

OS 更新の促進アプローチに関する短期実証実験評価

佐野 絢音^{1,*} 澤谷 雪子¹ 山田 明¹ 窪田 歩¹ 磯原 隆将¹

概要: ユーザにセキュリティ対策を促進させるため、OS 更新に着目した行動変容アプローチを検討している。以前、セキュリティ意識や対策実施状況（セキュリティ行動変容ステージモデル）に応じてユーザを5つのステージ（無関心期、関心期、準備期、実行期、維持期）に分類し、アンケート調査にて OS 更新を促進させるために有効なメッセージを分析した。そこで本論文では、アンケート調査で有効となったメッセージの効果を検証するため、実験システムを開発し、Windows10 を1年以上利用しているユーザ175名を対象に1か月間の短期実証実験を実施した。実験システムを用いてユーザにメッセージを配信し、OS 更新状況を検証した。さらに、メッセージの適切な配信タイミングを検証するため、パソコン起動時、作業中、作業後の3つのタイミングを設定し、OS 更新状況を比較した。アンケート調査で有効となったメッセージを配信した結果、ステージ間の OS 更新率に大きな違いは見られなかったが、全てのステージにおいてメッセージの有効性を確認できた。また、維持期のユーザに対する適切な配信タイミングは作業中であり、起動時は適切でないことを明らかにした。

キーワード: セキュリティ行動変容ステージモデル, OS 更新, 行動変容, 実証実験

Evaluation of Short-Term Demonstration Experiment about Promoting to OS Update

Ayane Sano^{1,*} Yukiko Sawaya¹
Akira Yamada¹ Ayumu Kubota¹ Takamasa Isohara¹

Abstract: To promote users to take security behaviors, we consider approaches which focus on OS Update. We classified users into five stages (precontemplation, contemplation, preparation, action and maintenance stage) by using SeBeST and analyzed effective messages for each stage by surveys. In this paper, we developed experimental systems to evaluate messages effects. We conducted a short-term demonstration experiment for Windows 10 users and verified the status of updating OS. Moreover, we set three timings (“start-up time”, “working time”, “after working time”) to verify effective timing for users. As a result, there are no difference between the stage in terms of the rate of updating OS, but verified the validity of proposal message. We confirmed “working time” is proper and “start-up time” is not proper for maintenance users.

Keywords: SeBeST, OS Update, Behavior Change, Demonstration Experiment

1. はじめに

筆者らはユーザにセキュリティ対策を促進させるための行動変容アプローチを検討している。以前、ユーザのセキュリティ意識やセキュリティ対策実施状況に応じてユーザを分類するためのセキュリティ行動変容ステージモデル（以降、ステージモデル）を提案した[1][2]。ステージモデルを用いて無関心期、関心期、準備期、実行期、維持期の5つのステージにユーザを分類し、ステージを向上させるために各ステージ別に適切なアプローチが必要であることを述べた。さらに、セキュリティ対策の一つとして OS の更新に着目し、OS 更新率を向上するために、各ステージのユーザに適切なダイアログメッセージ（以降、メッセージ）の文面や UI をアンケート調査で分析した[2][3]。

本論文では、アンケート調査[2][3]にて有効であったメッセージの効果に関して実証実験を実施し、検証する。まず、OS 更新に関するメッセージをユーザに配信するための実

験システムを開発する。次に、Windows10 を1年以上利用しているユーザ175名を対象に1か月間の短期実証実験を実施する。検証内容は以下3点である。

- (1) 同一のメッセージを配信した場合に各ステージの OS 更新状況が異なることが想定されるため、ステージごとの OS 更新率を比較する。
- (2) メッセージの配信タイミングが OS 更新状況に影響することが考えられるため、適切な配信タイミングを検証する。実行期と維持期のユーザに対して、パソコン起動時（以降、起動時）、作業中、作業後の3つのタイミングを設定し、配信タイミングごとに被験者群を分けて、OS 更新率を比較する。
- (3) 事後アンケートの回答内容を分析する。さらに、実験開始前と終了後のアンケートを比較し、メッセージの配信によってステージが変化したか否かを検証する。実証実験の結果、下記内容が明らかになった。
 - ステージによる OS 更新率に大きな違いは見られなか

¹ 株式会社 KDDI 総合研究所
KDDI Research, Inc.

* ay-sano@kddi-research.jp

ったが、全てのステージにおいて OS 更新率が約 53% 以上であり、メッセージが有効であることを確認した。

- 配信タイミングにおける OS 更新率の違いを検証した結果、維持期のユーザには作業中が適切であり、起動時は適切でないことが明らかになった。
- 事後アンケートの結果より、今回配信したメッセージの方が通常のメッセージより OS を更新する意向が強まるユーザが多いことがわかった。実験開始前と終了後のアンケートを比較した結果、無関心期、関心期、準備期のユーザがステージを向上させていることがわかった。

以上より、OS 更新を促進させるために有効なメッセージの効果を実証実験にて検証でき、適切な配信タイミングを確認できた。通常のメッセージから文面や UI を変更することにより、ステージも向上できることを明らかにした。

