

危険へのアウェアネスを促すための不快感を用いた 警告インタフェースの試作と評価

大塚 亜未^{1,*} 藤原 康宏² 村山 優子¹ 青柳 龍也¹

概要: スマートフォン利用者の危険へのアウェアネスを支援するため、不快感や違和感を利用した警告インタフェースについて検討している。これまで我々は、スマートフォン利用時の不快感について、アンケート調査と要因分析を実施し、5つの不快要因を抽出した。さらに、各要因を用いて、スマートフォンでの Web サイト利用時を想定した警告インタフェースのプロトタイプを実装した。本稿では、試作したインタフェースにより、実際にユーザへ危険アウェアネスを与えることができるかについて、評価実験を行った。その結果、5要因のうち、「意図しない操作・表示」、「急な変化」、「アプリに関する理解」によるインタフェースが、ユーザに危機感や違和感を与えることが示唆された。

キーワード: スマートフォン, ユーザインタフェース

Prototyping and Evaluation of Warning Interfaces causing Discomfort for Awareness of Risks

Ami Otsuka^{1,*} Yasuhiro Fujihara² Yuko Murayama¹ Tatsuya Aoyagi¹

Abstract: We look into a warning interface causing discomfort which could let the smartphone users be aware of danger and risks. We investigated discomfort feelings while using smartphones, and extracted five discomfort factors as a result of questionnaire survey and factor analysis. We implemented a prototype of warning interfaces for web browsing on a smartphone with the five factors. As a result of experiment, we have found that three factors out of the five, viz. “Unintended operation or display”, “Sudden changes” and “Understanding of the application” are effective for risk awareness and the other two are not effective. In this paper, we report the results and our findings.

Keywords: Smartphone, User Interface

1. はじめに

インターネットユーザは、コンピュータウィルスの感染や不正アクセス、フィッシング詐欺などの脅威にさらされている。セキュリティ技術で守られていても、ユーザがセキュリティの脅威に気づかず、対策を講じないという問題が指摘されている[1]。セキュリティ上の脅威やリスクを回避するためには、ユーザによる危険へのアウェアネス[2][3]が重要である。先行研究では、PC 利用時の不快要因を調査し、不快感を利用してリスクを意識したインタフェースを検討してきた[4]。しかし、情報通信機器の世帯保有率[5]では、2017年にスマートフォンがPCを上回り、2019年ではスマートフォンの保有率が83.4%、PCの保有率が69.1%となっている。また、モバイル機器からのインターネット利用時間も、年々増加している[5]。これに伴い、国内外でモバイル機器に関連するセキュリティの脅威も増加している

ことが指摘されている[6][7]。

スマートフォンに関する脅威としては、たとえば、悪意のあるアプリケーションがインストールされ、端末内の個人情報等が盗み出されたり、端末が操作されることがある。知名度の高いアプリを装って悪意のあるアプリがインストールされてしまうケースが増えている[7]。また、Web ブラウジング時にも、個人情報をオンラインで入力させようとする詐欺サイトや、マルウェアに感染したサイト等、安全性の低いサイトにアクセスしてしまう可能性がある[8]。

また、Symantec のモバイル脅威に関する報告では、スマートフォンユーザが最新の OS に更新せず、セキュリティ上の脆弱性に晒されているという問題を指摘している[9]。バージョンの古い OS によるセキュリティ上のリスクを理解しない、あるいは、新しい OS によるパフォーマンスの低下に対して慎重になるなど、人的な要因もモバイル OS の脆弱性増加に影響しているとされている。セキュリティ

¹ 津田塾大学
Tsuda University
² 兵庫医科大学
Hyogo College of Medicine

* otsuka@tsuda.ac.jp

の脅威を回避するためには、セキュリティ技術だけでなく、ユーザの意識をサポートすることも必要である。

先行研究[4]では、PC 利用時の不快感を 7 つの要因に分類し、その 7 つの要因を用いて警告インタフェースを実装した[10][11]。しかし、スマートフォン利用時の不快感は PC 利用時とは異なるため[12]、スマートフォン利用時のインタフェースを新たに検討する必要があると考える。

本研究では、スマートフォン利用時の不快感を利用したスマートフォン警告インタフェースを設計することを長期的な目標としている。本稿では、試作した Web ブラウジング時の警告インタフェースのプロトタイプについて、危険へのアウェアネスへの効果を検証するために実施したユーザ実験およびインタビューの結果について報告する。

