

## 特別賞

# 情報セキュリティのための拡張性・柔軟性が高い eラーニングシステムの研究

東京電機大学大学院 未来科学研究科  
情報メディア学専攻 修士課程2年

川上 昌俊

## 1. はじめに

情報セキュリティに関する脅威には、マルウェアや不正アクセス、標的型攻撃など様々なものがある。そして、それらの脅威とその対策は日々変化するものが多い。また、一般ユーザがそのような脅威に晒されることも多くなっているが、セキュリティ対策が不十分なユーザが多い。

以上より、各ユーザが対策を知り、活用する必要があるため、ユーザへの情報セキュリティ教育は重要である。また、多くのユーザに教育を行うためには、時間や場所に縛られることなく学習を行うことができる eラーニングが有効であると考えられる。しかし、eラーニングでは脅威や対策が変化した場合に、それに合わせた柔軟な対応が困難になる。

そのため、著者らは拡張性と柔軟性が高い eラーニングコンテンツを作成するための、ELSEC(E-Learning system for SEcurity) というシステムを開発した。ELSEC システムはこれ以外に、アニメーションを利用したコンテンツの作成の容易性や、そのコンテンツの Web 上での利用の快適性などの特徴を持っている。なお、この ELSEC システムについては情報処理学会論文誌 [1] において発表済みである。

さらに、ELSEC システムによって良質のコンテンツを作成することや学習することのモチベーションを行うことができ、ELSEC システムやコンテンツの利用者同士でのコミュニケーションなども可能とするコミュニティサイト“ELSEC Online”を開発した。

本稿では、ELSEC システムおよび ELSEC Online の開発目的、構成、機能などについて記述するとともに、それらの学生による適用と評価について述べる。

## 2. 研究背景と目的

近年、情報セキュリティに関する攻撃・脅威は多様化しており、一般ユーザが被害に遭うことも多くなっているが、一般ユーザの攻撃・脅威の認知率は十分とはいえず、重要な情報セキュリティ対策が実施されていない場合もある [1]。そのため、一般ユーザへの情報セキュリティ教育が必要である。その教育のために、ユーザが場所や時間に縛られずに学習できる eラーニングを作成して用いることは有効な手法の一つである。また、その有効性をさらに高めるために、作成する eラーニングの学習効果を高める必要がある。

eラーニングの学習効果を高めるインストラクショナルデザイン [3] の研究の中には、適切にキャラクターが登場するアニメーションを利用すると良いという研究成果がある [4][5]。

また、シナリオを使い日常の中で起こり得るシーンを再現することにより、日常の業務等と関連付けた効果的な学習ができるという研究成果 [6] があることから、それが可能でかつアニメーションとの親和性も高いアドベンチャーゲーム(以下 AVG)形式の eラーニングコンテンツであると学習効果が向上すると考えられる。そして、情報セキュリティの脅威や対策は日々変化することから、それに合わせてコンテンツを容易に変更できる必要がある。

さらに、多くのユーザにコンテンツを使用してもらうためには、様々な環境で快適に利用できる必要がある。

したがって、以下の要件を満たす情報セキュリティ教育用の eラーニングコンテンツ作成システムが必要であると考えられるが、これらの要件を満たすシステムはこれまでに開発さ

れてこなかった。

要件① アニメーションを利用したコンテンツの容易な作成が可能である

要件② AVG形式のコンテンツの容易な作成と変更が可能である

要件③ Webサイト上で快適な利用ができるコンテンツが作成可能である

さらに、効果的な教育が広く行われるためには、多くの良質のコンテンツが作成され、それらが利用される必要がある。そのため、多くの人が様々な良質のeラーニングコンテンツを作成し、それらのコンテンツを多くの人が使用して学習したくなる場が必要であると考えられる。

したがって、上記の3つの要件を満たすeラーニングコンテンツ作成システムの開発と、そのシステムで良質のコンテンツを作成することや学習することの動機づけを行うコミュニティサイトの開発を行うことが本研究の目的である。

