

スマートフォン利用時の不快感を利用した Web ブラウジング時における警告インタフェースの提案

大塚亜未^{†1} 藤原康宏^{†2} 村山優子^{†1} 青柳龍也^{†1}

概要：インターネットユーザは常にウィルス感染や不正アクセスといった脅威に晒されている。また、スマートフォンでのインターネット利用率が高まり、スマートフォンを狙う脅威が急増している。こうした状況下で、ユーザが脅威に気づいていないことへの危険性が指摘されており、危険へのアウェアネスが重要視されている。これまで、ユーザに不快感を与えることで危険を気づかせる不快なインタフェースについて、コンピュータ利用時を対象とした研究を行ってきた。さらに、スマートフォン利用時にもユーザが危険に晒されていることから、スマートフォン利用時の不快感について調査し、5つの不快要因を抽出した。本稿では、スマートフォンの Web ブラウザで危険な Web サイトへ移動しようとした際に、各不快要因を用いてユーザに不快感を与え、安全ではないサイトへの気づきと回避行動を促すことを目的とした警告インタフェースのプロトタイプを実装した。

キーワード：ユーザインタフェース、不快、アウェアネス、スマートフォン

A Study on Discomfort Factors of Smartphone Use

AMI OTSUKA^{†1} YASUHIKRO FUJIHARA^{†2}
YUKO MURAYAMA^{†1} TATSUYA AOYAGI^{†1}

Abstract: Internet users are constantly exposed to threats such as computer viruses and unauthorized access. In addition, the Internet usage rate on smartphones is increasing, and threats targeting smartphones are rapidly increasing. Under these circumstances, it has been pointed out that users are not aware of threats, and awareness of the dangers is emphasized. We have studied user interfaces causing discomfort to users to make them aware of the security risks when using their PC. Moreover, we have investigated discomfort while using smartphones, and extracted five discomfort factors. In this paper, we implemented a prototype of the alert interface during web browsing on a smartphone by using five discomfort factors.

Keywords: User Interface, Discomfort, Awareness, Smartphone

1. はじめに

インターネット利用時には、ウィルス感染や不正アクセス、フィッシング詐欺といった脅威に晒されている。スマートフォンの普及や IoT の導入が進むことで、今後ますますインターネットを利用する機会が増え、セキュリティリスクも高まることが予想される。こうした中で、危険な状況にあることをユーザが認識せず、安心して利用しているという問題が指摘されている[1]。危険を回避するためには、ユーザ自身による危険へのアウェアネス[18][25][26]が重要である。これまで、コンピュータおよびインターネット利用時の不快な要因を明らかにし、ユーザに不快感や違和感を与えることでユーザの自発的な危険回避を支援する、「不快なインタフェース」の設計と開発を行ってきた[2]。しかし近年ではスマートフォンの普及が著しく、世帯別情

報通信機器保有状況（2016 年）ではパソコンが 73%、スマートフォンが 71.8%、インターネットに接続する端末の利用率（2016 年）ではパソコンが 59%、スマートフォンが 58%となっており、その差はほとんどなくなりつつある[3]。さらに、IPA の情報セキュリティ 10 大脅威 2018[4]では、「スマートフォンやスマートフォンアプリを狙った攻撃」が「個人」向け脅威の第 4 位に順位付けられている。また、McAfee のモバイル脅威レポート[16]では、モバイル機器に対する脅威が、2018 年の後半、世界的にも急激に増加したことが報告されている。このように、スマートフォン利用時のリスクが世界的にも注目されている。

スマートフォンに関する脅威としては、認証されていない悪意のあるアプリケーションにより、デバイス内の重要な情報が盗まれたり、デバイスが操作されたり、ランサムウェアに感染する等がある。また、人気のアプリケーションに見せかけた「偽アプリ」による被害も報告されている[4][16]。Web ブラウジングの脅威としては、サイトを閲覧しているときに、個人情報オンラインで入力させようと

^{†1} 津田大学学芸学部情報科学科
Tsuda University
^{†2} 兵庫医科大学
Hyogo College of Medicine

する詐欺サイトや、フィッシング詐欺、マルウェアによって被害を受けた危険なサイトや PC がある[17].

