

# 継続的な学習機能を有する WiFi ポータルシステムの設計と実装

松尾周汰<sup>†1</sup> 中村優吾<sup>†2</sup> 荒川豊<sup>†3</sup>  
九州大学 九州大学 九州大学

## 1. はじめに

スマートフォンの普及やデジタル活用の推進に伴い、インターネット利用が拡大しているが、安全にインターネットを利用するには、情報セキュリティへのリテラシーが求められる。総務省による調査<sup>\*1</sup>によると、個人のインターネット利用率は83.4%であり、利用目的は「電子メールの送受信」が全体では最も多く、「ソーシャルネットワーキングサービスの利用」については、全ての年齢階層で利用率が上昇している。ICTサービスの利用が増えている一方で、インターネットを利用して「不安を感じる」又は「どちらかと言えば不安を感じる」との回答は合わせて74.2%となっている。また、インターネット利用に伴う個人の被害経験として、「迷惑メール・架空請求メールを受信」が61.4%と最も多くっており、「何らかの被害を受けた」企業の割合は51.4%と半数以上である。インターネット利用に対する不安感や被害の原因として、学校におけるセキュリティリテラシー学習の機会や、企業におけるセキュリティ対策の未熟さが挙げられる。文部科学省により実施された学校における教育の情報化の実態等の調査<sup>\*2</sup>によると、無線LANの設置やインターネット接続率などのICT環境の整備状況や、ICTの活用や情報セキュリティの基本的な知識などを指導する教員の能力には都道府県により格差があり、教育方法や教育体制が学区現場に十分に行き渡っていないとの指摘もある[1]。また、企業における情報セキュリティ対策<sup>\*3</sup>について、「何らかの対策を実施している」企業は98.2%であるが、「社員教育」を行なっている企業は49.4%と半数を下回っている。

これらを解決するための継続学習支援として、マイクロラーニングとナッジの手法に着目した。短時間で手軽に取り組むことができる学習方法であるマイクロラーニングは、

学習の習慣化や行動変容が期待されている[2]。しかしながら、言語学習以外のトピックの取り扱いが少なく、ラーニングシステムの設計とその影響については十分に理解されていない。また、ブラウザ拡張機能やモバイルアプリのPUSH通知を活用した学習提案では、限られたフィールドでしか学習ができないことや、回数を重ねるごとに無視されやすくなるという課題もある。行動経済学を発端とするナッジ理論では、選択肢を禁じたり、金銭的インセンティブを与えることなく、他人の行動を予測的に変化させる[3]。社会や健康といった観点からはじまり、プライバシー保護やセキュアな選択を促進するための手法としてもナッジが活用されている。しかし、これらの実験は、実験のための仮想環境にとどまった実証が多く実世界へのフィードバックが無いものや、文脈によってはナッジの効果がない場合もあり、まだ議論の余地がある。

そこで本研究では、学習システムの設計と実証運用を行った。学習の機会として、フリーWiFi接続時に出現するような、ダイアログやブラウザとして表示されるランディングポータルを活用する。以下のようなフローで学習を支援する。

- (1) アクセスポイントの選択時に、認証と共に情報セキュリティに関するテストが出题される。
- (2) 回答後画面のインターフェース情報にナッジ要素を取り入れ、学習に対する動機付けを狙う。
- (3) 回答すると正誤結果と共に、コミュニティのスコアがフィードバックされる。
- (4) スコアボードには、その日のコミュニティにおける回答数、正答率、回答人数が表示される。
- (5) また、当日の回答数と目標数がプログレスバーと共に示され、回答が一定数未満であると、再認証までの利用時間が1時間に制限される旨の文言を表示される。

これらのスコアボードの下には再挑戦ボタンを設置し、新たにテストに回答することができる設計とした。これらの文章やシステム情報の設計には、ナッジ理論のフレームワークであるEAST<sup>\*4</sup>を活用している。テストの回答を1問のみに限定し、一回のアクションを小さくすることでEasy、

Design and implementation of a WiFi portal system with continuous learning capabilities

<sup>†1</sup> SHUTA MATSUO, Kyushu University

<sup>†2</sup> YUGO NAKAMURA, Kyushu University

<sup>†3</sup> YUTAKA ARAKAWA, Kyushu University

<sup>\*1</sup> <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics05.html>

<sup>\*2</sup>

<sup>\*3</sup> <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics05.html>

<sup>\*4</sup> [https://www.bi.team/publications/](https://www.bi.team/publications/east-four-simple-ways-to-apply-behavioural-insights/)

[east-four-simple-ways-to-apply-behavioural-insights/](https://www.bi.team/publications/east-four-simple-ways-to-apply-behavioural-insights/)