2. 関連研究

2.1 スマートフォンにおける警告

既存の警告としては、フィッシングサイトやマルウェア配布サイトなどの安全性の低いサイトに対して、Google Chrome や Firefox などのブラウザが警告を表示する[13]。Android 版 Google Chrome の場合、セーフブラウジング[14]を有効にして安全でないサイトにアクセスすると、危険なコンテンツが含まれている可能性があることを説明する警告ページが表示される。また、Google の検索結果画面では、検索結果に安全でないサイトが表示された場合、そのサイトの横に警告が表示される。セキュリティアプリでも、安全ではないサイトへの警告が表示される。トレンドマイクロの「ウイルスバスターモバイル」[15]では、ブラウザのような警告ページを表示したり、サイトへのリンクをタップすると警告メッセージのダイアログが表示される。しかし、依然としてユーザが警告メッセージを無視するという点が問題である。

Nicholson らは、ナッジに相当するインタフェース（受信したメールの送信者情報に背景色をつける、組織内で同じメールを受信した人の割合を表示する）を用いて、ユーザ自身のフィッシングメールへの気づきに対する有効性を検証している[16]。高橋らは、Android OS を狙うマルウェアに対して、従来の警告ダイアログでは、ユーザがマルウェアを削除するに至らないという問題点を指摘し、新たな警告ダイアログを開発している[17]。

本研究では、スマートフォン利用時にユーザが感じる違和感や不快感を用いて、ユーザ自身による危険へのアウェアネスを促す警告インタフェースを検討する。

2.2 使いづらさや手間の利用

ヒューマンインタフェースは、ユーザビリティの観点から非常に多くの研究がなされてきた[18]。一方、安全工学では、ヒューマンエラーを回避するため、意図的に人間が操作しづらくなるようインタフェースを設計するアプローチ

もシステムに採用されている。たとえばダイナマイトを爆破するためのシステムでは、爆発を起こすために 2 つのスイッチを同時に押さなければならず、簡単には爆発を起こさないような設計がなされている[19]。また、ドアを閉めないと操作できない電子レンジや、子どもが電池を取り出して誤飲しないよう、電池蓋の開閉にドライバーを必要とする仕様になっている玩具や電化製品などの、フールプルーフ設計がなされている[20]。このような、使いづらさや手間を、ユーザインタフェースにも取り入れた研究がなされている。Sankarapandian らは、コンピュータ内の脆弱性を持つソフトウェアについて、デスクトップに落書きとして表示させるインタフェースを開発した[21]。Lieberman らは、メール作成画面に送信相手の顔を表示してメール誤送信に気づかせるインタフェース、Facemail を開発している[22]。違和感や不快感を与えるインタフェースの原則を警告の設計に適用することで、警告メッセージに対するユーザの注意を喚起することができると考える。

3. 研究方法

3.1 スマートフォン利用時の不快感

スマートフォン利用時の不快感に関して、質問紙調査と因子分析を実施し、5 つの不快感を抽出した[12]。アンケート調査は、PC 利用時の不快感と予備調査から、最終的に 40 項目からなる質問文を作成し、調査会社の Web アンケートシステムを利用して、2018 年 2 月 15 日～16 日に実施した。評価には 5 段階の Likert 尺度を使用し、スマートフォンの利用に関する 3 つの質問「スマートフォンの OS (iOS/Android)」「利用年数」「よく使うスマートフォンの機能」についても尋ねた。調査対象は大学生に限定し、412 名（男性 122 名、女性 290 名）の回答を得た。このうち、「スマートフォンを持っていない・使っていない」と回答した 3 名と、40 問中 37 問以上で同じ評価をした 6 名を除き、403 名（男性 116 名、女性 287 名）を分析対象とした。回答者 403 人のうち、iOS を利用している人は 297 人、Android を利用している人は 106 人であった。利用期間については、「1 年未満」が 55 人、「1～2 年」が 69 人、「2～3 年」が 69 人、「3～4 年」が 62 人、「4～5 年」が 50 人、「5～6 年」が 50 人、「6～7 年」が 33 人、「7～8 年」が 13 人、「10 年以上」が 2 人であった。因子分析には IBM SPSS Statistics v23 を使用し、最尤法である Promax 回転を用いて 403 点のデータについて探索的因子分析を行った。表 1 に、抽出した 5 因子の因子名と各特徴を示す。

表 1 スマートフォン利用時における不快要因

Table 1 Factors of discomfort of Smartphone Use.