このように、スマートフォン利用時についても、危険回避の支援が必要であると考えられる。しかし、スマートフォン利用時の不快要因は、コンピュータ利用時の不快要因と異なる[19]。そこで本研究では、スマートフォン利用時の不快要因を利用したインタフェースについて検討する。

先行研究[2]では、コンピュータ利用時の不快の 7 因子を用いた警告インタフェースの例として Web ブラウザにおける危険な Web サイトに対する警告インタフェース[27]、[28]や、電子メールの誤送信に対して警告するインタフェース[29]を実装している。本稿では、スマートフォン利用時の不快を用いた警告インタフェースの例として、ブラウジング時に危険なサイトへ移動する際の警告インタフェースの実装について述べる。

2. 関連研究

危険回避を目的とし、気づきを促す警告インタフェースに関する研究について述べる。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[5]。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[6]。Wilson らは、安全ではないサイトは冷たさ、安全なページは温かさが関連付けられることを明らかにし、セキュリティ警告の強化に温度刺激を利用することを検討している[22]。皆川らは、「かわいい」要素を警告に追加し、馴化に効果がある可能性を示した[14]。これらの研究は、いずれもコンピュータ利用時を対象としており、本研究とはスマートフォンを対象とする点で異なる。

次に、スマートフォンの警告インタフェースに関連する研究について述べる。Nicholson らは、ユーザが自発的に望ましい行動を選択するよう促す仕掛け（ナッジ）として、受信したメールの送信者情報に背景色をつける、あるいは組織内で同じメールを受信した人の割合を表示するというインタフェースを用いることで、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[7]。また、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、質問形式で警告内容を問う Question Dialog や、他の類似アプリへ乗り換えることを推奨する Recommend Dialog 等、5 種類の警告ダイアログを提案し、効果を検証している[15]。本研究では、ユーザの「不快感」を利用する点、また、Web ブラウジング時の警告を対象としている点で異なる。

3. スマートフォンにおける既存の警告

スマートフォンで安全ではないサイトへ移動する際の警告インタフェースについて述べる。フィッシング詐欺サイトやマルウェア配布サイトといった安全ではないサイトに対して、Google Chrome（以下、Chrome とする）や Firefox[8] 等の Web ブラウザアプリでは警告が表示される。Chrome for Android では、Safe Browsing[9]が有効な場合、ユーザがウェブ上の安全ではないサイトにアクセスしようすると、危険であ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（図 1 左）。また、キーワード検索時には、検索結果に安全ではないサイトが表示されたとき、そのサイトの横に警告が表示される[10]。

セキュリティアプリにおいても、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ィルスバスターモバイル[11]では、Chrome 同様、警告ページを表示する他、サイトへのリンクをタップしたときに警告メッセージをポップアップ表示している。一部のアプリに対しては、アプリ内でアクセスするサイトについても監視し、ダイアログによる警告が表示される（図 1 右）。

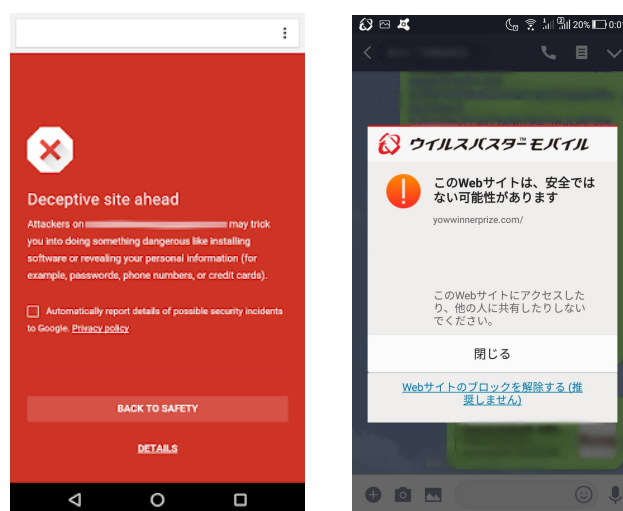


図 1 安全ではないサイトにアクセスした時の警告表示例
（左）Chrome ブラウザでの警告ページ[24]、
（右）メッセージアプリ利用時のウィルスバスターモバイルによる警告

Figure 1 Warning When a User Access Unsafe Sites.