コミュニティの他メンバーの回答情報を示していることから Social, インターネット利用行動の動線上でのテストであることから Timely を実現した。

アンケートにより学習システムの受容性と、システム利用ログからインターフェース情報による回答動機付け効果の評価を行う。学習システム運用前後での情報セキュリティテストのスコアの比較を行う。これらの調査の結果、スコアボードやプログレスバーの受容性が高いことがわかった。また、目標回答数の可視化が、繰り返し学習へ取り組むことへの動機付けとなることがわかった。さらに、学習システム前に比べ、後のテストでは有意にスコアが上昇したことが確認された。

## 2. 関連研究

本研究は、マイクロラーニングやナッジ手法に関する既存の研究に基づいている。これらの関連研究を示し、課題の整理と本研究の位置づけを行う。

### 2.1. マイクロラーニングを活用した関連研究

マイクロラーニングとは、学習タスクを小さな単位に分解し、短い時間で取り組むことを目的としている [2]。短く小さな取り組みに分解することで、日常的な活動の中のわずかな隙間時間に、簡単かつ柔軟に学習を組み込むことができる [4]。マイクロラーニングを取り入れるアプローチとして、コンピューターのスクリーンセーバーを活用したもの [2] や、Web ブラウザの拡張機能を活用したもの [5] がある。これらの学習システムは、ユーザーに受容され自発的な学習を促した一方で、インタラクティブ性が小さく、徐々に学習への取り組みが弱まる事も指摘されている。また、Web ブラウザを利用する場合、ブラウザ内の限られたフィールドしか活用できない拡張性の限界や、対応するブラウザに依存するという制約がある。スマートフォンのセンサーから退屈状態を判定して PUSH 通知による割り込みを行う研究 [6] も行われたが、通常状態の学習効果との有意な差は見られなかった。ユーザーの動作や状態の判定では、提供する情報が多く、特に位置情報は端末バッテリーの負荷となったり、情報の種類によってはプライバシーの侵害にあたる可能性があるため、ユーザーの受容性が課題として挙げられる。

### 2.2. ナッジを活用した関連研究

ナッジとは選択の自由を奪ったり、金銭的報酬を変えることなく、人々が望ましい選択をするよう影響を与える手法である [3]。オンライン環境におけるプライバシー関連のナッジデザインの研究 [7] では、Slack 上でのプライバシーに関

する意思決定をするインターフェースに対し、ユーザーの嗜好調査を行った。その結果、ユーザーは視覚的なデザインや赤や緑といった色に基づくナッジを好む一方で、情報提供やフィードバックのようなテキスト要素に基づくナッジはあまり好まれないことが明らかになった。色の表示とフレーミングによるナッジは理解がしやすく、プライバシー関連の情報を公開するかどうかの意思決定を迅速に行うことに役に立つことが分かった。セキュリティ選択とナッジの組み合わせの研究 [8] では、公衆 WiFi 選択、クラウドサービスの選択、スマートフォンの暗号化、パスワード生成というサイバーセキュリティに関するシナリオにおいてナッジの効果検証を行っている。色や図表を用いた直感に訴えかける変更を行うものや、選択に関する説明による情報提供を行うものをナッジとして活用した。実験の結果、全てのシナリオにおいて、ナッジを用いるとよりセキュアな選択をすることがあることが分かった。既存の研究では、アンケートフォーム上の仮想的な環境や一部の限られた環境で実験が行われている。その環境では、SNS の投稿やセキュリティの選択などの自分の行動が実際に現実世界には反映されないため、実際の選択や行動と異なる可能性があることが課題として挙げられている。

### 2.3. 本研究の位置づけ

上記関連研究より、さまざまな媒体や環境でマイクロラーニングシステムの設計と開発が行われ、ナッジのテキストやインターフェースへの有効な活用方法が明らかになっているものの、システムの設計や実証シナリオにおいては課題や議論の余地がある。既存研究の考えられる課題を解決しつつ、効果的な学習システムを設計するために、マイクロラーニングとナッジの観点から以下の視点を取り入れるべきであると考えられる。

- 学習システムには、ブラウザやアプリケーションに依存しない環境や、ユーザーにとって負担を感じさせない介入方法、回答データを活用したインタラクティブ性への工夫が必要である。
- セキュリティ文脈のナッジ実験においては、実環境への影響がある状態で、ナッジ介入の受容性や行動変容の効果測定が必要である。

これまでの研究の課題や以上の考察を踏まえ、本研究ではマイクロラーニングやナッジの概念に基づき、情報セキュリティリテラシーの向上支援をする学習システムの設計と実装を行うことを目的とする。その上で、以下 3 つのリサーチクエスト (RQ) を立て、調査を行う。

