

情報セキュリティ教育支援システムの体系化と プログラムレス e-ラーニング作成支援システムの開発

市川智史^{†1} 佐々木良一^{†2}

情報技術がインフラと化している現在、情報セキュリティの教育には多様性や柔軟性が求められている。拡張性と柔軟性が高い e-ラーニング作成システムである ELSEC の開発、適用を行ってきた。ELSEC を利用する学習サイクルでは e-ラーニングを用いたインプット学習だけではなく、実際に e-ラーニングを作成しながら行うアウトプット学習を取り入れることで効果的な学習を目指している。ELSEC システムでの e-ラーニング作成は、ある程度のプログラミング能力があれば容易であるが、プログラミング能力が全くない人でもアウトプット学習を行えるように著者らはプログラムレスでの e-ラーニング作成を支援する PlotM を開発した。PlotM は、GUI 操作のみでの e-ラーニング作成を可能にするほか、フローチャートを用いて全体構造の把握を容易にするなど作成の簡易化に重点を置いている。必要機能等は ELSEC システムの適用から得られた結果を分析し、実装を行った。プログラムコードを意識させない作成方法にくわえて、記述文字数の削減によって従来よりも簡易的に作成でき、作成時間の短縮にも繋がった。本稿では、当システムの開発要件や機能について記述するとともに、教育支援システム群の概要について報告する。

Systemization of education programs for information security and development of programless teaching material creation support system

SATOSHI ICHIKAWA^{†1} RYOICHI SASAKI^{†2}

The security education is one of the most important elements of managerial measures for information security. Education is required for flexibility and variety with progress of the information technology. Therefore, the e-learning system for security named "ELSEC" with the scalability and flexibility was developed and have been applied to create e-learning contents over several years. Although the ELSEC is very useful, the application results of the ELSEC make us recognize the necessity of the easier system to create the contents for the users without the programming experience. Therefore we developed programless teaching material creation support system named PlotM. In PlotM, flowchart is used as GUI for the input of the contents. This paper describes objectives and functions of Programless e-learning creation support system, as well as the systemization situation of education programs for information security developed in our laboratory.

1. はじめに

情報セキュリティの脅威に対応するために東京電機大学情報セキュリティ研究室[1]では情報セキュリティ教育を支援するためのツール群の開発を行ってきた。

現在では、高効率な情報セキュリティ教育環境の提供することを目的としてこれらのツール群の集約を行い、一つの情報セキュリティ教育サイクルとして体系化を進めている。このプロジェクトにおける教育システムの一つとして拡張性と柔軟性が高い e-ラーニング作成システム ELSEC システムがある[2]。ELSEC システムでは e-ラーニングを用いて学習をするだけでなく、学習者自身が e-ラーニングコンテンツを作成することで知識の定着を促す。これにより効果的な学習を行うことができる。ELSEC システムでは特殊なコーディング環境や、高度なプログラミング

能力を必要としないため、最低限のプログラミング知識があれば、容易に e-ラーニングコンテンツが作成可能である。

しかし、初等教育の先生などでセキュリティ教育を行うことが必要でありながらプログラムの知識が一切ない人もいる。また、情報機器の普及にともなって、一般家庭においても情報セキュリティの教育が必要となっているが、ここでは多くの人が、プログラミング知識が全くない。そこでプログラムの知識が一切ない人でも容易に e-ラーニングコンテンツを作成でき、ELSEC システムを利用した学習に参加してもらう必要があると考えた。そのため、プログラミングコードを意識せずに GUI 操作のみで e-ラーニングコンテンツが作成できるプログラムレス教材作成支援システム PlotM の開発を今回行った。

本稿では、東京電機大学情報セキュリティ研究室で開発してきた e-ラーニング関連のツール群の体系化状況と、現在作成中のプログラムレス教材作成支援システム PlotM の概要について述べる。

^{†1} 東京電機大学
Tokyo Denki University

^{†2} 東京電機大学
Tokyo Denki University

2. 関連研究

2.1 先行研究

情報セキュリティ教育に関しては情報セキュリティインシデントを実践形式で学習を行わせる方式[4][5]や、ハッキングゲーム CTF を利用した学習[6]などがあるが、e-ラーニングを扱った研究は数多く、日常生活における情報セキュリティのための e-ラーニングにはどんな要素が必要なのかなどの研究もある[7].

情報セキュリティとして取り扱われる事柄は幅広く、また情報技術の進化にともなう日々情報が増加していくことから、多くの最新情報を教材として取り扱うことに e-ラーニングは長けている。有田らが行った情報セキュリティ教育における e-ラーニング教材の学習効果を検証した実験では、情報セキュリティ分野において e-ラーニングコンテンツを実施することは一定の効果があると確認されている[8].