要因	特徴
システム・通信によるつまずき	システムの不具合やネットワークの接続状況などにより，動作の遅延や停止が生じることによる不快
操作の手間・見づらさ	操作の手間が生じる，画面が見づらいたといった，入出力がスムーズに行われないことによる不快
意図しない操作・表示	アプリ使用中に意図した操作ができない，意図しない表示や動作による不快
急な変化	急な変化や操作が生じることによる不快
アプリに関する理解	アプリの使用に関して，把握できていない，または理解不十分であることによる不快

3.2 スマートフォン警告インターフェースの実装

警告インターフェースの検証方法に関して，藤原ら[24]は，PCのWebブラウザ上で動作する「ヒント付きクイズシステム」を開発し，安全性の低いWebサイトに対する警告インターフェースを評価した。山田ら[25]は，スマートフォン利用時のフィッシングサイトに着目し，ブラウザアプリとして個人情報入力時に表示される警告ダイアログを実装し，5つのログインページを評価した。高橋ら[17]は，スマートフォンのゲームアプリを作成し，そこに各ダイアログを組み込むことで，マルウェア検出に対するアンチウイルスソフトの警告ダイアログを評価している。本稿では，5つの不快要因が警告として有効かどうかを検証するため，5つの不快要因すべての開発・検証のしやすさを考慮して，ヒントを取り入れたクイズアプリを実装した。

作成したクイズアプリについて説明する。アプリの画面例を図1に示す。1ページに1問，クイズが出題される。各問題に対して，4つボタンを用意し，そのうち3つのボタンは正解のヒントに関するページへのリンク，1つのボタンが，安全ではないサイトを想定したページへのリンクとなるよう設定した。安全ではないサイトを想定したページへのリンクボタンをタップすると，5つの警告インターフェースがランダムに出現する。アプリはJavaScriptを用いて開発した。5つの不快要因に警告インターフェースの詳細は，以下の通りである。

システム・通信によるつまずき

OSによる動作の遅延やネットワークの一時的な停止など，アプリケーション以外の要因に捉われていると感じさせるインターフェースが考えられる。ユーザが安全でないサ

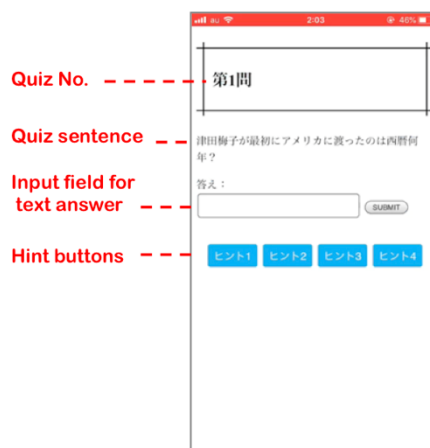


図 1 クイズ画面

Figure 1 Quiz app screen.

イトへ移動しようとする時，速度制限により接続が遅れていることを知らせるページが表示される（図2）。

操作の手間・見づらさ

操作する範囲の拡大，操作数や入力数の増加，通常よりも文字を拡大するなどのインターフェースが考えられる。このインターフェースでは，文字を小さく表示することで，安全でないサイトへのボタンをタップしづらくしている（図3）。

意図しない操作・表示

思いがけない操作や表示として，ユーザがタップしようとする時と逃げるような挙動をとるボタンを実装した。安全ではないサイトへのリンクになっているボタンをユーザがタップしようとする時，画面上の別の場所に再びボタンが現れ，ユーザは容易にタップすることができない仕様になっている。ボタンの移動位置はランダムに設定し，4回目のタップで安全ではないサイトへ遷移する。（図4）。

急な変化

Vibration API を利用し，振動を用いたインターフェースを試作した。ユーザが安全ではないサイトにアクセスしようとする時，タップ回数に応じて秒数が長くなるよう設定している。1回目は1秒間，2回目は3秒間，3回目は5秒間振動が発生する。4回目のタップで安全ではないサイトに遷移する。

アプリに関する理解

ユーザが安全でないサイトへのリンクボタンをタップすると，別のアプリケーション（カメラ，SNS，電卓など）が起動するインターフェースを実装した。今回の実験では，Twitter を起動させるように設定している。4回目のタップで，安全でないサイトに遷移する。

