

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

佐野絢音¹ 澤谷雪子¹ 山田明¹ 窪田歩¹

概要: ユーザのセキュリティ対策への認知度や対策実施状況に応じたアプローチを検討するため、筆者らはセキュリティ行動変容ステージモデル（ステージモデル）を提案した。本モデルは自ら対策を実施するユーザと身近な人に対策を任せているユーザを同一モデルに定義していたが、自ら対策を実施するユーザと身近な人に対策を任せているユーザは回答傾向やアプローチ方法が異なることがわかった。そこで本論文では、自ら対策を実施する行動変容に焦点を当ててステージモデルを再定義し、妥当性を検証する。さらに各ステージにおける適切なアプローチを検討するため、ステージに影響するユーザ要因（性格要因、態度要因、経験要因）との関連性も明らかにする。パソコンユーザにアンケート調査を実施し、妥当性の検証と構造方程式モデリングによるユーザ要因の影響分析を行った。その結果、再定義したステージモデルの妥当性を示し、無効感、関心、貢献感と経験要因がステージに影響することを明らかにした。さらにステージに影響する上記要因に加えて、無関心な状態や準備状態のユーザに対して誠実性と調和性が影響する等、各ステージで異なるユーザ要因が影響することを確認した。

キーワード: セキュリティ行動変容ステージモデル, 心理学, 構造方程式モデリング

Definition of Stage Model of Security Behavior Change for Self-Management Users and Analysis of Human Factors' Influence

AYANE SANO^{†1} YUKIKO SAWAYA^{†1}
AKIRA YAMADA^{†1} AYUMU KUBOTA^{†1}

Abstract: To consider proper approach to users, we proposed the stage model of security behavior change. However, the stage model includes in case of taking security behaviors by oneself and by others. In this paper, we redefine the stage model as a stage model of security behavior change for self-management users and analyze the relationship between psychological factors, such as Big Five personality, attitudes, and experiences, and stages of security behaviors. We conducted an online user survey. We analyzed validity of the stage model and constructed a structural equation model. As a result, we proved validity of the stage model and discovered that computer users' "Effect of security", "Interest of security", "Contribution of security" and "Experiences" affect the stages of security behaviors. Moreover, we confirmed that differently factors affect user of each stage: for example, "Conscientiousness" / "Agreeableness" affect precontemplation and preparation users.

Keywords: Stage model of security behavior change, Psychology, Structural equation modeling

1. はじめに

近年、マルウェアを利用したサイバー攻撃が高度化し、迷惑メールや不正アクセス等の被害が多数発生しているが、ユーザ自身のセキュリティ対策実施率は依然として低い状況にある[1]。

ユーザの対策実施率を改善するためには、セキュリティ対策の実施状況や経験要因等のユーザ要因に応じて、適切なアプローチで働きかけることが重要である。ユーザのセキュリティ対策への認知度や対策実施状況を図るため、筆者らは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）[2]を提案した。本モデルでは、自ら対策を実施するユーザと身近な人に対策を任せている（自分ではセキュリティ対策を実施できないが、身近な人にセキュリティ対策を実施してもらい、セキュリティを高めている）ユ

ーザを同一モデルとして定義していた。しかし、自ら対策を実施するユーザと身近な人に対策を任せているユーザは回答傾向やアプローチ方法が異なることがわかった。そこで本論文では、自ら対策を実施する行動変容に焦点を当て、ステージモデルを自律的なセキュリティ行動変容ステージモデルとして再定義する。さらに、各ステージにおける行動変容アプローチを検討するため、ステージや各ステージの状態に影響するユーザ要因を分析する。性格要因、態度要因、経験要因がステージや各ステージの状態に影響する可能性があると考え、これらの要因との関連性を明らかにする。なお、身近な人に対策を任せているユーザへの行動変容アプローチの検討は、今後の課題とする。

再定義したステージモデルの信頼性、妥当性の検証とユーザ要因（性格要因、態度要因、経験要因）との関連性を分析するため、1748名のパソコンユーザにステージモデル

¹ 株式会社 KDDI 総合研究所
〒356-8502 埼玉県ふじみ野市大原 2-1-15
KDDI Research, Inc.

{ay-sano, yu-sawaya, ai-yamada, kubota} @kddi-research.jp

に関する質問、各ステージの状態を示す質問とユーザ要因に基づく質問をウェブアンケート形式で実施し、以下の2つの分析を実施した。

- (1) ステージモデルの信頼性と妥当性を検証するため、探索的因子分析により因子数と α 係数を算出した。ステージモデルと関連のある質問（各ステージの状態を示す質問）との相関分析を実施した。
- (2) ステージや各ステージの状態とユーザ要因との関連性を分析するため、ステージや各ステージの状態とユーザ要因（性格要因、態度要因、経験要因）との関連性を示す仮説モデルを構築し、構造方程式モデリング（SEM）を用いて仮説検証をした。

分析結果より、再定義したステージモデルが妥当であることを示し、態度要因の無効感、関心、貢献感と経験要因がステージに直接影響することを明らかにした。さらに、ユーザ要因と各ステージの状態との関連性を分析した結果、ステージに影響する上記要因に加え、無関心な状態と準備状態のユーザに対して性格要因の誠実性と調和性も影響し、関心のある状態のユーザに対して性格要因の開放性、誠実性、調和性、自己効力感も影響することを確認した。また、実行・維持状態のユーザに対して性格要因の開放性、誠実性、自己効力感、態度要因の外部要請、コスト感も影響することを確認した。

これらの結果より、再定義したステージモデルの信頼性、妥当性を検証でき、パソコンユーザのステージや各ステージの状態へ影響するユーザ要因が明らかになったので、各ステージのユーザに働きかけるアプローチを検討する上で有益な知見を得ることができた。

本論文では、再定義したステージモデルの妥当性検証とステージ、各ステージの状態へ影響するユーザ要因の分析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章では、本論文と関連のある既存研究について述べ、3章では再定義したモデルと仮説モデルを提案し、調査概要を述べる。4章では、3章で述べた仮説モデルの検証を行い、結果を述べる。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、セキュリティ行動変容ステージモデル、セキュリティ行動と関係のあるユーザ要因を解析した文献について述べる。

