

# 回転変換マウス使用課題中の予期的注視の度合いを用いた自己効力感の推定

早川 侑花† 田中 咲希†† 辻 愛里††† 藤波 香織††† 山本 淳一††††

† 東京農工大学 工学部 知能情報システム工学科

†† 東京農工大学 大学院 生物システム応用科学府 生物機能システム科学専攻

††† 東京農工大学 大学院 先端情報科学部門

†††† 東京都立大学 システムデザイン学部

## 1 はじめに

自己効力感とは指定されたレベルのパフォーマンスを生み出す能力に関する確信の程度であり [1], 行動の予測やリハビリテーションへの動機付けへの応用が試みられている. 教育や臨床心理領域では一般的・特定の作業に対する自己効力感についてアンケートを用いて測定している [2] が, 定量的かつ即時的な自己効力感の測定が可能となればフィードバックによるモチベーション向上や幅広い分野への活用が見込まれる.

自己効力感を測定する上で, 低侵襲かつ低負荷で測定可能な測定値として予期的注視に着目した. 予期的注視は手と目の協調を伴う作業を行う際に観察される手の運動に先じた予測的視線運動であり, 手の運動計画や制御と強く結びついているとされている [3]. 手指の運動を伴う課題においてはまず眼球運動の一種であるサッカドが起こり, その 100ms 後に手指の運動が起こることが明らかになっている [4] が, 本研究の予備的調査の結果から, 箸を用いた豆つかみ課題実行時にその難度によって視線運動の予期的行動が変化する傾向が観られたため, 自己効力感の定量的な測定尺度として予期的注視が利用できる可能性があると考えた.

本研究では特に組み立て作業やリハビリテーション支援への応用を見据えて巧緻性課題に着目し, 視線計測デバイスおよび巧緻性課題実施時の手指の運動データによって取得する予期的注視の度合い (手指動作に対する視線の先行の時間幅) を用いて自己効力感の定量的な測定を試みる. 巧緻性課題作業時の難度の変化に基づく予期的注視の度合いの変化の傾向を探ると共に, アンケートによる主観的な自己効力感の測定を行い, 予期的注視と自己効力感の関係を明らかにする.

## 2 課題設定と分析手法

### 2.1 課題設定

巧緻性課題実行時の作業タイミングを正確に取得するため, 本研究ではマウスを用いた PC 画面上での課題を題材とする. 巧緻性課題の難易度操作のため, 実世界でのマウスの移動方向と PC 画面内のマウスカーソルの移動方向が異なる回転変換マウスを用いる. さらに, PC 画面上で行う課題として各 5 段階の難易度の 1) パズル課題 (図 1) と 2) イライラ棒課題 (図 2) を用意する. パズル課題は図 1 中央の仕切りで難易度を調整する. 難易度 1 は壁を表示せず, 難易度 2 から難

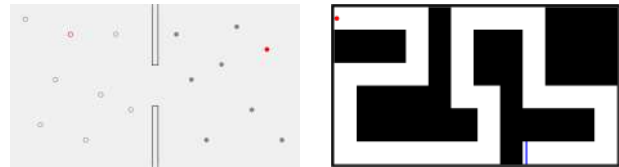


図 1: パズル課題



図 2: イライラ棒課題

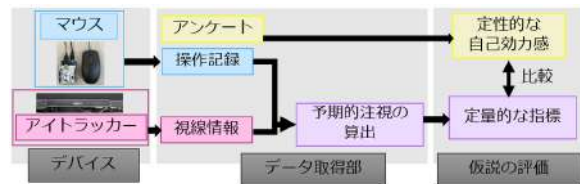


図 3: 実験システム概要

易度 4 は仕切りの隙間を徐々に狭くし, 難易度 5 では赤く塗りつぶされた円 (ピース) を白くくりぬかれた赤い円 (棒) へ一つ運ぶたびに隙間を垂直方向にランダムに移動させる. イライラ棒課題は 5 つのコースを用意し曲がり角や総距離は揃え, 道幅を難易度が上がるにつれて徐々に狭くする.