- (1) WiFi 接続時のランディングポータルが、マイクロラーニングの学習環境として受容されるか。



図1 学習システム構成図と学習フロー

- (2) 学習システム上のインターフェースにインタラクティブなナッジ情報を追加することは、回答数に影響を与えるか。
- (3) 学習システムの運用が、情報セキュリティリテラシーの向上に繋がるか。

### 3. 実験方法

この実験では、情報セキュリティリテラシー向上を支援する学習システムを設計、実装し、研究室内を実験環境として実証運用することで、RQを検証する。RQ1つ目に対して、一定期間、実験環境で学習システムを運用した後、アンケートによってシステム受容性の調査を行う。RQ2つ目に対して、実験期間中の回答実績の分析を行う。RQ3つ目に対して、実験期間の前後のテスト結果でスコアに比較を行う。

#### 3.1. 学習システム設計

学習システムの構成図と学習フローを図1に示す。アクセスポイントとなるルーターの設定により、ゲストネットワークを使用してインターネットにアクセスするとき、接続端末にゲスト向けのランディングポータルを出現させることが可能である。このランディングポータルの仕組みは主に、コーヒESHOPやコンビニ、観光地で提供されているフリーWi-Fiに活用されている。ランディングポータルとは、クライアントがユーザー認証を行うまで、ネットワークへアクセス出来ない環境を作る機能である。この機能を使用すると、端末がネットワークに接続したときに、表示されたポータル上で、指定したWebページにリダイレクトして誘導することができる。また、このゲストネットワークは接続セッションの制限時間を設定することも可能である。制限時間が過ぎると、再びランディングポータル上の学習システムが起動され、ポータルの表示後にインターネット接続が可能となる。本実験のため、デフォルトの接続制限時間を3時間とした。

はじめに、被験者はWi-Fi接続のために学習システムに紐づいたSSIDを選択する。アクセスポイントのWi-Fiネットワークに接続されると、PC画面上へのダイアログやスマートフォンのブラウザ上でランディングポータルが出現する。ポータル上では、Webアプリケーションとして実装された学習システムにリダイレクトされ、情報セキュリティ



図2 回答画面の例

に関する問題が1問、ランダムに表示される。回答後の画面では、正誤や問題解説のフィードバックのほか、その他の被験者達の回答状況に関する情報が表示される。再挑戦ボタンも設置しているので、同一ポータル上から繰り返し問題に取り組むことができる。インターネット接続の制限時間が切れると、再び学習ステップが繰り返される。なお、離席などにより一度Wi-Fi接続が切れ、手動または自動的に再接続される場合であっても、ポータルによる学習システムが起動される。

本学習システムでは、インターネット接続制限を活用する。被験者による一日あたりの問題回答数の合計が一定数以上に達しない場合、次の日の接続制限時間をデフォルトの3時間から1時間に短縮するというメッセージを表示する。また、回答データを活用したインタラクティブな学習システムのインターフェース設計を説明する。学習システムの回答画面の例を図2に、回答後の画面のうち、ナッジ要素を含んだ部分の例を図3に示す。

回答結果画面は主に、4つの部分に分かれている。研究室全体のスコアには、当日の合計回答数、正答率、累計回答者数が表示される。社会規範ナッジ [9] を参考に、身近な人たちの情報を付与することで、周りがやっているから自分もやるという動機付けにより、回答数の増加を狙う。目標回答数と現在の回答数、それに基づく回答率がプログレスバーとともに視覚的に表示される。これは、目標達成が目に見える形で近づくモチベーションが高まる心理を活用する [10]。また、目標回答数を30とした。この値は、一日あたりの研究室への出席人数が約10人、一人当たり2回程度の学習システムの起動を仮定して算出した。回答数が目標に達しない場合、接続時間がより短く制限されることをの説明が表示される。時間を強調するために、「1時間」という箇所を赤色にした。なお、目標回答数を超えると、「今日の



図3 回答後の画面の例

目標回答数に達しました!」との表示に変更される。「もう1回挑戦する」という文字付きのボタンが表示される。ボタンの色は、クリックへの動機付けの効果が高める赤色とした [11]。また、これらの要素に加え、問題文と正誤情報もフィードバックされる。