2.1 セキュリティ行動変容ステージモデル

前回、行動変容段階モデル[3]を参考に、セキュリティ対策における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）[2]を提案している。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している。セキュリティ行動変容ステージモデルを以下に示す。

- (1) 無関心期：セキュリティ対策に興味・関心がない。
- (2) 関心期：セキュリティ対策に興味・関心があるが、現状できるセキュリティ対策を把握していない（または、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把握している（または、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（または、身近な人に任せていない）。
- (4) 実行期：すべきセキュリティ対策を自分で実施している（または、身近な人に任せている）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継続して実施している。

2.2 セキュリティ行動に対するユーザ要因の関係

現在までにセキュリティ行動に影響を与えるユーザ要因を調査した既存研究が複数存在する。文献[4]では、セキュリティ知識やセキュリティスキルによる「知識要因」と無効感、関心、貢献感、コスト感、外部要請による「態度要因」がセキュリティ行動の「行動要因」に与える影響を述べている。文献[5]では、Big Fiveを含めた性格要因、認知要因、経験要因とセキュリティ対策行動との関連性を述べており、各デバイス利用者別にセキュリティ対策行動に影響を与えるユーザ要因が異なることを明らかにしている。

3. 提案手法と調査概要

セキュリティ対策を継続して実施してもらうためには、ステージモデルに基づき分類し、各ステージで適切なアプローチを実施することが重要である。しかし、前回提案したステージモデルは自ら対策を実施するユーザと身近な人に対策を任せているユーザを同一モデルに定義しており、自ら対策を実施するユーザと身近な人に対策を任せているユーザでは回答傾向が異なり、アプローチ方法も異なることがわかった。そこで、自ら対策を実施する行動変容を対象とした自律的なセキュリティ行動変容ステージモデルを定義し、妥当性を検証する。さらに、前章で述べた通り、セキュリティ行動に影響を与えるユーザ要因が多数分析されており、これらの要因がステージや各ステージの状態に影響している可能性がある。各ステージで適切な行動変容アプローチを検討するためには、各ステージで影響するユーザ要因を明らかにすることが重要であり、ステージや各ステージの状態とユーザ要因との関連性も分析する。

3.1 セキュリティ行動変容ステージモデルの再定義

自ら対策を実施する行動変容を対象とし、自律的なセキュリティ行動変容ステージモデルとして再定義する。具体的変更点は以下の3点である。①身近な人に任せているか否かの判断基準を除いている点、②無関心期と関心期の判断基準を変更した点、③すべきセキュリティ対策を自分で実施している人を実行期以降に分類しているが、実施

頻度によって実行期と維持期に分類している点である。自律的なセキュリティ行動変容ステージモデルを以下に示す。

- (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。

3.2 仮説モデルの構築

本調査の分析にあたり、仮説の検証に広く用いられている構造方程式モデリング (SEM) を用いる。仮説モデルの検証手順は以下のとおりである。

- (1) ステージ(無関心期～維持期)、各ステージの状態(無関心期～維持期に持つ意識や態度を示す状態: 無関心な状態、関心のある状態、準備状態、実行・維持状態)と因果関係が存在する可能性のあるユーザ要因を検討し、ユーザ要因間の共分散関係、因果関係の仮説を立て、仮説モデルを構築する。
- (2) 各ユーザ要因及びステージ、各ステージの状態を測定するためのアンケート質問項目を作成し、アンケート調査を実施したうえで、質問項目の妥当性を検証する。
- (3) 仮説モデルを生成し、ステージと各ステージの状態を適用して仮説モデルを検証する。

3.2.1 ユーザ要因の検討

まず、ステージや各ステージに影響を与える可能性のあるユーザ要因を検討する。文献[5]より、セキュリティ対策行動に性格要因が影響することがわかっているため、本調査にも性格要因を含める。性格要因は、心理的な性格特性尺度として標準化されている Big Five 尺度(外向性、神経症傾向、開放性、誠実性、調和性)[6][7]を用いる。さらに、既存研究より、行動変容段階モデルに影響する要因として自己効力感[8]が挙げられている。自己効力感とは、ユーザが行動を実施できると認知していることである。自己効力感が高い人ほど、行動を促進しやすと言われていたため、自己効力感もステージや各ステージの状態に影響すると考えられる。他にもアプローチに必要なユーザ要因が存在する可能性があるが、本調査における性格要因は外向性、神経症傾向、開放性、誠実性、調和性、自己効力感の6因子とした。

文献[4]より、無効感、関心、貢献感、コスト感、外部要請による「態度要因」がセキュリティ行動に与える影響が述べられている。この態度要因がステージや各ステージの

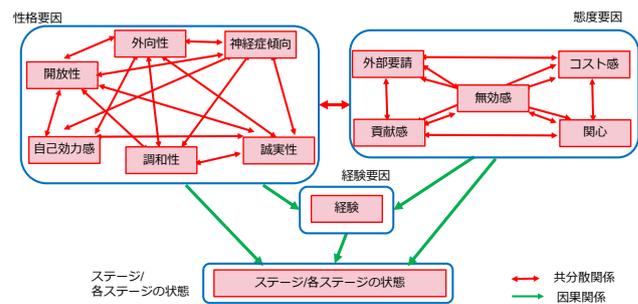


図 1 仮説モデル

Figure 1 Hypothesis model.

