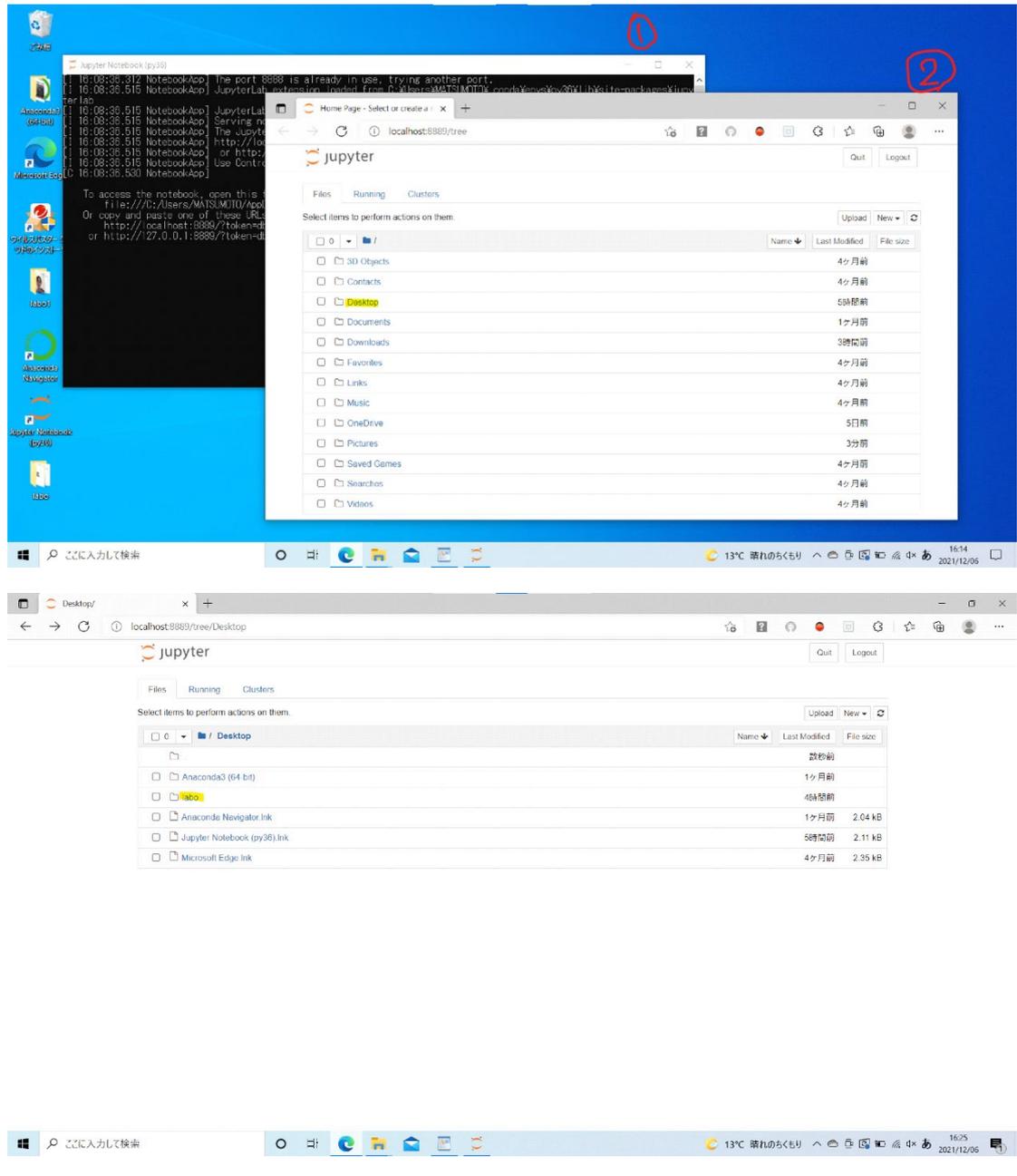
2. 2つウィンドウが開きます。①の黒い方は何も操作しませんが、②を閉じる時に一緒に閉じてください。①だけ×を押して閉じるとプログラムが動きません。