本論文では、実証実験で利用した実験システムの概要と実験結果に関して述べる。2 章以降の構成は以下の通りである。まず、2 章で本論文と関連のある関連研究について述べ、3 章で実験システムと実証実験の概要を述べる。4 章で実験の分析手法と結果、5 章で考察を述べ、6 章で本論文のまとめを行う。

2. 関連研究

本章では、ステージモデル、行動変容アプローチに関する研究と OS 更新を促進させるために有効なメッセージを分析した研究に関して述べる。

2.1 セキュリティ行動変容ステージモデル

セキュリティ行動変容ステージモデル[1][2]は、セキュリティ対策への興味・関心、認知度や実施状況に基づき、無関心期から維持期までの 5 つのステージに分類するモデルである。ユーザに健康や運動を促進するためによく用いられている行動変容段階モデル[4][5]を参考に開発した。セキュリティ行動変容ステージモデルは以下のとおりである。

- (1) 無関心期：セキュリティ対策に興味・関心がなく、現状できるセキュリティ対策を把握していない。
- (2) 関心期：セキュリティ対策に興味・関心がある（または、現状できるセキュリティ対策を把握している）が、したいと思っていない。
- (3) 準備期：現状できるセキュリティ対策をしたいと思っているが、すべきセキュリティ対策を自分で実施していない。

- (4) 実行期：すべきセキュリティ対策を自分で時々実施しているが、継続して実施していない。
- (5) 維持期：すべきセキュリティ対策を自分で継続して実施している。

無関心期から実行期のユーザを維持期まで向上させることと、維持期のユーザを維持期に継続させることが重要である。そのためには、各ステージのユーザごとに異なるアプローチが必要だとされている[4]。

2.2 行動変容アプローチに関する研究

行動経済学の分野で行動変容アプローチが複数提案されている。その一つとして、フレーミング効果を利用した文献[6]がある。フレーミング効果とは、同じ内容を伝える場合にメリットを表すメッセージ (GFM) やデメリットを表すメッセージ (LFM) をユーザに提示し、各メッセージはユーザに異なる影響を与えることを示している。ユーザの特性、促進する行動や各ステージの状況によって GFM と LFM のどちらが有効であるかは異なるとされている[7][8]。さらに、心理学では UI デザインが意思決定に影響を及ぼし、特に色やポップアップがユーザの認識に影響があることを述べている[9]。関連研究[10]では、セキュリティ警告のインタフェースを検証し、UI やアニメーションの種類によってユーザのセキュリティ警告に対する行動が異なることを明らかにしている。関連研究[11]では、ソフトウェア更新の UI に関してプロトタイプを開発し、評価をしている。インタフェースをカスタマイズすることで更新率が向上すると述べられている。

2.3 OS 更新に関する行動変容アプローチ

関連研究[2][3]では OS 更新を促進させるため、各ステージのユーザに有効なメッセージを分析した結果を述べている。メッセージの文面や UI には、前節で述べたフレーミング効果[6]や UI デザイン[9][10]を参考にしたものが含まれている。無関心期のユーザには有効なメッセージが存在しなかったが、準備期、実行期、維持期のユーザにはそれぞれ異なる文面と UI が有効となった。3 つのステージに共通して、更新しないことで起こるセキュリティ被害（個人情報漏洩）を伝える文面（図 1 左）が一番有効であることを明らかにした。さらに、準備期のユーザに対しては、メッセージのボタンを赤色に変更した UI（図 1 左）が有効であり、実行期や維持期のユーザに対しては、背景を赤色に変更した UI（図 1 右）が有効であることを確認した。

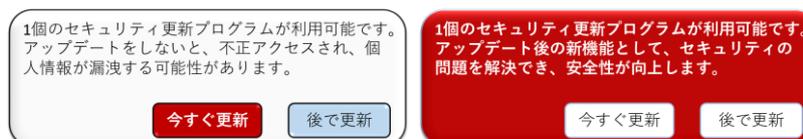


図 1 有効なメッセージの例

Figure 1 Examples of OS Update Message.

3. 実証実験

本章では、ユーザにメッセージを配信するための実験システムと短期実証実験の概要に関して述べる。

3.1 実験システム

まず、実証実験で利用するための実験システムを開発する。本実験システムの機能を図2、システムの概要を図3に示す。図2より、実験システムはサーバとユーザに配布するアプリから構成され、4つの機能（メッセージ作成機能、端末情報取得機能、メッセージ配信機能、メッセージ回答取得機能）を有する。各機能の詳細は次節以降で述べる。サーバはアプリと連携して動作し、アプリから取得したデータはサーバ内のデータベースに収納する。サーバは Windows Server 2019、データベースは SQL Server 2019 を用いて開発した。

3.1.1 メッセージ作成機能

本機能はユーザに配信するメッセージを作成する機能である。メッセージの形状（立体、平面）、配色や文面、ボタン等を自由に変更でき、サーバに画像を保存する。Windowsの既存のメッセージと同様に、メッセージの回答ボタンとして「今すぐ更新」と「後で更新」の2つのボタンを設定した。