状態にも影響することが考えられるため、この5因子を態度要因として用いる。

文献[5]より、ユーザが過去にITやセキュリティ経験(セキュリティに関する知識や操作を習得した経験)を実施しているか否かがセキュリティ対策行動に影響していることが明らかになっている。経験をしたことがあるか否かがステージや各ステージの状態に影響することが考えられるため、文献[5]の指標を参考にして、経験要因として用いる。

以上の理由から、本論文ではユーザ要因として、性格要因(Big Fiveと自己効力感)、態度要因(無効感、関心、貢献感、コスト感、外部要請)、経験要因を挙げる。

3.2.2 ユーザ要因間の関係

次に、各要因間における因果関係の仮説を立てる。仮説モデルを図1に示す。各要因間の因果関係を以下に示す。

- (1) ステージや各ステージの状態と各要因間の因果関係
本論文では、性格要因、態度要因、経験要因ともにステージや各ステージの状態に影響を与えていると仮定する。
- (2) 性格要因と態度要因の因果関係
性格とセキュリティ対策への意識や態度は相互に影響し合っていると考えられるため、共分散関係とする。
- (3) 性格要因と経験要因との因果関係
ユーザは性格をもとに経験すると思われるため、性格要因は経験要因の原因として考えられる。
- (4) 態度要因と経験要因との因果関係
ユーザはセキュリティに対する意識や態度から経験するか否かの判断をされると考えられるため、態度要因は経験要因の原因として考えられる。
- (5) 性格要因内の要因間の因果関係

文献[2][5]より、Big Fiveの5因子が相互に影響しており、文献[2]より、自己効力感とBig Fiveも相互に影響していることがわかっている。そのため、Big Five間、Big Fiveと自己効力感も共分散関係であると仮定する。

- (6) 態度要因内の要因間の因果関係

文献[4]より、態度要因の5因子間での因果関係は定まっていないため、本論文では、5因子が相互に影響していると想定し、共分散関係であると仮定する。

3.3 アンケート調査

再定義したステージモデルの妥当性の検証と、ステージや各ステージの状態と各ユーザ要因間の因果関係を明らかにするために、1748名のパソコンユーザに対し、ステージモデル、各ステージの状態と各ユーザ要因に関する質問を問い、ウェブアンケート調査を実施した。

3.3.1 調査概要

調査はアンケート調査会社を通じて、ウェブアンケート形式で2020年2月21日～26日に実施した。被験者は、ネットリサーチ会社の登録者の中から1748名を選定した。1748名の選定方法は、まず、15歳以上69歳以下の15,000名をランダムに抽出し、パソコン利用者の性・年代別に人口構成比を算出した。次に、この人口構成比に合致するように15,000名の中から2579名の回答者を抽出した。最後に、2579名の中から身近な人にセキュリティ対策を実施してもらっている人やスクリーニング時と本調査時で利用デバイスに関する質問の回答が異なる人を除き、1748名となった。被験者の性年代分布を図2に示す。本調査のスクリーニング質問は、日常で利用しているデバイスに関してパソコンとスマートフォンを選択肢として質問している。女性や若者のパソコン利用率が低い理由は、関連調査[9][10]で女性や若者はパソコンよりもスマートフォンの利用率が高いことが示されており、本調査でもその傾向が見られている。また今回の調査では、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おり、それ以外の情報は収集していない。

質問項目として、性格要因のBig Five尺度は文献[6]での質問項目を用いた。自己効力感自己効力感の程度を測定する人格特性的自己効力感尺度[11]を用いた。態度要因の5因子は、文献[4]を参考に、質問内容をセキュリティ対策全般に変更し、実施した。経験要因は文献[2][5]でのセキュリティ経験に関する質問項目を用いた。ステージモデルの質問項目は3.1節で述べた内容とした。各ステージの状態を示す質問項目は、無関心な状態～準備状態はステージモデルの質問項目を参考にして新たに作成し、実行・維持状態は文献[2]のセキュリティ対策実施状況に関する質問項目を参考にした。

4. 調査の分析と結果

4.1 質問項目の妥当性検証

本節では、前節で述べた調査の分析手法を述べる。付録A.1に質問項目と質問項目に対応するユーザ要因を示す。本論文での解析はHAD[12]を用いて、各質問項目を観測変数として分析した。まず、観測変数が意図した要因を表しているかどうかを検証した。本調査で新たに作成した尺度の態度要因、ステージモデル、各ステージの状態（無関心な状態～準備状態）、経験要因に対して探索的因子分析を実施した。因子寄与率が0.350、共通性が0.160以上の観測変

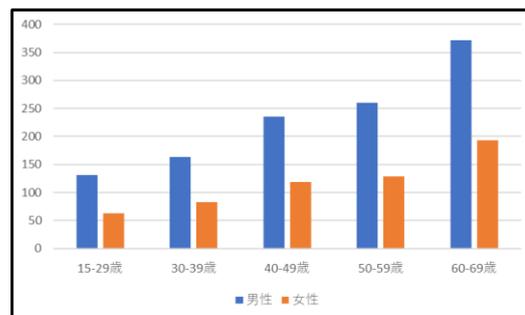


図2 回答者属性

Figure 2 Demography of participants.

数が用いられる[13][14]ことが多いため、範囲外となる観測変数は排除することにした。その結果、経験要因の一部の観測変数が範囲外となったが、他の観測変数は全て範囲内となった。態度要因は既存研究と同様に5つの因子（無効感、関心、外部要請、貢献感、コスト感）に分類され、ステージの状態は3つの因子（無関心な状態、関心のある状態、準備状態）に分類され、ステージモデルや経験要因は1つの因子となった。以降の分析では、1因子内の観測変数の合計値を因子合計値として利用する。

次に、ステージモデルが適切か否かを信頼性や妥当性[15]の観点で検証する。探索的因子分析を実施し、 α 係数や因子寄与率、共通性を算出し、信頼性を検証する。さらに、ステージモデルでユーザを分類した後、関連性のある各ステージの状態を示す質問との相関分析を実施し、妥当性を検証する。ステージごとに各ステージの状態を示す因子合計値のユーザ間の平均を算出し、比較することでステージモデルによる分類が適切であるかを検証する。

また、ステージや各ステージの状態に影響するユーザ要因を分析するため、仮説モデルをもとに構造方程式モデリング (SEM) を実施する。パスの選定に対しては、順位相関分析を行い、因子間相関が0.2以上の場所に因果関係や共分散関係を置くことにした。その仮説モデルをSEMで検証する。CFI (Comparative fit index), GFI (Goodness-of-Fit Index), RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation) の値を求め、各仮説モデルがデータに適しているか否かを確認し、ステージや各ステージの状態とユーザ要因の影響を述べる。ステージへのユーザ要因の影響を分析することで、ステージの段階を上げていくにつれて影響するユーザ要因がわかる。なお、通常のBig Fiveの誠実性は点数が低いほど、誠実さ・真面目さが高いという傾向になるが、以降で相関関係をわかりやすく述べるために、正負を反転し、誠実性が高いほど、誠実さ・真面目さが高いように変更した。ステージの状態、経験要因に対しても回答の値が大きくなるほど、ステージの状態にあてはまらない、セキュリティ経験をしていないという傾向になるが、以降で相関関係をわかりやすく述べるために、回答結果を逆転させて値が大きくなるほど、ステージの状態にあてはまる、セキュ

表 1 ステージ分類

Table 1 Stage of security behavior change.

