

情報セキュリティ技術に対する安心感要因の考察

日景 奈津子† 村山 優子†

†岩手県立大学大学院 ソフトウェア情報学研究所

n.hikage@comm.soft.iwate-pu.ac.jp, murayama@iwate-pu.ac.jp

あらまし 本研究では、質問紙を用いて安心感についての意識調査を実施し、情報セキュリティ技術に対する利用者の安心感要因について整理した。425名の回答データを用いて探索的因子分析および共分散構造分析による分析を行った結果、計6因子を安心感要因として抽出した。同時に、利用者の安心感には認知的な側面と主観的な側面があることの妥当性を検証し、新たな安心感の構造を示した。

Discussion on factor affecting a sense of security for information security

Natsuko Hikage† Yuko Murayama†

†Graduate school of software and information science, Iwate Prefectural University

Abstract In this research, we conducted a questionnaire survey about the sense of security. Results using exploratory factor analysis and structural equation modeling (SEM) showed six factors contribute to the sense of security. Furthermore, structure of the sense of security has the cognitive dimension and the emotional dimension, then verified the validity.

1 はじめに

近年、情報セキュリティ分野において安全と安心を取り上げる議論が多く見られる。そこでは安全な技術を提供すれば利用者は安心できるという論理の下で研究が進められてきた。しかし、技術の安全性を確保するための議論に主眼が置かれ、利用者の心理的な安心感については軽視されがちである。

そこで本研究では、利用者の観点から見た情報セキュリティ技術に対する安心感の潜在的な要因を解明し、その構造を明確化するとともに、安心感を定量的に評価するための計測モデルの構築を目指す。心理的な安心感要因を把握することにより、ネットワークを基盤とする環境でのセキュリティ技術と利用者が考えている安心感についての関係を明らかにし、安心して利用できるセキュリティシステムの構築に役立てることを目的としている。

本稿では、質問紙を用いた安心感に関する意識調査の結果について報告するとともに、因子分析により抽出した安心感要因の考察を行う。

2 安心感要因に関する調査実験

2.1 自由記述調査

筆者らは2006年7月に、先行調査としてユーザ調査実験を実施した[1]。その中で、安心感要因を抽出する目的で、独自に作成した計27項目からなる質問紙票を用いて調査を実施した。しかし、質問項目の妥当性については検証が不十分であったことから、先行調査で使用した質問紙票の改良を行う必要があった。そこで、同調査において、人々が情報セキュリティ技術に対する安心感についてどのように感じているかを尋ねた自由記述欄の意見を整理し、それらの意見を踏まえた上で新たに質問紙の構成を検討した。

調査内容は、「あなたがインターネットを介して利用するサービスやアプリケーションのセキュリティに関する事柄について、そのサービスやアプリケーションを利用するかどうかを判断したり、また利用するときに“安心だ”と思う理由や根拠になってい

表 1: 社会的信用に関する内容

	記述内容
会社の能力に対する期待	<ul style="list-style-type: none"> ・大手だから、何かあっても多少保証してくれるかもしれないと思う ・大手で有名である ・万が一情報漏洩してもしっかりとした保証がある ・実店舗のある会社はかたちがあるので安心できる (他 8 件)
知名度・利用者数・評判	<ul style="list-style-type: none"> ・多くの人が使って多くの人が不便を感じていなさそうであれば安心だと思う ・そのサービスやアプリケーションを提供する会社の名前が、よく耳にするような大きく有名な会社であれば安心だと思う ・誰でも知っているようなサイトなら安心して利用できる ・ユーザーがたくさんいる ・有名なソフトは安全だと思う ・ネット上での評価がよいもの ・サービスやアプリケーションを提供している会社の知名度 (他 8 件)

表 2: 技術的対策に関する内容

	記述内容
暗号化	<ul style="list-style-type: none"> ・SSL が働いていればいいと思っている ・暗号化を行っているサイトを安心と感じる ・SSL 通信を保証し、かつデジタル証明が施されていればある程度信頼ができると思う ・個人情報を入力するとき「鍵マーク」が出ないと絶対入力しないし、あったら安心できる (他 4 件)
ウイルス対策ソフト	<ul style="list-style-type: none"> ・ウイルスソフトが入っていること ・ウイルスソフトを入れているから、低リスクなアドウェアやスパムはともかく、致命的な被害をもたらすウイルスは防いでくれるだろうと思っている ・パソコンに入れたウイルス対策ソフトに任せていれば良いと思っている (他 6 件)
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・パスワードやIDなどで個人認証をしていること ・画像認証の仕組みがあること (他 6 件)