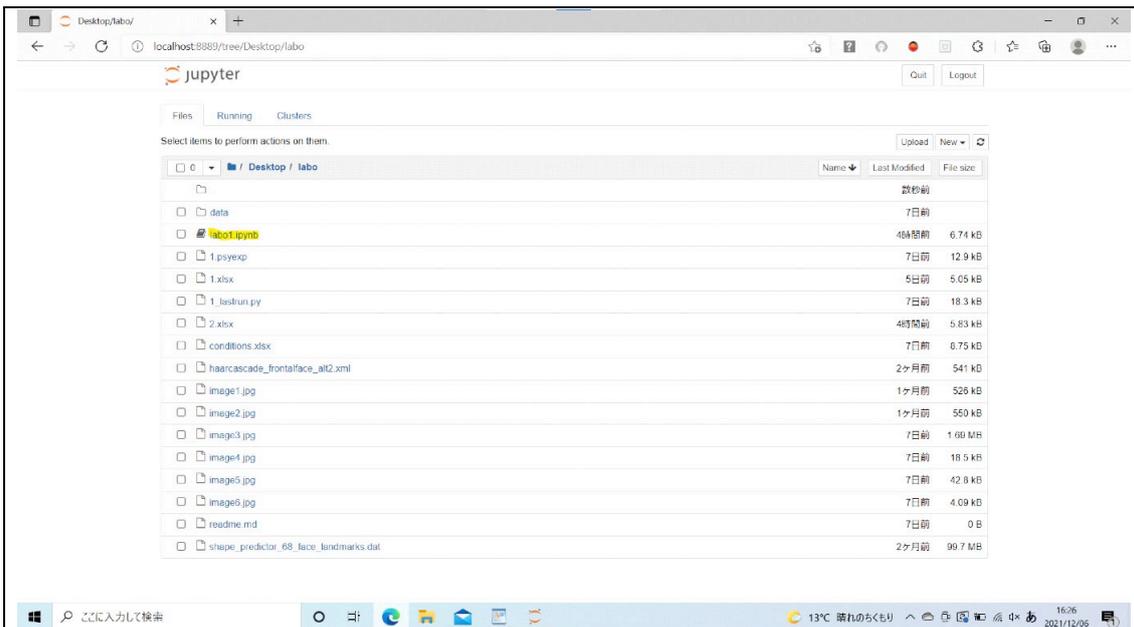
ここからプログラムを開いていきます。

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

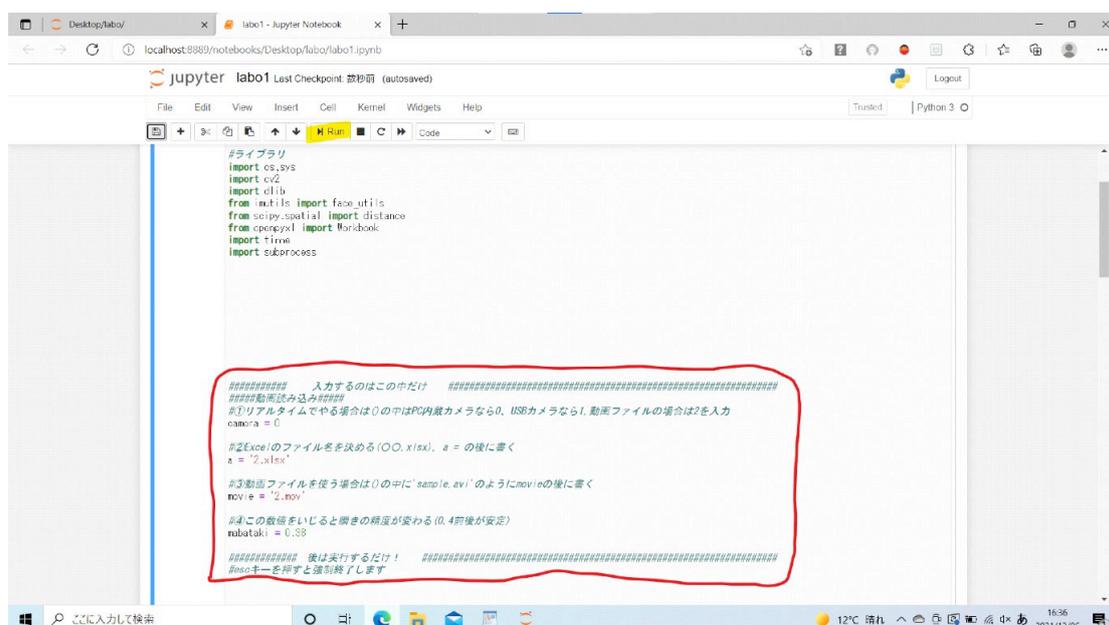
は瞬きの回数やいつ瞬きしたかなどが書かれています。同じファイル名のまま2回プログラムを実行してしまうと上書きされてしまうので絶対に毎回ファイル名を変えてください。