### 2.2 分析手法

本研究では予期的注視の度合いを各課題の全データのうちマウスカーソル周辺を見ている時間の割合から算出する. 自己効力感が低い場合, カーソルの動きを確認しながらマウスを操作するため, カーソル周辺を見ている時間が長いと考えられる. 一方で自己効力感が高い場合, 移動先の先行探索や障害物の確認などカーソル以外の箇所を注視する時間が増えると考えられる.

## 3 検証実験

### 3.1 概要

図 3 に検証実験システムの概要を示す. 本研究では, USB ホスト機能を有した Arduino Leonardo を通して回転変換を実現するマウスとアイトラッカーの 2 つの入力装置を用い, 課題実行中の作業者の情報を取得する. 取得する情報は視線情報とマウスのクリックやカーソル位置等の操作記録 (以下, 作業データ) である. これらを用いて予期的注視を算出し, 従来の自己効力感の測定手法であるアンケートの結果と比較を行う.

### 3.2 実施内容

巧緻性課題遂行中の視線データおよび作業データを収集することを目的として 20 代の 15 名 (男性: 7 名, 女性: 8 名) を対象に実験を行った. 実験の流れを図 4 に示す. 実験室においてキャリブレーションによるアイトラッカーの調整を行ったのち課題として PC 画面に表示された 1) パズル課題と 2) イライラ棒課題を通常マウスを用いて簡単な難易度のものから順に一通り実施した. その後回転変換マウスを用いて簡単な難易度のものから各難易度 2 回ずつ実施した. 回転変換角度について, 予備実験の際に 90 度未満の回転の場合手首の回転で攻略されてしまうことがあったため, パズ

Estimation of self-efficacy from the degree of predictive eye movement during the tasks using a rotational transformation mouse

† Yuka HAYAKAWA †† Saki TANAKA ††† Airi TSUJI ††† Kaori FUJINAMI †††† Junichi YAMAMOTO

† Department of Electrical Engineering and Computer Science, Tokyo University of Agriculture and Technology

†† Graduate School of Bio-Applications and Systems Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology

††† Division of Advanced Information Technology and Computer Science, Tokyo University of Agriculture and Technology

†††† Faculty of Systems Design, Tokyo Metropolitan University

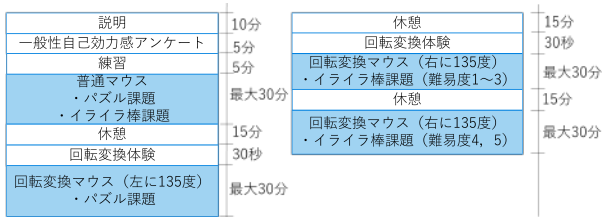


図 4: 実験の流れ



図 5: 実験環境

ル課題では左に 135 度, イライラ棒課題では右に 135 度とした. 課題実施時間は連続して最大 30 分間で, 15 分間の休憩を挟んで実施した. 実験開始時に一般的な自己効力感 [5] についてリッカート指標を用いたアンケートを Google フォーム上で回答させた. また, 各課題の実施前に「課題をうまく実施する自信の程度」について, 終了後に「課題をうまく実施できた自信の程度」についてアンケートを Google フォーム上で 0 から 100 で回答させた. 実験は慣れの影響を考慮し, 2 日間実施した. 順序効果の相殺のため, 1 日目はパズル課題を先に, 2 日目はイライラ棒課題を先に行った.

### 3.3 実験環境

実験環境を図 5 に示す. 画面外のマウスを注視することによる視線データの欠損を防ぐため, 机の下にマウスの操作台を設置した. 参加者は椅子に座りノイズキャンセリングヘッドフォンを着用した状態で, 机上のディスプレイに表示される課題に取りんだ. 作業中の視線を計測するため, アイトラッカーとして Tobii 社の Tobii Pro ナノを画面下部に設置して用いた.

### 3.4 結果

収集した 15 人のデータのうち, 全課題を実行し全データを取得できた 13 人のデータについて各課題の予期的注視とアンケートの結果を比較した. マウスカーソルを見ているとする周辺半径ピクセル数を 30, 50, 100, 150, 200 と変化させたときの, 予期的注視の度合いと課題開始時・終了時の自己効力感の相関係数を表 1 に示す. パズル課題では変化させたすべての値で, マウスカーソルを見ている時間の割合と事前および事後のアンケートから得られた自己効力感の間に負の相関があった. また, 事前と事後の自己効力感を比較すると, 周辺ピクセル数を 30, 50 ピクセルにした際には事後の自己効力感の方が予期的注視と相関が強かったが, 100, 150, 200 ピクセルにした際には事前のほうが予期的注視と相関が強かった. 一方でイライラ棒課題ではすべての値で事前および事後の自己効力感と予期的注視に相関は見られなかった.