### 3.2. 実験条件

実験対象として、研究室メンバーである20代~40代の男女、学生と教員合わせて52人を被験者とした。ただし、研究室への出席は任意であるため、実際に学習システムとインタラクティブな交流を持った被験者は、対象期間に出席した人に限られる。実験期間は3日間とした。また、実験前に情報セキュリティテストの受講を案内し、実験後にアンケートによるシステムの受容性調査とセキュリティテストの再実施を行った。セキュリティテストの内容は、九州大学の教職員向けに配信された「九州大学情報セキュリティ教育及び自己点検」の内容を参考に、一部変更したものを採用した。設問内容は、ナッジに対する受容性と、介入タイミングに対する受容性に関するものである。ナッジ受容性の設問は、健康や持続可能性に関する行動 [12] や政策におけるオプトイン/オプトアウト [13], フレーミングナッジに対するナッジ [14] を調査した研究に基づいて作成された。介入タイミング受容性の設問は、スクリーンタイムや、モバイルデバイスによる待機時間や外出時間を活用したマイク

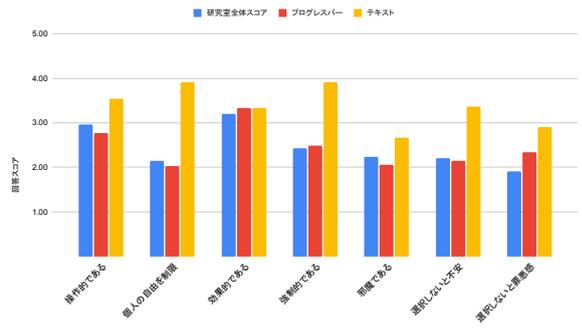


図4 ナッジに対する受容性調査の結果

ローラーニングの研究 [2][6][15] における受容性調査に基づいて作成された。

## 4. 実験結果

### 4.1. 学習システムの受容性

本節では RQ1 つ目の「WiFi 接続時のランディングポータルが、マイクロラーニングの学習環境として受容されるか」に対して結果の確認と考察を行う。

#### 4.1.1 インターフェース情報の受容性

インターフェース情報に関しては、研究室全体のスコア、目標達成率を表すプログレスバー、目標未達成の場合のインターネット接続制限を説明するテキストに対してそれぞれ受容性の調査を行った。各箇所に対する5件法による調査の集計結果を図4に示す。なお、設問内容は以下の通りである。

- (1) 「もう1回挑戦する」を選択することに対して、判断を迷わせ、操作的であると思う
- (2) 「もう1回挑戦する」を選択することに対して、個人の自由を制限していると思う
- (3) 「もう1回挑戦する」を選択することに対して、効果的であると感じる
- (4) 「もう1回挑戦する」を選択することを、強制的にさせるように感じる
- (5) 「もう1回挑戦する」を選択することの判断に、邪魔であると感じる
- (6) 「もう1回挑戦する」の選択をしない場合に、不安を感じる
- (7) 「もう1回挑戦する」の選択をしない場合に、罪悪感を感じる

各設問ごとに、2つのインターフェース情報に対して対応ありt検定を行った結果、インターフェース情報によって受容性が異なることが確認された。研究室全体のスコアとプ

ログレスパーは、『「もう一回挑戦する」の選択をしない場合に、罪悪感を感じる』の項目において  $p < 0.05$  で有意差ありとなったが、その他の全ての項目において、有意差は見られなかった。接続制限を説明するテキストとプログレスパーは『「もう一回挑戦する」の選択することに対して、効果的である』の項目において、有意差は見られなかったが、それ以外の項目においては全て  $p < 0.05$  で有意差ありとなった。研究室全体のスコアとテキストにおいては、すべての項目に対して、 $p < 0.05$  で有意差ありとなった。

これらの結果から、目標回答数によって接続時間を制限することは、受容性の評価に大きな影響を与えることがわかった。特に、「個人の自由を制限している」「強制されるように感じる」といった項目に対するスコアが比較的高く、ユーザーによっては、再び問題へ回答することを作為的に促されているように感じる恐れがある。この説明テキストはもう一度回答することに対し、直接的に操作をしているわけではないが、ナッジの活用においては選択肢を強制してはならないため、慎重に取り扱うべきである。一方で、研究室全体のスコアにおいては、「個人の自由を制限している」「邪魔であると感じる」の項目のスコアが低いことから、ユーザーにとっては束縛感がなく、自然に受け入れられやすい要素であると考えられる。「効果的である」の項目のスコアが、接続制限説明テキストと同様に高いことから、ユーザーに負担をかけずに問題へのもう一度回答することを促す手段としては適していると言える。また、プログレスパーにおいては、「罪悪感を感じる」「個人の自由を制限している」の項目のスコアが低いことから、研究室全体のスコアと同様、ユーザーへの負担が少なく、再度回答を促す手段として有効であると言える。