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。

精度が悪いと感じた時に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 #####
##### 動画読み込み用関数 #####
#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(〇〇.xlsx)、a = の後に書く
a = '2.xlsx'
#3動画ファイルを使う場合は0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

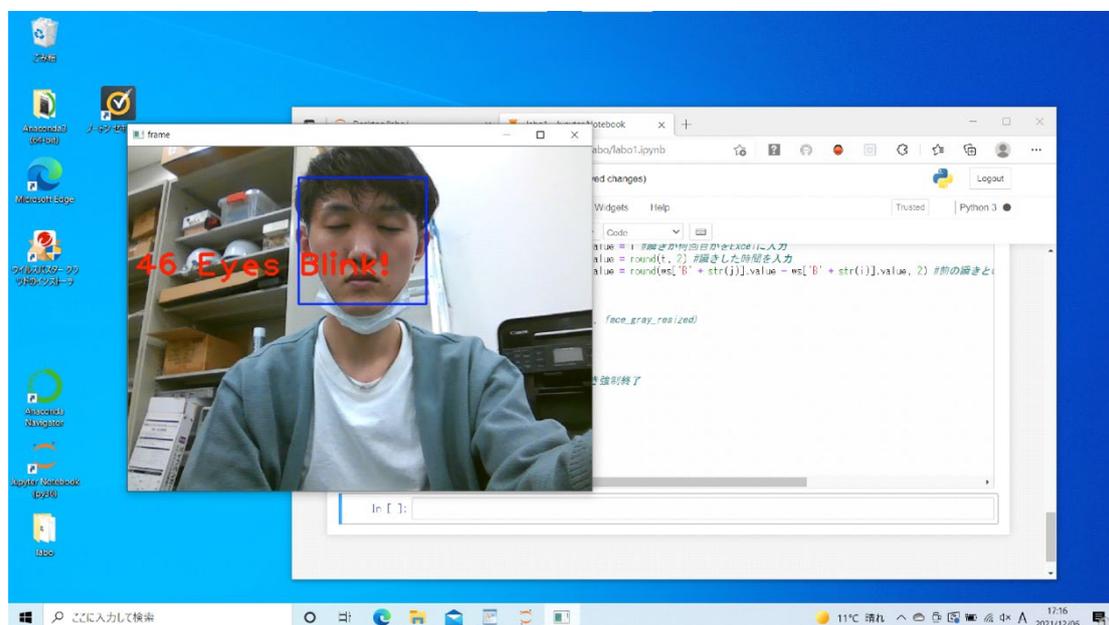
プログラムが実行されます。リアルタイムで行う場合はやめるときにキーボードの左上のescキーを押してください。

