

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

藤原 康宏^{†1} 村山 優子^{†1}

ネットワークサービスを利用する際には、外部からもたらされる危険や情報発信時のヒューマンエラーに対する気づきが重要である。本研究では、危険に対する気づきを支援するために、可視化した危険を、利用者に不快感をもたらすことで伝えるユーザインタフェースの開発を行った。まず、不快なインタフェースを設計するために、コンピュータ利用時の不快感の要素を収集し、質問紙調査および探索的因子分析によって不快感を構成する7因子を明らかにした。次に、不快感の7因子を用いて、警告インタフェースのプロトタイプとして、危険なwebサイトおよび電子メールの誤送信に対して警告を行うインタフェースを実装した。評価の結果、不快なインタフェースにより、注意を引き付けられることが示唆されたが、警告内容や推奨される行為を伝える機能も必要があることが分かった。

A Proposal of Warning Interfaces Causing Discomfort for Awareness of Security Threats and Human Errors

YASUHIRO FUJIHARA^{†1} and YUKO MURAYAMA^{†1}

It is necessary for users of network services to be aware of security threats and human errors. Our research is to implement user interfaces with which one would feel discomfort so that s/he would be aware of security risks and human errors. This paper reports our user survey and implementation of user interfaces causing discomfort. We collected the possible elements of discomfort with several pretests to produce a questionnaire and conducted a user survey. As a result of the exploratory factor analysis, we present seven factors which contribute to discomfort feeling. We assumed these seven discomfort factors and implemented warning interfaces on a web browser and an e-mail client. Finally, we suggested directions for design of warning interfaces causing discomfort.

1. はじめに

ネットワークコミュニケーション技術を用いた新しいサービスにより、従来見ることでできなかった様々な情報にふれることが可能となった。しかし、情報の発信源が多様になることにより、不確実な情報、悪意のある情報を受け取る機会や、無意識のうちに秘匿すべき情報を発信する危険も増大している。危険が存在するにもかかわらず利用者が危険に気づかない場合、利用者は危険への対策を行わず、さらなる危険や損害を被りやすくなることが予想される。日原¹⁾は、情報セキュリティ技術に対する安心感の研究の中で、危険であるという認識が欠如した状態で、利用者が安心してしていることの危険性を指摘している。ネットワークサービス利用時の危険を回避するためには、危険を可視化して、危険の存在に気づかせることが重要である。

セキュリティ対策ソフトにおける危険の通知、ソフトウェアの脆弱性に対応する更新プログラムの配布、webブラウザにおける危険なアクセスなどの場面で、利用者に危険を知らせるインタフェースとして、警告ダイアログがよく用いられている。Sankarapandianら²⁾は、更新プログラムの存在について、現在の通知方法で利用者に気づかせることの難しさを指摘した。Sunshineら³⁾は、webブラウザのSSL証明書の警告画面の効果を検証するために、100名のユーザがwebを閲覧する様子を観察し、多くのユーザが警告画面を無視することを明らかにした。SSL証明書の警告と同様の警告インタフェースは、多くの場面で使われており、単にメッセージと確認ボタンを表示させるだけでは、利用者は危険を十分に感じておらず、警告の内容を理解せず確認ボタンを押すことが多いと思われる。また、Egelmanら⁴⁾は、webブラウザの警告画面の効果について検証した。ユーザの作業の中断をとまなう能動的な警告では、警告を無視するユーザの割合は低くなることを明らかにした。このことから、警告インタフェースを改善することにより、警告の効果を向上させられる可能性があると考えられる。本研究では、システムが危険を検出した際に、利用者に不快感をもたらすことで、利用者に危険を気づかせることを目的として、警告インタフェースの開発を行う。

コミュニケーションの研究分野では、不快な感情と意思決定の関係について研究が行われている。Mackieら⁵⁾は、快・不快な状態における説得への対応を比較する実験を行った。その結果、説得される人物の感情が快いものである場合は、説得する人物の専門性という表面

^{†1} 岩手県立大学ソフトウェア情報学部

Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

的な手がかりを基に情報を判断するのに対し、説得される人物の感情が不快なものである場合は、メッセージの質的側面から判断することが示された。Bodenhausen ら⁶⁾は、ある人物が罪を犯したという確からしさを評価させる実験を行った。評価者が快い感情 (Happiness) をいんでいる場合、判断が犯罪者のステレオタイプに影響されやすいが、評価者が不快な感情 (sadness) をいんでいる場合には、ステレオタイプには影響されず、状況証拠に基づいて判断をしやすいことが分かった。これらの実験は、不快を感じることににより、利用者がより慎重な判断をする可能性があることを示唆している。

本研究では、不快感をもたらす警告インタフェースの設計のための調査を実施し、プロトタイプの開発およびその評価を行った。以降、2章では、コンピュータにおける警告インタフェースと感覚情報を利用した警告についての関連研究を紹介し、3章では不快なインタフェースを設計するために行った質問紙調査の結果から、コンピュータ利用時の不快感の要因について述べる。4章では、不快なインタフェースの実装例として、危険な web サイトおよび電子メールの誤送信に対する警告インタフェースについて述べ、5章では、実装した警告インタフェースに対して行ったユーザ実験の結果について述べる。6章でまとめを行う。不快なインタフェースの最終目標は、不快感を与えることによって、適切な行動を促すことであるが、行動を評価するためには、様々な状況下での長期的な検証が必要である。そこで、本論文では、最初の段階として、不快なインタフェースによって、危険に気づくことを実証するための、不快なインタフェースについて述べる。

2. 警告インタフェース

本章では、コンピュータにおける警告インタフェースと感覚情報を利用した警告に関する研究を紹介する。ヒューマンインタフェースの分野では、ユーザビリティを向上させるための研究がなされてきた⁷⁾。インタフェースのユーザビリティと安全はトレードオフの関係にあり、ユーザビリティの追求のみでは、安全の確保はなし難いといえる。実世界において、様々な用途に安全確保のために使いにくくするインタフェースが用いられている。たとえば、ダイナマイトの起爆スイッチは、離れた場所にある2つのスイッチを同時に押さなくては起爆操作を完了できない設計が推奨されており⁸⁾、電子レンジは、扉を閉めた状態でなければ加熱を開始しないよう、2つ以上の安全装置の設置が義務付けられている⁹⁾。これらの事例は、軽度の不快である手間をかけさせることにより、利用者のヒューマンエラーを防止する安全確保を目的とするものであり、安全工学や人間工学の分野で研究され、多くの製品で実用化されている。このような使いにくさによる安全性の確保は、コンピュータの操作に

においても有効であると考えられる。

コンピュータでは、様々な警告を発するインタフェースが用いられている。コンピュータからの警告メッセージに対するユーザの応答の例として、「はい」と「いいえ」から選択させるものがある。ユーザがメッセージを読解せずに「はい」を選択して先に進んでしまうという問題や、同じようなメッセージを何度も目にするうちに慣れが生じ、読もうとしなくなるという問題が存在する。このようなユーザに警告を発する場面のインタフェースに、不快なインタフェースを適用することで、警告メッセージの注意喚起を強化することが考えられる。利用者に危険を気づかせ、利用者の自発的な行動を促すシステムも開発されている。TALC (for Threat Awareness, Learning and Control)²⁾は、コンピュータ内の脆弱性を持つソフトウェアの存在をデスクトップ上に落書きとして表示させる。利用者にとって表示されたままにしておきたくない落書きを用いて、脆弱性を修正させる動機付けにしている。松尾¹⁰⁾は、外的手掛かりを利用することで、ヒューマンエラーの防止につながる動機付けモデルを提案した。Lieberman ら¹¹⁾は、メール作成画面に送信相手の顔を表示する Facemail を開発した。外的な手掛かりとして、送信相手の顔を表示することで、誤った宛先を入力した際に気づきやすくしている。