3.1.2 端末情報取得機能

アプリはユーザの端末情報を定期的に取得してサーバに送信し、サーバがデータベースに記録する。本システムで取得する情報は下記のとおりである。

- 本アプリのログイン情報（ID、パスワード）
- ユーザの端末情報（OSのバージョン、OSのエディション、セキュリティパッチ適用状況、端末情報取得日時、パソコン起動日時、スクリーンサイズ、デスクトップ上で起動しているアプリ名とその数、CPU使用率）
- メッセージ情報（配信日時、配信したメッセージの種類、回答日時、押したボタンの種類）

3.1.3 メッセージ配信機能

サーバが3.1.1節で作成したメッセージをアプリに送信し、アプリが任意のタイミングでメッセージを画面中央に提示する。配信タイミングとして3つのタイミング（起動時、作業中、作業後）を設定した。起動時はパソコンを起動して一定時間内の期間を示し、メッセージを配信するタイミングは3.1.2節で取得したパソコン起動日時を起点としてn分後を設定する。作業中はユーザが端末上で作業をしている時間とし、3.1.2節で取得した起動しているデスクトップアプリ数が1つ以上の場合に配信されるように設定した。作業後はユーザが端末上で1つ以上の作業が終了した時間とし、前回の端末情報取得時と比較して、デスクトップアプリ数が1つ以上減少した場合に配信されるように

①メッセージ作成機能

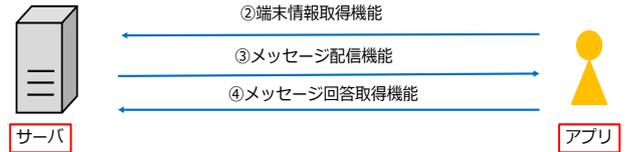


図2 実験システム機能

Figure 2 Functions of System.

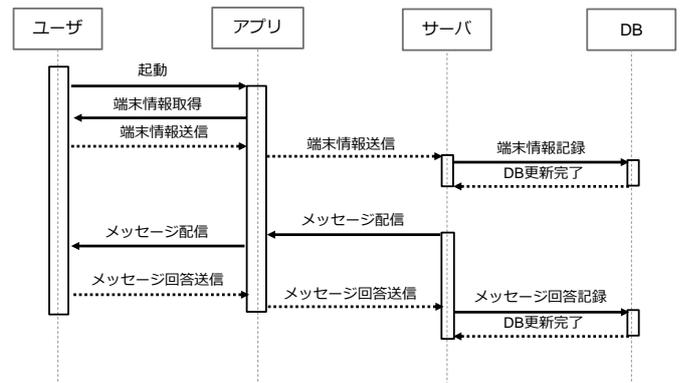


図3 実験システムの概要

Figure 3 Prototype of System.

設定した。

3.1.4 メッセージ回答取得機能

ユーザは3.1.3節で配信されたメッセージに対して「今すぐ更新」または「後で更新」のいずれかのボタンを押して回答する。「今すぐ更新」を押した場合は、Windows Updateの月例パッチ（セキュリティ更新プログラム）が実行される。メッセージの回答時にすでに最新のセキュリティパッチが適用されている場合は、再起動のみ実行される。一方、「後で更新」を押した場合は、一定時間後に再度メッセージが配信される。サーバは配信したメッセージやその回答結果をアプリから取得して、3.1.2節のメッセージ情報としてデータベースに記録する。

3.2 短期実証実験

前節で述べた実験システムを利用して実証実験を実施した。実験はアンケート調査会社を通じて2021年2月22日から3月21日の1か月間で実施した。実験開始前に事前アンケート、実験終了後に事後アンケートを実施し、3月10日から3月21日^{*1}にメッセージを配信した。被験者は、ネットリサーチ会社の登録者の中から175名を選定した。選定手順は以下のとおりである。まず、20歳から69歳で、プライベートでWindows10を1年以上、週に1回以上利用し、パソコンを共用していないユーザを240名募集した。次に、Windowsのサポート期間外である1903以前のパソコン利用者を除いた。最後に、実験期間中に途中辞退した

に合わせてメッセージを配信することにした。

^{*1} 今回対象とするパッチは Windows Update の月例パッチ（セキュリティ更新プログラム）とし、配信される第二水曜日（米国時間の第二火曜日）

ユーザを除き、実験期間中にメッセージが1回以上配信され、事後アンケートまで回答したユーザを対象とした。ステージごとの更新率の違いを検証するため、事前アンケートを用いて被験者を無関心期から維持期まで分類した。その結果、無関心期は10名、関心期は10名、準備期は17名、実行期は61名、維持期は77名となった。適切な配信タイミングを検証するため、被験者人数の多い実行期と維持期を3グループずつ分けて、配信タイミングを変更して実施することにした。各グループの内訳を表1、性年代別の人数を表2に示す。性年代比はインターネットのパソコン利用者の性年代構成比[12]に合わせて募集した。関連文献[1][3]と同様に無関心期から準備期のユーザは約21%と少ない人数となっている。

本実験開始前に予備調査として社内で10名の実証実験を実施したところ、アンケート調査で作業後の配信が適しているとの意見が多数得られたため、本実験における無関心期から準備期までのメッセージの配信タイミングを作業後に設定している。

本実験では、被験者属性の性別、年齢、地域、家族構成、年収と職業に関して個人を特定できない状態で収集している。本実験内容に関して実験開始前に外部機関にて倫理審査を受けて承認を得ており、実験参加者にも実験参加前に実験内容や取得情報に関して同意を得ている。