ることを、自由に記述してください」という問いを設定し、自由に意見を回答させた。対象は、ソフトウェア情報学部の学生 122 名である。122 名の回答者のうち、有効回答数は 90 件であった。無効回答の内訳は、「よくわからない」「特になし」等が 7 件、残りの 25 件は無記入であった。得られた有効回答を次のように整理した。

- 最も多かった回答は、社会的信用を根拠にした記述であり、計 27 件の意見が挙げられた。サービスやアプリケーションを提供する側（会社）が大手であることや、実績があること、万が一トラブルがあっても保証してくれること等、会社の能力に対する期待と解釈できる意見が計 12 件あった。また、知名度や評判、ユーザー数が多いこと等が 15 件あった。主要な意見を表 1 に示す。
- 続いて多かった回答が、技術的対策を根拠にした記述であり、計 25 件の意見が挙げられた。主要な意見を表 2 に示す。暗号化や SSL 等、具体的な安全対策についての意見が 8 件、ウイルス対策ソフトについての意見が 9 件、認証

の仕組みがあること等が 8 件あった。

- 社会的信用と技術的対策を根拠にした記述に次いで、多く挙げられた意見を表 3 に示す。情報提示の方法やセキュリティポリシーに関する意見が計 10 件、知人や家族のすすめを理由にした意見が 4 件、安心できるかどうかに関わらず必要であれば利用するといった意見やリスクがあることを全体として利用しているといった意見が 4 件、安心していないといった意見が 6 件挙げられた。

以上の結果、得られた意見を踏まえた上で、2006 年 7 月に実施した調査実験 [1] で使用した設問項目について以下のように改良した。

表 1 の社会的を根拠とした意見の中には、事前に作成した質問紙の内容と同等の意見の他、「万が一情報漏えいしても保証がある」といった意見に代表されるように、システムを提供する側の保証能力や安全管理能力を問う意見が挙げられた。このことから、システムを提供する側の保証能力や安全管理能力に関連する項目を数問追加した。

表 2 の技術的対策を根拠とした意見の中には、暗

表 3: 情報提示方法, 必要度合い等に関する内容

	記述内容
情報提示の仕方 (わかりやすさ・親切さ)	<ul style="list-style-type: none"> ・サービス提供元のサイトデザイン ・その会社のウェブページがしっかりしているかどうか ・プライバシーポリシーがしっかりしている ・使い勝手が良く分かりやすく, 信頼性が高いもの ・見た目など ・サービス提供者, 運営者がきちんと提示されていること (他 4 件)
知人や家族のすすめ	<ul style="list-style-type: none"> ・信頼できる人から進められる ・友人, 家族等の自分がよく知っており信頼できる人が良いと言ってくれたサービスは, 教えてもらった人が信頼できるので安心だと思う ・技術的かつ人間的に信頼できる人から薦められたものであれば安心 (他 1 件)
必要度合い	<ul style="list-style-type: none"> ・どれくらい必要かどうか ・自分が必要としているものであれば利用している (他 2 件)
安心していない	<ul style="list-style-type: none"> ・あまりそのようなことを意識して使っていない ・基本的に安心できるものなどないと思っている ・安心してない (他 3 件)

号化やSSL, ウィルス対策ソフト, 認証等の専門用語を含む特定の技術についての意見が多く挙げられた。しかし, 本調査で回答に協力を依頼する被験者は, 必ずしもこのような専門知識を有している被験者とは限らないため, 理解が困難であると予想される専門用語は極力含めないように質問項目を改良した。

表 3 では, 知人や家族のすすめを理由とした意見があったことから, 「自分の知人や家族が使っていたので, 安心だ」といった項目を数問作成した。また, 社会的信用や技術的対策に関係なく, 自分の経験や趣味嗜好を考慮した意見を数問作成した。