次に、危険を利用者に知らせるための方法について述べる。実世界では、文字やイラストにより視覚的な警告を行うために、警告の設計方法や効果についての研究が多く行われており、その成果は標準規格として広く認知されている¹²⁾。音によって、危険を知らせるための様々な研究も行われている¹³⁾。一般に、強い緊張感を喚起する音とは、大きい音、高頻度に鳴る音、短い音、長時間繰り返す音とされており¹⁴⁾、日本工業規格では、推奨される注意喚起のための発音パターンを定義している¹⁵⁾。香りを利用した警告の例として、家庭用ガスに添加させた臭いがあげられる。本来は無臭のガスに対して、ガスが漏れた際に利用者が臭いでガス漏れを感知できるように、「たまねぎが腐ったような臭い」と評されるメルカプタンなどを添加し、ガスに着臭を施すことが義務付けられている¹⁶⁾。セキュリティ情報提示環境 Secure Sense¹⁷⁾は、一般ユーザが意識しにくい不正アクセスなどのコンピュータのセキュリティの状態を、生活空間で受動的に感じさせるために、インテリア用のランプの光の色や強弱など、身近な音や光などを出すデバイスを用いて表現している。今後、様々なコンピュータの入出力デバイスが利用されるようになった場合には、モニタやスピーカ以外による警告も可能であると思われるが、本研究では、不快感を用いた警告について、新しいデバイスの利用方法や警告装置の開発について検討する前に、現在のコンピュータの利用状況で利用者が不快を感じる場面から、警告インタフェースを考えることとする。

3. コンピュータ利用時の不快感の要因

不快なインタフェースを実現するためには、通常使われているコンピュータの入出力デバイスを用いて、利用者に不快感を与える方法について調査する必要がある。そこで、コンピュータ利用時の不快感の要因について、質問紙調査を行い、統計的分析手法を用いて検討した。まず、質問紙作成のための事前調査を行い、作成された質問紙を用いて予備調査を実施し、その分析結果を基に質問紙を修正し、本調査を実施した。

3.1 質問紙の開発

まず、文献調査により、コンピュータ利用時や日常生活で、利用者に不快を与えた事例を不快感の要素として収集した。姿勢と快適さの関係についての調査¹⁸⁾、インタフェースデザインが利用者に及ぼす身体的な負担についての調査¹⁹⁾、コンピュータ利用時のつまづきについての調査²⁰⁾、スパイウェアの不正動作に対する印象についての調査²¹⁾、不快な音の種類^{14),22)}、不快感を喚起すると想定される事柄についての調査した研究^{23),24)}から、55個の不快感の要素を収集した。

次に、大学生22名(男性16名、女性6名)に対して、不快感の要素について調査を行った。調査は、岩手県立大学ソフトウェア情報学部1~4年生を対象に行った。調査では、コンピュータやインターネット利用時や日常生活で感じる「いやなこと、嫌いなこと、気になること、つらいこと」などについて、自由記述で意見を求めた。

文献調査、自由記述調査から、合わせて171個の不快感の要素を収集した。類似する項目を集約して、86項目の質問文を作成した。コンピュータ利用時に質問文のような状態や事態になったとしたら、どの程度不快に感じるかについて、平気(0点)~非常に不快(4点)の5段階で評定を定めることとした。選択肢を定めるにあたっては、不快感を喚起する事柄に対する不快の度合いを計測するための質問票^{23),24)}を参考にした。質問文には平易な表現を用い、用語説明を付加した。フェイスシートでは、属性に関する質問項目(年齢、性別、学部、学年)とコンピュータ利用経験に関する質問項目(利用年数、1日・1週間あたりの利用時間)を尋ねた。作成された質問紙を用いて予備実験を実施した²⁵⁾。予備実験の結果から、質問紙を修正し、付録に示した46項目からなる質問紙を作成した。

3.2 質問紙調査の実施

予備調査によって修正された質問紙を用いて本調査を実施した^{26),27)}。調査は、岩手県立大学の学部2~4年生310名(男性146名、女性164名)を対象に行った。協力者は受け取った手順書に従って、今回の調査のために開発されたWebアンケートシステムを用いて

回答をした。今回の調査では、未回答の項目を含むデータはなく、すべてのデータを分析に用いることとした。310件の内訳は、ソフトウェア情報学部134名、総合政策学部75名、社会福祉学部52名、看護学部49名であり、平均年齢は20.38歳であった。

質問項目ごとに評定値の平均値と分散の値を算出した結果、項目05「コンピュータが突然動かなくなったとき」(平均3.37、標準偏差0.86)、項目10「コンピュータウイルスに感染したとき」(平均3.64、標準偏差0.74)について、天井効果が見られた。

3.3 因子分析による不快感の要因の分析

コンピュータ利用時の不快感の要因を明らかにするために、探索的因子分析²⁸⁾を行った。初期解の計算には、正規性を仮定して最尤法を使用した。天井効果が見られた2項目を除いて、統計ソフトウェアであるSPSSTM 14.0J for Windowsを使用して分析を行った。初期解における固有値の減衰状況と、因子の解釈可能性を考慮したうえで7因子解を採用した。因子数を7に固定したうえで、因子の因子間の相関を仮定して、斜交回転の1つであるPromax回転を行った。その結果、質問項目04,15は、複数の因子に0.4以上の同等の因子負荷量を示したため分析対象から除外し、最終的に42項目から7因子を抽出した。因子負荷量が0.4以上を示す項目の因子パターン行列を表1に、因子の解釈を表2に示す。本章では、これらの因子を、警告インタフェースに適用した実装例について述べる。なお、因子負荷量が0.4未満の項目は、項目12(第3因子への負荷量0.280)、項目19(第2因子への負荷量0.392)、項目25(第5因子への負荷量0.296)、項目35(第1因子への負荷量0.345)、項目39(第1因子への負荷量0.270)であった。

4. 不快なインタフェースの試作

本章では、不快感の7因子を応用した警告インタフェースの実装について述べる。実装例として、webブラウザにおける危険なwebサイトへの移動を警告するインタフェースおよび、電子メールクライアント(Mail User Agent)における誤送信を警告するインタフェースをあげる。

4.1 危険なwebサイトに対する警告インタフェース

フィッシングによる不正な情報取得や、コンピュータウイルスの感染被害の事例が増加している。そのようなコンピュータウイルスの感染原因の1つとして、利用者が気づかぬうちに危険なwebサイトへ誘導されることが指摘されている²⁹⁾。たとえば、ブログや掲示板などの元々は害のないwebサイトに書き込まれた危険サイトへのリンクへアクセスしてしまう場合や、悪意あるサイトへのリンクを埋め込まれたwebサイトを閲覧する場合は考えら

80 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

表 1 因子パターン行列
Table 1 Factor pattern matrix.