実験システムにて下記設定を行い、実験を実施した。

- パソコンを起動している間は端末情報を5分間隔で取得した。
- 配信タイミングが「起動時」のパターンに関しては、パソコンを起動後5分後に設定した。
- 本実験で配信したメッセージは全てのグループで同一であり、更新しないことで起こるセキュリティ被害（個人情報漏洩）を伝えるもの（図1左）とした。
- 「後で更新」が押された場合は60分後にメッセージが配信され、その後も「後で更新」が押されるたびに90分後、120分後、120分後のサイクルで配信し、1日最大5回配信した。次の日以降も同様のサイクルでメッセージを配信した。

事後アンケートで利用した質問項目を付録A.1に示す。ステージに関する質問項目と配信したメッセージや配信タイミングに関する質問項目で構成されている。ステージの質問項目は文献[1]と同じ質問項目を利用した。

4. 実験の分析と結果

本章では、短期実証実験における分析手法とその結果に関して述べる。

4.1 分析手法

本実験に関して3つの内容を分析した。本論文における

表1 被験者群

Table 1 Subjects for each group.

グループ	ステージ	配信タイミング	人数
1	無関心期	作業後	10
2	関心期	作業後	10
3	準備期	作業後	17
4	実行期	起動時	24
5	実行期	作業中	20
6	実行期	作業後	17
7	維持期	起動時	25
8	維持期	作業中	26
9	維持期	作業後	26

表2 性年代別の人数

Table 2 Subjects for each age and gender .

年齢	性別	人数
20代	男性	25
	女性	12
30代	男性	31
	女性	8
40代	男性	31
	女性	8
50代	男性	32
	女性	6
60代	男性	19
	女性	3

分析はHAD[13]や統計解析ソフトのRを用いて実施する。

4.1.1 仮説1

各ステージでセキュリティ意識や対策実施状況が異なるため、OS更新率も異なることが想定される。まず、仮説1として同一のメッセージを同一のタイミングで配信した場合に、ステージごとにOS更新率に違いがみられると仮定する。無関心期から維持期までの5つのステージにおいてOS更新率を比較するため、同一のタイミング（作業後）で配信している1, 2, 3, 6, 9のグループ間で比較する。メッセージの配信1回目で「今すぐ更新」を押した人数の割合とメッセージ配信期間中に「今すぐ更新」を押した人数の割合を算出し、独立性の検定^{*2}を用いて検証する。以降の統計分析は有意水準5%で判断し、p値が.05未満の場合に統計的に有意とみなす。有意差がみられた場合に残差分析を実施し、差が見られているステージを明らかにする。

4.1.2 仮説2

配信タイミング（起動時、作業中、作業後）によってユーザの行動に違いが見られることが想定されるため、仮説2として配信タイミングによりOS更新率が異なると仮定する。表1より、実行期と維持期のユーザに対して、起動時、作業中、作業後で配信タイミングを変更している。そのため、実行期は4, 5, 6のグループ間、維持期は7, 8,

合)を用いる

^{*2} 以降の独立性の検定はカイ二乗検定またはフィッシャーの正確確率検定（総度数が40以下の場合、あるいは期待度数が5未満のセルがある場

9のグループ間でOS更新率を比較する。仮説1と同様に、メッセージの配信1回目で「今すぐ更新」を押した人数の割合とメッセージ配信期間中に「今すぐ更新」を押した人数の割合を算出し、独立性の検定で検証する。p値が.05未満の場合に統計的に有意とみなす。有意差がみられた場合、残差分析を実施し、OS更新率が高いタイミングや低いタイミングを検証する。

4.1.3 アンケート

最後に事後アンケートを分析する。事後アンケートでは、配信タイミングや配信メッセージに関して質問している。配信タイミングに関しては、本実験におけるメッセージの配信タイミングが適切か、起動時、作業中、作業後にOSを更新したいと思うかを質問している。各質問項目に対して「とてもそう思う」、「そう思う」と回答した人数の割合を算出する。起動時、作業中、作業後のうち、更新したいと回答している割合が高いタイミングを検証するため、独立性の検定を実施する。p値が0.05未満の場合に統計的に有意とみなす。有意差がみられた場合、残差分析にて割合が高いタイミングや低いタイミングを分析する。さらに、配信メッセージと通常のメッセージとの比較や今後配信するメッセージに関しても回答人数の割合を算出し、比較する。最後に、実証実験を通して参加者のセキュリティ意識や行動が変化したことを検証するため、事前アンケートと事後アンケートのステージに関する回答データを比較し、ステージが変化したか否かを検証した。ウィルコクソンの符号順位検定を用いて検証し、有意差が見られた場合(p<.05)にステージの上昇もしくは下降があったといえる。

4.2 分析結果

本節では、4.1節で述べた分析手法を用いて実験で取得したログとアンケートを分析する。

4.2.1 仮説1の分析結果

仮説1の検証結果を表3に示す。表3はメッセージの配信1回目で「今すぐ更新」を押した人数の割合とメッセージ配信期間中に「今すぐ更新」を押した人数の割合を示している。独立性の検定の結果、配信1回目の場合はp=.988、配信期間中はp=.136となり、有意差がみられなかった(p>.05)。表3より、配信1回目の更新率は5つのステージにおいて約30%~約41%となっており、ほぼ同程度の更新状況となった。しかし、配信期間中に更新した割合は準備期を除いた4つのステージにおいて70%以上が更新しているが、準備期は約53%と低い結果となっている。