	「当てはまらない」 「どちらかという 当てはまらない」	「当てはまる」 「どちらかという 当てはまる」
セキュリティ対策に興味・関心がある	無関心期	関心期以降
現状できるセキュリティ対策を把握している		
現状できるセキュリティ対策をしたいと思っている	関心期	準備期以降
すべきセキュリティ対策を自分で実施している	準備期	実行期以降

※実行期以降の場合

すべきセキュリティ対策を自分で時々実施している	実行期
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	維持期

リティ経験をしているように変更した。

4.2 ステージモデルの妥当性検証

ステージモデルに関する4つの質問（セキュリティ対策に興味・関心がある、現状できるセキュリティ対策を把握している、現状できるセキュリティ対策をしたいと思っている、すべきセキュリティ対策は自分で実施している）の探索的因子分析を実施した。その結果、1因子となり、どの観測変数も因子寄与率が0.350、共通性が0.160以上の基準[13][14]も満たしており、 α 係数も0.808という結果になった。 α 係数は0.7~0.8以上の場合、信頼性が高い[15]とされていることから、ステージモデルの信頼性が満たされているといえる。再定義したモデルによる分類方法を表1に示す。まず、表1上部の4つの質問の回答結果で無関心期、関心期、準備期、実行期以降の4つのステージに分類する。「セキュリティ対策に興味・関心がある」と「現状できるセキュリティ対策を把握している」の両方に該当しない場合は無関心期、どちらか一方もしくはその両方に該当する場合は関心期に分類する。次に、すべきセキュリティ対策を自分で実施していると回答したユーザ（実行期以降に分類されたユーザ）は、表1の下部に示したとおり、実施している頻度によって実行期と維持期に分類される。

表1の通りにステージモデルでユーザを分類した結果、無関心期は116名、関心期は35名、準備期は138名、実行期は680名、維持期は779名となった。ステージモデルによる分類（無関心期～維持期）を1~5とし、ステージとして4.3節以降の分析で用いる。さらに、ステージと各ステージの状態を示す因子と相関分析を実施した結果、無関心

表 2 各ステージにおけるステージの状態

Table 2 Stage status of each stage.

	無関心状態	関心状態	準備状態	実行・維持状態
無関心期	5.60	9.91	8.34	69.55
関心期	5.74	12.31	9.91	85.57
準備期	3.43	11.96	11.96	85.52
実行期	2.91	14.92	12.62	97.18
維持期	1.50	17.00	14.08	108.76

な状態は $r=-.440^{**}$ ($p<.01$)、関心のある状態は $r=.476^{**}$ ($p<.01$)、準備状態は $r=.434^{**}$ ($p<.01$)、実行・維持状態は $r=.431^{**}$ ($p<.01$) となり、それぞれ相関が見られた。

さらに、ステージごとに各ステージの状態を示す因子合計値のユーザ間の平均を算出した結果を表2に示す。各ステージの状態は値が大きいほどその状態に適していることを示している。無関心期と関心期の無関心な状態は同程度であるが、関心のある状態が無関心期よりも関心期の方が、値が大きいことがわかる。これは関心期のユーザは無関心な状態と関心のある状態の両方が存在しているが、関心のある状態の方が大きいことが原因だと考えられる。また、関心期と準備期の準備状態、準備期と実行期の実行・維持状態、実行期と維持期の実行・維持状態のように、ステージの段階が上がるにつれて、その前後のステージ間で値が大きくなっていることがわかった。表2の通り、全体的にステージの段階が上がるにつれて、それぞれの状態に適していることがいえるが、関心期と準備期の関心のある状態、関心期と準備期の実行・維持状態で値が逆転している。これらを平均の差の検定で実施したところ、差がない結果となったため、同等といえる。以上のことから、再定義したステージモデルは妥当であることを確認した。

4.3 ステージや各ステージの状態とユーザ要因の関連性分析

まず、ステージや各ステージと各ユーザ要因との順位相関分析を実施した結果を表3に示す。この結果をもとに、共分散関係、因果関係のパスを選定し、SEMを実施した。ステージモデルをSEMに適用した結果、CFI=0.988、GFI=0.992、RMSEA=0.055であった。関連文献[16]より、CFIとGFIは0.9以上、RMSEAは0.08未満が良好なモデルと

表 3 ステージ、各ステージと各ユーザ要因との重相関分析結果 (** $p < .01$, * $p < .05$, + $p < .10$)

Table 3 Result of correlation analysis.

	外向性	神経症傾向	開放性	誠実性	調和性	自己効力感	無効感	関心	外部要請	貢献感	コスト感	経験	ステージ	無関心な状態	関心のある状態	準備状態	実行・維持状態
外向性	1.000																
神経症傾向	-.463 **	1.000															
開放性	.544 **	-.347 **	1.000														
誠実性	.341 **	-.284 **	.353 **	1.000													
調和性	.370 **	-.329 **	.324 **	.456 **	1.000												
自己効力感	.519 **	-.447 **	.605 **	.430 **	.361 **	1.000											
無効感	-.062 **	-.030	-.087 **	-.203 **	-.203 **	-.106 **	1.000										
関心	.038	.074 **	.111 **	.188 **	.189 **	.084 **	-.544 **	1.000									
外部要請	.246 **	-.120 **	.258 **	.090 **	.181 **	.250 **	-.110 **	.094 **	1.000								
貢献感	.112 **	-.009	.164 **	.161 **	.189 **	.161 **	-.489 **	.473 **	.193 **	1.000							
コスト感	-.178 **	.229 **	-.135 **	-.195 **	-.158 **	-.206 **	.104 **	.016	-.108 **	-.046 +	1.000						
経験	.099 **	-.037	.218 **	.116 **	.122 **	.183 **	-.281 **	.262 **	.235 **	.266 **	-.160 **	1.000					
ステージ	.036	-.028	.127 **	.194 **	.153 **	.135 **	-.322 **	.329 **	.070 **	.307 **	-.185 **	-.388 **	1.000				
無関心な状態	-.112 **	.015	-.174 **	-.264 **	-.212 **	-.178 **	.636 **	-.592 **	-.102 **	-.474 **	.177 **	-.366 **	-.440 **	1.000			
関心のある状態	.106 **	-.053 +	.230 **	.246 **	.205 **	-.499 **	.518 **	.152 **	.152 **	.423 **	-.174 **	.496 **	.476 **	-.647 **	1.000		
準備状態	.092 **	.035	.130 **	.213 **	.217 **	.143 **	-.627 **	.637 **	.127 **	.518 **	-.096 **	.374 **	.434 **	-.703 **	.722 **	1.000	
実行・維持状態	.186 **	-.082 **	.283 **	.222 **	.201 **	.240 **	-.384 **	.339 **	.261 **	.352 **	-.263 **	.586 **	.431 **	-.465 **	.551 **	.467 **	1.000