	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第5因子	第6因子	第7因子	共通性	平均	標準偏差
Q45 複数のウィンドウが重なり、目的のウィンドウを探す必要があるとき	.745	.055	.098	-.137	-.027	-.003	-.009	.529	1.835	1.144
Q46 使用したいソフトウェアやファイルがなかなか見つからないとき	.655	-.023	-.033	.141	.141	-.020	-.054	.640	2.235	.992
Q43 ワードソフトなどの機能で、入力した文章が自動で変更されるとき	.644	.052	.098	-.165	-.169	.016	.040	.319	2.045	1.096
Q42 漢字変換が思い通りに行われないとき	.593	.004	.051	-.148	-.003	.222	.043	.450	2.165	1.086
Q41 あるソフトウェアを使用するために、他のソフトウェアなどをインストールする必要が出てきたとき	.582	.036	.183	.122	-.029	-.126	-.079	.319	2.248	1.061
Q38 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	.552	-.016	-.245	.076	-.032	.057	.092	.311	2.661	1.029
Q37 個人情報を登録するときに、入力する項目が多いとき	.549	-.025	.006	-.021	-.054	.097	.097	.335	2.216	1.116
Q40 マウスのポインタ(矢印)が思い通りに動かないとき	.534	.150	-.188	.106	-.120	.095	.058	.397	2.523	.974
Q44 ソフトウェアの使い方がわかりづらいとき	.509	.118	-.085	.142	.186	-.063	-.043	.542	2.452	1.019
Q36 IDやパスワードの入力を求められたとき	.482	-.148	.171	.036	.211	-.136	-.006	.413	1.590	1.150
Q34 必要なパスワードを忘れたとき	.418	.085	-.020	.038	.071	-.144	.110	.278	2.197	1.019
Q21 Webサイトに掲載されている情報が正確なものかどうか分からないとき	.126	.803	-.002	-.107	.080	-.016	-.230	.604	1.877	1.102
Q22 Webページの背景や文字の色が見つづらいとき	.038	.707	-.159	-.145	.097	.086	.084	.534	2.265	1.015
Q20 Webサイトに広告が表示されたとき	-.045	.663	.249	-.030	-.163	-.021	-.040	.459	1.658	1.198
Q29 ポップアップ広告が大量に表示されたとき	-.138	.553	.009	.170	-.206	-.028	.342	.565	2.774	1.043
Q30 バナー広告が大量に表示されるWebページをみたとき	-.004	.497	.081	-.002	-.033	-.145	.340	.489	2.106	1.151
Q24 自分が使用しているブラウザに対応していないため、Webサイトを閲覧できないとき	-.179	.430	-.034	.176	.066	.000	-.100	.423	2.510	1.020
Q23 Webサイト上で、目的の情報をなかなか見つけれないとき	.063	.414	.037	.096	.182	.131	-.058	.469	2.365	.985
Q09 作業中にソフトウェアの更新を通知するメッセージが表示されたとき	-.142	-.008	.699	.107	.024	.141	-.060	.526	1.819	1.055
Q13 禁止されている操作をしたときなど、操作の実行を妨げられたとき	.155	-.041	.602	.089	-.091	-.088	.082	.454	1.861	1.167
Q28 ソフトウェアの更新などの知らせが突然表示されたとき	-.122	.171	.589	-.019	.215	-.023	.152	.581	1.706	1.049
Q03 ウィルス検索など、自分にとって有益な処理が行われているために、コンピュータの動作が遅いとき	.160	-.112	.435	.015	-.159	.358	.031	.436	2.300	1.078
Q07 特定の操作を実行するたびに確認メッセージが表示されるとき	.098	.051	.406	.111	-.106	.092	.014	.307	2.074	1.078
Q17 LANケーブルを繋いだのにインターネットに接続できないとき	-.072	.066	.119	.681	.124	-.062	-.087	.541	2.852	1.000
Q08 作業中にコンピュータが突然再起動したとき	-.051	-.002	.046	.591	-.235	.008	.113	.318	3.042	1.002
Q18 インターネット接続が途切れ途切れになるとき	-.027	-.011	-.013	.562	.036	.293	.066	.583	3.055	.885
Q11 コンピュータの画面が突然真っ暗になったとき	.240	-.238	.026	.482	.038	-.137	-.001	.293	3.229	.894
Q06 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	.084	.072	.239	.410	-.064	.069	-.099	.382	2.800	.978
Q32 内容が多く縦に長くなっているWebページを読むとき	-.030	-.071	-.025	-.038	.830	.109	.094	.649	1.771	1.028
Q31 サイズの小さい文字を読むとき	.034	.104	-.090	-.072	.675	.004	.068	.485	1.748	.986
Q33 スクロールを繰り返して文書を読むとき	.273	-.071	.168	-.044	.450	.028	.040	.507	1.458	1.006
Q01 コンピュータの起動に時間がかかるとき	-.053	-.011	.054	.059	.074	.801	-.030	.702	2.861	.970
Q16 Webサイトが表示されるまでに時間がかかるとき	.038	-.044	-.023	.303	.071	.536	.062	.702	2.794	.960
Q02 コンピュータの終了に時間がかかるとき	-.014	.109	.295	-.246	.048	.481	-.057	.343	1.832	1.125
Q27 突然、音声や音楽が鳴り出したとき	.106	.017	-.020	-.068	.111	-.002	.702	.558	2.332	1.098
Q14 スピーカーやヘッドフォンから、突然大きな音が聞こえたとき	.063	-.146	.058	.133	.049	.023	.534	.345	2.655	1.085
Q26 むやみにFlashを使用しているWebページを見たとき	.039	.069	.138	-.048	.214	-.026	.425	.360	1.884	1.217
固有値	11.217	2.402	2.034	1.704	1.415	1.344	1.215			
寄与率(%)	29.519	6.320	5.353	4.485	3.723	3.536	3.198			
累積寄与率(%)	29.519	35.839	41.193	45.678	49.401	52.936	56.134			
負荷量平方和	8.696	6.801	5.157	6.450	5.694	4.701	3.579			

表 2 因子分析の結果

Table 2 Result of a factor analysis.

因子	項目数	名称	高い因子負荷量を示した項目の特徴
第1因子	11項目	手間因子	探す手間や入力の手間などに関する項目
第2因子	7項目	情報の探索因子	さまざまな情報の中から必要な情報を探す必要がある場面で、欲しい情報が得られにくいことに関する項目
第3因子	5項目	メッセージ因子	システムからのメッセージが表示されることに関する項目
第4因子	5項目	つまずき因子	ユーザが意図したとおりに、コンピュータが動作しないことに関する項目
第5因子	3項目	見づらさ因子	読みづらいことや画面が見づらいことに関する項目
第6因子	3項目	待ち時間因子	コンピュータの処理時間がかかることに関する項目
第7因子	3項目	騒音因子	ユーザが意図しない音声が発生することに関する項目

れる．このような web からの脅威に対しては、コンピュータのセキュリティ対策だけでなく、利用者が危険な web サイトに移動する前に、その存在に気づくことが重要である．そこで、危険な web サイトへの移動を検知した際、利用者に危険な web サイトへのリンクに気づかせるために、不快なインタフェースを適用した警告を実装した．

web ブラウザ Mozilla FirefoxTM 3.0 に対して、Firefox の拡張機能である Greasemonkey 0.8 を使い、Greasemonkey 上で動作するスクリプトとして、不快なインタフェースを実装した^{30),31)}．スクリプトは、利用者の web ブラウザにおいて、html 文書の解析時に Greasemonkey によって実行される．スクリプトは、html 文書に含まれるハイパーリンクを検出し、あらかじめ設定した警告を発生させる条件に合致した場合、不快なインタフェースを用いた警告を呈示する．警告を発生させる場合には、警告インタフェースを含んだ html 文書に変換する．たとえば、ハイパーリンクをクリックしたときの動作などに対して、不快なインタフェースを適用した html 文書に変換する．変換された html 文書は web ブラウザによって表示され、利用者に危険な web サイトへのハイパーリンクを警告する．呈示されるインタフェースは、前述の調査で得られた 7 つの因子に対して、それぞれ次のようにして実装した．なお、実際の利用場面では、警告インタフェースを単独で使用するだけでなく、複数のインタフェースを組み合わせることも想定している．そのため、実装例