4.2.2 仮説2の分析結果

次に、仮説2の検証結果を表4に示す。表4の上が実行期の場合で下が維持期の場合を示している。表3と同様にメッセージの配信1回目で「今すぐ更新」を押した人数の割合とメッセージ配信期間中に「今すぐ更新」を押した人数の割合を示している。独立性の検定の結果、実行期の配信1回目の場合はp=.663、配信期間中はp=.940となり、有

表3 仮説1の検証結果(更新率)

Table 3 Result of hypothesis1 (the rate of updating OS).

更新率	無関心期	関心期	準備期	実行期	維持期
配信1回目	3/10 (30.0%)	3/10 (30.0%)	6/17 (35.3%)	7/17 (41.2%)	9/26 (34.6%)
配信期間中	7/10 (70.0%)	7/10 (70.0%)	9/17 (52.9%)	12/17 (70.6%)	23/26 (88.5%)

表4 仮説2の検証結果(更新率)

Table 4 Result of hypothesis2 (the rate of updating OS).

実行期			
更新率	起動時	作業中	作業後
配信1回目	7/24 (29.2%)	8/20 (40.0%)	7/17 (41.2%)
配信期間中	18/24 (75.0%)	15/20 (75.0%)	12/17 (70.6%)
維持期			
更新率	起動時	作業中	作業後
配信1回目	3/25 (12.0%)	13/26 (50.0%)	9/26 (34.6%)
配信期間中	19/25 (76.0%)	25/26 (96.1%)	23/26 (88.5%)

意差がみられなかった(p>.05)。実行期は配信1回目の場合も配信期間中の場合も配信タイミングにおけるOS更新率に大きな差が見られない。しかし、配信1回目の更新率を見ると、起動時が作業中や作業後に比べ、約10%低いことから、起動時は適切ではないと考えられる。

一方、維持期の配信1回目の場合はp=.013、配信期間中はp=.089となり、配信1回目の場合に有意差がみられた(p<.05)。配信1回目の場合において残差分析を実施した結果、起動時がp=.008、作業中がp=.019、作業後がp=.774となり、起動時と作業中のOS更新率に有意差が見られていた(p<.05)。したがって、維持期のユーザに対して起動時が適切ではなく、作業中が適切であるといえる。

4.2.3 メッセージ配信回数

次に、メッセージ配信期間中に更新したユーザや更新しなかったユーザの配信回数を分析した。実験期間中に更新したユーザが更新するまでのメッセージ配信回数をグループ別に図4に示す。図4より、すべてのグループにおいて多くのユーザが5回以内で更新していることがわかる。一方、更新しなかったユーザに対して配信期間中にメッセージを配信した回数をグループ別に図5に示す。パソコンの利用頻度によって配信回数人がそれぞれ異なるので、配信回数でグループ間の比較はできないが、全てのグループに共通して、配信回数を多くしても更新しない人が一定数存在することがわかる。以上のことから、更新しないユーザの更新意向を高めるために、配信タイミングや配信メッセージを工夫する必要がある。

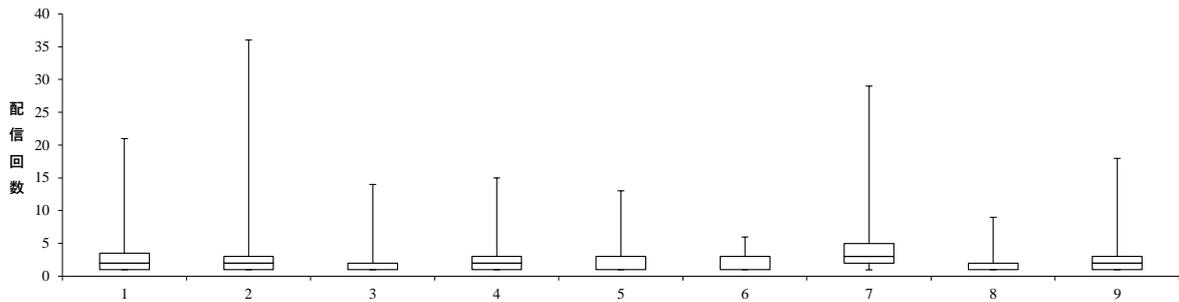


図 4 更新するまでの配信回数（実験期間中に更新したユーザ）
Figure 4 Numbers of times until updating OS (the user who updated OS).

