

# コンピュータウイルス感染下におけるリスク認知と行動分析に基づくウイルス対策に関する研究

代表研究者	吉 開 範 章	日本大学・理工学部・教授
共同研究者	栗 野 俊 一	日本大学・理工学部・専任講師
共同研究者	山 岸 俊 男	玉川大学・脳科学研究所・教授

## 1 概要

インターネットの利用者にとって情報セキュリティ対策は、安全で快適な環境でインターネットを利用するために必要不可欠な施策である。現在のセキュリティ対策では、個人がコンピュータウイルスのリスクを認知し、実際に対策を実行することを前提に、システム設計がなされている。しかし、現実では感染していても、対策行動を取らない現象がみられる。また情報セキュリティに関する心理学的研究が進んでいない。そこで、ウイルス感染時のインターネット利用者の行動現象を、社会心理学と IT を用いた手段によって情報セキュリティ対策を検討することを考え、コンピュータウイルスに擬似感染させる環境を構築し、一般の人を対象とした心理学実験を Web アンケートと共に行った。脅威の大きさと対処の方法を提示して対処行動の実行を促す脅威アピール説得の有効性を検討した。有効性を判断する為に、ウイルスの脅威に関する資料と対処行動に関する資料を提示して対処行動実行意図の向上が見られる事を確認する必要がある。実験参加者がウイルスの脅威を提示されたとき、脅威の深刻さおよび生起確率をどれだけ認知するかを把握することが重要となるため、脅威資料の効果を調べる調査を行った。コンピュータウイルスの脅威に関する資料の認知効果に、個人の特性が影響を与えると仮定し、個人特性と、資料を読んだ際の認知効果との相関関係について検討した。その結果、ウイルス感染経験がある PC 習熟度の高いユーザであれば、ウイルスの脅威を強調した際、脅威のリスク（深刻さや生起確率）を正しく認知することができるが、該当者の一番多い PC 習熟度が中級者レベルのユーザは脅威資料の内容を高習熟の協力者たちと同程度に理解しているにも関わらず脅威の大きさを正しく認知できず、脅威アピール説得による情報セキュリティ対策が有効でない可能性が示された。

## 2 調査方法の概要

個人が情報セキュリティの脅威についての情報を与えられた際の認知内容及び、それに基づく行動について、Web を用いたアンケート調査を行った。次に、Web アンケートの仮想的な状況で対策意欲を示しても、その対策意志と実施実行にはギャップが存在していることが想定できることから、Web アンケートだけではなく、実験環境下での行動観察も行った。アンケート調査は Web アンケートを用いたインターネット調査にて行った。インターネット調査を用いた理由としては、本調査のテーマがウイルス感染であり、インターネットを利用している人々を効率的に抽出する必要があったためである。調査期間は 2 日間で、総回答数は 2266 人（男性 1162 人、女性 1104 人）であった。年齢は 20 歳から 60 歳まで、ほぼ均等に分布している。

実験協力者は、アンケート回答者の中から、ウイルス感染経験の有無、及び対策実施の意志の有無を基本パラメータとして、107 名を抽出した。3 名または、2 名 1 組を基本単位として、実験を実施した。

## 3 分析の結果

### 3-1 脅威資料提示時の認知効果の比較調査

Web アンケート調査で用意した 2 種類の「ポットウイルスについての脅威資料」の認知効果を確認するために、高脅威資料を提示した群と低脅威資料を提示した群との間で、脅威認知の要因である「深刻さ認知」と「生起確率認知」それぞれの得点を比較した。その結果、第 1 実験の分析時と同様に低脅威群のほうが有意に「深刻さ認知」が高い値を示した。「生起確率認知」においては、高脅威資料の認知効果の方が高い傾向が表れたが、有意差は表れなかった。つまり、脅威資料の認知効果を正常に認知させることは出来ないという結果が表れた。このような調査結果が表れた原因は、両脅威資料間の認知効果の比較調査を、個人の特性による影響を考えずに検証してきたことにあると考えられる。そこで、認知効果に影響を与える個人の特性が存在すると仮定し、次の調査を行った。