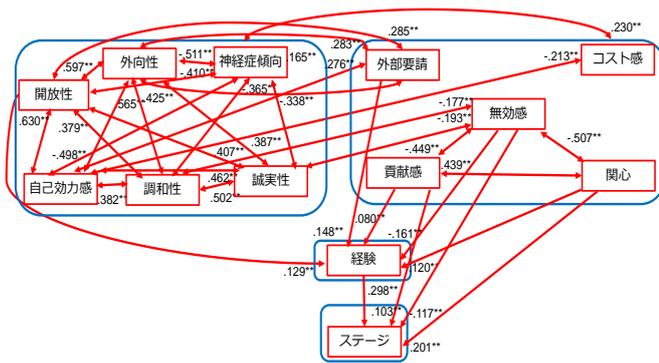


図 3 構造モデル (ステージ)
Figure 3 Structural model (stage).

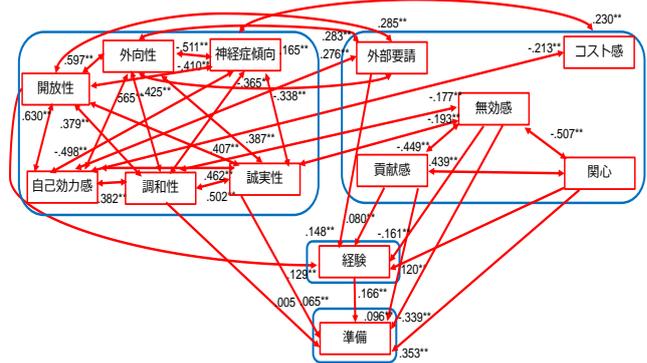


図 6 構造モデル (準備状態)
Figure 6 Structural model (preparation).

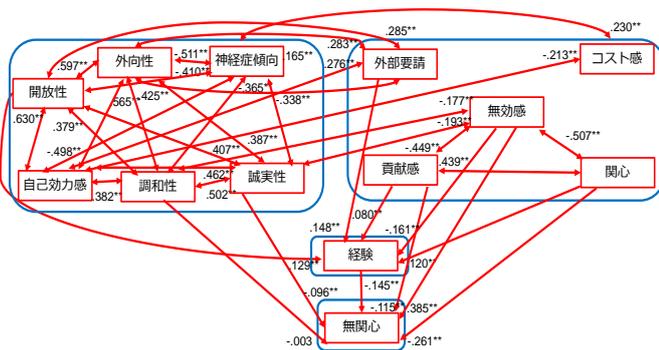


図 4 構造モデル (無関心な状態)
Figure 4 Structural model (precontemplation).

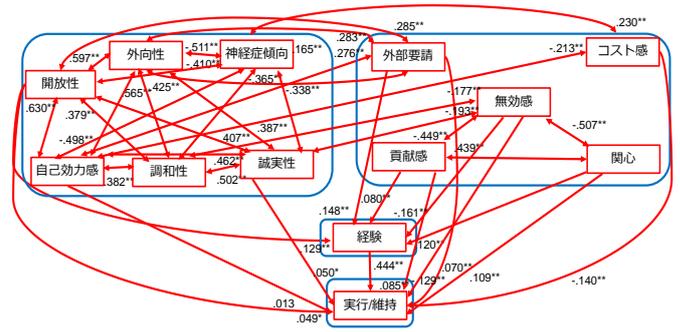


図 7 構造モデル (実行・維持状態)
Figure 7 Structural model (action・maintenance).

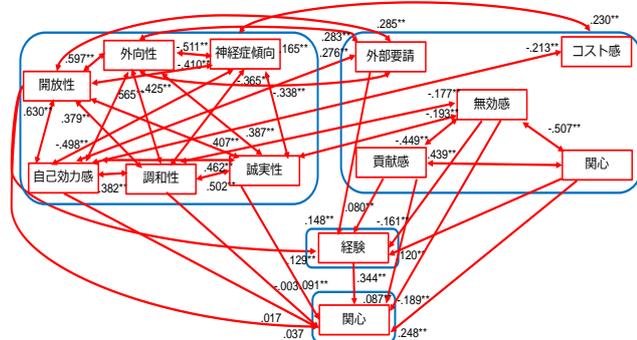


図 5 構造モデル (関心のある状態)
Figure 5 Structural model (contemplation).