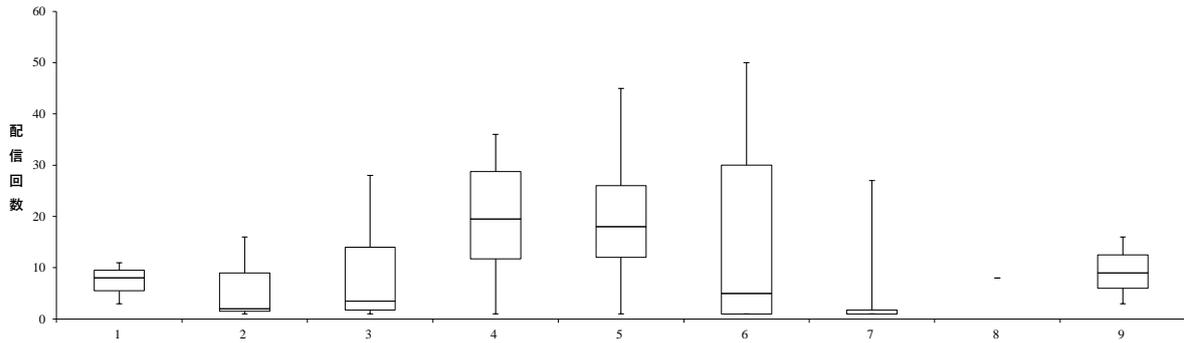


図 5 配信期間中の配信回数（実験期間中に更新しなかったユーザ）
Figure 5 Numbers of times during the period (the user who did not update OS).

4.2.4 アンケート分析結果

配信タイミングに関する質問の回答結果を表 5 に示す。表 5 より、関心期や維持期の起動時に配信したグループを除き、約 65%以上のユーザが本実験で配信したタイミングは適切であると回答している。さらに、起動時、作業中、作業後にそれぞれ更新したいと回答している割合を独立性の検定で検証した結果、無関心期、関心期、準備期では有意差がみられなかったが、実行期や維持期（グループ 4,5,6,7,8,9）で有意差が見られた^{*3}。実行期や維持期において残差分析を実施したところ、全てのグループにおいて作業後に更新したいユーザが多く、作業中に更新したいユーザが少ないという結果が得られた^{*4}。

配信メッセージに関する回答結果を表 6 に示す。来月以降も同じメッセージを配信した場合に更新したいと回答したユーザは、維持期の起動時に配信したグループを除き、60%以上のユーザとなっている。通常のメッセージと比較して本実験で配信したメッセージの方が更新したいと回答したユーザはどのグループにおいても多い傾向が見られた。特に無関心期層において参加者全員が提案メッセージの方が更新したいと回答している。毎回同じ文章のメッセージ

表 5 アンケート回答結果（配信タイミング）

Table 5 Result of survey (timing).

ステージ	タイミング	適切	起動時	作業中	作業後
無関心期	作業後	7/10 (70.0%)	6/10 (60.0%)	4/10 (40.0%)	6/10 (60.0%)
関心期	作業後	5/10 (50.0%)	6/10 (60.0%)	4/10 (40.0%)	8/10 (80.0%)
準備期	作業後	11/17 (64.7%)	10/17 (58.8%)	8/17 (47.1%)	10/17 (58.8%)
実行期	起動時	16/24 (66.7%)	13/24 (54.2%)	6/24 (25.0%)	21/24 (87.5%)
実行期	作業中	16/20 (80.0%)	13/20 (65.0%)	6/20 (30.0%)	16/20 (80.0%)
実行期	作業後	11/17 (64.7%)	13/17 (76.5%)	6/17 (35.3%)	16/17 (94.1%)
維持期	起動時	14/25 (56.0%)	17/25 (68.0%)	6/25 (24.0%)	22/25 (88.0%)
維持期	作業中	17/26 (65.4%)	16/26 (61.5%)	11/26 (42.3%)	22/26 (84.6%)
維持期	作業後	18/26 (69.2%)	17/26 (65.4%)	7/26 (26.9%)	19/26 (73.1%)

が配信される場合と毎回異なる文章のメッセージが配信される場合に関しては、全体的に同じ文章のメッセージが配信される場合を選択した人数の方が多いが、異なる文章のメッセージが配信される場合を選択したユーザも一定数存

^{*3} 独立性の検定の結果は下記のとおりである。グループ 1: p=.725, グループ 2: p=.248, グループ 3: p=.728, グループ 4: p=.000, グループ 5: p=.004, グループ 6: p=.001, グループ 7: p=.000, グループ 8: p=.007, グループ 9: p=.002。

^{*4} 残差分析の結果は下記の通りである。グループ 4 の起動時: p=.867, 作業中: p=.000, 作業後: p=.000, グループ 5 の起動時: p=.459, 作業中:

p=.002, 作業後: p=.016, グループ 6 の起動時: p=.393, 作業中: p=.000, 作業後: p=.006, グループ 7 の起動時: p=.317, 作業中: p=.000, 作業後: p=.000, グループ 8 の起動時: p=.868, 作業中: p=.008, 作業後: p=.005, グループ 9 の起動時: p=.198, 作業中: p=.000, 作業後: p=.024。

表 6 アンケート回答結果 (配信メッセージ)

Table 6 Result of survey (message).