以上の検討の結果, 最終的に計 35 項目を本調査で使用する質問項目とした。

2.2 調査方法

先行調査の結果を踏まえて, 安心感の潜在的要因を把握するための本調査を実施した。質問紙調査は次のとおり実施した。

調査日時 2006 年 10 月 30 日～2006 年 11 月 15 日

手続き 学部 1～4 年次対象の複数の講義時間内で, 集合調査を実施した。事前に担当教員と受講学生の了解を得た上で調査用紙を配布し, 15 分程度の回答時間を設け, その場で回収した。

被験者 ソフトウェア情報学部 320 名, 短期大学部国際文化学科 51 名, 総合政策学部 30 名, 社会福祉学部 27 名, 看護学部 24 名の学生計 452 名に回答を依頼した。全ての被験者は情報処理に関する基礎教養科目を履修済みであり, 日常的にインターネットを利用している。

回収票 452 名のデータのうち, 記入漏れ等の無効票を除いた 425 件を分析に用いる有効票とした。425 件の内訳は, ソフトウェア情報学部 307 名, 短期大学部国際文化学科 46 名, 総合政策学部 25 名, 社会福祉学部 26 名, 看護学部 21 名であった。また, 平均年齢は 19.45 歳 (18 歳～36 歳) であった。

調査内容 前節で検討した 35 の設問項目が安心感の根拠や理由として納得できるかどうかについて, 非常にそう思う (7 点)～まったくそうは思わない (1 点) の 7 段階で評定を求めた。状況設定としては, 具体的な場面を想像し易いように, 「普段パソコンや携帯電話を使って, インターネットで情報検索したり, 何かのサービスやシステムを利用するにあたって, 個人を特定する情報 (あなたのお名前, 住所, 電話番号, 銀行口座番号, クレジットカード番号等) を入力するような場面」での安心感について尋ねた。

2.3 因子分析

安心感の因子構造を把握するため, 全 35 項目を用いて探索的因子分析を実施した。分析には統計解析ソフトウェアである SPSS 14.0J for Windows¹を使用した。因子の抽出には最尤法を用いた。分析の結果, 初期解の固有値が 1 以上の基準で 6 因子が抽出可能であることを確認した。また, 固有値の減衰

¹エス・ピー・エス・エス株式会社
<http://www.spss.co.jp/product/spss/base.html>

表 4: 最尤法, 因子数 6, Promax 回転後の因子パターン行列 (N=425)

変数	I	II	III	IV	V	VI
A13 安全性がきちんと確保されている	0.942	0.058	-0.072	-0.002	0.009	-0.067
A15 安全性対策には十分な配慮がなされている	0.924	0.042	0.094	-0.042	-0.026	-0.196
A14 安全であることを実感できる	0.839	-0.063	0.124	-0.001	0.035	-0.107
A07 適切な個人情報管理対策が実施されている	0.705	0.013	0.055	-0.041	-0.050	0.097
A08 入力した個人情報は適切に管理され、外部に漏洩することは決してない	0.619	-0.048	-0.082	-0.090	0.000	0.225
A10 何かトラブルがあっても確実な保証がある	0.584	-0.040	-0.062	0.140	-0.079	0.196
A12 何かトラブルがあってもシステムが支援してくれる	0.498	0.024	-0.152	0.084	0.214	0.141
A25 システムの操作性が優れている	-0.059	1.086	-0.115	0.019	-0.076	0.015
A24 システムが使いやすい	-0.026	0.957	-0.081	-0.017	0.043	-0.035
A26 操作方法の説明が丁寧で、親切的な印象をうける	0.037	0.720	0.050	0.007	-0.005	0.072
A27 わずらわしい作業が少なく、簡単に利用できる	0.076	0.490	0.108	0.024	0.101	0.047
A28 ぱっと見て受けた印象で、説明や情報量が適切である	0.092	0.456	0.267	0.064	0.086	-0.087
A29 いつも利用しているので使い慣れている	-0.045	0.025	0.883	0.084	-0.063	-0.112
A30 いつも利用しているので経験上心配はない	0.062	-0.107	0.853	0.061	-0.055	0.000
A33 具体的な根拠はないが、何となく気に入っている	-0.208	0.056	0.462	-0.075	0.218	0.237
A31 自分の知人や家族が使っていたので、安心だ	0.114	0.024	0.454	-0.156	0.035	0.201
A35 自分の趣味や嗜好に合っている	-0.057	0.192	0.435	0.020	0.130	0.042
A34 親切的な対応やサービスに好感が持てる	0.125	0.254	0.392	0.027	0.048	0.013
A18 自分は情報技術についてよく知っているほうだ	-0.076	0.016	-0.054	0.899	0.061	0.075
A16 自分はシステムの仕組みについてある程度理解している	0.159	-0.038	-0.017	0.723	0.005	-0.069
A19 自分はどんなリスクや脅威があるか理解をした上で利用している	-0.093	0.076	0.095	0.688	-0.100	-0.093
A17 自分はセキュリティ対策をしているので大丈夫だ	0.041	-0.014	0.098	0.680	-0.006	0.106
A22 システムのデザインが魅力的だ	0.026	-0.022	0.013	-0.004	1.002	-0.038
A23 システムのデザインのレイアウトや色使いがきれいだ	0.021	0.177	-0.050	-0.038	0.836	-0.049
A21 システムのデザインに親しみがもてる	-0.049	0.157	0.027	0.004	0.785	-0.002
A04 サービスを提供する事業主や会社は利用者を裏切るはずはない	-0.014	-0.019	0.010	0.024	-0.046	0.847
A05 サービスを提供する事業主や会社は善意に基づいている	-0.040	0.023	-0.013	0.050	0.001	0.782
A06 大手の会社や事業主が提供するシステムやサービスは安心である	0.150	0.088	0.062	-0.166	-0.052	0.513
A11 何かトラブルがあってもシステムが回復すれば大丈夫だ	0.281	-0.111	-0.105	0.102	0.134	0.414
A03 サービスを提供する事業主や会社は確かな能力や実績がある	0.256	0.087	0.099	-0.013	-0.170	0.372
固有値	10.239	3.781	2.372	1.385	1.366	1.056
寄与率 (%)	35.306	13.038	8.179	4.777	4.709	3.641
累積寄与率 (%)	35.306	48.344	56.523	61.300	66.009	69.650