東京電機大学情報セキュリティ研究室では日々変化する情報セキュリティの脅威に対応するために e-ラーニングを用いてインプット・アウトプット学習を行う ELSEC システムの開発が行われた。

2.2 ELSEC システム

インプット・アウトプット学習は知識の定着に有効であるといわれている[9]. 学習した内容を個人で整理し、アウトプットを行う過程で自ら問題に気付くことができるため知識の定着率が高くなり、様々な学習において有効であると考えられている[10]. この手法を実現し、かつ日々変化する情報セキュリティの脅威に対応するため、柔軟性・拡張性に優れた e-ラーニングコンテンツを作成するための支援システムが ELSEC(E-Learning for SECurity)である。

情報セキュリティの学習においては、日常の中で起こり得るシーンや、脅威の被害を再現することにより対策の必要性や重要性の理解が容易となり、効率的な学習が可能となる。このことからシナリオ型の e-ラーニングコンテンツで行う事が効果的であるといえる。

e-ラーニングコンテンツとしての効果をより高めるために、教育活動の効果・効率・魅力を高めるための手法を集大成したモデルや研究分野であるインストラクショナル・デザイン理論[11] (以下、ID 理論) における、Shank によるゴールベースシナリオ理論[12] (Goal-Based Scenario, 以下、GBS 理論) を利用している。GBS 理論はシナリオ型教材を設計するために理論で、ユーザの動機付けを行い、効果的な学習目標の達成を可能にする[13].

これらの理由から ELSEC システムは、下記の要件を満たすシステムとなっている。

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

要件 2. AVG 形式のコンテンツの容易な作成と変更が可能

要件 3. Web サイト上での快適な利用ができるコンテンツが作成可能

要件 1 を満たす為に容易に 3DCG アニメーションを作成することのできるソフトウェア Digital Movie Director (以下、DMD) を用いる[14]. 要件 2, 3 を満たす為に AVG ゲーム形式の e-ラーニングコンテンツを作成できる Flash ベースのスクリプトエンジン KScripter を使用する (図 1). また、DMD と KScripter を連携させ、相互の機能提供などを目的として ELSEC ソフトウェアが開発されている。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).

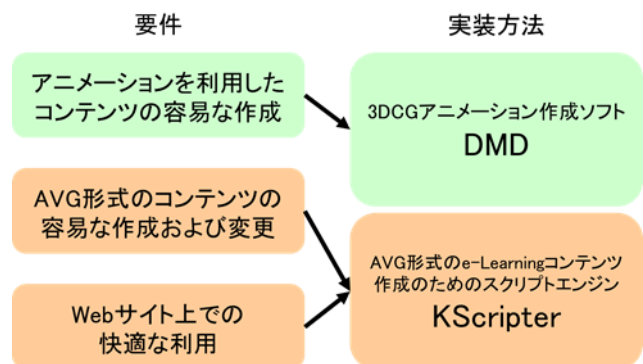


図 1 ELSEC の開発要件

Figure 1 Requirements of ELSEC.



図 2 ELSEC システムの構成

Figure 2 Structure of ELSEC-System.

3. TRYSEC プロジェクトの構想

3.1 TRYSEC の概要

当研究室では現在、学習者の多様性に対応するために TRYSEC プロジェクトを進めている。TRYSEC プロジェクトとは当研究室にて開発されてきた情報セキュリティ教育システムを集約し一つの情報セキュリティ教育サイクルとして提供することで様々な知識レベルのユーザに対しても効果的な学習を行うことを目的として進めているプロジェクトの名称である。TRYSEC はセキュロくハイブリットシス

テム、ELSEC システム、SECTRAIN の 3 システムおよび、各システムにおける学習をサポートする支援システムからなる。TRYSEC の主な構成は図 3 の通りであり、学習者の情報セキュリティに対する意識の程度や、知識レベルに応じて学習サイクルに参加するための入り口を提供していることで、学習者は自身の学習しやすいレベルを選択して学習を開始することができる。

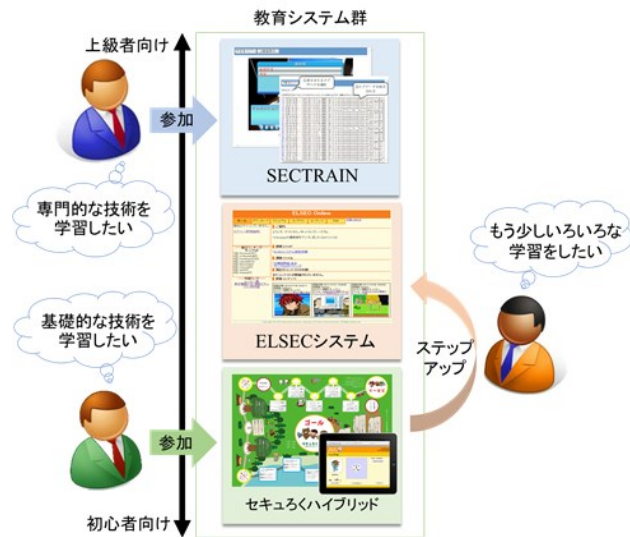


図 3 TRYSEC の構成
Figure 3 Structure of TRYSEC.