では、それぞれの因子の特性にあわせて、危険なハイパーリンクの存在の通知、危険なハイパーリンクを使いにくくする操作、危険なハイパーリンクを使用したことの通知など、いくつかの場面で使用できるようにした。

(1) 手間因子の実装例

手間因子は、ID やパスワードを何度も求められる場合やスムーズな操作が妨げられる場合など、コンピュータを操作する際の、手間、迷い、煩わしさにより不快感を感じさせるものである。そこで、危険なサイトへの移動する前に、警告ダイアログを表示し、それに対してキーボードとマウスの両方の入力を求め、入力後にも確認ダイアログに回答させることで、入力の手間をかせさせた。

(2) 情報の探索因子の実装例

情報の探索因子は、利用者が求めている情報を、見つけにくいときに感じる不快感を表している。この因子については、意味的な情報の得られにくさと視覚的な情報の得られにくさの2つの要素がある。意味的な情報の得にくさは、情報が正確かどうか分からない、目的の情報が見つけれないことに対する不快感である。視覚的な情報の得にくさは、リンクの場所が見にくい、広告の表示が邪魔であるなどに対する不快感である。そこで、危険なサイトのリンクや危険なサイトから取得している画像上に、道路の警戒標識などの画像を表示させ、情報量を増やすことで、利用者の情報探索に負荷をかけた。

(3) メッセージ因子の実装例

メッセージ因子は、ソフトウェアの更新通知のメッセージなどの利用者の要求に関係なく表示されるメッセージによって、作業を邪魔されたと感じる場面を表している。そこで、画面内に、危険なサイトへのリンクがある場合、画面内に危険なサイトが存在することを知らせるポップアップメッセージを表示する。このポップアップメッセージは、メッセージウィンドウをクリックすると消えるが、一定時間後に警告のメッセージを再表示させることで、引き続き危険な状態にあることを警告した。

(4) つまづき因子の実装例

つまづき因子は、利用者の期待どおりの動作が行われないことにより不快感を感じさせる。そこで、危険な web サイトへ移動する際は、右ボタンでのクリックが必要になるようにした。通常、ハイパーリンクを使った移動は、左ボタンで行われるため、利用者はリンクを左クリックすることにより次のページへ移動することを期待しているのに対して、左クリックが動作しないことで、利用者につまづきを感じさせた。危険な web サイトへのハイパーリンクに対して、左ボタンをクリックした場合、図 1 に示す警告メッセージが表示され、そ



図 1 つまづき因子の適用例

Fig. 1 Example of the factor “Unexpected-operation.”



図 2 見づらさ因子の適用例

Fig. 2 Example of the factor “Difficulty-in-seeing.”

のハイパーリンクを使用する場合は、リンク先を確認のうえ、右ボタンを使用するように促される。

(5) 見づらさ因子の実装例

見づらさ因子は、web ページの文章の読みにくさや画面の見づらさにより、視覚的に不快感を感じさせることを表している。図 2 に、見づらさ因子の実装例を示す。危険なサイトへのハイパーリンクの文字サイズを 1 文字ずつランダムに変更し、文章を逆順に並べ替えた。

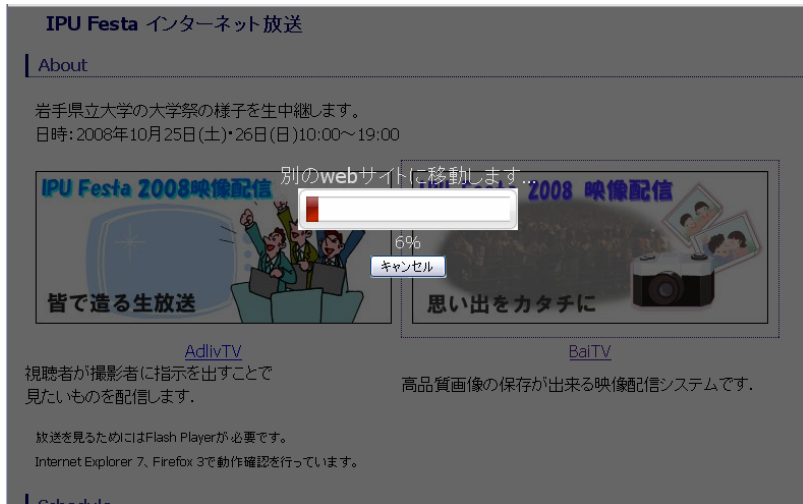


図 3 待ち時間因子の適用例

Fig. 3 Example of the factor “Time-consuming.”

危険なサイトへのリンクに用いている画像や危険なサイトから取得している画像は表示を上下反転させることで、利用者に違和感を覚えさせた。

(6) 待ち時間因子の実装例

待ち時間因子は、コンピュータの処理に時間がかかることにより不快を感じさせることを表している。そこで、利用者が危険なハイパーリンクをクリックしたときに、画面の遷移に時間をかけさせ、時間がかかることを示すためにプログレスインジケータを表示させた。図 3 に、待ち時間因子の実装例を示す。プログレスインジケータが表示されている間は、キャンセルボタンを押すことで、移動を中止できる。移動にかかる時間を 10 秒に設定した場合、最初の 9 秒間は、プログレスバーをほとんど変化させないことにより、待たされていることを利用者に意識させた。

(7) 騒音因子の実装例

騒音因子は、利用者が予期しない音声や不要な音声により不快を感じさせることを表している。そこで、危険なサイトへのリンク上にポインタを移動したときに、ピープ音をスピーカから鳴らす。今回用いたのは、「ブー」という低音程で継続時間の比較的最長い音である。音のイメージと擬音語表現の関係についての調査³²⁾では、「ブー」などの有声子音を用

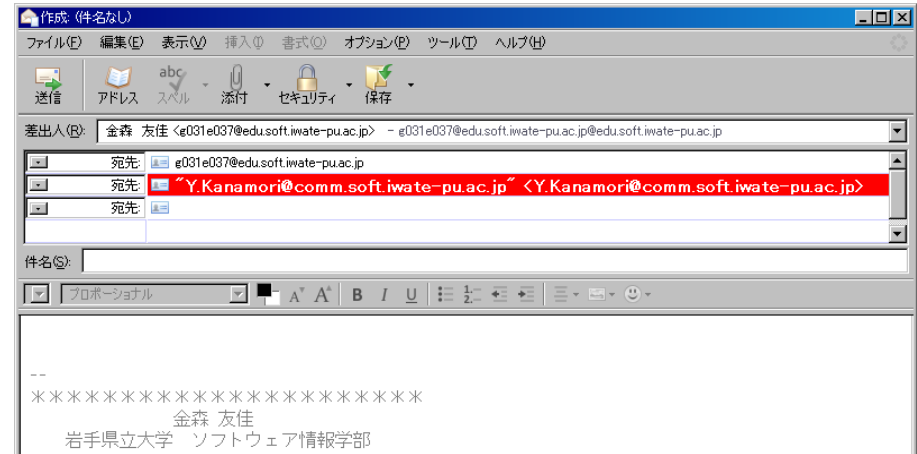


図 4 見づらさ因子による誤送信アドレスの警告

Fig. 4 Example of a warning of incorrect address.