3.3 実験とインタビュー

本節では、警告インタフェースの検証方法について述べる。本稿では、ユーザに不快感を与えることで、安全でないサイトに移動しようとしていることにユーザが気づくか、サイトへの移動を回避するかを検証する。そこで、クイズアプリを用いたユーザ実験と、インタビュー調査を行った。実施期間は2019年8月23日～9月11日である。実験参加者を募集するため、大学の学生に実験参加者を募集する旨のアナウンスを行った。謝礼として、500円を支給することを明記した。参加者は、数学専攻、情報科学専攻の学部生・大学院生からなる女性15名(P1, P2, ..., P15とする)であった。実験に使用したスマートフォンは、HUAWEI Mate 20 lite (Android OS 9.0)である。

実験では、津田塾大学に関するクイズ10問に対して、ヒントを用いて回答するよう、参加者に依頼した。各問題は1問ずつ表示され、参加者は前の問題に戻って回答することはできない。ヒントの使用を促すために、難易度の高いクイズを設定した。実験前に警告インタフェースについての説明はせず、ヒントページ以外は使用しないように伝えた。実験中は、スマートフォンの操作画面と手の状態を動画として記録した。実験後、以下の質問に基づき、インタビューを実施した。

1. 操作中、通常と異なるように感じた、あるいは気になった操作や表示はありましたか？
 - ・ それはどのような操作や表示でしたか？
 - ・ その際、どのように感じましたか？
2. (各インタフェースを確認しながら) この表示(または操作)のとき、どのように感じましたか？
3. もし、普段インターネットで何かを調べているときに、閲覧中のサイトでこのような表示や操作が生じた場合、どのように感じますか？

3.4 研究倫理

実験とインタビューを実施するにあたり、津田塾大学の倫理審査委員会における「人を対象とする研究に関する倫理審査」に計画を申請し、承認を得た。実験・インタビューの参加者には、実施前に説明書類の確認、および同意を得ている。参加は任意であり、参加途中でも、強い違和感等を感じた場合は、実験およびインタビューを中止することができることを伝えた。実際に実験を中止した被験者はいなかった。

4. 結果

実験における各インタフェースの表示回数と安全でないサイトへのアクセス回数について、全参加者の総数を表2に示す。ヒントを使わなかった(インタフェースが表示されなかった)18回は除外している。不快感のうち「シ

ステム・通信によるつまずき」「操作の手間・見づらさ」では、安全でないサイトに移動した回数は、インタフェースの表示回数の70%前後であるのに対し、「意図しない操作・表示」「急な変化」「アプリに関する理解」は、安全でないサイトに移動する回数が少ない結果となった。

図2 各インタフェースの表示回数と擬似的な安全でないサイトへのアクセス回数

Table 2. The number of times the interface of each discomfort factor was displayed and the number of times participants moved to pseudo unsafe sites. The number is the sum of all participants.

不快感	インタフェース表示回数	安全ではないサイトへの遷移回数
システム・通信によるつまずき	25	17
操作の手間・見づらさ	27	19
意図しない操作・表示	25	5
急な変化	26	0
アプリに関する理解	29	2

次に、インタビューの質問1で回答を得た、印象に残ったインタフェースについては、各インタフェース間に大きな差は見られなかった(表3)。

Table 3. Number of people who answered impressive about each interface. The number is the sum of all participants.

不快感	印象に残ったと回答した人数
システム・通信によるつまずき	11
操作の手間・見づらさ	8
意図しない操作・表示	10
急な変化	8
アプリに関する理解	10

また、「操作の手間・見づらさ」以外の不快感に基づくインタフェースが、参加者に不安や焦り、驚きを与えていることが、インタビューを通して明らかになった。各インタフェースについてのインタビューからの意見の一部は以下の通りである。

システム・通信によるつまずき

このインタフェースに関しては、「焦った(P1)」、「別のサ

イトに行こうと思ってすぐ戻ってきた(P3)、「危険な広告にアクセスしているような気がした(P10)」など、違和感を感じるコメントが見られた。(P10)”。一方で、「ローディング表示 (%) が進むのを待っていた (P7)」、「ヒントを待っていた (P5, P8, P9, P11)」、「通信制限を意識しておらず、ただのローディング状況だと思っていた (P1, P4)」という声もあった。P6 は「アクセスバグだと思っていた」と述べている。