セキュロクハイブリッドシステムは初心者向けのシステムであり、初期導入として参加しやすい。すごろくゲームをベースにしており、FaceToFace で楽しみながら情報セキュリティの基礎的な知識をケーススタディとともに学習ができる[15]。上級者向けの SECTRAIN は実際にプログラムを書き換えて脆弱性を修正しながら学習する実践的な学習形式を採用した学習システムである[16]。

3.2 ELSEC システムを用いた学習サイクル

TRYSEC における中核をなすのが ELSEC システムを用いた学習サイクルである。先行研究の章でも記述した通り、e-ラーニングは日々変化する脅威や対策に教材を対応することに長けており、情報セキュリティの教育を行う上でとても効果的である。e-ラーニングを用いる学習は提供される教材にて学習する「インプット学習」が主流となっている。しかし情報セキュリティの学習をより高密度にする為には、知識を得るだけのインプット学習だけでなく、学習者自身がアウトプットを行っていく「アウトプット学習」が必要である。

ELSEC システムはこのアウトプット学習を行えることが特長であり、AVG ゲーム形式のコンテンツを作成できるものは他にない。

ELSEC システムを用いた学習サイクルはいくつかのフェーズを経て行うことになる(図 4)。まず学習者は ELSEC システムを用いて作られた e-ラーニング(以下、教材に統一)がアップロードされているオンラインサイトにてインプット学習を行う(フェーズ 1)。次に ELSEC を用いて教材を作成する教授者の立場へと遷移し学習を行う(フェーズ 2)。このフェーズをアウトプット学習のフェーズと位置付けており、学習者は任意の題目を取り上げて教材作成を行う。フェーズ 2 作成された教材はオンラインサイトへとアップロードすることで他の学習者の教材となる。ELSEC システムによるアウトプット学習は個人のみで完結するものとは異なり、アウトプットした知識が他の学習者の教材になる。学習者はこのことを意識することで「より正確に」、「よりわかりやすく」を心がけ、題目に対してインプット学習だけ、アウトプット学習だけの学習よりも深い理解が期待できる。

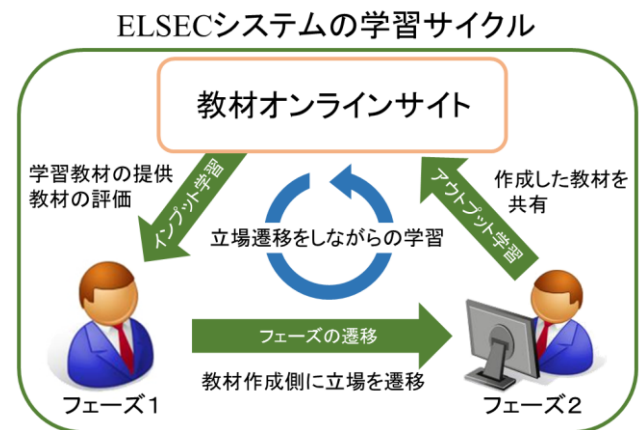


図 4 ELSEC システムの学習サイクル
Figure 4 Learning cycle of ELSEC-System.

4. ELSEC システムの適用

ELSEC システムを利用したインプット・アウトプット学習の有用性を裏付けるため東京電機大学未来科学部情報メディア学科 3 年次学生を対象に 2010 年から ELSEC システムの適用を行っている。半期期間(約半年)を期間としオンラインサイトにアップロードされている教材にてインプット学習を行った後、各適用者が任意の題目を選定し、調べ学習などを併用しアウトプット学習を行うものである。適用実験後に実施したアンケートにて「e-ラーニングコンテンツを作成したことで、コンテンツ内で教えた内容についての理解が深まったと思いますか」と質問したところ表 1 のような結果となった。

表 1 適用実験後のアンケート結果(有効回答数 n=42)

Table 1 ELSEC-System evaluation result.