いた基本周波数が低い音は警告告知のイメージとしてとらえられる特徴があるといわれている。web ページ内の特定の場所でのみ突然に音を鳴らすことで、利用者の注意を喚起した。

4.2 電子メールの誤送信に対する警告インタフェース

ヒューマンエラーによって起こる、メールの誤送信を原因とする個人情報漏えい事故が、企業を中心に多く発生している³³⁾。本研究では、送信者の意図と異なる宛先に送信することを防ぐために、不快なインタフェースを適用した警告を実装した。警告インタフェースにより、送信者はメールを送信する前に誤送信に気づくことができる。

電子メールクライアント ThunderbirdTM 2.0 を用い、Thunderbird の拡張機能として、XUL を用いて実装した³⁴⁾。電子メールの誤送信防止の警告インタフェースでは、メールを入力する場面と、送信する場面で警告を呈示した。今回は、実装のしやすさを考慮して、宛名入力時の警告に見づらさ因子を適用し、その評価を行った。今後は、評価結果を参考にし、他の因子の適用方法についても提案を行う。

メール作成画面において、送信者がメールアドレスを入力したときに、送信回数が一定回数に満たないアドレス、特定のドメインのアドレス、類似のアドレスが登録されているなど、設定した誤送信の条件に一致した場合は、見づらさ因子による警告を呈示する。図 4 に見づらさ因子による警告の例を示す。誤送信の条件に一致したアドレスは、背景の色を赤に、文

字の色を白に変更し、文字の大きさを大きくする。質問紙調査における見づらさ因子では、不快感の例として、文字の大きさを小さくし読みにくくしていたが、誤送信防止の警告インタフェースでは、利用者に文字を読ませるために、逆に大きく表示させることとした。予備調査で使用した 86 項目の質問文では、具体的な色について、いくつかの質問を行っており、予備調査の結果、暗赤色の背景が不快感を与えることが明らかになった²⁵⁾。しかし、今回の試作では、過度に強い不快感を与えることなく、注意をひきつける程度の不快感を与えるために、日本工業規格で定められた安全色³⁵⁾のうち、危険を表す赤色を背景に使用した。

送信ボタンを押下時に、設定した誤送信の条件に一致した場合は、そのまま送信されずに、危険な web サイトに対する警告インタフェースにおける手間因子の実装例と同様に、確認ダイアログを表示し、キーボードやマウスで応答させることで、利用者に手間をかけた。

5. 不快なインタフェースの効果の検討

警告の研究分野では、警告と人間の行動との関係を整理するために、C-HIP (Communication-Human Information Processing) モデル³⁶⁾がよく用いられる。C-HIP モデルでは、警告が呈示されてから行動に移るまでを、警告に注意を払う段階、注意を持続する段階、警告内容・推奨される行為を理解する段階、警告を信じるかどうか判断する段階、動機付けを評価する段階に分けている。C-HIP を用いてコンピュータの警告インタフェースを評価した例として、Egelman らのフィッシングサイトの警告の効果についての実験⁴⁾があげられる。一般的に使用されている web ブラウザにおける、警告インタフェースについて、C-HIP モデルを基準に、フィッシングの被害を回避する割合について実験し、インタフェースによって、警告の効果に差があることを明らかにした。本論文では、C-HIP モデルにおける最初の段階である、不快なインタフェースの役割である警告への注意をひきつける段階を中心に、不快なインタフェースの効果を検証する。

評価では、「第 5 因子：見づらさ」、「第 6 因子：待ち時間」、「第 7 因子：騒音」を実装した警告インタフェースの評価を行うことにした。他の因子が考えられる実装方法が多様であることに對して、これらの因子は実装方法が具体的に選択肢が少なく、実装されたインタフェースもユーザにとって分かりやすいものになっていると考えたため、今回は、これらの因子について評価することにした。また、今回の評価では、web ブラウザと電子メールクライアントの両方を評価したが、実験条件が異なるため、これらの実験データを単純に比較することができない。そのため、両方のシステムで同じ不快感の因子を適用することよりも、2 つの実験で第 5 因子～第 7 因子の 3 つの因子の評価を行うことを優先した。なお、電子



図 5 クイズシステムの画面例

Fig. 5 Example of a screen of the quiz site.

メールクライアントでは第 5, 7 因子は実装していないため、第 6 因子を使用し、web ブラウザでは、残りの第 5, 7 因子を使用した。

5.1 危険な web サイトに対する警告インタフェースの評価

5.1.1 実験計画

実験のために作成した、「ヒント付きクイズシステム」を用いて評価を行った。ヒント付きクイズシステムの画面例を図 5 に示す。「艾滋病とは、ある病気の中国語名です。日本語での病名は何でしょうか」など、ほとんどの実験協力者が知らないと思われる問題が出題され、実験協力者は指定された時間以内に短答式で回答する。問題文の表示画面で、ヒントと対になった、解答に関連する web ページへのハイパーリンクを 5 つ提示した。ヒント

は、リンク先にどのような情報があるかについて書かれている。たとえば、「ある地域で感染者が多いみたい」という文とともに、感染者の分布を表す地図へのリンクが用意される。実験協力者は、提示されたヒントとリンクされた web ページの内容を用いて解答する。関連 web ページとして示されるハイパーリンクは、クイズ問題が出題される web サイトと同一サーバに設置されたシステムが提供する資料ページへのリンク（以下、内部サイト）と、外部サイトへのリンクからなる。問題文のヒントへのハイパーリンクは、4 つが内部サイト、1 つが外部サイトに対するものである。不快なインタフェースは、外部サイトへのハイパーリンクに対して適用し、実験協力者には、外部サイトを利用せず内部サイトの情報だけを利用して、それぞれの問題に対して 3 分以内に正解することを求めた。外部サイトへ移動した場合でも、外部サイトに移動したことをユーザにフィードバックしない。実験協力者には、実験開始前に以下の教示を行った。

- 問題文とともに、ヒントとそれに関連する資料の web ページのリンクが提示されるので、それらの情報を使って解答を考える。
 - 提示されるヒントは、以前に問題に解答した人（他の利用者）が、解答の手がかりになる内容を自由に記述したものである。
 - 提示されるヒントの中には、リンク先として不適切なものが含まれている可能性がある。
 - 問題の答えは本システムの提供する資料（内部サイト）から探し、それ以外の web ページ（外部サイト）には、移動しないようにする。
 - できるだけ高い点数をとることを目指す。正解した問題数を得点とし、本システムが提供する資料（内部サイト）以外の web ページを参照した場合は、その参照回数を減点する。
- 実験は、以下の 3 条件に対して、それぞれ 4 問の問題を出題し、実験協力者の行動や外部サイトへの移動状況を記録した。実験は、条件 1、条件 2、条件 3 の順に実施した。条件 2、条件 3 で適用される警告インタフェースでは、外部サイトへのハイパーリンクが警告の理由であることは明示していない。

条件 1：不快なインタフェースによる警告を呈示しない。

条件 2：外部サイトへの移動時に、待ち時間因子による警告を呈示する。

条件 3：外部サイトへのハイパーリンクに対して、騒音因子による警告を呈示する。

実験は、岩手県立大学ソフトウェア情報学部の学生 12 名を対象に実施した。全問題に対する回答が終了した後に、不快なインタフェースが呈示されたことに気づいたか、呈示されたときにどのような行動をしたかについて、アンケートを実施した。また、インタフェース呈示時の行動について、実験協力者が感じたことを具体的に尋ねるインタビューを実施した。

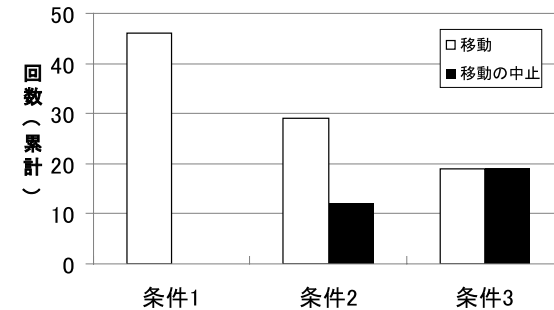


図 6 外部サイトへの移動回数
Fig. 6 Result of the each task.