#### 4.1.2 システム起動タイミングに対する受容性

学習システム起動タイミングの受容性に対する調査を行った。5 件法による調査の集計結果を図 5 に示す。なお、設問内容は以下の通りである。

- (1) 学習システムが起動するタイミングは適していた
- (2) 学習システムによって、進行中の活動が妨げられた。
- (3) 学習システムの起動に対して、苛立ちを感じた
- (4) 学習システムでの回答後、実行しようとしていたタスクにすぐに取り掛かることができた
- (5) 学習システムによって、集中力が失われたと感じた

1 日のうち初回のシステム起動時と 2 回目以降のシステム起動時の結果に対して、対応あり t 検定を行った。検定の結果、初回と 2 回目以降のシステム起動の受容性の間に有意差は見られなかった。1 日のうち初回の学習システムの起動タイミングは、その日初めて学習システム対応 WiFi に接続された時である。このタイミングはタスクへ取り掛かると同時のタイミングであるため、スクリーンセーバー

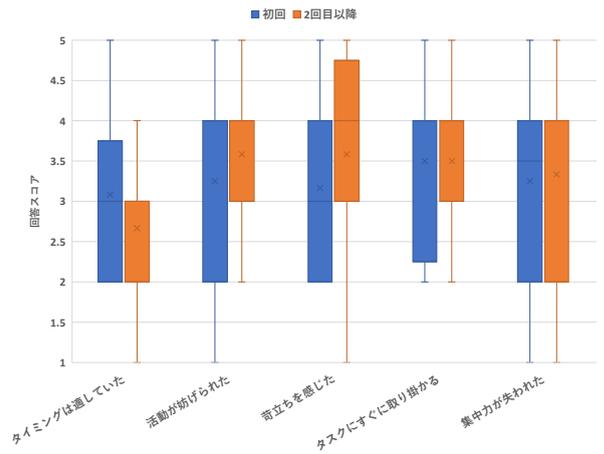


図 5 学習システム起動に対する受容性調査の結果

によるマイクロラーニング [2] と同様に、タスクの途中での介入とはならず、精神的負荷への影響はないと想定していた。一方で、2 回目以降の時間経過による学習システム起動は二次タスクの割り込みにあたり、精神的負荷への影響が考えられた。しかしながら、これらには有意な差が見られなかった。特に、「進行中の活動が妨げられた」「集中力が失われたと感じた」の項目においては、初回起動時の回答でも、平均値が 3 を超えており、中央値がどちらも 4 という結果であった。これは、初回起動のタイミングはタスクへの介入とはならないという予想とは反する結果である。初回起動に対しても精神的負荷を感じた理由として、実際にブラウザの立ち上げや、インターネットを使用するアプリケーションを使用する直前まで行動を移していたタイミングで介入が行われたからであると考えられる。スクリーンセーバーによる介入は、PC 起動直後であり、ブラウザやアプリケーション立ち上げよりも前に学習タイミングが発生する。このタイミングの僅かな差の間に、ユーザーの注意力が取り掛かろうとしているタスクへ向いている状態になるため、学習システムの起動が、一次タスクへの割り込みであると感じられたのではないかと考えられる。また、「実行しようとしていたタスクにすぐに取り掛かることができた」の項目においては、初回起動と 2 回目以降どちらも平均値が 3.5、中央値が 4 という同等の結果となり、ある程度容易に一次タスクへの切り替えができたと考えられる。WiFi ポータルの起動後は、ウィンドウの「完了」ボタンでポータル自体を閉じることが可能である。問題に対する回答は選択式であり、回答後に続けて回答するかどうかはユーザーに委ねられるため、一度の学習にかかる時間は最短で 1 分未満であると想定される。学習システムの終了の容易さや、学習完了までの時間が短いことは、元のタスクへの復帰には重要な観点であると考えられる。

以上の結果から、RQ1 目目の「WiFi 接続時のランディングポータルが、マイクロラーニングの学習環境として受容されるか」への回答を述べる。インターフェース情報の観点からは、学習システムを共有しているコミュニティユーザーの回答状況や、目標回答数を可視化することは受容されやすく、繰り返しの回答動機付けの効果があると言える。一方で、インターネット接続制限を表すことに対しては、操作的、強制的な印象から受容されにくく、システム設計やインターフェース情報への採用は慎重に行うべきである。最後に、システム起動タイミングの観点からは、どのタイミングでの起動でも一次タスクの妨げになる可能性が大きく、頻繁な介入は受容性を低下させる恐れがある。そのため、学習環境として、起動回数の考慮が必要である。また、学習システムから迅速に元のタスクに復帰できることも受容性で重要な観点であり、容易に学習システムを閉じられることや、一回の学習時間を短くする工夫が必要であるといえる。