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

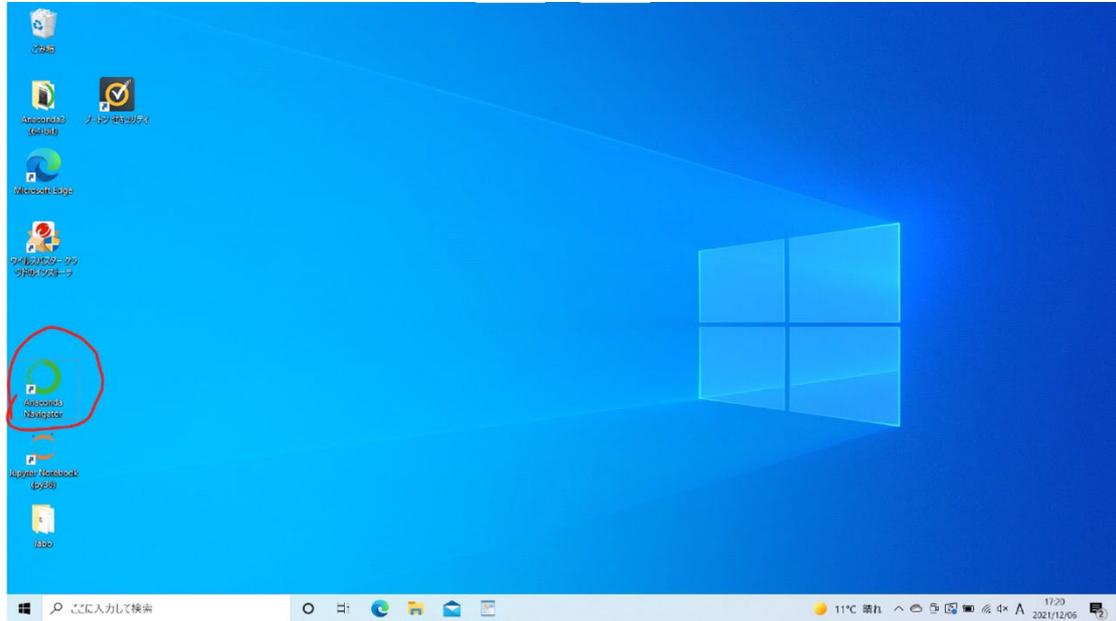
「Eyes Blink!」という表示が出ます。

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。

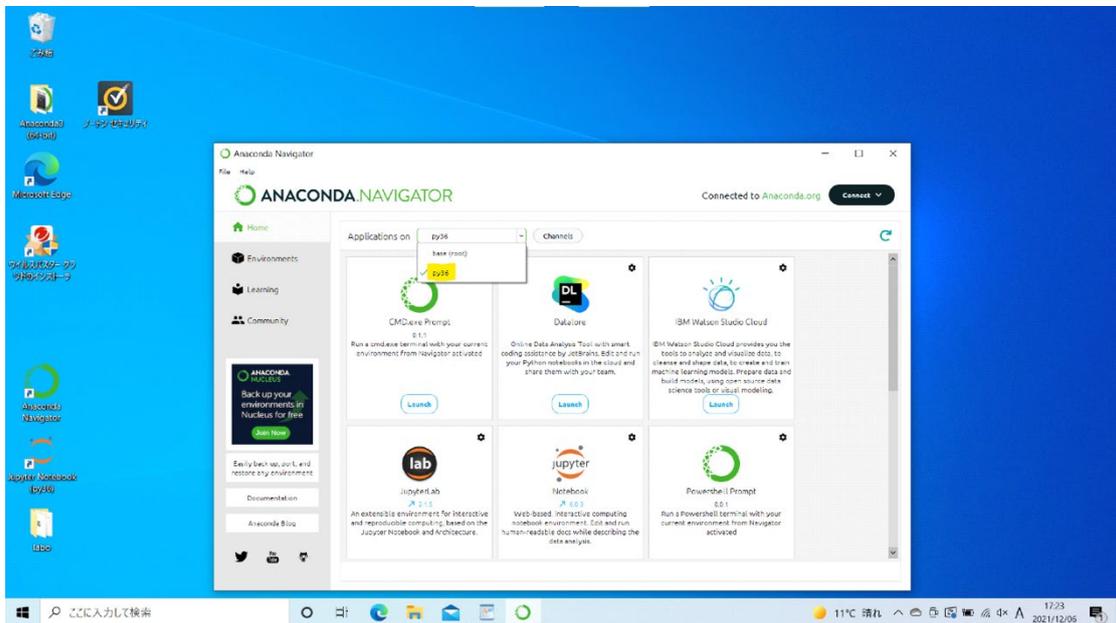


こっちはちょっと面倒くさいのであまりおすすめしません。