(Left) Warning Page of Google Chrome[24].

(Right) Warning Pop-up Screen on Messenger Application by Virus Buster Mobile.

本研究の目的は、危険な状況におけるユーザ自身のウェアネスを支援するスマートフォンインタフェースの開発に向け、スマートフォン利用時にユーザが感じる「不快」を利用することである。そこで、本稿では、スマートフォ

ン利用時の不快要因についての調査結果と、不快要因を用いたインタフェースの試作について述べる。

4. スマートフォン利用時の不快要因

本研究では、PC 利用時の不快要因に関する調査[12]と同様の手法で、スマートフォン利用時の不快要因について、質問紙調査を実施し、探索的因子分析により、不快の要因を検討した[19]。本章では、調査方法及びその結果の概要について述べる。

4.1 質問紙作成

及川らは、不快感をユーザに与えることで自発的な危険回避を支援する「不快なインタフェース」を実現するため、PC 利用時の不快要因について検討している。文献調査および予備調査により作成した 46 項目の不快要因を用いて、質問紙調査を実施した[12]。本研究では、PC 利用時とスマートフォン利用時の不快要因を比較するため、PC 利用時における 46 項目の不快要因をもとにスマートフォン利用時の不快要因を検討した。PC 利用時、スマートフォン利用時に共通する項目は表現を修正し、スマートフォン利用時には該当しない 1 項目を除外した。先行研究からは、45 項目を採用した。これらの項目に加え、「スマートフォン利用時」、「インターネット利用時」、「日常生活」それぞれにおける「嫌なこと、嫌いなこと、気になること、つらいことなど」について、女子大学生 18 名に自由記述式方式のアンケートを実施し、得られた回答から、新たに 11 項目を追加し、56 項目の質問項目を作成した。

予備調査として、津田塾大学学芸学部情報科学科の学生（学部 1 年生～4 年生、大学院修士課程の院生）を対象に、Web アンケートシステムを用いた質問紙調査を実施した。全 56 項目の質問項目について、どの程度不快に感じるかを「1-（平気）～ 5-（不快である）」の 5 段階のリッカートスケールを用いて評定を求めた。得られた回答に対して因子分析を実施し、質問項目の修正を行った結果、最終的に 40 項目の質問文を作成した[19]。

4.2 質問紙調査の実施

本調査として、40 項目の質問紙を用いた質問紙調査を実施した。調査会社の Web アンケートシステムを利用し、2018 年 2 月 15 日（木）～16 日（金）に実施した。予備調査と同様、5 段階のリッカートスケールを用いて、各質問項目の不快の度合いについて評定を求めた。さらに、スマートフォン利用に関する 3 つの質問項目「スマートフォンの OS（iOS/Android）」、「利用年数」、「スマートフォンで頻繁に使う機能」をアンケートに配置した。先行研究との比較のため、今回は調査対象を大学生に限定し、412 名（男性 122 名、女性 290 名）からの回答を得た。

4.3 分析結果

質問紙調査で得られた回答のうち、スマートフォンの OS

を問う項目にて、「スマートフォンは持っていない・利用していない」と回答した 3 名に加え、全 40 項目のうち 37 項目以上に対して同じ評定をマークした 6 名の計 9 名を除き、

表 2 スマートフォン利用時における不快感の要因

Table 2 Factors of discomfort of Smartphone Use.