#### 4.2. 学習システムの利用頻度

本節では RQ2 目目の「学習システム上のインターフェースにインタラクティブなナッジ情報を追加することは、回答数に影響を与えるか」に対して、学習システムの利用ログから、日毎と全期間の回答結果と時間帯別の回答数についての結果を示し、考察を行う。

実証運用期間における、学習システムの利用結果を図 6 に示す。日毎の回答結果から、日を追うごとに回答数と正答率が増えていることが確認できる。回答目標数を 30 件としており、2 日目と 3 日目はこの目標数を超える回答数となった。2 日目と 3 日目の時系列に沿った回答記録を図 7 と図 8 に示す。同じ色の箇所は、同一 ID で連続して回答していた記録を指す。2 日目と 3 日目の間で色と ID の対応はない。この結果から、目標回答数の 30 件に達する前では短時間による繰り返しの学習が行われており、目標数を達成した後は繰り返しの学習ほとんど見られなかったことがわかった。

以上の結果をもとに、回答数について考察を行う。回答数の推移を見ると、目標の 30 件を達成する前後で連続回答の数に変化がある。目標回答数を達成する前は、連続回答が続いていることが確認される。これは、回答数を増やしプログレスバーを進めることで、インターネット接続制限を解除しようとする動機付けが作用したと考えられる。反対に、目標回答数を達成すると、プログレスバーが埋まり、インターネット接続制限を説明するテキストが「今日の目標回答数に達しました!」という内容が変わるため、再度回答することへの動機付けの効果が無くなったと考えられる。これらより、RQ の 2 つ目である「学習システム上のインターフェースにインタラクティブなナッジ情報を追加する

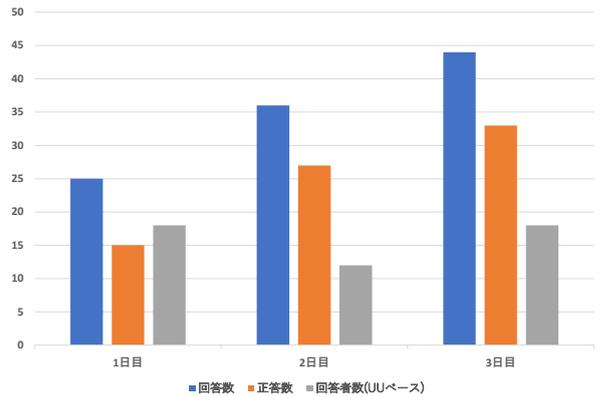


図 6 日毎の回答結果

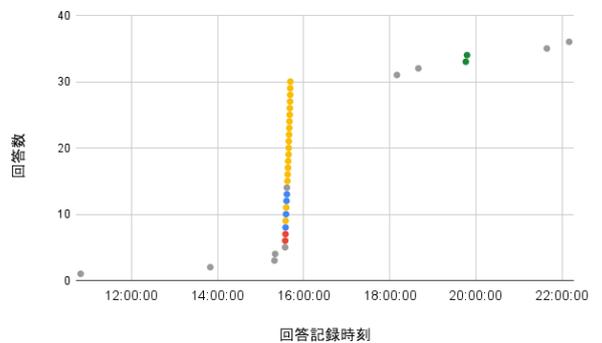


図 7 2 日目の時刻ごとの回答記録

ことは、回答数に影響を与えるか」に対して、目標回答数を達成する前は、回答数を増やす効果があるが、目標回答数を達成した後は、回答数を増やす効果は見られなくなると結論づけられる。

#### 4.3. セキュリティテストのスコア比較

本節では RQ3 目目の「学習システムの運用が、情報セキュリティリテラシーの向上に繋がるか」に対し、情報セキュリティテストの回答スコアの結果を示し、考察を行う。実験前、実験後全ての回答データを集計した結果をと図 9 に、実験前、実験後どちらにも回答があったデータを集計した結果を図 10 に示す。これらのテストはおよそ 3 週間ほど間隔を空けて実施された。はじめに、実験前と実験後に収集した全ての回答データを比較した。実験前と実験後の回答人数がそれぞれ異なるため、対応なしの検定を行った。F 値を算出したところ、0.438 であり、分散は等しいことが確認されたので、対応なし片側 t 検定を行った。検定の結果、 $p < 0.05$  で有意差ありとなった。つぎに、実験前と実験後のどちらにも回答があったデータに対して検定を行った。対応あり片側 t 検定を行った結果、 $p < 0.05$  で有意差ありと