されており、このモデルの適合度は高いといえる。ステージを適用した仮説モデルを解析した結果を図3に示す。各パスに記載のパス係数は0~1の値をとり、値が大きいほど、その要因に影響を与えていることを意味する。また、1%、5%、及び10%以内の有意水準を満たしているパスについては、値にそれぞれ**、*、+を付加して記載している。図3から、無効感と負の相関、関心と貢献感、経験要因がステージと正の相関があり、これらの要因が直接影響していることが明らかになった。ステージに直接影響しているこれらの要因の中で、関心や経験要因の影響が大きいこともわかった。

次に、各ステージの状態をSEMに適用した結果を述べ

る。無関心な状態、関心のある状態、準備状態、実行・維持状態を適用した結果をそれぞれ図4~図7に示す。無関心な状態を適用した結果、CFI=0.991, GFI=0.994, RMSEA=0.053であった。文献[16]より、このモデルの適合度も高いといえる。図4から、無効感と無関心な状態は正の相関、誠実性、調和性、関心、貢献感、経験要因と無関心な状態は負の相関があり、無効感や関心の影響が大きいことがわかった。関心のある状態を適用した結果、CFI=0.991, GFI=0.994, RMSEA=0.059であった。文献[16]よりこのモデルの適合度も高いといえる。図5から、開放性、誠実性、自己効力感、関心、貢献感、経験要因と関心のある状態は正の相関、調和性、無効感と負の相関があり、無効感、関心、経験要因の影響が大きいことがわかった。準備状態を適用した結果、CFI=0.995, GFI=0.996, RMSEA=0.042であった。文献[16]よりこのモデルの適合度も高いといえる。図6から、誠実性、調和性、関心、貢献感、経験要因と正の相関、無効感と負の相関があり、無効感、関心の影響が大きいことがわかった。実行・維持状態を適用した結果、CFI=0.995, GFI=0.996, RMSEA=0.049であった。文献[16]よりこのモデルも適合度が高いといえる。図7から、開放性、誠実性、調和性、自己効力感、関心、外部要請、貢献感、経験要因と正の相関、無効感、コスト感と負の相関があり、コスト感と経験要因の影響が大きいことがわかった。

5. 考察

5.1 モデルの妥当性

4.2.1 節より、信頼性や妥当性が満たされており、ステージモデルの分類方法は適切であるといえる。ステージモデルの分類結果より、維持期が約 44.6%と少ないことから、無関心期から関心期、準備期から実行期、実行期から維持期、維持期から維持期まで行動変容させるアプローチが必要であることがわかる。

5.2 ステージへのアプローチ

4.2.2 節で述べた通り、無効感(負)、関心と貢献感、経験要因がステージに影響していることがわかる。したがって、ステージの段階を上げるためには、これらの要因に働きかけるアプローチが有効である。また、これらの要因は、図 5～図 7 の関心のある状態、準備状態、実行・維持状態までのどの状態においても共通して影響していることから、関心期以降の影響を大きく受けていると思われる。無関心な状態もこれらの要因が影響しているが、ステージの構造モデルでは無効感が負の影響、無関心な状態の構造モデルでは無効感が正の影響といったように、これらの要因全てがステージへの影響と逆の影響を受けている。

5.3 無関心な状態へのアプローチ

図 4 より、無効感や関心(負)の影響が大きく、性格要因や経験要因、貢献感の影響が小さいことがわかる。無関心な状態の人へのアプローチとしては無効感をなくす、関心を高めるアプローチが有効である。具体的には、セキュリティ対策の効果を可視化して伝えるアプローチ、セキュリティ対策の必要性や対策方法をアドバイスするといったアプローチが挙げられる。

5.4 関心を持たせるためのアプローチ

図 5 より、無効感(負)、関心、経験要因の影響が大きいことがいえるため、関心を持たせるためには、無効感をなくす、関心を高める、経験要因を高めるアプローチが適切だと考えられる。具体的には、セキュリティ対策の効果を可視化して提示するアプローチ、セキュリティ対策を実施しないことで起こる被害や対策方法を伝達するといったアプローチが挙げられる。また、開放性や誠実性などの性格要因が少し影響しているため、開放性(好奇心)や誠実性を高めるアプローチも有効だといえる。

5.5 準備状態にするためのアプローチ

図 6 より、無効感、関心の影響が大きいので、準備状態にするためには、無効感をなくす、関心を高めるアプローチが適切だと考えられる。無関心な状態、関心のある状態と同様にセキュリティ対策の効果を可視化して提示するアプローチ、セキュリティ対策を実施しないことで起こる被害やセキュリティ対策が必要な理由を伝えることが有効だと考えられる。また、ステージのモデル(図 3)と比較して、準備ができていない状態への経験要因の影響が小さいこ

とがわかり、過去のセキュリティ経験の有無はあまり影響しないといえる。

5.6 実行・維持状態にするためのアプローチ

図 7 より、コスト感と経験要因の影響が大きいことがいえるため、実行・維持状態にするためには、コスト感をなくす、経験要因を高めるアプローチが有効だと考えられる。セキュリティ対策を少ない操作で(簡単に)実施できることを伝えることが有効だと考えられる。実行・維持状態は態度要因の 5 つの要因全てが影響していることがわかっており、無効感やコスト感をなくす、関心、外部要請、貢献感を高めることが適切だといえる。また、態度要因に比べ、性格要因は影響度が小さいが、開放性、調和性、誠実性、自己効力感を高めるアプローチも適切である。

6. まとめ

本論文では、セキュリティ行動変容ステージモデルを自律的なセキュリティ行動変容ステージモデルとして再定義し、ステージモデルの妥当性を検証した。さらに、ユーザ要因とステージ、各ステージの状態との関連性を明らかにした。パソコン利用者に対してウェブアンケート調査を実施し、SEM で分析した結果、仮説モデルの適合度が高いことを示した。適用したモデルをもとに考察した結果、無効感、関心、貢献感と経験要因がステージに影響することを明らかにした。さらに、ステージに影響する上記要因の他に、各ステージで影響するユーザ要因が異なることを確認した。

各ステージの状態に影響しているユーザ要因の中で影響力が大きい要因に着目すると、無関心な状態のユーザは無効感と正の影響、関心と負の影響があり、関心のある状態のユーザは無効感と負の影響、関心と経験要因は正の影響があった。また、準備状態のユーザは無効感と負の影響、関心と正の影響があり、実行・維持状態のユーザはコスト感と負の影響、経験要因と正の影響があることがわかった。これらの結果から、各ステージで影響力の大きい要因に働きかけるような行動変容アプローチが有効であることを述べた。

今後は、ステージに影響する上記要因の性年代による違いや身近な人に対策を任せているユーザに対する行動変容アプローチを分析する予定である。さらに、各ステージのユーザへの行動変容アプローチを具体的に検討していきたい。

謝辞 本研究成果は、国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)の委託研究「Web 媒介型攻撃対策技術の実用化に向けた研究開発(WarpDrive: Web-based Attack Response with Practical and Deployable Research InitiatiVE)」により得られたものです。