項目	人数(n=42)	割合(%)
そう思う	27 人	64.3
ややそう思う	12 人	28.6
どちらともいえない	3 人	7.1
ややそう思う	0 人	0.0
そう思わない	0 人	0.0

「そう思う」、「ややそう思う」と回答した学生は 39 人で全体の 92.9%の学生が自ら教材を作成することで取り上げた題目に対してより深く理解することができたと回答した。

5. ELSEC システムでの教材作成手法

ELSEC システムにおいて教材を作成する場合、KScripter と呼ばれる ActionScript 3.0 を用いて開発されたスクリプトエンジンを用いて独自のスクリプトコマンドを記述する (図 5)。テキスト形式で記述したスクリプトファイルを KScripter で読み込むことでそのスクリプトに書かれたタイミングで画像・動画・音声ファイルを読み込み、文章や読み込んだ画像・動画等を表示・再生する (図 6)。独自のスクリプトコマンドは 80 種類以上あり、柔軟性のある教材の作成を可能にしている。また、作成もスクリプトコマンドをテキスト形式で記述するだけであるため特殊なコーディング環境や難しいプログラミング技術を必要としない。これにより日頃からパソコンを扱っている人、ならびにプログラミングをしたことがある人は自由度の高い AVG 形式の教材を作成することが可能である。その一方で、情報セキュリティの教育は一般家庭においても必要となっており、ここでの学習者はプログラミングを経験したことが無い人がほとんどであるため、スクリプトコマンドを記述することによる教材作成が難しい場合がある。そのため、パソコンに慣れていない学習者であっても ELSEC システムを利用した学習サイクルのフェーズ 2 へスムーズに移行し、アウトプット学習を行えるように、容易に教材を作成できる必要がある。

```
[bg "./image/myroom.png", FADE, 1500]
[!sp 40, "./image/mail.jpg", 300,0]
[print FADE, 1000]
[!sp 20, "./image/tanaka2.png", 80, 54]
[print 0]
えっ！??大当たり??げ、現金100万円???
```

図 5 スクリプトコマンドの記述例

Figure 5 Description example of the script command.

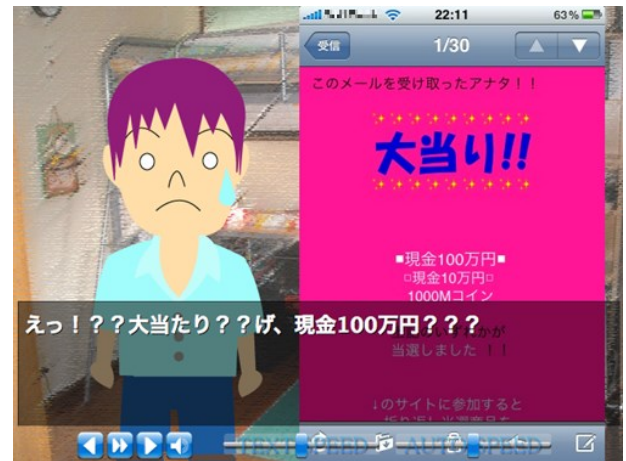


図 6 スクリプト読み込み実行例

Figure 6 Indication example of the script command.

6. プログラムレス教材作成システムの開発

6.1 PlotM の開発要件

先までに記述したとおり、TRYSEC における ELSEC を用いた学習サイクルにおいて誰でも容易にアウトプット学習が行えるように従来の作成方法よりも自由度を大幅に低下させず、簡易的に教材を作成するための仕組みが必要であると考へた。そこで著者らは ELSEC における教材作成支援システムとして PlotM (ProgramLess Outputer for Teaching Materials) の開発を行った。システムは以下の開発要件を満たす。

- 要件 1. スクリプトの記述を意識させない作成手法
- 要件 2. 全体構造の把握が容易な GUI 設計
- 要件 3. 実装スクリプトコマンドの選定
- 要件 4. 簡易作成度向上のための機能

6.2 要件達成メソッド

6.2.1 フローチャートの利用

スクリプトコマンドを記述して作成する手法では教材の全体構造を把握することが容易ではない。開発システムではフローチャート方式を GUI のメインとした作成手法を採用する。フローチャートとは各処理を各操作が示す特定の図形で表現し実践および矢印でつなぐことでプロセスやアルゴリズムを表現する手法である。上層の図形より処理が開始され、下層に進むにつれて処理の手順を表す。フローチャートはプログラムや操作手順の設計および文書化、管理等に用いられる。処理手順や全体構造の把握が容易となるためプログラミングの導入教育としても用いられており構造把握能力の向上効果がみられている[17][18][19]。

6.2.2 実装スクリプトコマンドの選定

ELSEC システムの適用実験において作成された教材を分析したところ使用されている KScripter のスクリプトコ

マンドに一定の傾向が見られた (表 2)。そのため機能実装の効率化や、教材作成に専心できるように考慮し、多く使用されているスクリプトコマンドのみに絞り支援システムでは実装する。

表 2 使用頻度が高かったコマンド一覧

Table 2 Script commands that are consistently heavily-used.