1. 赤丸で囲まれた「Anaconda Navigator」を開きます。

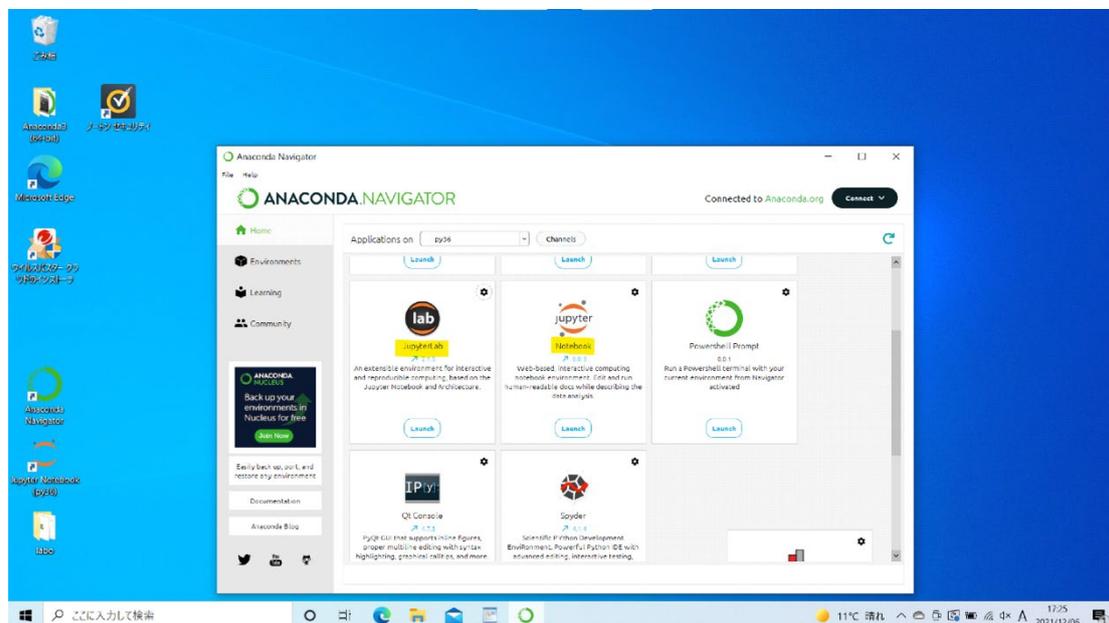


2. 黄色線部分を選びます。私もよく忘れるので注意してください。



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

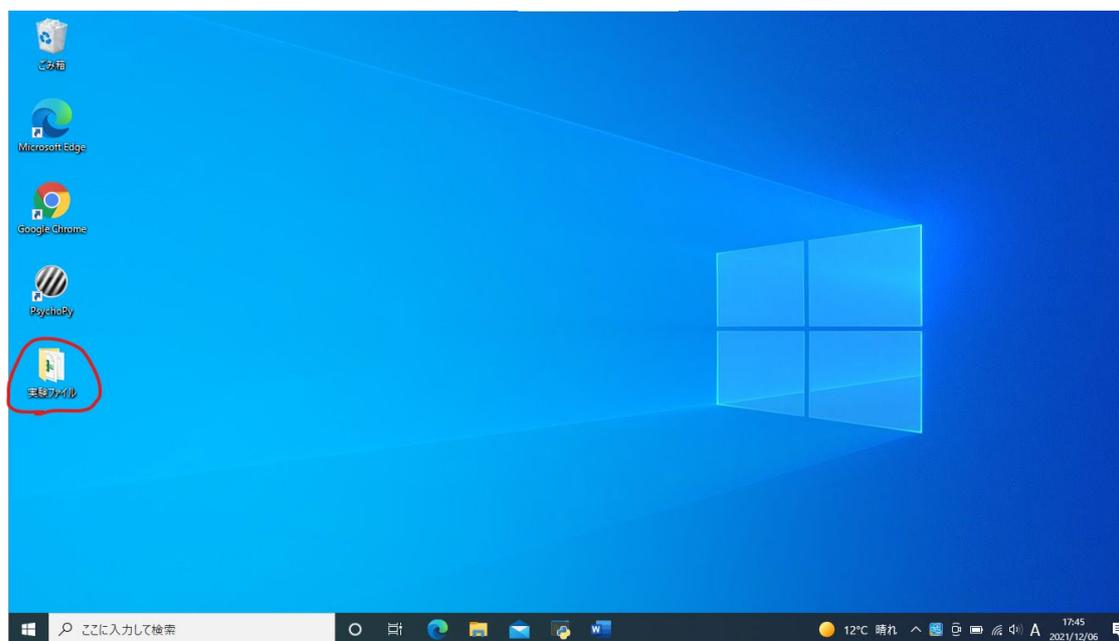
説明したやつと同じものなので上を見てください。