ステージ	タイミング	来月以降同じ メッセージ	通常と比較して 提案メッセージ	毎回同じ メッセージ
無関心期	作業後	6/10 (60.0%)	10/10 (100.0%)	6/10 (60.0%)
関心期	作業後	6/10 (60.0%)	8/10 (80.0%)	8/10 (80.0%)
準備期	作業後	12/17 (70.6%)	14/17 (82.4%)	15/17 (88.2%)
実行期	起動時	19/24 (79.2%)	19/24 (79.2%)	16/24 (66.7%)
実行期	作業中	13/20 (65.0%)	12/20 (60.0%)	13/20 (65.0%)
実行期	作業後	13/17 (76.5%)	14/17 (82.4%)	9/17 (52.9%)
維持期	起動時	14/25 (56.0%)	18/25 (72.0%)	18/25 (72.0%)
維持期	作業中	19/26 (73.1%)	20/26 (76.9%)	19/26 (73.1%)
維持期	作業後	19/26 (73.1%)	20/26 (76.9%)	18/26 (69.2%)

在する。この理由はユーザの特性に影響があることが考えられ、今後の課題とする。

最後に、実験開始前と実験終了後のアンケートにおいて、ステージに関する質問の回答結果を比較し、メッセージの配信によってステージが変化したか否かを検証した。ウィルコクソンの符号順位検定で検証した結果を表 7 に示す。表 7 より、無関心期から準備期までのグループと実行期の作業中に配信したグループにおいてステージ向上の有意差がみられた ($p < .05$)。一方、維持期は起動時、作業中、作業後の 3 つのグループにおいてステージ降下で有意差がみられた ($p < .05$)。実行期で起動時に配信した群は、ステージの変化に有意差が見られないものの、準備期に 2 名降下しており、起動時に配信することが適切ではないといえる。準備期と回答した 2 名ともに配信 2 回目で「今すぐ更新」を回答していたため、配信 1 回目で「今すぐ更新」を回答しなかったことがステージ降下と回答した要因と推測できる。

5. 考察

本章では、4.2 節で述べた分析結果をもとに考察する。表 3 より、ステージによる OS 更新率に違いが見られなかった。その理由として、無関心期から準備期のユーザの OS 更新率が高く、約 53% 以上のユーザが実験期間中に更新していたことが挙げられる。表 7 より、無関心期から準備期のユーザに対してメッセージの配信により、ステージが向上したことがわかった。したがって、メッセージのセキュリティ被害を伝えるようなフレーミング効果や UI デザインの効果を確認できた。さらに仮説 2 の分析結果より、作業後よりも作業中の方が、OS 更新率が高いことから、無関心期から準備期のユーザに対しても作業中に配信した場合は、

表 7 実験前後のステージの変化

Table 7 Change of Stage.

事前	事後	人数	p 値
無関心期	無関心期	3名	.022
	準備期	2名	
	実行期	4名	
	維持期	1名	
関心期	準備期	2名	.006
	実行期	6名	
	維持期	2名	
準備期	準備期	9名	.014
	実行期	6名	
	維持期	2名	
実行期 (起動時)	準備期	2名	.068
	実行期	13名	
	維持期	9名	
実行期 (作業中)	実行期	12名	.014
	維持期	8名	
実行期 (作業後)	実行期	14名	.181
	維持期	3名	
維持期 (起動時)	実行期	10名	.006
	維持期	15名	
維持期 (作業中)	実行期	7名	.022
	維持期	19名	
維持期 (作業後)	実行期	11名	.004
	維持期	15名	

本実験結果よりも更新率が向上する可能性がある。

仮説 2 の分析結果より、配信タイミングの違いが更新率に大きな影響を与えることがわかった。セキュリティ対策は可能な限り早く実施することが望ましいことから、今回の事例では配信 1 回目に OS を更新してもらうことが望ましい。表 4 の配信 1 回目の更新率を比較した場合に、作業中に配信した場合と起動時に配信した場合で更新率に差があることから、適切なタイミングでメッセージを配信しなければ、メッセージの文面や UI を変更させても、更新率が向上しないといえる。

関連文献[14]と同様に、本実験結果とアンケートの回答で、ユーザの意識と行動に乖離が生じている。具体的には、表 3 よりすべてのステージにおいて配信 1 回目で約 30% から約 41% のユーザが更新しており、関連文献[3]のアンケートの更新意向に関する結果 (約 21% ~ 約 23%) よりも高い更新率が得られている。また、表 5 のアンケート結果では作業後に更新したいと回答しているユーザが多く、作業中に更新したいと回答しているユーザが少ない。しかし、実際の行動では作業後よりも作業中に更新しているユーザが多い。ユーザの意識と行動に乖離が存在する場合において、著者はユーザの実際の行動に着目し、作業中にメッセージを配信することが望ましいと考える。

本実験ではアンケートで得られた知見の効果を検証することを目的としており、提案メッセージにおける OS 更新率とステージ向上の効果を分析した。なお、本実験の内容に関わらず、普段から OS を更新している被験者が含まれていた可能性、本実験のバイアスが生じていた可能性やステージに関する回答が被験者の自己認識であるため、実

態と乖離している可能性などが想定される。そのため、提案メッセージやステージ向上の効果を正確に分析することができないが、おおよその有効性を確認できた。今後は、毎月継続して OS を更新させるために、実行期のユーザを維持期までステージを向上させること、維持期のユーザのステージを維持させることを目的として、配信メッセージの内容を検討する予定である。