機能	コマンド	使用例
画像の使用	画像の読み込み	isp image 1.pngをX座標30, Y座標25の位置に読み込む [isp 1, "image 1.png", 30, 25]
	画像の表示	print 読み込み済みの画像をフェードなどの効果を用いずに表示する [print NO_EFFECT]
	背景の切り替え	bg bg 1.jpgを背景画像として読み込み表示する [bg "bg 1.jpg"]
動画の使用	動画の読み込み	flv movie 1.flvをX座標0, Y座標10の位置に読み込む [flv 2, "movie 1.flv", 0, 10]
	動画の再生	flvplay 読み込み済みの動画を再生する [flvplay 2]
選択肢の使用	選択肢の作成	select 「電車」と「バス」の選択肢を表示する [select "電車", *label1, "バス", *label2]
変数の使用	変数を定義	mov \$numという変数に数値を代入する [mov \$num, 10]
	変数に追加	add 第一引数と第二引数以降の和を第一引数に代入する [add \$num, 1]
条件分岐	条件分岐を指定	if 条件式が真ならば[endif]までのスクリプトを実行する [if \$num < 0 && \$num2 != -1 条件文が真ならばこれを表示する。 [endif]

6.2.3 テンプレート利用作成方式

ELSEC システムの適用実験において次のことがわかっている。(1) 作成された各教材における全体の作成時間のうち 11%の時間をストーリー構成などの構造設計に割いている (図 7)。(2) 多くの教材が似通ったストーリー構造をしている。このことから簡易作成度を向上させるために構造設計過程の簡易化を検討した結果、あらかじめ想定されるストーリー構造をテンプレートとして提供することで構造設計の時間を省略することができ簡易作成度向上に効果があると考えた。しかし、すべてをテンプレート利用形式としてしまうと作成自由度が低下してしまうため構造作成作業も行うことができる自由作成方式も併せて実装する。

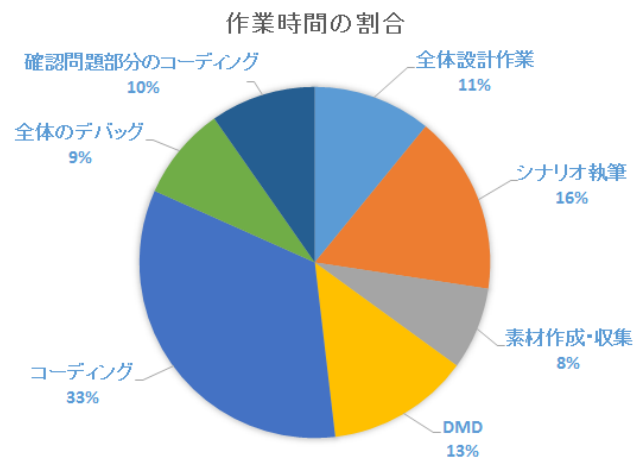


図 7 作成作業時間の割合

Figure 7 Ratio of the working hour.

7. 教材作成システムに関する考察

7.1 システム概要

先の開発要件および要件達成メソッドの関係図は図 8 の通りである。教材作成システムは Visual Studio 2013 環境の基、Visual C#を用いて開発を行った。

フローチャート形式で教材全体の設計を行う。各処理を定めたものをテーブルと呼び、一連の図に挿入することで任意の箇所に処理を挿入することができる。各処理において定められた必要事項を入力し、設計作業を終えた後、当システムは各処理フローチャートを解釈し、KScripter のスクリプトコマンドに変換してファイルに出力する。スクリプトファイル出力と同時に編集用 CSV ファイルも同時生成し、次回作成時にはシステムに編集用 CSV をインポートすることにより教材の編集が可能である。

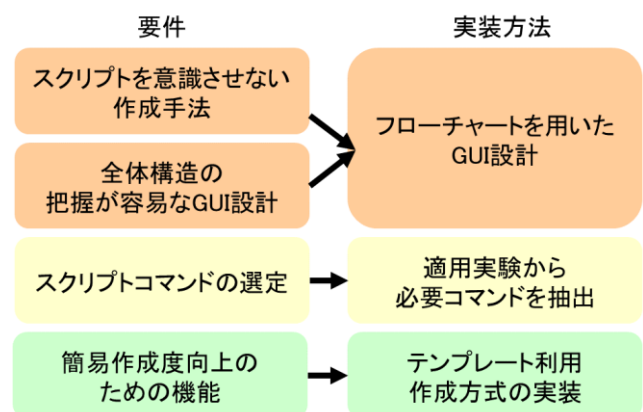


図 8 PlotM の開発要件

Figure 8 Requirements of PlotM.