### 3-2 習熟度別での脅威認知効果の比較調査

#### (1) 習熟度の分類と各習熟レベル間の検定

この調査では、「深刻さ認知」の質問項目と「生起確率認知」の質問項目、PC 習熟度の質問項目、そして「PC 習熟度」の回答者を分類した際、各習熟レベルのスキルの大きさに有意な差があるか確かめる為に必要な「メディア操作スキル」の質問項目群、計4つの質問項目の回答を用いることとした。PC 習熟度の質問で「1: パソコンを自分で組み立てたり、トラブルが起きても自分で解決できたりするレベルである」と回答した協力者を「高習熟(上級者レベル)」、「2: 必要なソフトウェアをインストールして使ったり、パソコンの設定を変えて使ったりすることができるレベルである」あるいは「3: メールを使ったり、ホームページを閲覧したり、文章を書いたりすることができるレベルである」と回答した協力者を「中習熟(一般的なレベル)」、そして「4: パソコンの簡単な操作しかわからないレベルである」と回答した協力者を「低習熟(初心者レベル)」とする。次に、「高習熟」、「中習熟」、「低習熟」の3習熟はアンケートの回答項目で分類しているだけであり、実際にどれだけ習熟度が異なるかを示していない。そこで、アンケート回答者のメディア操作スキルを問う質問項目群の回答を基に算出した得点を用いて、3種の習熟レベル間でスキルの高さが有意に異なる事を検討した。分析には、3群の平均値の差の検定で一般的に用いられる一要因分散分析[8]を用いた。一要因分散分析によって、習熟レベルとメディア操作スキル得点間に有意差がある事を示すことが出来るが、各習熟レベルのうち、どの習熟レベル間に有意差があるかまでは示すことが出来ない。そのため、事後比較として、テューキーの方法[8]を用いて、各習熟レベル間の有意差も検定した。各習熟レベルのメディア操作スキル得点は下記の通りである(表1)。習熟レベルとメディア操作スキル得点との間の関連性について分析を行った所、有意差が表れた。

表1 習熟レベルごとのメディア操作スキル得点の平均

	メディア操作スキル得点の平均
高習熟	15.73
中習熟	19.92
低習熟	28.06

※得点が低いほどスキルが高い

次に、テューキーの方法による事後比較により、「高習熟中習熟間」、「中習熟低習熟間」、「高習熟低習熟間」の3習熟レベル間の有意差も検定した結果、すべて有意差が表れた。そのため、高習熟・中習熟・低習熟の各習熟レベル間でメディア操作スキル得点が有意に異なることがわかった。

#### (2) 習熟度別での脅威認知効果の比較調査

脅威資料の認知効果を正常に認知出来ない原因が、PC 習熟度に関係していることを調べる為に、習熟度別で協力者を分類し、脅威資料の認知効果の比較調査を行った。

各習熟レベルに対して、高脅威資料を読んだ協力者と低脅威資料を読んだ協力者との間で脅威認知の認知効果の分析を行い、低脅威資料よりも高脅威資料の認知効果の方が有意に高い結果が表れれば、そのレベルの群は脅威の大きさを正しく認知できることになる。そこで「高習熟」は『両認知共に高脅威資料の効果の方が有意に高い結果』、「中習熟」においては『両認知共に有意でなくとも、高脅威資料の効果の方が高い傾向』、「低習熟」では『両認知共に脅威資料の効果が確認できない結果が表れる』と仮説を立てて分析を行った。

その結果、「高習熟」の生起確率認知において仮説通り、高脅威資料の効果の方が有意に高くなり( $p < 0.05$ )、深刻さ認知では高脅威資料の効果の方が高い傾向が表れたが、有意な差は表れなかった( $p > 0.05$ )。「中習熟」では仮説と異なり、深刻さ認知において低脅威資料の効果の方が有意に高く( $p < 0.05$ )、生起確率認知では有意な差は表れなかった( $p > 0.05$ )。「低習熟」では、どちらの認知も高脅威資料の効果の方が高い傾向がみられたが、有意な差は表れなかった(深刻さ認知: $p > 0.05$ 、生起確率認知: $p > 0.05$ )。