因子	名称	特徴
第 1 因子	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。
第 2 因子	操作の手間・見づらさ	操作の手間が生じる、画面が見づらいといった、入力・出力がスムーズに行われないことによる不快。
第 3 因子	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。
第 4 因子	急な変化	急な変化や操作が生じることによる不快。
第 5 因子	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。

403 名（男性 116 名、女性 287 名）を対象として分析を実施した。

回答者 403 名のうち、スマートフォンの OS について、iOS 利用者は 297 名、Android 利用者は 106 名であった。また利用期間については、1 年未満が 55 名、1 年以上 2 年未満が 69 名、2 年以上 3 年未満が 69 名、3 年以上 4 年未満が 62 名、4 年以上 5 年未満が 50 名、5 年以上 6 年未満が 50 名、6 年以上 7 年未満が 33 名、7 年以上 8 年未満が 13 名、10 年以上が 2 名であった。

403 件のデータに対し、探索的因子分析を行った。正規性を仮定して最尤法を使用し、因子を解釈しやすくするため、因子間に相関があると仮定し、斜交回転の代表的な手法である Promax 回転を用いた[20]。因子分析には IBM SPSS Statistics v23 を利用した。各質問項目の評定より算出した平均値と標準偏差の値を算出し、天井効果が確認された 3 項目のうち、特に値の高かった 1 項目を除外し、39 項目を対象とした。初期解から得られた固有値の減衰状況や解釈可能性などから判断して因子数を 5 と仮定し、分析を行った結果、因子負荷量が .300 を下回った Q1S7、Q2S19 の 2 項目を除外し、最終的に 37 項目を対象として再度因子分析を実施した。回転後の因子パターン行列と共通性を（表 1）に示す。回転前の 5 因子で 37 項目の全分散を説明する割合である累積寄与率は 48.01%であった。回転後の共通性について、高い値を示した項目は、第 1 因子の Q1S03 (.517)、第 2 因子の Q2S15(.519)、第 3 因子の Q2S17(.531)、Q2S14 (.504) であった。一方、第 1 因子の Q1S05(.285)、第 2 因子の Q2S10(.278)はいずれも 0.3 以下となったため、除外対象として検討したが、因子の解釈可能性も考慮し、分析対象とした。各因子について信頼性を検討した結果、第

5 因子のクロンバックの α 係数が 0.553 とやや低いものの、いずれも >0.5 であることから、信頼性を有していると判断した。抽出した 5 因子について、因子名と各特徴を (表 2) に示す。抽出したスマートフォン利用時における不快要因は、コンピュータ利用時の不快要因とは因子数が異なることに加え、異なる解釈となって抽出される結果となった。

4.4 不快要因のインタフェース利用についての考察

スマートフォン利用時の不快要因を用いた警告インタフェースの設計に向け、抽出した 5 つの各不快要因の利用手法について、考察を述べる。

「システム・通信によるつまずき」因子に関しては、操作に遅延を発生させる、一時的にネットワーク接続を遮断する、あるいは、速度制限により接続に時間がかかっていることやアクセスに膨大な通信量を必要とする可能性があることを表示するインタフェース等が考えられる。先行研究の「待ち時間」因子の例で用いられている、プログレスインジケータも応用できると考えられる。

「操作の手間・見づらさ」因子に関しては、操作範囲の拡大や操作回数、入力回数を増やすインタフェースや、文字を通常より拡大縮小するといったインタフェースが考えられる。先行研究の「手間」因子、「見づらさ」因子の意味を併せ持つため、危険なサイトへのリンクに移動する前のページを小さい文字表示にして見づらくし、2 本以上の指を使って文字を拡大させる操作の手間を発生させるインタフェース等が考えられる。

「意図しない操作・表示」因子に関しては、ユーザがタップしようとした場所をタップできない状況をつくり出すインタフェースや、画面に歪みを生じさせるインタフェース等が考えられる。

「急な変化」因子に関しては、メッセージを表示させる、他のアプリを起動させる、振動を与える等のインタフェースが考えられる。スマートフォンの振動に関して、ドラッグ操作時には、強い振動がユーザに不快感をもたらす可能性があることが示唆されている[21]。

「アプリに関する理解」因子に関しては、操作に必要なアプリを見つけにくい位置に配置したり、ユーザが操作する過程でわかりにくさを感じさせるインタフェースが考えられる。

このように、どの因子においても、考えられるインタフェースは 1 つとは限らないため、利用状況や脅威の種類によって、警告インタフェースを検討する必要がある。次章では、Web ブラウジング時に危険なサイトへアクセスした場合の警告について検討した結果を述べる。