### 3. 開発したシステム

#### 3.1 ELSEC システム

著者らは、前述の要件を満たすeラーニングコンテンツ作成システム“ELSEC”を開発した。ELSECシステムでは、要件①を満たすために、安田らによって開発された容易にアニメーションを作成できる Digital Movie Director(以下 DMD)というソフトウェア [7] を使用し、要件②、③を満たすために、容易に AVG形式のeラーニングコンテンツを作成できる KScripter という Flash形式のスクリプトエンジンを ActionScript3.0 で開発し、使用している(図1)。

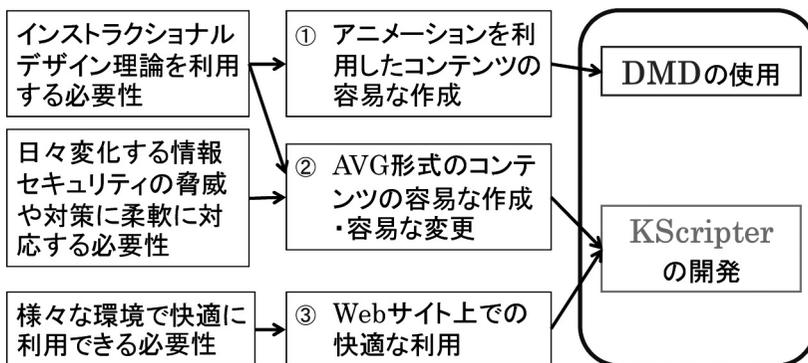


図1 ELSECシステムの開発背景・要件

また、DMDとKScripterを連携しやすくすることなどを目的にELSECソフトウェアをVisual C#で開発した。したがって、ELSECシステムはDMD、KScripterおよびELSECソフトウェアから構成される(図2)。ELSECシステムは、DMDとKScripterをELSECソフトウェアによって効果的に連携させることで、拡張性と柔軟性があり、学習効果の高いeラーニングコンテンツの作成を可能としている。

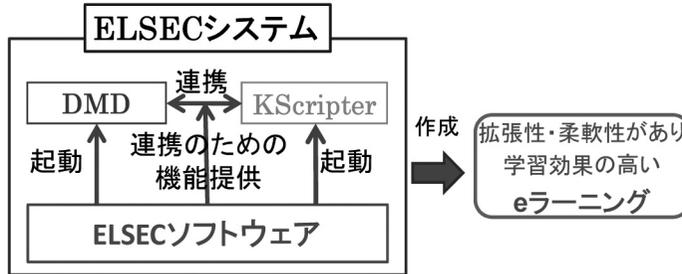


図2 ELSECシステムの構成

### 3.2 ELSEC Online

さらに著者らは、ELSECシステムで良質のコンテンツを作成することや、そのコンテンツを使用して学習することの動機づけを行うコミュニティサイト“ELSEC Online”を開発した(図3)。開発にはHTML、PHP および JavaScript を使用した。



図3 ELSEC Onlineのトップページ

ELSEC Online の主な機能として以下のものがある。

- (ア) ユーザ登録とログイン・ログアウト機能
- (イ) ELSEC ソフトウェアとの連携により eラーニングコンテンツをアップロードする機能
- (ウ) アップロードされたコンテンツを使用し、評価やコメントを付ける機能(図4)
- (エ) アップロードしたコンテンツ数や他人に付けられたコンテンツの評価値等からユーザーにポイントを与え、そのポイントによるランキングを表示する機能
- (オ) テーマを定めて eラーニングコンテンツのコンテストを開催し、そのコンテストのためにアップロードされたコンテンツの一覧を表示したり、審査員によって付けられた順位やコメントを表示したりする機能

機能(ウ)によってコンテンツの使用者が学習できるとともに、評価やコメントからコンテンツ作成者にフィードバックが与えられる。このフィードバックによってコンテンツ作成者がコンテンツをより良いものに改良していくことが期待される。

また、機能(エ)のランキング機能(オ)のコンテンツで競い合うことが、コンテンツ作成者がアップロードすることやより良いコンテンツを作成するための動機づけになると考えられる。