#### (3) 考察

「高習熟」の協力者は、仮説通り、両認知共に高脅威資料の効果の方が高い傾向が表れたが、有意な結果が表れたのは生起確率認知のみであった。しかし、有意水準に近い値を示していたため、習熟度別で分類するだけでなく、認知効果に影響を与えると考えられる新たな個人の特性を分類条件に加えて、再調査を行う必要性が分かった。

「中習熟」では、深刻さ認知において低脅威認知の認知効果の方が有意に高く、生起確率認知では有意差が

表れなかった。つまり、高習熟の協力者が脅威の認知効果を正常に認知出来る傾向が表れた脅威資料を用いたのにもかかわらず、中習熟の協力者は、低脅威資料に強い脅威を感じ、高脅威資料にあまり脅威を感じていない結果が表れた。そのため、「高習熟」と「中習熟」との協力者間の資料内容の理解度に差があると考えられる。「低習熟」で両認知共に認知効果の比較調査で有意差が表れなかったのは、資料の内容の理解度が低く、伝えようとした脅威の情報が伝えきれていないことが原因であると考えられる。

### 3-3 感染経験も考慮した習熟度別での資料の理解度得点の分析と考察

この分析には、「PC 習熟度」の質問項目、脅威資料の内容をどれだけ理解できていたかを問う「理解度得点」の質問項目群を用いる事とする。習熟度別の脅威認知効果の調査にて「中習熟」では、深刻さ認知において低脅威認知の認知効果の方が有意に高く、生起確率認知に有意差は表れなかった。合わせて「低習熟」では、脅威資料間の操作は働いており、高脅威資料の効果の方が高い傾向があるにもかかわらず、両認知効果共に有意差が表れなかった。

これらの原因が、脅威資料の内容を読んで理解しきれていない協力者たちの認知効果の低さにあると仮説を立てて、調査を行った。具体的には、『中習熟の協力者は、高習熟に比べて高脅威資料を読んだ協力者の理解度得点が低く、低脅威資料を読んだ協力者の理解度得点が高い』、『低習熟の協力者は高習熟(中習熟も含む)の理解度得点に比べて、両資料共に低い』という2つの仮説について検討した。検定方法はデータがノンパラメトリックの際の一要因分散分析であるクリスカル・ウォリス検定[8]を用いる。

ウイルス感染経験有無条件別に分類し、感染経験が有り高脅威資料を読んだ協力者を対象に、PC 習熟度間の資料の理解度の平均得点に対して、クリスカル・ウォリス検定を用いて比較を行った。その結果、「感染経験があり高脅威資料を読んだ協力者」にはPC 習熟度3群の理解度得点に有意差があり(p<0.05)、中習熟の協力者および高習熟の協力者の理解度は同程度の高さであることがわかった。その他、「感染経験がなく高脅威資料を読んだ協力者」、「感染経験があり低脅威資料を読んだ協力者」、「感染経験がなく低脅威資料を読んだ協力者」についても、すべて同様にPC 習熟度3群の理解度得点に有意差があり(p<0.05)、中習熟の協力者および高習熟の協力者の理解度は同程度の高さであることがわかった。この結果は、「中習熟」および「高習熟」の脅威資料の理解度は「低習熟」に比べて有意に高いことを示した。つまり1つ目の仮説は間違っており、中習熟で脅威資料の認知効果が逆転したのは、協力者の理解度の高低が原因ではないことがわかった。2つ目の仮説については、どちらの資料においても有意差が表れたため、仮説通り低習熟の協力者は高習熟および中習熟の理解度得点に比べて、両資料共に低いということがわかった。表2にPC 習熟度およびウイルス感染経験有無条件で分類した6群の理解度の平均値を示した。