参考文献

- [1] “総務省 通信利用動向調査” .
http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/190531_1.pdf, (参照 2020-05-08).
- [2] 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応じた OS 更新を促すメッセージの提案. 2020 年暗号と情報セキュリティシンポジウム(SCIS2020), 2020.
- [3] J.O.Prochaska and W.F.Velicer. The transtheoretical Model of Health Behavior. AJHP, 1997, vol.12, no.1, p. 38-48.
- [4] 諏訪博彦, 原賢, 関良明. 情報セキュリティ行動モデルの構築—人はなぜセキュリティ行動をしないのか. 情報処理学会論文誌. 2012, vol. 53, no. 9, p. 2204-2212.
- [5] 佐野絢音, 澤谷雪子, 山田明, 窪田歩. ユーザのセキュリティ対策行動における心理的な要因の影響評価. 2019 年コンピュータセキュリティシンポジウム(CSS2019), 2019, p. 720-727.
- [6] 和田さゆり. 性格特性用語を用いた Big Five 尺度の作成. 日本心理学会論文誌. 1996, vol. 67, no. 1, p. 61-67.
- [7] Digman, J.M. and Takemoto-Chock, N.K.. Factors in the natural language of personality: Re-analysis, comparison and interpretation of six major studies. Multivariate Behavioral Research. 1981, vol. 16, p. 149-170.
- [8] A.Bandura. Self-efficacy: toward a unifying theory of behavior change. Psychological Review, 1977, vol. 84, no. 2, p. 191-215.
- [9] Impress BUSINESSMEDIA Web 担当者 Forum 20 代のノート PC 利用者は約 4 割, デスクトップ PC だと 2 割以下に【ブライネット調べ】” .
<https://webtan.impress.co.jp/n/2019/09/17/33951>, (参照 2020-05-08).
- [10] “総務省 平成 30 年度 情報通信白書 インターネット利用の広がり” .
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h30/html/n/d142110.html>, (参照 2020-05-08).
- [11] 三好照子. 主観的な感覚としての人格特性的自己効力感尺度 (SMSGSE) の開発. 発達心理学研究, 2003, vol. 14, no. 2, p. 172-179.
- [12] 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.
- [13] 後藤一寿, 堤えみ, 豆塚木美, 野間口壽子. 食品産業の求める青果物・一次加工品ニーズの分析, 2006, vol. 44, no.2, p. 74-78.
- [14] 工藤周平. 中小企業における事業と IT の整合の組織的成熟度評価指標の探索的分析: 秋田県内中小企業のケース, 2016, vol. 36, no. 3, p. 14-22.
- [15] 横内光子. 心理測定尺度の基本的理解. 日本集中治療医学会雑誌, 2007, vol. 14, no. 4, p.555-561.
- [16] 豊田秀樹. 共分散構造分析[入門編]-構造方程式モデリング. 朝倉書店, 1998.
- [17] 澤谷雪子, 山田明, 半井明大, 浦川順平, 松中隆志, 窪田歩. セキュリティリスク回避行動に影響を与えるユーザー要因間の構造の解析. 情報処理学会論文誌. 2016, vol. 57, no. 12, p. 2696-2710

付録

付録 A.1 質問項目

(グレーアウトは探索的因子分析で基準値から外れていたもの)