5.1.2 結果

条件ごとの外部サイト移動回数を図 6 に示す。3 つの条件で、外部サイトへの移動が試みられた数（移動と移動中止の合計）は、同程度であった。外部サイトへの移動回数は、不快なインタフェース提示を行わなかった条件 1 の場合にはのべ 46 回であるのに対し、不快なインタフェースを適用した条件 2 では移動回数が 29 回、移動を中止した回数が 12 回であった。条件 3 では移動回数が 19 回、中止回数が 19 回であった。実験協力者ごとの移動回数の平均は、条件 1 では 3.83（標準偏差 1.40）、条件 2 では、2.42（標準偏差 1.68）、条件 3 では、1.58（標準偏差 1.38）であった。分散分析の結果、条件間で有意差が検出された ($F(2, 12) = 10.37, p < .01$)。なお、多重比較の結果、条件 1 と条件 2、条件 1 と条件 3 の間でのみ、有意水準 1% で有意な差が検出された。不快なインタフェースを呈示することにより、提示がない場合に比べて実験協力者が外部サイトへ移動する割合が減少したことが分かった。

待ち時間因子による不快なインタフェース（条件 2）で、初めてプログレスインジケータが表示されたときの感想を尋ねた。8 名が不快感や違和感をいただいたのに対して、4 名は何も感じなかった。不快感や違和感をいただいた者のうち、キャンセルボタンにより移動を中止した者は 4 名であった。なお、キャンセルボタンにより中止した者で、不快感や違和感をいかなかった者はいなかった。騒音因子による不快なインタフェース（条件 3）で、音が鳴ったときの感想を尋ねた。11 名が不快感や違和感をいただいたのに対して、感じなかった者は 1 名であった。不快感や違和感をいただいた者のうち、リンクをクリックしなかった者は 5 名であった。

待ち時間因子による警告インタフェースでは、1/3の実験協力者に対して、注意を十分にひきつけることができなかった。インタビューから、プログレスインジケータによって、移動が進行中であることが確認でき、逆に安心したことが分かった。早坂らの利用者の心理生理学的状態に対する待ち時間の影響についての実験³⁷⁾からも、プログレスインジケータによって利用者の負担が軽減されることが分かっている。今後は、利用者をただ待たせるだけでなく、プログレスインジケータの挙動に、さらに不快な変化を加えるなど表示方法を変更し、進捗の表示に使われているプログレスインジケータと異なったインタフェースへの改良が必要である。騒音因子による不快なインタフェースでは、ほとんどの実験協力者の注意を引くことができた。以上から、待ち時間因子によるインタフェースは、改善の余地があるものの、今回実験を行った2つのインタフェースは、注意をひきつける効果があることが示唆された。

5.2 電子メールの誤送信に対する警告インタフェースの評価

5.2.1 実験計画

電子メールの送信課題に対して、不快なインタフェースによって、誤った宛先にメールを送信しようとしていることに気づき、送信を止めるかどうかを検証した。1つの送信課題は、送信先のアドレスと6文字以内の件名からなり、本文はデフォルトのままとし入力を行わない。電子メールクライアントには、あらかじめ課題で指示した送信先と似たメールアドレスを登録し、誤送信を誘発しやすいようにした。実験協力者には、実験開始前に以下の教示を行った。不快なインタフェースは、行動時の動機付けが高くない場合でも、危険に気づかせることを目的としているため、正しいメールアドレスに送信することについて、日常的にメール送信場面と比較して、過度に高い動機付けを行わなかった。

- この実験は、宛先間違いによるメールの誤送信防止システムの評価である。
- メール送信は、1回につき45秒以内に行う。
- アドレス欄に、指定されたアドレスを、オートコンプリート機能を用いて入力する。

まず、不快なインタフェースを適用しない条件で、指定された30通のメールを送信し、次に、誤送信アドレスの警告が呈示される条件で、指定された30通のメールを送信する。なお、指定されたメールアドレス以外のアドレスが入力されたときに、見づらさ因子による警告が行われる。実験は、岩手県立大学ソフトウェア情報学部の学生10名を対象に実施した。全課題が終了した後、不快なインタフェースが呈示されたことに気づいたか、呈示されたときにどのような行動をしたかについて、アンケートを実施した。また、インタフェース呈示時の行動について、実験協力者が感じたことを具体的に尋ねるインタビューを実施した。

5.2.2 結果

1名あたりの誤送信の回数は、警告がない場合は3.7回、警告がある場合は2.1回であった。警告がある場合に、誤送信を1度も行わなかった人数は4名であった。一方、警告がある場合でも、5名が複数回の誤送信を行った。警告インタフェースが呈示されたときの感想を尋ねた結果、全員が警告されていることに気づいたことから、注意をひきつける効果があることが分かった。

5.3 考察

Egelmanらのwebブラウザの警告の比較実験⁴⁾では、警告に赤色を使用する、メッセージをポップアップで表示し利用者の作業を中断させるなどのインタフェースが用いられた。これらは、前述の調査で明らかになった不快感の要因に含まれるもので、軽度の不快感を与えるものであると考えられる。今回提案したインタフェースを評価するためには、不快でない警告インタフェースとの比較が望ましいが、警告は、軽度の不快感をとまなうものが多く、まったく不快でない警告はないと考えられるため、今回の実験では、不快でない警告との比較実験は行わなかった。しかし、与える不快感の程度とその効果の関係を調べることは、非常に重要である。今後、異なる不快感の程度を持つ警告を比較するために、適切な場面設定を行い、刺激となる警告を十分に用意して、適切な実験を行う必要がある。今回の実験は、その前提として、警告インタフェースを用いない場合と比較し、試作したインタフェースによって、危険に気づくことができるかどうかについての検証と位置づけられる。

Egelmanらのフィッシングサイトの警告の効果についての実験⁴⁾では、今回の実験で使用したFirefoxの場合、警告されていることに気づいた利用者は20%であったことを考慮すると、不快なインタフェースによって、注意をひきつけられることが示唆された。しかし、いずれの実験でも、推奨される行動をとらなかった者が多く見られた。その原因として、C-HIPモデルにおける、警告内容・推奨される行為を理解する段階に問題があったと考えられる。

危険なwebサイトに対する警告の実験では、実験のルールで外部サイトへの移動が減点の対象となることを理解していたにもかかわらず、多くの実験協力者が外部サイトを参照した。外部サイトに移動した実験協力者へのインタビューから、警告されている理由やその後とるべき行動が理解できなかったことが分かった。今回の実験では、C-HIPモデルにおける注意をひきつける段階についての効果を調べるため、実験協力者に警告インタフェースの存在を伝えておらず、外部サイト移動直後に減点されたことをフィードバックしていないことも、外的な要因として考えられる。