操作の手間・見づらさ

このインタフェースに関しては、「ボタン自体に気づかなかった (P1, P3, P4) のように、ほとんどの参加者が「特別なインタフェースだとは思わなかった」と回答している。(P1, P3, P10, P11, P13, P15)」、「バグか読み込み不良かと思った(P1,P4,P6,P10,P12)」、「タップできるとは思わなかった (P11,P13)」。

意図しない操作・表示

このインタフェースについては、「意味があると思った (P3, P8, P9, P11)」との回答が多かった。P5 は「不安を感じた」、P2 は「不快に感じた」と回答した。P4, P5 は「驚いた」と述べた。数回押せばヒントが得られると思った (P8, P12)、「2回以上押せるとは思わなかった (P13)」などの対称的なコメントがあった。他にも「バグかと思った (P6, P7)」、「面白くて何度も押ししてしまった (P7)」などのコメントが得られている。

急な変化

このインタフェースについては、「不正解や他のアプリの通知かと思った (P1, P3, P4, P5, P13)」というコメントが最も多かった。その他のコメントとしては、「驚いた (P4, P8, P9)」、「不安になった (P4, P5)」、「焦った (P10)」などがあった。

アプリに関する理解

このインタフェースについては、「驚いた (P2, P8, P10, P11, P13)」が最も多かった。セキュリティについては、「個人情報を盗まれたのではないかと思った (P3, P10)」、「フィッシングの疑いがある (P6)」などの不安の声もあった。ログインすればヒントが出ると思っていたが、迷子になってしまった (P4, P7, P13)、「ヒントにならないと思ってログインしなかった (P9, P14)」など、対称的な意見もあった。他にも「イライラした (P1)」、「誤作動かと思った (P8)」などの意見が得られた。

5. 考察

「操作の手間・見づらさ」以外の4つのインタフェースからは、不安、焦り、驚き、嫌悪感など、不快なインタフェースとして期待していたコメントが得られている。また、インタビューの回答では、事前に警告インタフェースの説明なしに、「ウイルス」や「不正アクセス」、「フィッシング」などのセキュリティの脅威に関するキーワードも含まれて

いる。さらに、各インタフェースの印象の強さに大きな差はないが、「システム・通信によるつまずき」「操作の手間・見づらさ」以外のインタフェースでは、安全ではないサイトへのアクセスが少ない。このことから、「意図しない操作・表示」、「急な変化」、「アプリに関する理解」の3つの要因にもとづくインタフェースは危険へのアウェアネスに有効である可能性がある。

操作上のトラブルや見づらさ」要因のインタフェースは、意図したピンチの動きを誘発できなかっただけでなく、「ボタン自体に気づかなかった(P1,P3,P10,P11,P13,P15)」「バグかロード不良かと思った(P1,P4,P6,P10,P12)」などの意見がある。これについては、インタフェースを再検討する必要がある。

また、「アプリの理解度」要因のインタフェースについては、個人情報を入力について複数の意見があったため、クイズアプリとの関連性が低い他のアプリを利用して効果を検証する必要がある。

6. おわりに

質問紙調査および因子分析から抽出したスマートフォンの不快の5要因にもとづき、スマートフォンでのWebブラウジング時の警告インタフェースを試作した。各インタフェースを用いることで、ユーザが実際に危険へのアウェアネスをリスク認知に有効かどうかを検証するため、実験を行った。その結果、「意図しない操作・表示」「急な変化」「アプリの理解」のインタフェースがリスク認知に有効である可能性が示唆された。

今回の実験およびインタビューで得られた結果をもとに、警告インタフェースの改善を行い、既存のインタフェースとの比較も含めた本実験を実施する予定である。さらに、警告表示の馴化、インタフェースを組み合わせさせた効果についても、今後の課題としたい。

参考文献

- [1] Murayama, Y., Hikage, N., Hauser, C., Chakraborty, B. and Segawa, N., (2006). An Anshin Model for the Evaluation of the Sense of Security, *Proc. Of the 39th Hawaii International Conference on System Science (HICSS'06)*, (Vol. 8, p. 205a).
- [2] 敷田幹文:S3 群(脳・知能・人間)—8 編コラボレーションシステム—第2章アウェアネス, 電子情報通信学会「知識ベース」, ver.1 (Aug. 2010).
- [3] Dourish, P. and Bly, S.: Portholes: Supporting Awareness in a Distributed Work Group, *Proc. SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp.541-547, ACM (1992).
- [4] 藤原康宏, 村山優子. “コンピュータ利用時の不快感を利用した警告インタフェースの提案”. *情報処理学会論文誌*, Vol. 52, No. 177-89, Jan. 2011
- [5] “令和2年版情報通信白書”. 総務省.
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r02/pdf/01honpen.pdf>, (参照 2020-08-10).
- [6] McAfee Mobile Threat Report Q1, 2019,