<p>【評価】 あなたの評価: -- 平均評価: 4.4</p> <p>【評価を行う】(一度送信した評価を後で変更することもできます) ○ 1 ○ 2 ○ 3 ○ 4 ○ 5 <input type="button" value="送信"/></p> <p>コメント(300文字以内): <input type="text"/> <input type="button" value="送信"/></p> <p>【コメント一覧】</p> <p>投稿者: [ ] 日時: 2010/09/25 16:37:35 フィッシングについては、講義で習ってはいたが知識が曖昧な状態でした。このeラーニングでは具体例を載せてくれているため、非常に分かりやすかったです。</p> <p>投稿者: [ ] 日時: 2010/09/29 14:46:51 フィッシング詐欺について実際にどのようなものか、例が画像で出てくるのでとても分かりやすかったです。</p> <p>投稿者: [ ] 日時: 2010/09/29 22:42:10 字だけでなく画像を利用しての説明があったため非常にわかりやすかったです。</p> <p>投稿者: [ ] 日時: 2010/10/02 22:23:07 投稿テスト。</p>
--

図4 ELSEC Onlineのコンテンツへの評価とコメントの入力部および表示部

## 4. 適用と評価

### 4.1 適用者と適用対象

東京電機大学未来科学部情報メディア学科3年の学生に適用者となってもらい、2009年度に第一回目、2010年度に第二回目の適用を行った。第一回目と第二回目の適用者は異なる学生である。

第一回目の適用では、12名の適用者に、ELSECシステムの構成要素のうちDMDとKScripterの二つだけを使用した適用を行ってもらった。

第二回目の適用では、11名の適用者に、ELSECソフトウェアも含めたELSECシステム全体を使用した適用を行ってもらった。また、第二回目の適用中にはELSEC Onlineも使用してもらい、その評価も行った。

適用では、第一回目、第二回目ともに、まずELSECシステムの使い方に慣れるための作業をしてもらった後、2人1組または3人1組となり、情報セキュリティ分野内で自由に対象を決めてeラーニングコンテンツの作成を行ってもらった。

## 4.2 適用結果

各組の適用対象, コンテンツの画面, そのコンテンツの学習時間およびそのコンテンツの作成時間はそれぞれ表1のようになった. 第一回目は組1-Aから1-F, 第二回目は組2-Aから2-Eとなっている. また, ここでのコンテンツの作成時間は, 設計からテスト・デバッグまでの全作業を, 各組の2名または3名それぞれが行った時間の和である.

表1 各組の適用対象, コンテンツの画面, 学習時間, 作成時間

組	対象	コンテンツの画面	学習時間	作成時間
1-A	安全なメールの使用方法 安全なパスワードの管理 安全なネットショッピング		約15分	2130分
1-B	安全なパスワードの管理		約12分	1510分
1-C	マルウェア対策		約20分	3000分
1-D	マルウェア対策		約10分	2470分
1-E	トロイの木馬対策		約15分	3830分
1-F	安全なウェブサイト管理		約10分	1380分
2-A	ガンブラー対策		約5分	1530分
2-B	マルウェア対策 ワンクリック詐欺やフィッシング詐欺等の対策		約11分	5480分
2-C	個人情報 マルウェア対策 ワンクリック詐欺対策		約13分	5020分
2-D	MixiとTwitterの安全な使い方		約35分	6480分
2-E	個人情報 マルウェア対策 フィッシング詐欺対策		約14分	4730分

表 1 から、第一回目より第二回目の方が、同程度の学習時間のコンテンツの作成により多くの時間がかかっていることが分かる。これは、第一回目よりも第二回目の方が、ボタンやチェックボックス、画像の移動、音声再生などを使用した様々な工夫が行われており、コンテンツの質が向上しているためであると考えられる。第二回目の作業時間が長く、質の高いコンテンツが作成された理由は、第二回目では ELSEC Online を使用したことで、より質の高いコンテンツを作成するための動機づけが行われたためであると考えられる。