5. インタフェースの実装

5.1 全体設計

スマートフォン利用時の不快の 5 要因をもとに、スマー

トフォンでの Web ブラウジング時における警告インタフェースを実装する。ユーザが安全ではないサイトに移動しようとする際、ユーザに不快感を与えることで、ユーザが危険なサイトへ移動しようとしていることに気づくか、また、サイトへ移動することを回避するか否かについて検証する。最終的には、スマートフォンの操作履歴を記録する機能も実装予定であるが、本稿では、その前段階として、既存のブラウジングアプリにおけるインタフェースのプロトタイプを実装した。

5.2 プロトタイプ

スマートフォンにおけるブラウジング時のインタフェースの動作を確認するため、5 つの不快要因それぞれについてインタフェースを試作した。今後の検証では、スマートフォン OS による比較を予定しているため、開発には、Monaca[31]を利用し、HTML5 および JavaScript で開発を行った。動作確認は、Safari(iOS 12.1.4)、Google Chrome(Android 8.0.0)にて行った。

「システム・通信によるつまずき」因子

通信速度の制限により、接続に遅延が発生していることを画面に表示するインタフェースを試作した。この因子を構成する不快要素のうち、因子負荷量が最も高く、スマートフォン固有の要素である「通信制限や速度制限があるとき」を採用した。ユーザが安全ではないサイトにアクセスしようすると、通信速度が制限されていることを伝えるメッセージ、通信速度、ローディングイメージが表示される (図 1)。実際に通信速度を制御するのではなく、30 秒経過後にページを表示させ、ローディング画像は 4sec /周とし、動きを意図的に遅らせている。速度制限下の状況を擬似的に再現するため、通信速度の表示は、低速回線通信の速度として各スマートフォンキャリアが提示している 128kbps をもとに、0.10Mbps から 0.15Mbps の値をランダムに表示している。



図 2 「システム・通信によるつまずき」因子
プロトタイプの画面例。

Figure 2 “Stumbling by system or network” Factor
Example prototype screen.

「操作の手間・見づらさ」因子

この因子を構成する不快要素のうち、スマートフォン固有の要素であり、因子負荷量が2番目に高い値を示した「ピンチ（2本の指でつまむように操作）したりマルチタッチ（同時に2本以上の指で操作）する必要があるとき」を採用した。安全ではないサイトへのリンクの文字サイズのみ縮小表示し、リンクを利用するためにはピンチ操作（2本の指を使って文字を拡大させる操作）が必要なインタフェースを試作した。該当リンクの文字以外の、文字や画像のサイズは縮小表示を行わない。ピンチ操作は、2本の指を使わせることで片手操作を難しくさせ、スマートフォンをもう一方の手で支える、あるいはどこかに置くという手間が発生する。

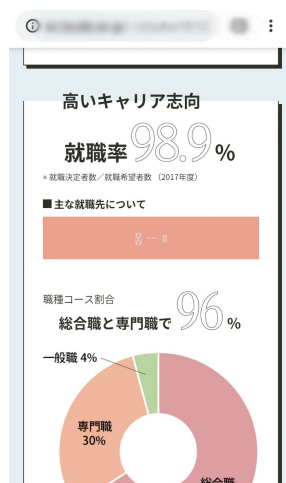


図3 「操作の手間・見づらさ」因子
プロトタイプの画面例.

Figure 3 “Operation trouble and difficulty in seeing” Factor
Example prototype screen.

「意図しない操作・表示」因子

タップしようとするときと逃げるボタンのインタフェースを試作した。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とき、画面上の別の場所に再びボタンが現れ、ユーザは簡単にタップすることができない仕様になっている。プロトタイプでは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。この因子では、因子負荷量が3番目に高い不快要素である「思い通りの場所をタップできないとき」を採用している。因子負荷量やスマートフォン固有の要素として「意図せずに広告をタップしてしまったとき」も考えられるが、今回は実装のしやすさから採用しなかった。



図4 「意図しない操作・表示」因子
プロトタイプの画面例.

Figure 4 “Unintended operation or display” Factor
Example prototype screen.