表2 理解度の平均値

感染経験	有			無		
	高	中	低	高	中	低
PC習熟						
高脅威資料	3.90	4.05	2.87	3.80	3.93	3.08
低脅威資料	4.10	3.81	3.29	3.73	3.68	3.46

### 3-4 習熟度&感染経験別での脅威認知効果の比較調査と考察

ウイルス感染経験有無を分類条件に新たに加えた6群の条件下で、両脅威資料間の読み手が受け取る脅威資料の認知効果の比較調査を行った。

その結果、PC 習熟度が高習熟で感染経験のある協力者は、深刻さ認知で有意とまでは言えないが、高脅威資料の効果の方が高い傾向が表れ、生起確率認知では有意差が表れた(p<0.01)。PC 習熟度別で行った調査にて、高脅威資料の認知効果の方が高い傾向が表れた点は同じだが、PC 習熟度別より有意水準に近い値であった。しかし、高習熟でも感染経験の無い協力者には、深刻さ認知、生起確率認知どちらにも有意差が表れなかった。これらのことから、習熟度が高くウイルス感染経験のあるユーザは、脅威資料を用いて、脅威を正常に認知させられる可能性を示した。

次にPC 習熟度が中習熟で感染経験のある協力者は、深刻さ認知で、低脅威資料の効果の方が有意に高い結果が表れた。一方、生起確率認知では、有意差が表れなかった。PC 習熟が中習熟で感染経験のない協力者では、深刻さ認知において高脅威資料を低脅威資料より高く認知すると共に、生起確率認知では有意差が現れなかった。ただし、感染経験のある協力者の方が、感染経験の無い協力者よりも認知効果が有意に高い結果が、両方の脅威資料にて表れたことから、感染経験を積むことで認知効果が高まると考えられる。

PC 習熟が低習熟で感染経験のある協力者は、両脅威資料間の深刻さ認知、生起確率認知どちらにも有意差

が表れなかった。低習熟で感染経験のない協力者も、同様の結果が表れた。ただし、中習熟と同様に、感染経験のある協力者の方が、感染経験の無い協力者よりも認知効果が有意に高い結果が、両方の脅威資料で表れた。これらのことから、中習熟および低習熟のユーザは、脅威の大きさを認知させるために脅威資料を用いて説得を行うことが困難であるが、感染経験を積ませることで認知効果を高められると思われる。

これまでの検討について、以下に纏める。

高習熟で感染経験のある協力者は、脅威資料から脅威を正しく認知する傾向が表れた。その為、高習熟のユーザに対して、感染経験などの経験を積めば、従来通りの脅威アピール説得は有効と考えられる。

PC 習熟度が中習熟の協力者は、感染経験を考慮しても、脅威資料を用いて脅威を正しく認知させることが難しそうであるという結果が得られた。

PC 習熟度が低習熟の協力者は、資料の理解度が高習熟・中習熟に比べて有意に低く、脅威資料間の認知効果の比較調査にて有意差が表れなかった。その為、中習熟と同様に、低習熟のユーザに対して、脅威アピール説得を行うことが困難であることがわかった。ただし、高・中習熟同様、感染経験を積ませるものの有効性は示せた。

なお、各 PC 習熟度およびウイルス感染経験条件下での深刻さ認知の平均値および p 値を表 3 に示した。生起確率認知においても同様に表 4 に示した。

表 3 深刻さ認知の平均値および p 値

PC習熟	高習熟				中習熟				低習熟			
	有		無		有		無		有		無	
脅威資料	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低
平均値	3.00	2.67	2.72	2.61	2.85	2.91	2.68	2.66	2.87	2.86	2.70	2.58
p値	0.09		0.26		0.04 *		0.00 *		0.30		0.12	
	*p<0.05											