また、コンテンツによる学習の進め方の例として、組 1-A および組 2-C のコンテンツの学習の流れをそれぞれ図 5 および図 6 に示す。



図 5 組 1-A のコンテンツの学習の流れ

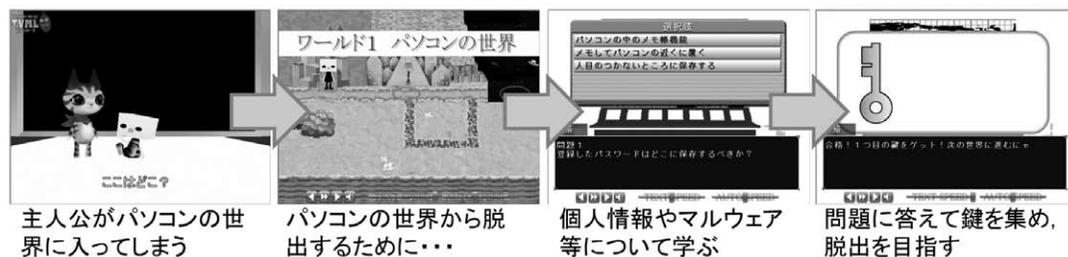


図 6 組 2-C のコンテンツの学習の流れ

### 4.3 コンテンツ作成の方法

ELSEC システムでは、ELSEC ソフトウェアを起動し、DMD でアニメーションを作成するとともに KScripter のスクリプトを記述することでコンテンツの作成を行う。

ELSEC ソフトウェアにはアニメーション作成タブ(図 7 左)とコンテンツ作成タブ(図 7 右)があり、それぞれ DMD によるアニメーションの作成と KScripter による e ラーニングコンテンツの作成を支援する。

図 6 のように、ELSEC ソフトウェアには作業の流れが書かれており、ボタンなどの上にマウスカールを乗せるとウィンドウ右側に詳しい説明が表示されるため、初めて使用するユーザでも容易に使用方法を理解できるようになっている。

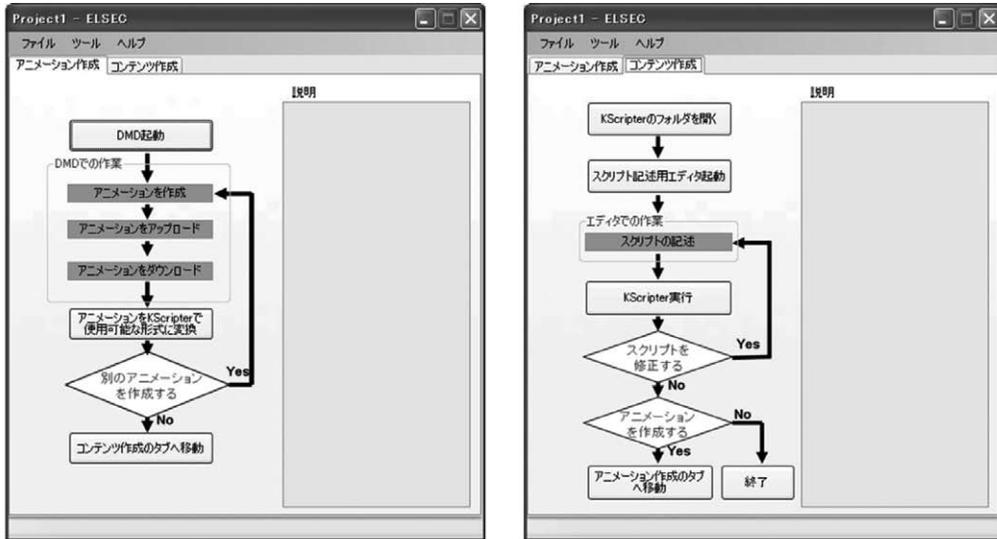


図7 ELSECソフトウェアのアニメーション作成タブ (左) およびコンテンツ作成タブ (右)

また、DMDでは図8のようにGUIを操作し、キャラクターやその動作などを選択するだけでアニメーションが作成できるようになっているため、高度な知識や技術を持っていなくても簡単に扱うことができる。