「急な変化」因子

PC利用時にはなく、スマートフォンに備えられている機能である、振動を用いたインタフェースを試作した。Vibration API[23]を利用し、ユーザが安全ではないサイトにアクセスしようとするとき、タップ回数に応じて秒数が長くなるよう設定した。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へ遷移する。この因子の不快要素のうち、「スマートフォンから突然振動が伝わったとき」は因子負荷量としては4番目であるが、最も高い因子負荷量を示した要素との差が0.1未満と小さいため、スマートフォン固有の要素であることを優先して採用した。

「アプリに関する理解」因子

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すると、カメラアプリ、地図アプリ、動画再生アプリがランダムに起動するインタフェースを試作した。試作では、4回目のタップで安全ではないサイトへ遷移する仕様になっている。関連性の低い別のアプリが突然起動させ、ユーザが把握できていない状況をつくり出す。この因子で最も高い因子負荷量を示した「使用したいアプリやファイルがなかなか見つからないとき」は、ブラウジングアプリ使用時への適応が難しいため、「意図せずにアプリが起動していたとき」を採用した。

表 1 回転後の因子パターン行列 (N = 403)

Table 1 Factor Pattern matrix (N = 403).

項目	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第5因子	共通性
Q1S20 インターネットに接続できないとき	.695	-.036	.109	-.122	-.015	.473
Q1S21 通信制限や速度制限があるとき	.695	.010	.054	-.046	-.056	.474
Q1S03 スマートフォンの性能がよくないために、動作が遅いとき	.688	-.094	.090	.076	.010	.517
Q1S01 スマートフォンの起動あるいは終了・再起動に時間がかかるとき	.624	.152	-.198	.127	-.021	.492
Q1S18 外出時にスマートフォンの電池がなくなりそうになったとき	.592	.211	-.120	-.223	.180	.470
Q1S19 Web上やアプリ内のページが表示されるまでに時間がかかるとき	.578	.091	.042	.070	-.029	.449
Q1S04 スマートフォンが突然再起動したり動かなくなったとき	.561	-.164	.209	.006	.129	.436
Q1S06 行った操作に対してエラーメッセージが表示され、操作を完了できないとき	.534	-.156	.045	.075	.234	.398
Q1S02 ウィルス検索、更新など、自分にとって有益な処理が行われているために、スマートフォンの動作が遅いとき	.416	.120	-.144	.280	.015	.383
Q1S05 スマートフォンの画面が突然真っ暗になったとき	.413	-.225	.215	-.013	.182	.285
Q1S17 指紋認証や顔認証が反応しないとき	.375	.152	-.071	.013	.284	.377
Q2S09 IDやパスワードの入力を求められたとき	.041	.703	-.098	.046	-.118	.438
Q2S18 ピンチ(2本の指でつまむように操作)したりマルチタッチ(同時に2本以上の指で操作)する必要があるとき	-.131	.578	-.007	.172	-.083	.332
Q2S11 個人情報を登録するときに、入力する項目が多いとき	.131	.515	.175	-.013	-.064	.439
Q2S06 サイズの小さい文字を読むとき	-.170	.509	-.044	.002	.279	.347
Q2S07 長文のメッセージや内容が多く縦に長くなっているWebページを読むとき	-.003	.504	.032	.065	.067	.340
Q2S13 漢字変換が思い通りに行われないとき	.032	.481	.157	.120	.046	.454
Q2S01 画面のどこに何の情報があるのかわかりづらいとき	.006	.473	.113	-.068	.258	.466
Q2S08 長いURL(Webページのアドレス)を入力するとき	.007	.472	.074	-.071	.168	.348
Q2S15 コピー＆ペーストがしづらいとき	.076	.428	.319	-.002	.053	.519
Q2S10 必要なパスワードを忘れたとき	.127	.421	.086	-.115	.037	.278
Q2S02 Webページに掲載されている情報が正確なのかどうか分からないとき	-.060	.406	.175	.065	.167	.376
Q2S04 Webページの背景や文字の色が見づらいとき	-.061	.374	.185	-.031	.342	.478
Q2S17 意図せずに広告をタップしてしまったとき	.089	.083	.739	-.001	-.251	.531
Q2S05 気分が悪くなるような文章や画像を目にしたとき	-.088	.132	.531	-.012	.164	.441
Q2S14 思い通りの場所をタップできないとき	.190	.242	.464	-.131	.014	.504
Q2S03 画面に広告が表示されているとき	.037	.297	.430	.073	-.208	.346
Q1S15 スマートフォンから突然大きな音や動画が再生されたとき	.065	-.145	.378	.212	.278	.363
Q2S12 個人情報を入力するときに、入力したくないような情報の入力が必要項目に含まれていたとき	-.091	.303	.364	.018	.091	.350
Q1S09 勝手にソフトウェア(アプリケーション)が更新・インストールされたとき	-.074	-.095	.204	.501	.138	.302
Q1S08 作業中にソフトウェア(アプリケーション)の更新を通知するメッセージが表示されたとき	.142	.027	.065	.467	-.003	.327
Q1S13 複数のアプリを開いていて、目的のアプリを探す(切り換える)必要があるとき	.040	.188	-.222	.418	.174	.330
Q1S16 スマートフォンから突然振動が伝わったとき	-.201	.125	-.020	.409	.331	.327
Q1S11 アプリ内のある機能を使用するために、他のアプリを使用またはインストールする必要があるとき	.132	.013	.286	.359	.011	.345
Q1S14 使用したいアプリやファイルがなかなか見つからないとき	.248	.054	-.194	.150	.468	.381
Q1S12 アプリの使い方がわかりづらいとき	.187	.099	-.123	.069	.431	.307
Q1S10 意図せずにアプリが起動していたとき(電話をかけていた、カメラが起動していた等)	.011	-.004	.196	.177	.370	.320
固有値	10.639	2.497	1.862	1.492	1.275	
寄与率(%)	28.755	6.748	5.032	4.033	3.445	
累積寄与率(%)	28.755	35.503	40.536	44.569	48.014	
α 係数	0.868	0.87	0.773	0.652	0.553	