7.2 フローチャートによる教材の作成

図9は当システムのメイン画面である。利用者はこの画面にてテーブルの挿入や削除、必要事項の入力を行うことができる。

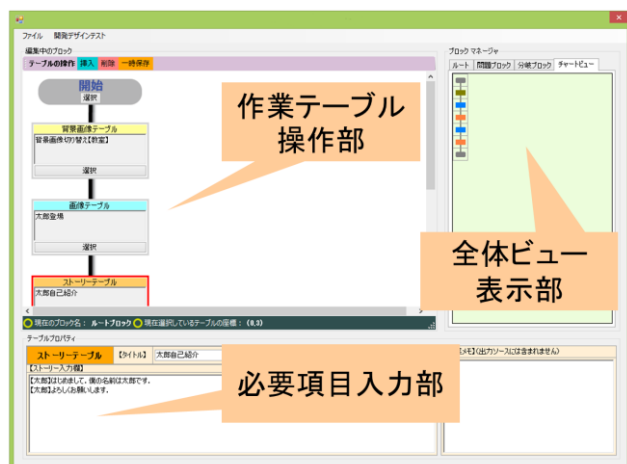


図9 教材作成システムのメイン画面

Figure 9 Main screen of PlotM.

7.2.1 使用できる処理テーブルの種類

フローチャートにて使用できる処理テーブルは以下の6種類である。背景画像テーブルおよび画像テーブル、DMDテーブルを使用し、ファイルの表示、非表示を切り替える場合にはフェードや左スライドなど14種類の効果を指定することができる。自由作成方式はこのテーブルを自由に配置し教材を作成する方式である。

それぞれの処理テーブルについて順に記述する。

1. ストーリーテーブル

主に文章を挿入するテーブルである。

必要事項として入力した文章が教材にてそのまま表示される。

2. 背景画像テーブル

背景画像を変更するテーブルである。

背景画像は他の画像と区別するためこの処理にて表示する必要がある。背景画像は同時表示ができず、1種類の画像ファイルのみが表示される。

3. 画像テーブル

画像を読み込み、表示または削除を行うテーブルである。

任意の管理番号(1~99)を指定して画像を読み込み表示する。一度読み込んだ画像は管理番号とともに保持されるため、再利用可能である。同管理番号を設定し画像を読み込んだ場合は上書き処理となり以前の画像が消去されたうえで新しく設定した画像が表示される。上書き処理を行わず、表示されている

画像を非表示状態に変更する場合もこのテーブルを使用する。その際は管理番号をのみを指定する。なお、使用できる画像ファイルはJPEG, PNG, GIFである。

4. BGM テーブル

BGMの再生、停止を行うテーブルである。

学習者が、より教材に引き込まれ集中して学習できるようにするためにBGMを使用することが効果的であることがELSECシステムの適用実験にてわかった。そのため当システムではBGMを挿入するテーブルを実装した。mp3ファイルを読み込みループ再生する。停止する場合もこのテーブルを使用する。

5. DMD テーブル

DMDで作成したアニメーションを読み込み再生するテーブルである。

6. ブロック挿入テーブル

別途作成したブロックテーブルを挿入するテーブルである。ブロックテーブルについては次に記述する。

7.2.2 ブロックテーブル

教材内にて教授内容を学習者の選択肢により分岐させることはID理論の観点からみて効果的である。そのためELSECシステムではストーリー内に選択肢を組み込むことができる。また、その選択肢を利用して学習後の確認問題を作成することも可能である。これらは一つの処理単位として完結しているため、全体のフローチャートとは別途に各処理単位ごとのブロックとして作成する。ブロックは各処理単位で作成しただけでは教材上に表示されず、メインのフローチャートにブロック挿入することではじめて表示される。

1. 分岐ブロック

選択肢を表示しストーリーに分岐を与えるブロックを作成できる。1から5までの選択肢数を指定することができ、通常分岐またはくり返し分岐のいずれかを作成できる。通常分岐は一つの問いに対して指定した数の選択肢が表示される(図10)。

くりかえし分岐も通常分岐と同様に一つの問いに対して指定した数の選択肢が表示されるが、そのうち一つ以外の選択肢を選択した場合、分岐前まで移動する。教授内容の再確認などで使用する(図11)。

2. 問題ブロック

選択肢数3の通常分岐形式を一問として出題する確認問題ブロックを作成できる(問題の例)。問題数は2から10問まで作成でき、全問終了後に正解数

を表示する。また、規定正解数の設定することにより規定正解数以上、以下でその後の処理を切り替えることも可能である。

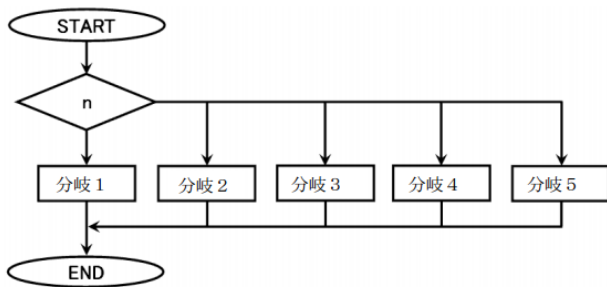


図 10 通常分岐 (選択枝数 5)

Figure 10 Normal divergence (five choices).