図8 DMDによるアニメーション作成の流れ

また、KScripterは平易な文法によりAVGを作成できるNScripterというWindows上で動作するスクリプトエンジン [8] の文法を参考に開発したため、KScripterによるAVG形式のラーニングコンテンツの作成や修正は容易である。例えば、図9のような内容のスクリプトファイルを作成し、KScripterを実行すると、図10のように、画面下部のテキストウィンドウに「学習を開始しますか?」と表示され、画面上部に「する」と「しない」という選択肢が表示される。表示された選択肢から「する」を選んだ場合、「\*start」以下が実行されるようになっているため、「それでは学習を開始します」と表示される。このように、文章の表示や選択肢の作成は非常に容易に行うことができる。

```

学習を開始しますか？
[select “する”, *start, “しない”, *end]
*start
それでは学習を開始します
.....
*end
それではこれで終了します

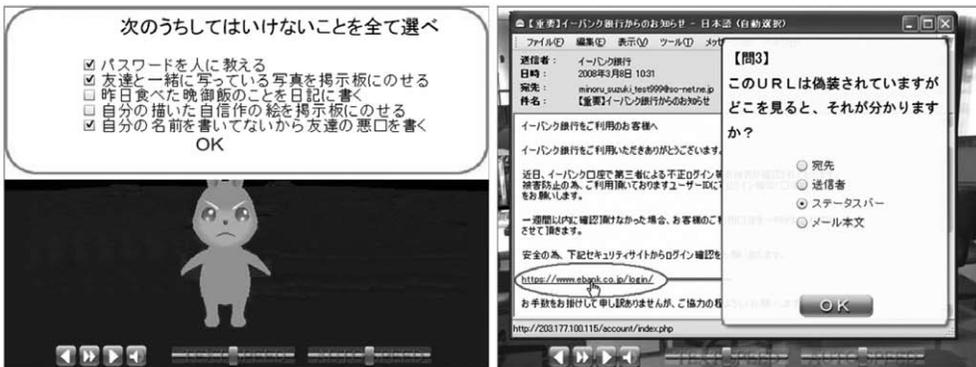
```

図9 KScripter用のスクリプトの例



図10 図9のスクリプトの実行画面

また、KScripterは動画ファイル、画像ファイルおよび音声ファイルも容易に扱うことができる。さらに、図11のようにコンテンツ内の確認テストなどでよく利用されると考えられるチェックボックスやラジオボタンの作成もKScripterではNScripterより容易に行うことができるようになってきている [9]。



チェックボックスを使ったテストの例

ラジオボタンを使ったテストの例

図11 チェックボックスやラジオボタンを使用したテストの例

#### 4.4 ELSEC システムの評価

前述の適用の後、ELSEC システムの評価に関するアンケートを取った結果、表 2 のようになった。ただし、第一回目は ELSEC ソフトウェアを使用していないため「DMD と KScripter を組み合わせて e ラーニングコンテンツ作成ツールとして見たときの評価」であり、第二回目においては「DMD、KScripter および ELSEC ソフトウェアの全体で見たときの評価」である。

表 2 より、ELSEC システムはコンテンツの作成や変更が行いやすく、ELSEC システムの情報セキュリティ教育のための e ラーニングコンテンツ作成システムとしても適切であるといえる。また、第二回目の方が第一回目よりも高評価の項目が多いことから、ELSEC ソフトウェアの有効性があったと考えられる。

表 2 ELSECシステムに関するアンケート結果 (全て1～5点の5段階評価)

項目	第一回目 の平均 (n=12)	第二回目 の平均 (n=11)
ELSEC システムのコンテンツの作成しやすさ	4.2	3.8
ELSEC システムのコンテンツの修正しやすさ	3.7	4.0
ELSEC システムのコンテンツの拡張しやすさ	3.6	3.9
ELSEC システムの機能の十分さ	3.8	4.0
ELSEC システムの情報セキュリティ教育のための e ラーニングコンテンツ作成システムとしての適切さ	4.3	4.6

さらに、アンケートで ELSEC システムの良い点と改善点を自由記述してもらった結果、主に以下のようなものが挙げられた。改善点については今後対応していきたい。

- ELSEC システムの良い点
  - DMD でアニメーションが簡単に作れるので創作意欲がわく
  - KScripter のコマンドや文法が簡単であるため、高度な知識がなくても容易に e ラーニングコンテンツを作成できる
- ELSEC システムの改善点
  - DMD には教育のために使用できそうなキャラクターと小道具が少ない
  - KScripter にはデータ保存機能がないため、コンテンツでの学習を途中で止めて後でそこから再開するということができない

#### 4.5 作成されたコンテンツの評価

ELSEC システムによって作成された e ラーニングコンテンツの学習効果などを評価するため、表 1 の「組 1-A」のコンテンツだけではあるが、これを第二回目の適用者 11 名に、実際に使用してもらいアンケートによる評価を行った。そのアンケートの結果を表 3 に示す。すべての評価項目が平均 4 点以上の高評価であったことから、ELSEC システムによって作成された e ラーニングコンテンツは学習効果などの有効性が高いものになるとの見通しが得られた。