電子メールの誤送信を警告する実験では、実験協力者は誤送信を行わないように注意を払っていたにもかかわらず、半数以上の者が誤送信を行った。実験協力者へのインタビューから、宛先欄の背景色と文字サイズの変化が、メールアドレスのどの部分に対して警告しているのかが伝わりにくいことが分かった。今回の実装では、誤送信の可能性のある宛先では、宛先欄全体の背景と文字の色、文字の大きさを変更するため、ユーザ名が間違っているのか、ドメイン部が間違っているのかは、分かりにくく、確認したにもかかわらず、そのまま送信したと考えられる。

不快なインタフェースの特徴は、直感的に危険な状態を感じ取り、利用者を不安にさせることである。警告の効果をあげるために、利用者に対して事前に利用方法や脅威を理解させるなどインタフェース以外からの働きかけではなく、インタフェースそのものに対して、警告内容や推奨される行為を利用者に伝える機能を追加する必要がある。

6. おわりに

本論文では、コンピュータ利用時の警告のために、不快感を利用したインタフェースを提案した。不快なインタフェースを設計するために、コンピュータ利用時の不快感の要因について、質問紙調査および統計的分析を行った。その結果、7つの不快感の要因があることが分かった。次に、不快なインタフェースの実装例として、危険な web サイトおよび電子メールの誤送信に対して警告するインタフェースについて述べた。最後に、実装した警告インタフェースに対してユーザ実験を行い、現時点でのインタフェースの効果および今後の開発の指針について検討を行った。その結果、不快なインタフェースによって、注意をひきつけられることが示唆された。しかし、危険を回避するという警告としての効果は高くはなかった。不快なインタフェースの警告に、警告内容や推奨される行為を利用者に伝える機能を追加することは、今後の課題である。

不快なインタフェースの目的は、不快という違和感を感じさせ、ユーザに慎重な行動を促すことにある。しかし、ユーザを過度に不快に感じさせる警告インタフェースは、システムが利用されないことにつながるため、適度な不快感が必要である。今回の実験では、利用者がどの程度の不快を感じたかについては、評価を行わなかったが、今後、試作を重ねて、インタフェースごとの不快感の程度を評価し、ユーザが受け入れ可能な不快感の限界を調べることが重要な課題である。また、今回評価を行わなかった因子を実装した警告インタフェースについても改良を行い、同様の効果があるかどうか検証を行う。

警告は、利用者の年齢や経験などにより、影響があるといわれている³⁸⁾。不快なインタ

フェースの実用化に向けて、危険の程度や利用者の特性に応じて、複数の不快なインタフェースの中から適切な警告を選択する機能について検討する必要がある。また、不快なインタフェースも、ユーザの慣れにより効果が薄れてくることが予想される。ユーザの慣れへの対策として、複数の不快なインタフェースを組み合わせる使用することや、危険の度合いにより使用するインタフェースを変更するなど、インタフェースを制御できる仕組みが必要である。本論文では、最初の段階として、実装した不快なインタフェースによって、危険に気づくことを検証した。今後は、不快なインタフェースの最終目標である、適切な行動を促すことができるかどうかについて、検証することが必要である。

謝辞 質問紙調査の実施に協力いただいた元岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究所と川ひとみ氏、プロトタイプ開発に協力いただいた元岩手県立大学ソフトウェア情報学部村上暹氏、元岩手県立大学ソフトウェア情報学部金森友佳氏に感謝いたします。本研究の一部は、岩手県立大学先端・独創的研究「安心してインターネットを利用するための不快なインタフェースの研究」(研究代表者：藤原康宏)の助成を受けたものである。

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) 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).
- 3) Sunshine, J., Egelman, S., Almuhiemedi, H., Atri, N. and Cranor, L.F.: Crying wolf: An empirical study of SSL warning effectiveness, *18th USENIX Security Symposium* (2009).
- 4) Egelman, S., Cranor, L.F. and Hong, J.: You've been warned: An empirical study of the effectiveness of web browser phishing warnings, *Proc. ACM CHI 2008 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp.1065-1074 (2008).
- 5) Mackie, D.M. and Worth, L.T.: Processing deficits and the mediation of positive affect in persuasion, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.57, No.1, pp.27-40 (1989).
- 6) Bodenhausen, G.V., Kramer, G.P. and Susser, K.: Happiness and stereotypic thinking in social judgment, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.66, No.4, pp.621-632 (1994).
- 7) Nielsen, J.: *Usability Engineering*, Academic Press (1993).
- 8) Norman, D.A.: *The Psychology of Everyday Things*, Basic Books (1988).
- 9) 日本工業規格 家庭用及びこれに類する電気機器の安全性, 第 2-25 部電子レンジ及

- び複合型電子レンジの個別要求事項, JIS C9335-2-25, pp.1-26 (2003).
- 10) 松尾太加志: 外的手掛かりによるヒューマンエラー防止のための動機づけモデル, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.5, No.1, pp.75-84 (2003).
 - 11) 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).
 - 12) American National Standards Institute: Product Safety Signs and Labels. ANSI X535.4 (2002).
 - 13) Haas, H. and Edworthy, J.: An introduction to auditory warnings and alarms, *Handbook of Warnings*, Wogalter, M.S. (Ed.), pp.189-198, Lawrence Erlbaum Associates (2006).
 - 14) 織田博子, 三木光範, 廣安知之: サイン音に関する文献調査, IDSL Report No.20050815001 (2005).
 - 15) 日本規格協会: 高齢者・障害者配慮設計指針 消費生活製品の報知音, JIS S 0013 (2002).
 - 16) 日本規格協会: 液化石油ガス (LP ガス), JIS K 2240 (2007).
 - 17) 大橋正興, 塚田浩二, 小池英樹, 安村 晃: Secure Sense: 生活空間でセキュリティを感じるための情報提示環境, インタラクシオン 2003 予稿集, pp.93-94 (2003).
 - 18) Çakir, A.E., Çakir, G., Müller, T. and Unema, P.: The Trackpad — A Study on User Comfort and Performance, *CHI'95*, pp.246-247 (1995).
 - 19) Karwowski, W., Ray, E., Salvendy, G. and Noland, S.: The effects of computer interface design on human postural dynamics, *NCBI, Ergonomics*, Vol.37, No.4, pp.703-724 (1994).
 - 20) Ramsay, J.: A Factor Analysis of User Cognition and Emotion, *CHI'97*, pp.546-547 (1997).
 - 21) Awad, N.F. and Fitzgerald, K.: The Deceptive Behaviors that Offend Us Most About Spyware, *Comm. ACM*, Vol.48, pp.55-60 (2005).
 - 22) 平松幸三, 小林 聡, 松井利仁, 高木興一, 山本剛夫: 生活環境音を用いた大きさ・うるささ・不快感の評定実験, 日本音響学会誌, Vol.44, No.5, pp.350-360 (1988).
 - 23) 辻敬一郎, 奥田達也, 高橋慶介, 伊藤哲司: 刺激文によって喚起される不快感情の分析—感覚モダリティと性の要因の効果, 感情心理学研究, Vol.3, No.2, pp.64-70 (2005).
 - 24) 萩原英俊: 青年期の感覚刺激への不快度と, その不快度を形成する要因について, 淑徳短期大学研究紀要, No.45, pp.89-113 (2006).
 - 25) 及川ひとみ, 藤原康宏, 村山優子: 危険アウェアネスを支援する不快インタフェースのための試験的調査, 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.1592-1595 (2007).
 - 26) Fujihara, Y., Oikawa, H. and Murayama, Y.: Towards an interface causing discomfort for security: A user survey on the factors of discomfort, *Proc. 2nd IEEE International Conference on Secure System Integration and Reliability Improvement (SSIRI2008)*, pp.173-174 (2008).
 - 27) Fujihara, Y. and Murayama, Y.: A user survey on the interface causing discomfort for warning, *User Interfaces, I-tech Education and Publishing*, Mátrai, R. (Ed.), pp.21-34 (2010).
 - 28) 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).
 - 29) トレンドマイクロ: ウイルス感染被害レポート 2007 年度 (2008). http://jp.trendmicro.com/jp/threat/security_news/monthlyreport/article/20080108011916.html (2010/2/1 参照)
 - 30) 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).
 - 31) 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).
 - 32) 山内勝也, 高田正幸, 岩見眞一郎: サイン音の機能イメージと擬音語表現, 日本音響学会誌, Vol.59, pp.192-202 (2003).
 - 33) 日本ネットワークセキュリティ協会: 2008 年情報セキュリティインシデントに関する調査報告書 Ver.1.3 (2009). <http://www.jnsa.org/result/2008/serv/incident/index.html> (2010/2/1 参照)
 - 34) 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).
 - 35) 日本規格協会: 安全色 一般事項, JIS Z 9103 (2005).
 - 36) Wogalter, M.S., DeJoy, D.M. and Laughery, K.R.: Organizing framework: A consolidated communication-human information processing (C-HIP) Model, *Warnings and risk communication*, Wogalter, M.S., DeJoy, D.M. and Laughery, K.R. (Eds.), pp.15-24, Taylor & Francis (1999).
 - 37) 早坂明哲, 木村達洋, 瀬川典久, 宮崎正俊, 山崎清之, 村山優子: ソフトウェア操作における待ち時間が操作者の心理生理学的状態に及ぼす影響, 電気学会論文誌, 電子・電報・システム部門紙, Vol.127, No.10, pp.1770-1779 (2007).
 - 38) Smith-Jackson, T.L.: Recover characteristics, *Handbook of Warnings*, Wogalter, M.S. (Ed.), pp.335-344, Lawrence Erlbaum Associates (2006).