6. まとめと今後の課題

本論文では、アンケート調査で有効となったメッセージの効果を実証実験で検証するため、実験システムを開発した。その実験システムを用いて、Windows10 を 1 年以上利用しているユーザ 175 名を対象に 1 か月間の短期実証実験を実施した。実証実験では、OS 更新に関するメッセージを配信して OS 更新率と適切な配信タイミングを検証した。

実証実験の結果、アンケート調査で有効であったメッセージを配信することで、ステージによる更新率に大きな違いは見られなかったが、全てのステージにおいて提案メッセージが有効であることを確認した。配信タイミング（起動時、作業中、作業後）における更新率の違いを検証した結果、維持期のユーザには作業中に配信することが適切であり、起動時は適切でないことが明らかになった。

今後は数か月間の実証実験を実施し、実行期や維持期のユーザに対してステージを維持させるために、メッセージ配信における OS 更新の継続性を検証する予定である。

参考文献

[1] 佐野絢音, 澤谷雪子, 山田明, 窪田歩. 自律的なセキュリティ行動変容ステージモデルの定義とユーザ要因の影響分析. 研究報告セキュリティ心理学とトラスト (SPT), 2020, vol. 38, no. 26, p. 1-8.
 [2] Sano, A. Sawaya, Y. Yamada, A. and Kubota, A.. SeBeST: Security

Behavior Stage Model and Its Application to OS Update. The 35th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA2021). 2021, vol. 2, p. 552-566.
 [3] 佐野絢音, 澤谷雪子, 山田明, 窪田歩. セキュリティ行動変容ステージにおける有効な OS 更新メッセージの検討. 研究報告セキュリティ心理学とトラスト (SPT), 2020, vol. 40, no. 5, p. 1-8.
 [4] Prochaska, J. O and Velicer. W. F.. The transtheoretical Model of Health Behavior. AJHP, 1997, vol.12, no.1, p. 38-48.
 [5] Velicer. W. F. et al.. Using the Transtheoretical Model for population-based approaches to health promotion and disease prevention. Homeostasis in Health and Disease, 2012, Vol.40, p.174-195.
 [6] Tversky, A. and Kahneman, D.. The framing of decisions and the psychology of choice. Science, 1981, vol, 211, no. 4481, p. 453-458.
 [7] Latimer, A. et al.. Promoting participation in physical activity using framed messages: An application of prospect theory. British Journal of Health Psychology, 2007, vol. 13, p. 659-681.
 [8] 香川勇介, 真野俊樹. 医療サービスにおける予防的コミュニケーション・セルフ・エフィカシー理論の適用一. マーケティングジャーナル, 2017, vol. 36, no. 3, p. 37-50.
 [9] Jeff Johnson. UI デザインの心理学—わかりやすさ・使いやすさの法則. インプレス, 2015.
 [10] Bravo-Lillo, C. et al.. Your Attention Please: Designing security-decision UIs to make genuine risks harder to ignore. The ninth Symposium on Usable Privacy and Security. 2013, no. 6, p. 1-12.
 [11] Mathur, A. et al.. They keep coming back like zombies?: improving software updating interfaces. The Twelfth USENIX Conference on Usable Privacy and Security. 2016, p. 43-58.
 [12] 総務省 令和元年通信利用動向調査 世帯編 令和元年統計表一覧 (世帯構成員編) <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics05b1.html>, (参照 2021.08.03)
 [13] 清水裕士. フリーの統計分析ソフト HAD : 機能の紹介と統計学習・教育, 研究実践における利用方法の提案. メディア・情報・コミュニケーション研究, 2016, vol. 1, p. 59-73.
 [14] Redmiles, E. M. et al.. Asking for a Friend: Evaluating Response Biases in Security User Studies. ACM SIGSAC2018, 2018, p. 1238-1255.

付録

付録 A.1 事後アンケートの質問項目

カテゴリ	質問項目	得点
セキュリティ行動変容ステージモデル	セキュリティ対策に興味・関心がある	1: あてはまる
	現状できるセキュリティ対策を把握している	2: どちらかというあてはまる
	現状できるセキュリティ対策をしたいと思っている	3: どちらかというあてはまらない
	するべきセキュリティ対策は自分で実施している	4: あてはまらない
	するべきセキュリティ対策は自分で時々実施している	するべきセキュリティ対策を実施している人の中でどちらかの項目を選択
配信したメッセージ	今後 (来月以降)、配信されたメッセージと同一のメッセージが配信されるとしたら、OS を更新しようと思えますか?	1: とてもそう思う
	メッセージの配信タイミングは適切でしたか?	2: そう思う
	パソコン起動時に配信された場合に OS を更新したいと思いますか?	3: そう思わない
	作業中に配信された場合に OS を更新したいと思いますか?	4: 全くそう思わない
	作業後に配信された場合に OS を更新したいと思いますか?	
通常のメッセージと比較	以下の2つのメッセージが表示される場合、どちらの場合でより OS を更新したいと思いますか 	1: 通常のメッセージ (左) 2: 配信したメッセージ (右)
今後配信するメッセージ	毎回同じ文章のメッセージが配信される場合と毎回異なる文章のメッセージが配信される場合、どちらの場合でより OS を更新したいと思いますか?	1: 毎回同じ文章のメッセージ 2: 毎回異なる文章のメッセージ