表 3 コンテンツに関するアンケート結果 (全て1~5点の5段階評価)

項目	評価の平均 (n=11)
画像や動画のダウンロード待ち時間が少ない	4.3
学習内容を理解しやすい	4.5
学習内容を十分学習できる	4.3
学習したことが実際に役に立つ	4.5
アニメーションがあることで学習効果の向上を感じる	4.1
コンテンツは全体的に満足できる	4.4

#### 4.6 ELSEC Online の評価

第二回目の適用において作成してもらったコンテンツはすべて ELSEC Online にアップロードしてもらい、適用者同士でコンテンツを自由に使用してコメントや評価を入力してもらった。その結果、適用期間内にコメントは合計 46 件、評価は合計 35 件入力された。

そして、適用期間後に ELSEC Online に関するアンケートを取った結果、表 4 のようになった。これより、ELSEC Online は使いやすく、コンテンツをより良くするために参考になる機能があり、かつ、より良くするための動機づけを行う仕組みも備わっていると見える。また、他の人が作成したコンテンツを使用する動機づけも行えていると考えられる。

表 4 ELSEC Onlineに関するアンケート結果 (全て1~5点の5段階評価)

項目	評価の平均 (n=11)
サイトのレイアウトの見やすさ	4.6
サイトの使いやすさ	4.6
コンテンツへの評価・コメントがコンテンツをより良くするための参考になる	4.2
他人のコンテンツを使用できることが自分のコンテンツをより良くするための参考になる	4.9
コンテンツに評価・コメントが入れられることが良いコンテンツを作成する動機づけになる	3.9
コンテストがあることは良いコンテンツを作成する動機づけになる	4.0
ポイントやそれによるランキングが他の人のコンテンツを使用する動機づけになる	3.5
コンテンツに評価・コメントが入っていることがそのコンテンツを使用する動機づけになる	3.6

## 5. 考 察

前述した適用結果および ELSEC システムの評価から、ELSEC システムによってアニメーションを利用した AVG 形式の e ラーニングコンテンツが容易に作成でき、修正や拡張も容易であることが分かった。したがって、ELSEC システムは要件①「アニメーションを利用したコンテンツの容易な作成が可能である」と要件②「AVG 形式のコンテンツの容易な作成と変更が可能である」を満たしていると考えられる。

また、ELSEC システムによって作成されるコンテンツは Flash 形式であるため、Web 上にアップロードすることで、インターネットと Flash が利用できる Web ブラウザのある環境であればどこでも利用することができる。また、今回の適用によって作成された各コンテンツの動画や画像などを含む全体のファイルサイズの平均は 25.2MB であり、最大のものは 69.3MB あった。もし、コンテンツ利用開始時に全てのファイルをダウンロードする必要があると、2010 年第 2 四半期時点での日本のインターネット平均接続速度である 8.0Mbps の環境 [10] で、69.3MB のファイルサイズを持つコンテンツを利用するためには 69.3 秒も待たなくてはならない。しかし、こんなこともあろうかと動画や画像などのファイルは必要時にダウンロードできる機能を KScripter に持たせ、コンテンツへのアクセス時は約 250KB の SWF ファイルとテキスト形式のスクリプトファイルを読み込むだけで利用開始できるようにしていた。さらに、KScripter は動画と音声ファイルのストリーミング再生にも対応している。このため、全体で 69.3MB のファイルサイズを持つコンテンツでも、ダウンロード速度が 8.0Mbps の環境での利用開始時のダウンロード待ち時間は約 0.3 秒であり、利用中に動画や画像などが必要となったときにも 0.1 秒以上待たされることはない。したがって、要件③「Web サイト上で快適な利用ができるコンテンツが作成可能である」も満たしていると考えられる。

さらに、ELSEC Online についても、その評価結果から、良質のコンテンツを作成することや学習することの動機づけを行うという目的を果たせるとの見込みが得られた。