6. 考察

実装したインタフェースのプロトタイプの挙動について考察を述べる。学生2名(学部生1名、院生1名)に実際に操作してもらい、ヒアリングを行った。

「システム・通信によるつまずき」について、速度が制限されているというメッセージはあるものの、数字での速度表示からは低速の状況であることが分かりづらいという指摘があった。改善例としては、速度制限されていない通常の速度と比較できるようなメーター表示にするなどが考えられる。

「意図しない操作・表示」については、不快感というより面白さが先行し、クリックしているとすぐに4回に到達

するという意見を得た。今後の実験ではシナリオやタスクを課すことを予定しているが、回数は予め増やすことも検討したい。

「アプリに関する理解」については、動画再生アプリが起動すると、関連動画が再生されると感じるのではないかという指摘を得た。地図アプリも同様のケースが考えられるため、電卓アプリなどより関連性の低いアプリに変更したい。

今回実装したプロトタイプをもとに、スマートフォンのブラウジングアプリとして警告インタフェースを開発する。インタフェースの評価と改善のため、まずは予備調査として、大学生15名に協力を依頼し、ユーザテストを実施する予定である。今回のプロトタイプでは、安全ではないサイ

トへの移動について、「システム・通信によるつまずき」では 30 秒後、「急な変化」「アプリに関する理解」では 4 回目
に移動するよう指定したが、予備調査で検証していきたい。

7. おわりに

本稿では、スマートフォンの不快の 5 要因をもとに、スマートフォンにおける Web ブラウジング時を対象とした警告インタフェースのプロトタイプを試作し、動作に関する所感を述べた。それぞれのインタフェースを組み合わせ
たインタフェースも考えられるが、今後の課題としたい。

今後の研究の展望としては、プロトタイプをもとに、スマートフォンアプリケーションとしてインタフェースを実装する。開発したアプリケーションを用いてユーザテストを実施し、利用者の不快感やアウェアネスの効果について検証を行う予定である。既存の警告インタフェースとの差別化や、馴化への対策についても検討する必要がある。