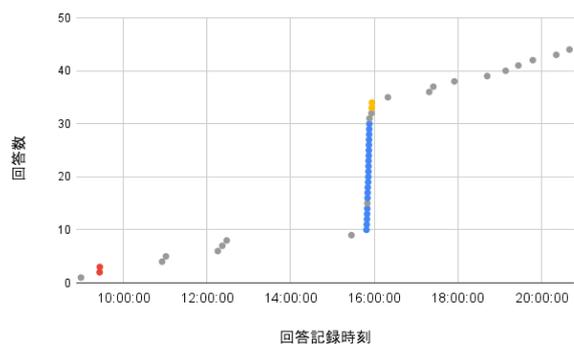


図 8 3日目の時刻ごとの回答記録

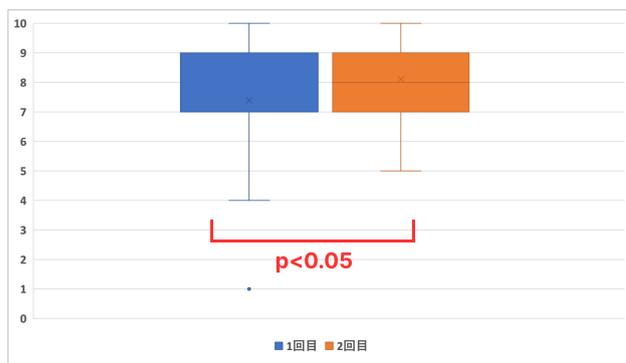


図 9 すべての回答データの集計結果

なった。これらより、対応なしの全データに対しても、対応ありのデータに対しても、学習システムの実証運用前に比べ、後の方がテストのスコアが有意に高い結果となった。

学習システムの問題には、テストに使用した問題と同じものが含まれており、実証運用期間中に同一問題に取り組んだことで正答率が高まったと考えられる。また、テストには使用されていない問題であっても、学習システムを通じて情報セキュリティの題材に触れることで、セキュリティリテラシーへの意識が高まり、テスト回答時への影響があったと考えられる。これらの結果より、RQの3つ目である「学習システムの運用が、情報セキュリティリテラシーの向上に繋がるか」に対して、学習システムはリテラシー向上を促すと結論づけられる。

## 5. まとめ

### 5.1. 本研究の成果

本研究では、継続的な学習機能を有するWiFiポータルシステムの設計と実装を行い、マイクロラーニングとナッジの観点から介入の効果や受容性の評価を行った。各実験結果から得られた結果は以下の通りである。

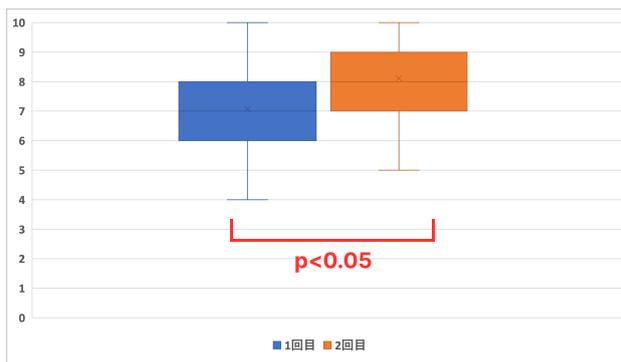


図 10 実験前、実験後のどちらにも回答があったデータの集計結果

- インターフェース情報に研究室全体のスコアや目標回答数を表示し、可視化することは受容され、繰り返しの学習行動への動機付け効果がある
- 介入タイミングはインターネット接続時間の制限やタスク割り込みによる心理的負担を考慮すべきであり、短時間で1単位の学習を終えることは受容性の観点で重要である
- 学習システムの運用前後で、情報セキュリティテストのスコアが有意に上昇する

### 5.2. 研究上の制限

実験結果からの考察とともに各RQへの結論を述べたが、実験条件や考察に関して、課題となるいくつかの考慮すべき点が存在する。一つ目は、学習システムの運用期間である。本実験は、受容性の調査も目的としていたため、運用した期間が3日間と短いものであった。この学習システムをより長期的に運用することで、回答数の推移やセキュリティテストのスコアが変動する可能性がある。

二つ目は、2回の情報セキュリティテストの回答期間と学習システムの問題への取り組みが与える、テストスコアへの影響である。テストに使用した問題は実験前と実験後で同じものであったので、実験前のテスト結果による復習効果が持続している可能性がある。また、本学習システムには、セキュリティテストの問題以外の題材も採用しており、問題はランダムで出題されるため、実証運用期間中にテストで出題される問題に取り組んでいない可能性がある。そのため、実証期間中に学習システム上でテストに出題される問題には取り組んでいない被験者がいることも考慮すべきである。