- <https://www.mcafee.com/enterprise/en-us/assets/reports/rp-mobile-threat-report-2019.pdf> (参照 2020-08-10)
- [7] “情報セキュリティ 10 大脅威 2020”. 独立行政法人情報処理推進機構セキュリティセンター,
<https://www.ipa.go.jp/files/000080871.pdf> (参照 2020-08-10).
- [8] Google Chrome Help, Manage warnings about unsafe sites,
<https://support.google.com/chrome/answer/99020?co=GENIE.Platform%3DDesktop&hl=en-GB> (参照 2020-08-10)
- [9] Symantec Mobile Threat Intelligence Report 2017:The Year In Review, <https://www.symantec.com/content/dam/symantec/docs/reports/mobile-threat-intelligence-report-2017-en.pdf> (参照 2020-08-10).
- [10] 村上 遥, 藤原康宏, 村山優子:危険アウェアネスのための不快なインタフェースの実装, インタラクション 2009 予稿集, pp.141-142 (2009).
- [11] 藤原康宏, 村上 遥, 金森友佳, 齊藤義仰, 村山優子:危険な web サイトへのアウェアネスを支援する不快なインタフェースの試作と評価, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2009)シンポジウム論文集, pp.85-91 (2009).
- [12] 大塚亜未, 藤原康宏, 村山優子, 青柳龍也. “スマートフォン利用時の不快要因に関する調査”. 情報処理学会論文誌 Vol.59 No.12 2145-2154 (Dec. 2018)
- [13] Mozilla Firefox for Android, Mixed content blocker in Firefox for Android, <https://support.mozilla.org/en-US/kb/mixed-content-blocker-firefox-android> (参照 2020-08-10)
- [14] Google Safe Browsing <https://developers.google.com/safe-browsing/> (参照 2020-08-10)
- [15] Trend Micro VirusBuster Mobile
https://www.trendmicro.com/ja_jp/forHome/products/vbm.html
(accessed 2020-08-10)
- [16] James Nicholson, Lynne Coventry, and Pam Briggs, “Can we fight social engineering attacks by social means? Assessing social salience as a means to improve phishing detection”, SOUPS 2 017
- [17] 高橋雅香, 高田哲司.”Android マルウェアの対策行動へ利用者を誘導する警告ダイアログの提案と評価”, 情報処理学会論文誌 Vol.56 No.12 2302-2312 (Dec. 2015)
- [18] Nielsen, J. 1993. Usability Engineering. Academic Press.
- [19] Norman, D.A. 1988. the Psychology of Everyday Things. Basic Books.
- [20] International Electrotechnical Commission 1996. Safety of household and similar electrical appliances - part 2: Particular requirements for microwave ovens (MOD IEC 60335-2-25).
- [21] Sankarpandian, K., Little, T. and Edwards, W.K.: TALC: using desktop graffiti to fight software vulnerability, Proc. ACM CHI 2008 Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.1055-1064 (2008).
- [22] Lieberman, E. and Miller, R.C.: Facemail: Showing Faces of Recipients to Prevent Misdirected Email, Symposium On Usable Privacy and Security (SOUPS) 2007, pp.122-131 (2007)
- [23] Oikawa, H., (2008). A study of a Causal Structure model for a Discomfort Interface, *master's thesis, Iwate Prefectural University Graduate School.*
- [24] Fujihara, Y., Murakami, H., Kanamori, Y., Saito, Y., Murayama, Y., (2009). An implementation of an interface causing discomfort for awareness of risks and threats on web browsing, *IPSJ Symposium Series (DICOMO'09)*, (vol.1 pp.85-91)
- [25] Yamda, K., Ogura, K., Bista, B., Takata, T., (2017), A Study of Alert Dialog to Raise Security Awareness Considering Restriction by Screen Size of Smartphone, *SIG Technical Reports, 2017-HCI-172*, vol. 21, pp. 1-8.