状況も第 6 因子と第 7 因子間に大きな変化が見られたことから、因子の解釈可能性も考慮した上で最終的に 6 因子解を採用した。因子数を 6 に固定した上で最尤法および Promax 回転による因子分析を実行した。その結果、いずれの因子にも 0.35 以上の負荷量を示さなかった項目や複数の因子に 0.35 以上の同等の負荷量を示した項目計 6 項目を除き、最終的に計 29 項目から 6 因子を抽出した。Promax 回転前の 6 因子で 29 項目の全分散を説明する割合である累積寄与率は 69.65%であった。Promax 回転後の因子パターン行列を表 4 に示す。

因子の解釈について以下のように検討した。第 1 因子は、セキュリティ技術の安全性に関する項目に高い負荷量を示していることから、「セキュリティ技術因子」と命名した。第 2 因子は、システムの操作性や使いやすさに関する項目に高い負荷量を示していることから、「ユーザビリティ因子」と命名した。第 3 因子は、ユーザ自身の経験に基づく安心感に関

する項目に高い負荷量を示していることから、「経験因子」と命名した。第 4 因子は、デザインに対するユーザの趣味嗜好に関する項目に高い負荷量を示していることから、「プリファランス因子」と命名した。第 5 因子は、セキュリティ技術やリスクに対する理解に関する項目に高い負荷量を示していることから「知識因子」と命名した。第 6 因子は、サービスやシステム提供者の社会的信用に関する項目に高い負荷量を示していることから「信用因子」と命名した。

各因子の内的整合性を確認するため、信頼性係数アルファを算出したところ、第 1 因子の 7 項目で $\alpha = 0.90$ 、第 2 因子の 5 項目で $\alpha = 0.91$ 、第 3 因子の 6 項目で $\alpha = 0.85$ 、第 4 因子の 4 項目で $\alpha = 0.84$ 、第 5 因子の 3 項目で $\alpha = 0.95$ 、第 6 因子の 5 項目で $\alpha = 0.79$ が得られた。以上の結果から、因子構造の明確さおよび信頼性の高さは十分に示された。