付 録

A.1 設問項目

あなたがコンピュータを利用するとき、以下の状況または事態が起こったとしたら、どの程度「不快だ」あるいは「いやな気分になる」と感じますか？

「平気(0点)」～「非常に不快(4点)」の5段階で、あなたのお気持ちに最もよくあてはまるところにそれぞれ1つずつ○をつけてください。経験したことのない内容の場合、このような事態が起こったときのことを想像して、ご回答をお願いいたします。

- Q01 コンピュータの起動に時間がかかるとき
- Q02 コンピュータの終了に時間がかかるとき
- Q03 ウイルス検索など、自分にとって有益な処理が行われているために、コンピュータの動作が遅いとき
- Q04 コンピュータの性能がよくないために、動作が遅いとき
- Q05 コンピュータが突然動かなくなったとき
- Q06 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
- Q07 特定の操作を実行するたびに確認メッセージが表示されるとき
- Q08 作業中にコンピュータが突然再起動したとき
- Q09 作業中にソフトウェアの更新を通知するメッセージが表示されたとき
- Q10 コンピュータウイルスに感染したとき
- Q11 コンピュータの画面が突然真っ暗になったとき
- Q12 勝手にソフトウェアがインストールされたとき
- Q13 禁止されている操作をしたときなど、操作の実行を妨げられたとき
- Q14 スピーカやヘッドフォンから、突然大きな音が聞こえたとき
- Q15 コンピュータから、長時間、繰り返し音がするとき
- Q16 web サイトが表示されるまでに時間がかかるとき
- Q17 LAN ケーブルをつないだのにインターネットに接続できないとき
- Q18 インターネット接続が途切れ途切れになるとき
- Q19 web サイトのどこに何の情報があるのかが分かりにくいとき
- Q20 web サイトに広告が表示されたとき
- Q21 web サイトに掲載されている情報が正確なものかどうか分からないとき
- Q22 web ページの背景や文字の色が見づらいとき

- Q23 web サイト上で、目的の情報をなかなか見つけられないとき
- Q24 自分が使用しているブラウザに対応していないため、web サイトを閲覧できないとき
- Q25 気分が悪くなるような文章や画像を目にしたとき
- Q26 むやみに Flash を使用している web ページを見たとき (Flash: 音声や動画を表示する手法の1つ)
- Q27 突然、音声や音楽が鳴り出したとき
- Q28 ソフトウェアの更新などの知らせが突然表示されたとき
- Q29 ポップアップ広告が大量に表示されたとき
- Q30 バナー広告 が大量に表示される web ページを見たとき (バナー広告: web ページの上部などに表示されている広告のこと)
- Q31 サイズの小さい文字を読むとき
- Q32 内容が多く縦に長くなっている web ページを読むとき
- Q33 スクロールを繰り返して文書を読むとき
- Q34 必要なパスワードを忘れたとき
- Q35 長い URL (web サイトのアドレス) を入力するとき
- Q36 ID やパスワードの入力を求められたとき
- Q37 個人情報を登録するときに、入力する項目が多いとき
- Q38 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須項目に含まれていたとき
- Q39 キーボードで、打ちにくい位置にあるキーを打つとき
- Q40 マウスのポインタ(矢印)が思いどおりに動かないとき
- Q41 あるソフトウェアを使用するために、他のソフトウェアなどをインストールする必要が出てきたとき
- Q42 漢字変換が思いどおりに行われないうち
- Q43 ワードプロソフトなどの機能で、入力した文章が自動で変更されるとき
- Q44 ソフトウェアの使い方が分かりにくいとき
- Q45 複数のウィンドウが重なり、目的のウィンドウを探す必要があるとき
- Q46 使用したいソフトウェアやファイルがなかなか見つからないとき

(平成 22 年 4 月 19 日受付)

(平成 22 年 10 月 4 日採録)



藤原 康宏 (正会員)

平成 5 年神戸大学教育学部卒業。平成 7 年同大学大学院教育学研究科修士課程修了。平成 19 年総合研究大学院大学文化科学研究科博士課程修了。博士(学術)。平成 10 年岩手県立大学ソフトウェア情報学部講師を経て、平成 22 年より准教授。現在に至る。情報セキュリティにおけるトラスト、教育工学(教育評価, e ラーニング)の研究に従事。電子情報通信学会, 日本教育工学会, 日本行動計量学会, 教育システム情報学会, 日本教育学会, 日本テスト学会, IEEE, ACM 各会員。



村山 優子 (正会員)

津田塾大学学芸学部数学科卒業。三菱銀行および横河ヒューレット・パッカー社に勤務。昭和 59 年 University College London 大学院理学部計測機科学科修士課程修了。平成 2 年同大学院博士課程修了。Ph.D.(ロンドン大学)。慶應義塾大学環境情報学部非常勤講師を経て、平成 6 年 4 月より広島市立大学情報科学部情報工学科講師, 平成 10 年 4 月より岩手県立大学ソフトウェア情報学部助教授。平成 14 年 4 月より教授。現在に至る。インターネット, トラストおよび安心の研究に従事。IEEE, ACM, 電子情報通信学会, 映像情報メディア学会, 日本 OR 学会, 情報知識学会各会員。