表 4 生起確率認知の平均値および p 値

PC習熟	高習熟				中習熟				低習熟			
	有		無		有		無		有		無	
脅威資料	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低	高	低
平均値	3.45	3.30	3.21	3.29	3.31	3.42	3.20	3.30	3.07	3.21	3.10	2.91
p値	0.00 *		0.19		0.21		0.30		0.49		0.22	
	*p<0.05											

### 3-5 脅威資料による説得効果の分析

これまでの分析結果から、ウイルス感染経験があり PC 習熟度が高い人であれば、脅威資料の認知効果がある可能性が示された。次に、脅威資料の認知効果がある協力者がウイルス感染時に、脅威アピール説得が有効であることを確認する必要がある。そこで、脅威認知の大きさと対処行動実行意図との関連についての分析を行った。

深刻さ認知の回答を基に、深刻さ認知の平均値よりも高い群を「深刻さ高認知群」、平均値より低い群を「深刻さ低認知群」とする。そして、脅威認知の大きさと対処行動実行意図との関連を調査する為に、深刻さ認知高低両群の対処行動実行意図得点の平均値の差の分析を、高習熟群の協力者に限定して行った。

生起確率認知においても同様に、「生起確率高認知群」と「生起確率低認知群」に分類し、両群の対処行動実行意図得点の平均値の差の検定を行った。各認知要因の対処行動意図得点を表 5 に示す。

その結果、生起確率認知でのみ、有意差が現われた。つまり PC 習熟度の高い人は、脅威資料を用いて生起確率認知を高めるほど、対処行動実行意図が高まり、説得効果があることが示された。

深刻さ認知で有意差が現われなかったのは、脅威資料による深刻さ認知の認知効果があると言い切れない結果が現われていたことが原因であると思われる。ただし、深刻さ認知の認知効果がある傾向は現れているため、脅威資料の改良により、深刻さ認知においても説得効果が現れるか検討する必要がある。

## 4 実験結果からの検証

ウイルス感染環境を疑似体験した際の行動を監視する心理学実験を行った。その行動結果を表 6 に示す。

なお、実験システム及び実験方法については、文献 (9) を参照願いたい。

高習熟群は、一定時間経過後に対策を行う協力者が最も多く、心理学実験後のアンケートの回答から対策するか否かよく考えたうえで行動していた。実際に脅威に直面した際、説得メッセージに従って対策を行った

ため、脅威アピール説得が有効であったといえる。そのため、今後習熟度の高い人がウイルスに感染した際、脅威の大きさを認知させることで、対処行動実行を期待できる。中習熟群は、アラートを見て、すぐに対策実行するヒトもいれば、いきなり退出するヒトまで、行動に一貫性が見られず、中には「説得メッセージが邪魔だ」といった、脅威内容と無関係の理由での対策も多かった。そのため、今後感染した際に、脅威アピール説得を試みても、対処行動を実行しない可能性があることがわかった。

表6 心理学実験による対処行動結果

	PC習熟度: 感染経験:	高習熟		中習熟		低習熟		計
		有	無	有	無	有	無	
行動内容	警告直後	2	1	20	10	0	1	34
	一定時間経過後	11	0	7	16	0	0	34
	操作制限後	2	1	4	1	0	0	8
	対策せず	0	0	3	0	0	0	3
	退出	3	0	9	11	0	1	24
	計	18	2	43	38	0	2	103

## 5 まとめと今後の課題

説得心理学を基礎にした情報セキュリティ対策を実現するために、今回は、脅威資料に関するヒトの認知効果について、アンケートと共に実験も交えて検討した。

PC 習熟度の違いと、感染経験の有無という個人の特性が、認知効果に影響を与えていると仮定し、条件ごとに6群に分類して脅威資料に与えられる脅威の認知効果の比較調査を行った。その結果、脅威資料から脅威を正常に認知出来るのは、高習熟で感染経験のある協力者だけであるという結果が得られた。つまり、従来通りの脅威アピール説得が有効であるのは感染経験を積んだ上級者レベルのユーザに限られる可能性が示された。中習熟および低習熟の協力者は、脅威資料から脅威を正常に認知出来ないという結果と、ウイルス感染経験のない協力者に比べて、感染経験のある協力者の認知効果の方が有意に高いという結果も得られた。つまり、一般的なレベルおよび初心者レベルのユーザに感染経験を積ませて認知効果を高めることは可能だが、脅威アピール説得で実際に対処行動実行を促すのは困難かもしれないということがわかった。