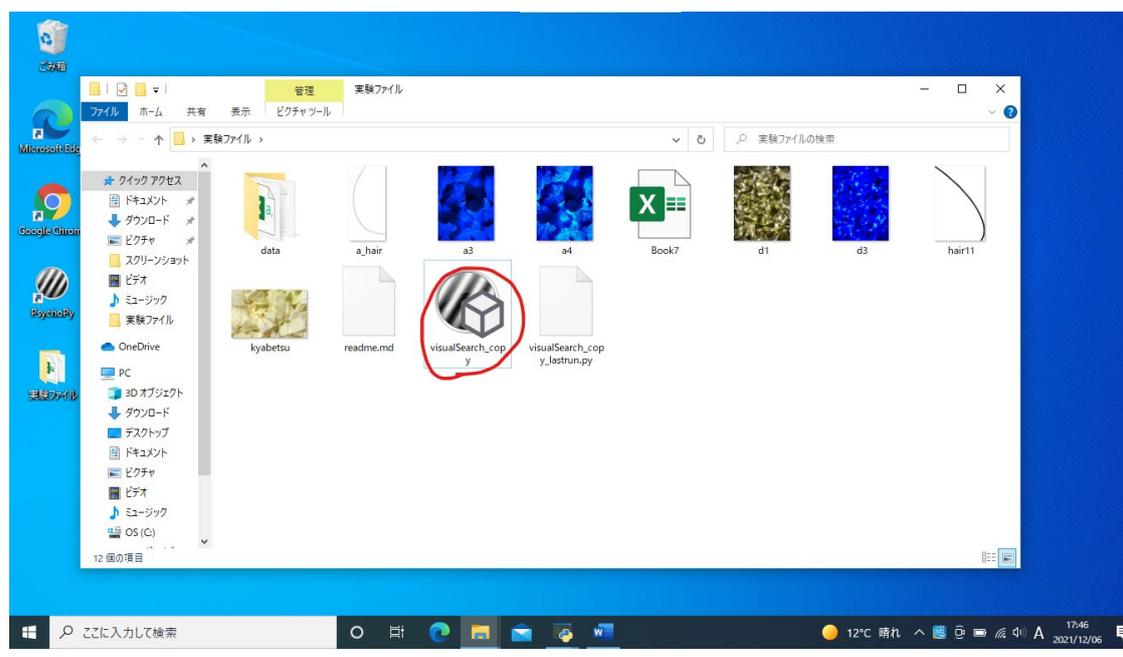
*注意点 何か間違えてプログラムを書き換えてしまったときは慌てずに×を押してください。書き換えた後に実行したり保存ボタンを押すと保存されてしまうので、その時はデスクトップ内に予備のlab01というフォルダを作っておいたのでその中のファイルをコピーして使ってください。

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。