2.4 考察

抽出された6つの因子は、主観的な要因と認知的な要因が混在している点が見受けられる。第1因子のセキュリティ技術因子は、サービスやシステムの安全対策能力や保証能力を表す項目であり、認知的な評価である。インタフェースを介した印象については、第2因子のユーザビリティ因子と第4因子のプリファランス因子があるが、前者が操作性や設計の親切さを表す項目であるのに対し、後者はデザインに対する好みや親しみやすさなど、より主観的である。また、第5因子の知識因子は、コンピュータリテラシの程度や、リスクや脅威に対する認知を表す項目であるが、その根拠は自身の主観的知識に基づくものである。第6因子の信用因子に含まれる項目は、設問のA04やA05に代表されるように、相手に対する認知の結果である。以上の考察から、抽出された6因子は、(Cognitive-Based Assessment)と主観的評価(Emotional-Based Assessment)の2つの性質に分類できるといえる。

3 共分散構造分析による検証

本節では、前節で示した安心感構造の仮説について、共分散構造分析を用いて妥当性の検証を試みる。本研究ではモデルの妥当性検証の手法として共分散構造分析を採用した。共分散構造分析(Structural Equation Modeling)とは、ある事象に対する因果モデルを設定し、その仮説の妥当性を検討するための統計的手法である[2]。

本研究では、前節で考察した仮説に基づいて分類した、安心感の認知的側面であるセキュリティ技術因子、信用因子、ユーザビリティ因子の3因子間、および主観的側面であるプリファランス因子、経験因子、知識因子の3因子間において、それぞれ中程度の相関が見られたことから、その背後に高次因子を仮定した因果モデルを構築した。通常、因子分析は複数の観測変数によって各因子が計測されるが、因子の背後にさらに因子を仮定するような2段階の因子構造を測定することを高次の因子分析とよぶ[2]。6つの因子のそれぞれに高い負荷量を示す上位3項目を選定し、これらをSEMに用いる観測変数とした。分析には共分散構造分析ソフトウェアであるAmos5.0J²を使用した。構築した高次因子モデルと解析結果を図1、図2および表5に示す。

分析の結果、高次因子から下位の3因子へのパス

係数はいずれも十分に高い値を示しており、有意水準0.1%で有意である。モデルの受容の基準となる適合度指標についても、受容の基準³を満たしており、いずれの指標についても良好であった。これらの結果は、3因子の背後にそれぞれ総合的な高次因子を考えることの妥当性を示しているといえる。

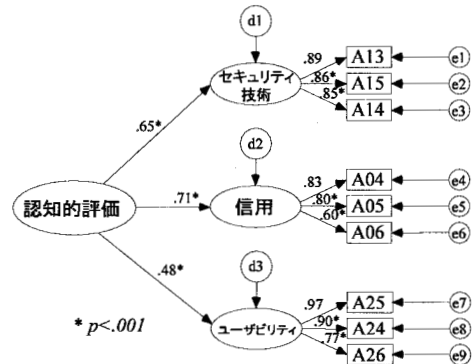


図1: 認知的評価に基づく安心感についての2次の因子モデル(モデル1)

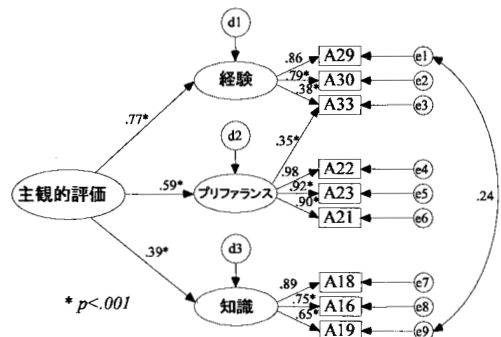


図2: 主観的評価に基づく安心感についての2次の因子モデル(モデル2)

表5: モデル1および2の適合度指標

適合度指標	GFI	CFI	RMSEA
モデル1(図1)	0.974	0.987	0.055
モデル2(図2)	0.978	0.991	0.047

³GFIおよびAGFIは1に近いほどモデルの当てはまりが良好とされ、.9以上であることを基準としている[2]。また、RMSEAは.08以下で良好と判断する[2]。