カテゴリ	質問項目	特点
性格要因 (外向性)	話し好き, 無口な*, 陽気な, 外向的, 面白い*, 無愛想な*	1: 全くあてはまらない
性格要因 (神経症傾向)	社会的, 人嫌いな*, 活動的な, 意思表示しない*, 積極的な, 地味な*	2: かなりあてはまらない
性格要因 (開放性)	悩みがち, 不安になりやすい, 心配性, 気苦労の多い, 弱気になる, 傷つきやすい	3: ややあてはまらない
性格要因 (誠実性)	動揺しやすい, 神経質な, ぐよくよしない*, 悲観的な, 緊張しやすい, 愛憎な	4: どちらともいえない
性格要因 (調和性)	独創的な, 多才の, 進歩的, 洞察力のある, 想像力に富んだ, 美的感覚の鋭い	5: ややあてはまる
性格要因 (自己効力感)	頭の回転の速い, 臨機応変な, 興味のある, 好奇心が強い, 独立した, 呑み込みの速い	6: かなりあてはまる
態度要因 (無効感)	いい加減な, ルーズな, 怠惰な, 成り行き任せ, 不精な, 計画性のある*	7: 非常にあてはまる
態度要因 (関心)	無頓着な, 軽率な, 勤勉な*, 無節操, 几帳面な*, 飽きっぽい	*は逆転項目
態度要因 (外部意識)	温和な, 短気な*, 怒りっぽい*, 寛大な, 親切な, 良心的な	
態度要因 (貢献感)	協力的な, とげがある*, かんしゃくもち*, 自己中心的*, 素直な, 反抗的*	
態度要因 (コスト感)	どんな状況に直面しても, 私ならうまくそれに対処することができるような感じがする	1: 全くあてはまらない
態度要因 (外部意識)	私にとって, 最終的にはできないことが多いと思う*	2: ややあてはまらない
態度要因 (外部意識)	私が頑張れば, なんとかできるような気がする	3: どちらともいえない
態度要因 (外部意識)	熱心に取り組めば, 私にはできないことはないと思う	4: ややあてはまる
態度要因 (外部意識)	やりたかと思っても, 私にはできないことばかりだと感じる*	5: 非常にあてはまる
態度要因 (外部意識)	非常に困難な状況の中でも, 私ならそこを乗り越えることができると思う	*は逆転項目
態度要因 (無効感)	私が, セキュリティ被害にあっても, たいした問題ではない	
態度要因 (関心)	ウイルス感染やフィッシング詐欺は, 私には関係ない	
態度要因 (関心)	私が, セキュリティ対策をしても, 効果はない	
態度要因 (外部意識)	社会にとって, 情報セキュリティは重要な問題である	1: 全くそう思わない
態度要因 (外部意識)	現代社会は, セキュリティ対策を求めている	2: あまりそう思わない
態度要因 (外部意識)	情報セキュリティは, 高めるべきである	3: どちらでもない
態度要因 (外部意識)	職場や学校が, セキュリティ教育に熱心である	4: ややそう思う
態度要因 (外部意識)	職場や学校から, セキュリティ対策を求められている	5: とてもそう思う
態度要因 (外部意識)	情報セキュリティについて, 詳しい友人がいる	
態度要因 (貢献感)	私が, セキュリティ対策をすると, 被害の規模を小さくする効果がある	
態度要因 (コスト感)	私が, セキュリティ対策をすると, 被害に気づく確率を下げる効果がある	
態度要因 (コスト感)	私が, セキュリティ対策をしないと, 人に迷惑をかける	
態度要因 (コスト感)	セキュリティ対策は面倒くさい	
態度要因 (コスト感)	セキュリティ対策をするのに手間がかかる	
態度要因 (コスト感)	セキュリティ対策を実施するのはわずらわしい	
態度要因 (コスト感)	セキュリティ対策に興味・関心がある	1: あてはまる
態度要因 (コスト感)	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
態度要因 (コスト感)	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
態度要因 (コスト感)	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
態度要因 (コスト感)	するべきセキュリティ対策は自分で時々実施している	5: 非常にあてはまる
態度要因 (コスト感)	するべきセキュリティ対策を自分で継続して実施している	いる人の中でどちらかの項目を選択
態度要因 (コスト感)	セキュリティ対策は自分には関係ないと思っている	
態度要因 (コスト感)	セキュリティ脅威は他人事だ	
態度要因 (コスト感)	セキュリティ対策に関心がない	
態度要因 (コスト感)	セキュリティの脅威を知っている	1: あてはまる
態度要因 (コスト感)	セキュリティ対策の名前を1つ以上聞いたことがある	2: どちらかというあてはまる
態度要因 (コスト感)	セキュリティ対策の内容を1つ以上知っている	3: どちらでもない
態度要因 (コスト感)	セキュリティ対策を実施しないといけない理由を知っている	4: どちらかというあてはまらない
態度要因 (コスト感)	セキュリティ対策の実施方法を1つ以上知っている	5: あてはまらない
態度要因 (コスト感)	セキュリティ対策をしなければいけないと感じている	
態度要因 (コスト感)	セキュリティ対策をしないとよくないことが起きると思う	
態度要因 (コスト感)	セキュリティ対策をすることで自分や身の回りにメリットがあると思っている	
態度要因 (コスト感)	セキュリティ対策を実施することが重要だと感じている	
態度要因 (コスト感)	パスワードのロック (パスワード, 指紋等)	
態度要因 (コスト感)	インターネットサービスのアカウント作成, 及びパスワード設定をする際に, 仮にウェブサイトに要求した条件が低かったとしてもパスワード強度の高い設定 (文字数が長い, または英数字や記号を複数含む設定)	
態度要因 (コスト感)	アカウントやIDごとに異なるパスワードの設定	
態度要因 (コスト感)	パスワードマネージャーの利用	
態度要因 (コスト感)	2要素認証を利用できるサービスの場合に, その利用	
態度要因 (コスト感)	ワンタイムパスワードを利用できるサービスの場合に, その利用	
態度要因 (コスト感)	サービス利用後にログアウトをしてから, ブラウザを閉じる行動	
態度要因 (コスト感)	パソコンにアカウントロックアウトポリシー(パスワード入力回数超過で失敗すると, アカウントを無効にする機能) の設定	
態度要因 (コスト感)	長時間パソコンを使用しない場合, 自動的に画面がロックされるような設定	
態度要因 (コスト感)	パソコンから離れる際に手動でスクリーンロック	
態度要因 (コスト感)	ウェブサイトの見た目や印象ではなく, ウェブ閲覧ソフトのURL欄を見て, どのページに接続しているかの判断	1: 必ず実施している
態度要因 (コスト感)	安全に情報が送られるか(https://や錠マーク)を確認してから, ウェブサイトで情報を入力し送信	2: 時々実施している
態度要因 (コスト感)	ウェブサイトを閲覧する際, リンクにマウスを重ね, 実際にどのサイトへ移動するかを確認	3: 実施していないが, 実施したいと思っている
態度要因 (コスト感)	インターネットを利用している最中に警告やアラート画面が出た場合は, 偽警告かどうかを確認	4: 実施していないが, 概要を把握していないし, 興味・関心もない
態度要因 (コスト感)	インターネットを利用している最中に警告やアラート画面が出た場合は, 警告に従って次のページに進まないように意識	
態度要因 (コスト感)	閲覧したサイト情報 (履歴やCookie等) を端末内に残さないブラウザ (シークレットモード, プライベートブラウズ, InPrivate ブラウズ など) の利用	
態度要因 (コスト感)	パソコンのウイルス対策ソフトの更新	
態度要因 (コスト感)	パソコンのOSのアップデートがリリースされたらすぐに実施	
態度要因 (コスト感)	パソコンのソフトウェアの更新がリリースされたらすぐに実施	
態度要因 (コスト感)	公衆Wi-Fiへの非接続	
態度要因 (コスト感)	ソフトウェアをダウンロードする際に提供元が正しいかを確認	
態度要因 (コスト感)	評価の高いソフトウェアのインストール	
態度要因 (コスト感)	定期的なウイルススキャンの実施	
態度要因 (コスト感)	定期的な端末内の情報のバックアップの取得	
態度要因 (コスト感)	不要なソフトウェアの消去	
態度要因 (コスト感)	迷惑メールのブロック設定	
態度要因 (コスト感)	重要なファイルやデータを暗号化してからの送信	
態度要因 (コスト感)	SNSのプライバシー (情報公開範囲など) の注意	
態度要因 (コスト感)	覗き見防止フィルタの導入	
経験要因	セキュリティ被害に遭遇したことがありますか?	
経験要因	セキュリティに関するセミナーに参加したことがありますか?	
経験要因	セキュリティに関して自分で調べたことがありますか?	
経験要因	家族や知人からセキュリティに関して教わったことがありますか?	1: ある
経験要因	ニュースや新聞等でセキュリティに関して学んだことがありますか?	2: なし
経験要因	無線LANルータの暗号化設定をしたことがありますか?	
経験要因	サーバに適切なファイアウォール (不審な通信を検知し, ブロックする機能) やセキュリティ設定をしたことがありますか?	