ELSEC システムは情報セキュリティ教育のための e ラーニングコンテンツ作成を目的として開発したため、今回の ELSEC システムの適用は情報セキュリティ教育を対象とした。しかし、ELSEC システムでは AVG 形式以外に、ロールプレイングゲーム形式や問題を集めたドリル形式の e ラーニングコンテンツなどを作成することも可能である。そのため、そのような形式のコンテンツとして作成できる対象であれば、情報セキュリティ教育以外でも適用可能である。

## 6. おわりに

本稿では、情報セキュリティ教育のための e ラーニングコンテンツを作成できる“ELSEC システム”と、それを使用するコミュニティサイト“ELSEC Online”の開発、適用および評価について述べた。

ELSEC システムの学生による適用と評価では、プログラミング歴 3 年程度でアニメーションを作成したことがほとんどまたは全くない人でも、アニメーションが含まれる AVG 形式の e ラーニングコンテンツが作成や変更ができることが分かった。また、そのコンテンツが Web 上で快適に利用できることも確認できた。

さらに、ELSEC Online を使用してもらい評価した結果、ELSEC Online にはコンテンツをより良くするために参考になる機能があり、かつ、より良くするための動機づけを行う仕組みも備わっているとの評価が得られた。それに加えて、ELSEC Online では他の人が作成したコンテンツを使用して学習する動機づけも行えていることが分かった。

ELSEC システムによって、多くのユーザが情報セキュリティだけでなく、それ以外の分野の e ラーニングコンテンツも作成し、ELSEC Online にアップロードすることで、様々な学習ができるようになる。また、学習したユーザがコンテンツに評価やコメントを入力することで、コンテンツの質の向上や新しいコンテンツの作成につながると考えられる。さらに、はじめは学習のためだけに ELSEC Online を使用していたユーザがコンテンツ作成に興味を持ち、ELSEC システムを使用するようになると、さらに多くのコンテンツが生み出されていく。そのようにして ELSEC システムと ELSEC Online が広まることで、多くのユーザの学習が促進され、様々な知識の習得につながっていくと考える。

## 謝 辞

本稿の執筆にあたり、ご懇切なご指導、ご鞭撻、ならびに様々なご配慮を賜った、東京電機大学の佐々木良一教授、安田浩教授に厚くお礼申し上げます。また、本稿 4 章の適用と評価を行っていただいた東京電機大学の学生 23 名およびその適用の際にサポートを行っていただいた東京電機大学の本間祐太氏に、感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] 川上昌俊, 安田浩, 佐々木良一: 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).
- [2] 情報処理推進機構: 2010 年度情報セキュリティの脅威に対する意識調査報告書 . <http://www.ipa.go.jp/security/fy22/reports/ishiki/documents/2010-ishiki.pdf>
- [3] 鈴木克明: e-Learning 実践のためのインストラクショナル・デザイン, 日本教育工学会論文誌, Vol.29, No.3, pp.197-205 (2005).
- [4] Shank, R.C: Lesson in learning, e-learning, and training, *San Francisco: Pfeiffer*, pp.222-223 (2005).
- [5] Moreno, R., Mayer, R. E., Spires, H. A. and Lester, J. C: The case for social agency in computer-based teaching: Do students learn more deeply when they interact with animated pedagogical agents? *Cognition and Instruction*, Vol.19, No.2, pp.177-213 (2001).
- [6] Anderson, J. R. and Simon, H. A.: Situated learning and education, *Educational Researcher*, Vol.25, No.4, pp.5-11 (1996).
- [7] 江村恒一, 青樹輝勝, 安田浩: DMD システムを用いた 3 次元アニメーション制作の評価, 情報処理学会研究報告 . グラフィクスと CAD 研究会報告, 2006(18), pp.99-104 (2006).
- [8] Takahashi's Web. <http://www.nscripter.com/>
- [9] KScripter コマンドリファレンス . <http://www.isl.im.dendai.ac.jp/kscripter/commands.html>
- [10] アカマイ株式会社: インターネットの現状 2010 年第 2 四半期レポート アジア太平洋地域 . [http://www.akamai.co.jp/enja/dl/whitepapers/akamai\\_state\\_of\\_the\\_internet\\_q2\\_2010.pdf](http://www.akamai.co.jp/enja/dl/whitepapers/akamai_state_of_the_internet_q2_2010.pdf)