²エス・ピー・エス・エス株式会社
<http://www.spss.co.jp/product/amos/amos.html>

4 安心度の定式化の試み

本研究では、抽出された6因子を安心感要因と捉え、それらの要因に対する主観評価値から成る安心度を計測するための手法を検討した。

コンピュータシステムに対する利用者の主観評価については、1980年代から90年代前半にかけて満足度の主観評価尺度を中心に開発が進められた(例えば文献[4])。それらは主に、満足度の要因分析が主な研究対象であり、定量化モデルや定量化手法に関する研究は多くない。一方、国内では力ら[3]が、情報システムの顧客満足度計測モデルについて提案している。それによると、情報システムに対する事前の評価値である「顧客から見た価値」と「顧客の期待値」との比較結果を、顧客満足度として捉える計測モデルを提案している。本研究では、安心度の定式化を試みるにあたって、満足度に関する既存研究を参考にした上で、安心度を図3のように捉える。

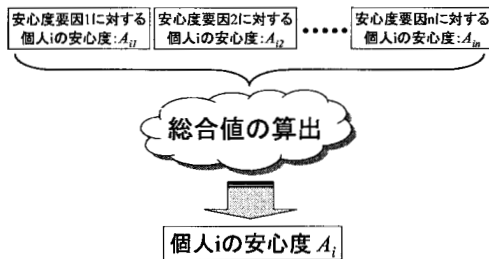


図 3: 計測モデル

評価対象となるセキュリティシステムが、利用者の安心感に影響を与える諸要因が存在するとき、それらの要因に対する安心度の総合得点を総合的な安心度と捉える。すなわち、安心度は次式で表される。

$$A_i = \sum_{j=1}^n R_{ij} W_{ij}$$

利用者*i*の安心度*A_i*は、*n*個の安心感要因が存在するとき、各々の安心感要因*j*に対する評定値*R_{ij}*と、それに対する重要度の重み付け*W_{ij}*との積の総和と考える。このとき、各要因に対する重要度の重み付けについては、その要因が利用者にとって、どの程度重要であるかについて、数段階の評定尺度を用いて回答させた評定値を用いる。

「安心感」は利用者の主観的な考えや判断基準に依存するため、人間の感情や感覚を測定することが可能な、アンケート方式による調査を基本とした心

理的測定法[5]を適用するのが望ましいと考える。例えば、前述した力らの既存研究[3]では、心理学的測定法の一つである対比較法とAHP法(Analytic Hierarchy Process)による満足度の計測方法を提案している。今後、質問紙尺度の開発を視野に入れ、評価指標および計測手法についての検討を進める予定である。

5 まとめ

本研究では、情報セキュリティ技術に対する利用者の安心感の構造を明確化するため、質問紙を用いた調査実験を実施した。安心感要因として抽出された因子は、認知的な側面を持つセキュリティ技術因子、ユーザビリティ因子、信用因子、および主観的な側面を持つ経験因子、プリファランス因子、知識因子に分類できることを確認し、共分散構造分析を用いてその妥当性を示した。

謝辞 本研究は、科学技術振興機構(JST)の戦略的国際科学技術協力推進事業の助成を受けている。本研究に際し多大なるご指導を頂いた、共同研究者であるワシントン州立大学のCarl Hauser先生、岩手県立大学のBasabi Chakraborty先生、後藤幸功先生、瀬川典久先生、東京工科大学の宇田隆哉先生に感謝します。因子分析および共分散構造分析についてご助言を頂いた国立情報学研究所の岡田仁志先生ならびに上田昌史先生に感謝します。また、本研究に際し有益なご助言を頂きました応用セキュリティフォーラム(ASF)の皆様に感謝します。

参考文献

- [1] 日景奈津子, 村山優子: 安心感の定量的評価モデルに関する因子分析的検討, コンピュータセキュリティシンポジウム(CSS2006)論文集, pp.191-196 (2006).
- [2] 山本嘉一郎, 小野寺孝義: AMOSによる共分散構造分析と解析事例[第二版], ナカニシヤ出版(2002).
- [3] 力利則, 藤野喜一: 情報システムの顧客満足度計測モデルと計測方法についての研究, 情報処理学会論文誌, Vol. 38, No. 4, pp. 891-903 (1997).
- [4] Bailey, J. E. and Pearson, S.: Development of a Tool for Measuring and Analyzing Computer User Satisfaction, *Management Science*, Vol. 29, No. 5, pp. 530-545 (1983).
- [5] 田中良久: 心理学的測定法 第二版, 東京大学出版会(1977).