謝辞 今回のプロトタイプ開発にご協力いただきました津田塾大学大学院理学研究科市川ひまわり氏に感謝いたします。

参考文献

- [1] 日景奈津子, カールハウザー, 村山優子:情報セキュリティ技術に対する安心感の構造に関する統計的検討, 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.9, pp.3193–3203 (2007).
- [2] 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
- [3] “平成 29 年版情報通信白書”. 総務省.
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h29/index.html>, (参照 2017-11-03).
- [4] “情報セキュリティ 10 大脅威 2018”. 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/000058504.pdf>, (参照 2017-11-03).
- [5] Sankarandian, 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).
- [6] 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)
- [7] 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 2017
- [8] 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 2019-02-27)
- [9] Google Safe Browsing
<https://developers.google.com/safe-browsing/> (参照 2019-02-27)
- [10] Google Transparency Report
<https://transparencyreport.google.com/safe-browsing/overview> (参照 2019-02-27)
- [11] Trend Micro VirusBuster Mobile
https://www.trendmicro.com/ja_jp/forHome/products/vbm.html (accessed 2019-02-27)
- [12] 及川ひとみ, 藤原康宏, 村山優子. “不快なインタフェース構築に向けて: ユーザ調査によるコンピュータ利用時の不快要因についての報告. 暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS2008)概要集, pp.347 (2008).
- [13] Zinaida Benenson, Freya Gassmann, Lena Reinfelder. “Android and iOS users' differences concerning security and privacy”, CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, pp.817-822 (2013)
- [14] 皆川諒, 高田哲司. “「かわいい」はセキュリティ警告の効果改善につながるか? (第 2 報) ~心理効果による安全行動誘引の試み~”, コンピュータセキュリティシンポジウム 2018 論文集, (2018)
- [15] 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)
- [16] McAfee Mobile Threat Report Q1, 2019
<https://www.mcafee.com/enterprise/en-us/assets/reports/rp-mobile-threat-report-2019.pdf> (参照 2019-02-27)
- [17] Google Chrome Help, Manage warnings about unsafe sites
<https://support.google.com/chrome/answer/99020?co=GENI.Platform%3DAndroid&hl=en&oco=0> (参照 2019-02-27)
- [18] 松下 温, 岡田謙一:コラボレーションとコミュニケーション, 共立出版 (1995).
- [19] 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)
- [20] 柳井春夫, 繁樹算男, 前川眞一, 市川雅教:因子分析—その理論と方法, 朝倉書店 (1990).
- [21] 白神 翔太, 木下 雄一朗, 郷 健太郎. “スマートフォンにおける多様な振動フィードバックがユーザの印象に与える影響”. ヒューマンインタフェース学会論文誌, 20 巻 1 号 p. 99-106, 2018
- [22] Graham Wilson, Harry Maxwell, Mike Just. “Everything’s Cool: Extending Security Warnings with Thermal Feedback”, Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, pp. 2232-2239
- [23] Vibration API, <https://www.w3.org/TR/vibration/> (参照 2019-03-10)
- [24] Google Security Blog
<https://security.googleblog.com/2015/12/protecting-hundreds-of-millions-more.html> (参照 2019-02-27)
- [25] 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).
- [26] 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).
- [27] 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, インタラクシオン 2009 予稿集, pp.141–142 (2009).
- [28] 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(DICOMO2007)シンポジウム論文集, pp.85–91 (2009).
- [29] Fujihara, Y., Kanamori, Y., Mukai, M. and Murayama, Y.: An interface causing discomfort to prevent user from missending e-mail messages to incorrect addresses, Poster and Demonstration Paper, Proc. 4th IFIP WG 11.11 International Conference on Trust Management (IFIPTM 2010), pp.13–16 (2010).
- [30] Robert W. Reeder, Adrienne Porter Felt, Sunny Consolvo, Nathan Malkin, Christopher Thompson, and Serge Egelman. “An Experience Sampling Study of User Reactions to Browser Warnings in the Field”, In Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems(CHI '18),

Paper 512, (2018).

[31] Monaca, <https://ja.monaca.io/>