最後に、被験者の基礎的な情報セキュリティリテラシーである。本実験では、情報系の大学生、大学院生が在籍する研究室を実験環境とした。そのため、基礎的な情報リテラシーが一般的な値よりも高く、学習前後のスコアの変動

や、学習への取り組みに影響を与えた可能性を考慮すべきである。

### 5.3. 今後の展望

今後の研究において、実験環境やシステム設計に対しての改善点や工夫点が挙げられる。実験環境として、被験者の属性の偏りをなくすことや、長期の学習システム運用を行うことで、より一般的な議論を行うことができる。システムの設計として、目標回答数を出席者数や前日の回答結果をもとに変動させることで、目標達成までの繰り返しの回答をより多く誘発できる可能性がある。また、インターネット接続制限時間に対して、個人のテストスコアや回答状況を反映させることで、学習の個別最適化も考えられるさらに、ローカルデータとして管理していた問題をサーバー上で管理することで、コミュニティ全体や個人の回答結果によって出す回数や頻度を操作し、効率の良い学習の促進ができると考えられる。このように回答状況を細かく分析することで、より受容されやすく、学習への動機付けの効果があるシステムの設計ができると考えられる。

**謝辞** 本研究の一部は、科学研究費補助金 (JP19KT0020) および JST さきがけ (JPMJPR21P7) の助成を受けたものである。

### 参考文献

- [1] 堀田龍也, 佐藤和紀. 日本の初等中等教育における情報リテラシーに関する教育の動向と課題. 電子情報通信学会 通信ソサイエティマガジン, Vol. 13, No. 2, pp. 117–125, 2019.
- [2] Gerhard Gassler, Theo Hug, and Christian Glahn. Integrated micro learning—an outline of the basic method and first results. *Interactive computer aided learning*, Vol. 4, pp. 1–7, 2004.
- [3] Thomas C Leonard. Richard h. thaler, cass r. sunstein, nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness, 2008.
- [4] 徳田博行, 高橋雄太, 松田裕貴, 荒川豊, 安本慶一. 辞書検索履歴の自動収集に基づく英単語マイクロラーニング支援手法. 情報処理学会モバイルコンピューティングとパーベイシブシステム (MBL) 研究会, No. 44, pp. 1–8, 2019.
- [5] Andrew Trusty and Khai N Truong. Augmenting the web for second language vocabulary learning. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 3179–3188, 2011.
- [6] Carrie J Cai, Anji Ren, and Robert C Miller. Wait-suite: Productive use of diverse waiting moments. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, Vol. 24, No. 1, pp. 1–41, 2017.
- [7] Sofia Schöbel, Torben Jan Barev, Andreas Janson, Felix Hupfeld, and Jan Marco Leimeister. Understanding user preferences of digital privacy nudges—a best-worst scaling approach. In *Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, 2020.
- [8] Verena Zimmermann and Karen Renaud. The nudge puzzle: matching nudge interventions to cybersecurity decisions. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, Vol. 28, No. 1, pp. 1–45, 2021.
- [9] Michael Hallsworth, John A List, Robert D Metcalfe, and Ivo Vlaev. The behavioralist as tax collector: Using natural field experiments to enhance tax compliance. *Journal of public economics*, Vol. 148, pp. 14–31, 2017.
- [10] Joseph C Nunes and Xavier Dreze. The endowed progress effect: How artificial advancement increases effort. *Journal of Consumer Research*, Vol. 32, No. 4, pp. 504–512, 2006.
- [11] 松尾周汰, 中村優吾, 荒川豊. ナッジフレームを適用した captive portal によるセキュリティリテラシー向上支援システムの検討と評価. 情報処理学会 IoT 行動変容学研究グループ 第 2 回研究会 (IPSJ BTI2).
- [12] Laurens C van Gestel, Marieke A Adriaanse, and Denise TD de Ridder. Who accepts nudges? nudge acceptability from a self-regulation perspective. *PloS one*, Vol. 16, No. 12, p. e0260531, 2021.
- [13] Haoyang Yan and J Frank Yates. Improving acceptability of nudges: Learning from attitudes towards opt-in and opt-out policies. *Judgment and Decision Making*, Vol. 14, No. 1, pp. 26–39, 2019.
- [14] Ismaël Rafai, Arthur Ribailier, and Dorian Jullien. The impact on nudge acceptability judgements of framing and consultation of the targeted population. *Behavioural Public Policy*, pp. 1–16, 2021.
- [15] Tilman Dingler, Dominik Weber, Martin Pielot, Jennifer Cooper, Chung-Cheng Chang, and Niels Henze. Language learning on-the-go: opportune moments and design of mobile microlearning sessions. In *Proceedings of the 19th international conference on human-computer interaction with mobile devices and services*, pp. 1–12, 2017.