ただし、ウイルス感染の体験を実行できる環境を提供することで、ウイルス対策に対する意識を高め、脅威アピール説得を行う際の脅威を正常に認知出来るように改善できる可能性も十分にあると思われる。

今後は、脅威の認知効果を高めるための擬似ウイルス感染ツールの開発など、脅威の大きさを認知できない人たちに対する教育方法について検討していきたい。

具体的には、セキュリティ対策のeラーニング教育システム[10]において、個人プロファイル(例えば、PC 習熟度のレベルやウイルス感染経験の有無)に依存した教育コースの選択、あるいは使用コンテンツの作成段階においてへの考慮等が考えられる。

また、防護動機理論には、対処行動実行意図に影響を与える認知要因が脅威認知以外にも存在する。情報セキュリティ問題における脅威を対象として、各認知要因が対処行動実行意図に与える影響の大きさを分析し、脅威認知以上に効果的な認知要因が存在するか調査する必要がある。脅威認知以外の対処行動実行意図に影響を与える認知要因が存在し、その認知を刺激して、対処行動実行を促すという対策案について、既に検討を開始しているので、近い将来に発表する予定である。

### 【参考文献】

- [1] “サイバークリーンセンター活動実績”、<http://www.ccc.go.jp/report/201009/1009monthly.html>
- [2] 吉開、栗野、飯塚、神田、高橋、“集合知ゲームを用いた情報セキュリティ対策への意識調査に関する検討”、IPSJ 研究会報告 GN-79、no. 7、2011。
- [3] “リスク認知と実行に関する調査調査報告書”、2009
- [4] 小松、高木、吉開、松本：“情報セキュリティ対策を要請する説得メッセージによる態度変容の調査と実験”、IPSJ 論文誌、52(9)、pp. 2526-2536、2011
- [5] 内田勝也、矢竹清一郎、森貴男、山口健太郎、林華枝：情報セキュリティ心理学の提案、IPSJ 研究報告、CSEC、2007(16)、pp. 327-331、2007。
- [6] Frandsen, Effects of threat appeals and media of transmission, Speech Monographs, 30, pp. 101-104、

1963

- [7] Hewgill, Miller, Source credibility and response to fear-arousing communications, Speech Monographs, 32, pp. 95-101, 1965
- [8] 大門・吉川・手良;” Rによる統計解析ハンドブック”、メディカルパブリケーション、2010。
- [9] 栗野・吉開・高橋;” コンピュータウイルス感染体験実験法の提案と構築”、信学技報 vol. 112, no. 127, SITE2012-38, pp. 229-235, 2012年7月。
- [10] 川上・安田・佐々木;” 情報セキュリティ教育のためのeラーニング教材作成システムELSECの開発と評価”、情報処理学会論文誌 Vol. 52 no. 3 pp. 1266-1278 2011.

〈発表資料〉

題名	掲載誌・学会名等	発表年月
情報セキュリティにおける脅威資料への認知効果に関する実証的検討	電子情報通信学会技術研究報告(SITE)	2013年5月
コンピュータウイルス対策のための集団的防護動機モデルの提案	電子情報通信学会総合大会、基礎境界論文集	2013年3月
ACVSD 入力の効率化と信頼性の向上のためのイベント型データベースの研究	日本心臓血管外科学会雑誌	2013年1月
Individual responses to a computer virus threat	IEEE APSIT2012	2012年11月
コンピュータウイルス感染体験実験法の提案と構築	電子情報通信学会技術研究報告(SITE)	2012年7月
Personal profile for coping behavior in a virus infection situation	Proceeding of 26th AINA Workshop	2012年3月