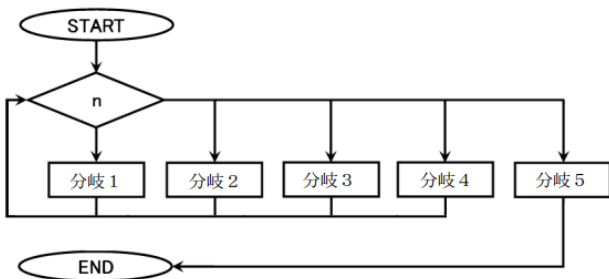


図 11 くり返し分岐 (選択枝数 5)

Figure 11 Loop divergence (five choices).

7.3 テンプレート利用作成方式

ELSEC システムの適用実験により得られた数種類のテンプレートストーリーの中から一つのフローチャートを選択することで各処理テーブルを自動で配置する (図 12)。利用者は各処理テーブルに必要な事項を入力するだけで教材を作成できるため、教材作成時間から構想時間を省略することが出来る。

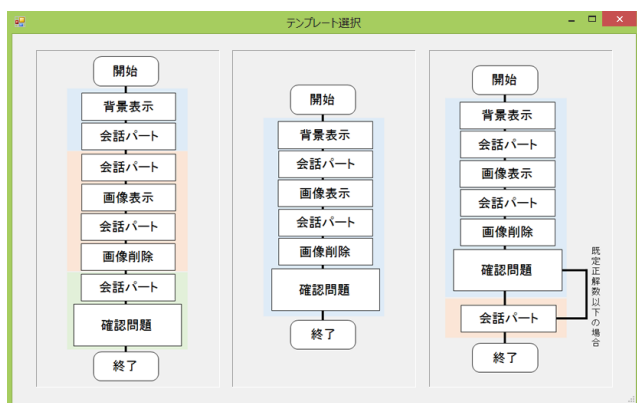


図 12 テンプレート選択画面

Figure 12 Template choice screen.

7.4 システムの利用効果

当システムを利用することにより、プログラミングの知識のない人にも容易にコンテンツの作成が可能となる。また、プログラミング知識のある人であっても従来の作成方法に比べて ELSEC システムでの教材作成を容易にすることができる。まず入力文字数であるが、従来の作成方法では約 1 分 30 秒の教材を作成するために約 1300 文字程度を入力して作成していた。しかし、各処理テーブルの必要事項だけを入力すればよい同様の教材を作成するために約 900 文字の入力のみで作成が可能であった。特に従来の作成方法では分岐や確認問題といった選択枝を用いる際に移動先設定などの複雑なスクリプトコマンド記述を行っていたため入力文字数が多かった。そのため、作成する教材にこれらの項目を多く採用する場合、入力文字数の差はさらに大きくなる。入力文字数が減少するにともない入力時間や、スクリプトコマンドの記述ミスなども軽減できるため図 8 における「コーディング」、「確認問題部分のコーディング」、「全体のデバッグ」の箇所にかかる時間を短縮できる。そのためプログラミングをしたことがない学習者をはじめ、情報機器初心者の学習者においても ELSEC システム学習サイクルのフェーズ 2 への遷移を容易にし、効果的な学習を行うことが期待できる。

7.5 利用効果からみる作業時間

ELSEC システムの適用実験において作成された教材は平均 19 分であり、その作成時間は約 4,939 分であった。著者らは従来の作成方法との作成時間の比較を行うため、検証実験を行った。実験では 1 分 30 秒程度の教材 (入力文字数約 900 文字) を作成するまでの時間を計測する。同一の教材を作成する作業時間を計測し、比較するため、あらかじめ設計、シナリオ、素材を容易にたうえて教材を作成する。なお、今回 DMD によるアニメーションは使用しない。そのため、適用実験における作業時間からそれらの作業時間 (全体設計、シナリオ執筆、素材作成・収集、DMD 作業時間) を差し引いた 2,568 分となり、1 分 30 秒程度の教材を作成するための作業時間は 202 分程度であると試算される。

著者らは支援システムを用いて約 15 分 25 秒で用意したシナリオの教材を作成することができた。当初の作成時間 202 分と比較して大幅に作業時間を短縮できたことがわかる。この結果は著者らによる検証実験であり、実際のシステム対象者層に対しての適用ではないため、一概には言えないが、従来の作成手法より作成時間が短縮できることは確認できた。タイピングの観点からのみで判断した場合、パソコンを普段ほとんど使わない層の平均タイピング文字数が約 170 文字/10 分程度であることから [20], 900 文字を入力するために要する時間は約 53 分である。よって約 1 分のコンテンツを 53 分程度で作成することが可能であり、