マウスカーソルの周辺半径 100 ピクセルを見ている割合と課題開始時の自己効力感の関係について, 図 6 (a) にパズル課題の結果を, 図 6 (b) にイライラ棒課題の結果を示す. パズル課題では予期的注視の度合いが大きい程自己効力感が高い傾向が見られるが, イライラ棒課題ではパズル課題と比較して全体的に予期的注視の度合いが小さかった.

表 1: 事前・事後アンケートと予期的注視の相関係数

周辺ピクセル数	パズル事前	パズル事後	イライラ棒事前	イライラ棒事後
30	-0.311	-0.378	-0.100	-0.108
50	-0.327	-0.372	-0.056	-0.058
100	-0.481	-0.459	-0.010	-0.002
150	-0.550	-0.505	0.056	0.069
200	-0.534	-0.488	0.140	0.139

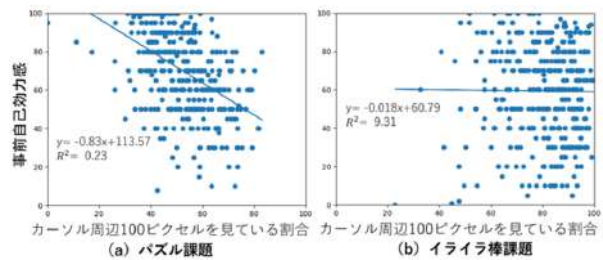


図 6: 予期的注視と自己効力感の相関

## 4 考察

マウスカーソル周辺を見ている時間の割合とアンケートから得られた自己効力感を比較したところ, パズル課題では仮説通り自己効力感が高い程予期的注視の度合いが大きかったが, イライラ棒課題では相関がみられなかった. 原因として, パズル課題ではピースの移動経路の自由度が高く, 操作に対する自己効力感が高い程障害物の位置などを確認しながらマウスを操作する余裕があるためより短い経路を探索しながら操作したが, イライラ棒課題では移動経路が決まってお探索をする必要がないことが考えられる. イライラ棒課題では操作により注意が必要な曲がり角に着目するなど他の予期的注視の算出方法により自己効力感との比較を行う必要がある. イライラ棒課題で予期的注視の度合いが小さかった原因として, 常に移動させている円の周りに壁があるため, カーソルから目を離す時間が少なかったことが考えられる. また, マウスカーソル位置取得時間の直前の視線データとの比較をしており両データの時間が一致していなかったため, データの補間を行うことで結果が異なる可能性がある.

## 5 おわりに

本研究では, 自己効力感の従来の測定方法であるアンケートの結果と予期的注視の度合いを比較することで, 作業情報と視線情報を用いた自己効力感の定量的な推定可能性を検討した. その結果, パズル課題では相関があったが, イライラ棒課題では相関がみられなかった. 今後はデータの補間方法の考案に加え, 他の予期的注視の算出方法との比較を行うことで, 課題に適した自己効力感の定量的な測定方法を探っていく.

## 謝辞

本研究は, JST ムーンショット型研究開発事業【JP MJMS2034-15】の支援を受けた.

## 参考文献

- [1] A Bandura. Self-efficacy: The exercise of control Macmillan, 1997.
- [2] 江本. 自己効力感の概念分析. 日本看護科学会, 20 (2), pp. 39-45, 2000.
- [3] 加藤. 視線計測による乳児研究の新展開. 心理学評論刊行会, 52 (1), pp. 35-50, 2009.
- [4] C Prablanc, et al. Optimal response of eye and hand motor systems in pointing at a visual target. Biol Cybern, 35 (2), pp. 113-124, 1979.
- [5] 成田ほか. 特性的自己効力感尺度の検討 生涯発達の利用の可能性を探る. 教育心理学研究, 43 (3), pp. 306-314, 1995.