こちらでも大幅な作業時間の短縮が図れることが推測できる。

8. おわりに

本稿では、TRYSEC プロジェクトの概要と、その構成要素である ELSEC システム、ならびに教材作成支援システム PlotM について報告した。

PlotM を使用することにより学習者は KScripter のスクリプトコマンドを意識することなく教材 (e-ラーニング) を作成できる。従来の作成手法よりも入力文字数を削減できるほか作成作業時間を短縮できるため、従来の作成方法に比べて簡単に教材を作成することができる。これによりプログラミングの知識がない学習者であってもアウトプット学習フェーズへの容易な参加が期待できる。今後はシステム対象者層をはじめとして当システム利用時と従来方式での作成時間の差異や、作成容易度、ユーザビリティなどを評価実験により様々な角度から検証したうえで ELSEC システムの学習サイクル内に実適用し、改良を重ねていきたい。

参考文献

- 1) 東京電機大学未来科学部情報メディア学科情報セキュリティ研究室,
<<http://www.isl.im.dendai.ac.jp/>>
- 2) 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).
- 3) 佐々木良一: IT リスクの考え方, 岩波新書(2008).
- 4) 増山一光, 佐藤直: 学校設定科目によるコンピュータウィルス対策教育の実践, 教育情報研究 日本教育情報学会学会誌 27(3), 15-25, (2012).
- 5) T. Dimkov, W. Pieters, P. Hartel: Training students to steal: a practical assignment in computer security education, Proceedings of the 42nd ACM Technical Symposium on Computer science education pp.21-26(2011).
- 6) 中矢誠, 富永浩之: 初心者への情報セキュリティの教育機会としてのハッキングゲームCTF, 電子情報通信学会技術研究報告. ET 教育工学 112(66), 45-50(2012).
- 7) Jukka A. Koskinen, Tomi O. Kelo: Pure E-Learning Course in Information Security, Proceedings of the 2nd international conference on Security of information and networks (SIN2009), Famagusta, 6-10 October 2009, pp8-13 (2009).
- 8) 有田真貴子, 梶田鈴子: 情報セキュリティ教育における e ラーニング教材の学習効果の検証, 中村学園大学・中村学園大学短期大学部研究紀要 (45), 65-74(2013).
- 9) 村野井仁: インプット学習とアウトプット学習の融合による英語総合能力の伸長, 社団法人大学英語教育学会, JACET 全国大会要綱 36, pp.211-214(1997).
- 10) 齋藤孝: 必ず覚える!1 分間アウトプット勉強法, PHP 研究所(2011).
- 11) 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).
- 12) Schank, R.C.: Goal-Based Scenarios:Case-Based Reasoning Meets Learning by Doing, Case-Based Reasoning: Experiences, Lessons Future Directions, Leake, D.B.(Ed.), pp.295-347, AAAI Press/The MIT Press(1996).
- 13) 根本淳子, 鈴木克明: ゴールベースシナリオ(GBS)理論の適応度チェックリストの開発, 日本教育工学会論文誌 29(3), 309-318(2005).
- 14) 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).
- 15) 市川智史, 会田和弘, 佐々木良一: 情報セキュリティ教育のためのセキュアなハイブリッドシステムの開発と評価, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム
- 16) 石塚卓巳, 川上昌俊, 本間祐太, 古閑裕太郎, 佐々木良一: Web サイトの脆弱性への攻撃と対策について実習形式で学ぶことができる学習ツールの開発, マルチメディア・分散協調とモバイルシンポジウム 2012 (DICOMO2012) 論文集, Vol.2012, pp.314-323(2012).
- 17) 山本雅也, 下川亮, 高橋陽介, 三好健一, 福原幸, 高橋和也, 石崎由也, 中村駿介, 荒井正之: Java アプレットのプログラミング初学者のためのトレース能力の習得を目的とした学習支援システムの設計, 全国大会講演論文集第 70 回, "4-765"-4-766"(2008).
- 18) 大谷育弘, 小塩貴裕, 島崎智也, 中泉純, 赤羽根隆広, 荒井正之: Java アプレットのプログラミング初学者のためのトレース能力の修得を目的とした学習支援システムの開発, 全国大会講演論文集第 71 回, "1-305"-1-306"(2009).
- 19) 中西渉, 辰巳丈夫, 西田知博: PenFlowchart によるプログラミング導入教育の評価, 情報処理学会研究報告 コンピュータと教育研究会報告, 2013-CE-121(9), 1-7(2013).
- 20) 浮穴学慈, 情報演習科目の習熟度別クラス編成に関する一考察, 高松大学研究紀要 54・55, 157-177(2011).