

令和 6 年 6 月 26 日現在

機関番号：16102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K02733

研究課題名（和文）情報セキュリティを高める小学校プログラミング教育実践の開発と研修プログラムの構築

研究課題名（英文）Development of information security education for an elementary school through programming and construction of a program for training

研究代表者

阪東 哲也（BANDO, TETSUYA）

鳴門教育大学・大学院学校教育研究科・准教授

研究者番号：50802998

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、小学校段階に焦点を当てたプログラミングを取り入れた情報の科学的理解を育成する情報セキュリティ教材、授業実践ならびに教員向け研修プログラムの開発と検証である。学習者の現状を把握した上で、Scratchを利用した情報漏洩、認証、不正アクセスをテーマとした情報セキュリティ教材を開発した。そして、小学生や教員を対象とした試行的取組を行い、その効果を検証した。分析の結果、プログラミングを取り入れた情報セキュリティ教材の活用は情報セキュリティ知識の理解と興味の向上に有効であり、本研究は小学校段階の情報セキュリティ教育の充実に寄与する可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、小学校段階での情報セキュリティ教育におけるプログラミングの活用方法を示した点にある。具体的な教材開発とその効果検証を通じて、情報セキュリティにおける情報の科学的理解を促進する教育手法の有効性を明らかにした。さらに、プログラミングを取り入れることで情報セキュリティ教育の充実だけでなく、小学校プログラミング教育の充実に寄与する可能性が示唆された。また、社会的意義としては、早期教育を通じて子供たちのセキュリティ意識を高め、安全な情報社会の構築に貢献することが期待される。これにより、次世代のデジタルリテラシー向上にも寄与すると考えられる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to develop and evaluate information security teaching materials, practical lessons, and training programs for teachers, focusing on fostering scientific understanding of information through programming at the elementary school level. After assessing the current state of learners, information security materials were developed using Scratch, targeting themes such as data leakage, authentication, and unauthorized access. Trial initiatives were conducted with both elementary school students and teachers to evaluate the effectiveness of these materials. The analysis revealed that the use of programming-based information security materials is effective in enhancing understanding and interest in information security knowledge. This study suggests that these efforts can contribute to improving information security education at the elementary school level.

研究分野：初等中等教育，情報教育

キーワード：情報セキュリティ 小学校プログラミング教育 情報教育 情報活用能力 教師教育

1. 研究開始当初の背景

近年、情報技術の進展に伴い、情報セキュリティの重要性がますます高まっている。情報セキュリティ人材や、情報セキュリティに造詣の深い橋渡し人材の育成に向けて、小学校段階から体系的な情報セキュリティ教育の充実が喫緊の課題である。教育現場での情報セキュリティ教育は、情報モラルや安全なインターネット利用の意識向上といった態度の側面に加えて、情報の科学的な理解の育成が不可欠である。このような情報の科学的な理解を深めるために、プログラミング教育に高い期待が寄せられている。2020年度から本格実施されている小学校プログラミング教育と関連させ、情報セキュリティにおける情報の科学的な理解育成につながるプログラミングを取り入れた授業実践および教員向けの研修プログラムの開発は現代社会において極めて有益であり、これからの教育の一環として重要な取り組みとなる。このような教育の充実は、未来の安全な情報社会の構築に寄与するものであり、その社会的意義は大きいと考えられる。

2. 研究の目的

情報セキュリティに関する情報の科学的な理解を育成するための小学校プログラミング教育の実践と評価、さらに小学校教員向けの研修プログラムの構築にある。これにより、情報セキュリティ意識を高めるための教育方法を確立し、普及を目指す。

3. 研究の方法

本研究では3つの段階を設定している。学習者の実態把握を行う。現時点での小学校教育段階では、学習指導要領上で情報セキュリティの内容を扱っていないため、学校教育段階で情報セキュリティ学習を終えた大学生の実態を参照枠として調査する。これにより、最終的に目指すべき情報セキュリティ意識の姿を明確にする。次に、得られた実態に基づいて、情報セキュリティの学習内容を具体的に計画し、プログラミングを取り入れた実践的な教材を開発する。特に、文部科学省が作成した情報モラルキックオフガイドに基づき、「情報漏洩(マルウェア)」、「認証」、「不正アクセス」の3つのテーマに焦点を当て、プログラミングを取り入れた教材と授業実践を構築する。最後に、教員が開発した教材、授業実践に取り組みめるようになるための研修プログラムを開発し、効果検証を行う。

4. 研究成果

(1)学習者の実態把握に関する研究

情報セキュリティ意識と情報の科学的な理解(ICTに関する知識)との関連性を検討した。情報の科学的な理解の要素として、小学校と中学校の連続性を考慮し、中学校技術・家庭科(技術分野)の「D 情報の技術」の学習内容を取り上げた。教員養成系学生を対象としたアンケート調査の結果、情報セキュリティ対策に対する意識の形成には、IP アドレス、サーバの働き、ルータの働き等のICTの仕組みに関する知識、パスワード、ウィルスチェック、情報の暗号化等のセキュリティに関する知識といった情報の科学的な理解がポジティブな影響を与える可能性が示唆された。さらに、情報セキュリティ対策への意識に対して、ICTの仕組み、セキュリティ、および情報セキュリティ脅威に関する知識が影響することが明らかになった。したがって、情報セキュリティ対策に対する意識を高めるために、小学校段階からこれらの知識の習得を目指す学習に取り組むことの重要性が指摘できる。

(2)教材・授業実践の開発に関する研究

小学校段階であることを考慮して、ビジュアル型プログラミング言語 Scratch を用いた教材開発を行った。プログラミングを取り入れながら情報の科学的な理解を育成することを目指し、小学生対象の試行的授業を構築し、教育効果を検証した。

マルウェア

コンセプトとして、「マルウェア」を中心とした情報セキュリティの学習内容を取り扱う。マルウェアとは、コンピュータウイルスやワームなどの悪意を持って作成されたプログラムの総称である。この学習を通じて、児童はマルウェアについての基本的な理解を深め、プログラミングを通じてその対策を考えることが求められる。具体的な学習内容としては、マルウェアに関する疑似体験を通じてその危険性やマルウェア対策の重要性を理解することを目指す。

学習の流れとしては、まず1時間目にマルウェアの概念を学び、感染の疑似体験を行う。この際、児童は Scratch を用いて、マルウェアに感染したパソコンのモデルを操作し、マルウェア感染のメカニズムを視覚的に学ぶ(図1、図2)。次に、ウイルス対策ソフトの開発を疑似体験し、その過程でウイルス対策ソフトの仕組みやその限界を理解する(図3)。2時間目では、マルウェアに感染した場合の具体的な対策についてグループで話し合い、対策を考える。この活動を通じて、児童は情報セキュリティの重要性と具体的な対応策を学ぶ。

試行的授業実践を行い、教育効果を検証した結果、マルウェア、ウイルス対策ソフトに関する理解が深まったことが明らかとなった。小学校中学年段階において、プログラミングの学習と、情報セキュリティの学習を連携させることで、それぞれの学習活動での体験知、習得した形式知が相互作用し、情報の科学的な理解を伴った情報セキュリティに関する判断力を育成できる可能性が示唆された。

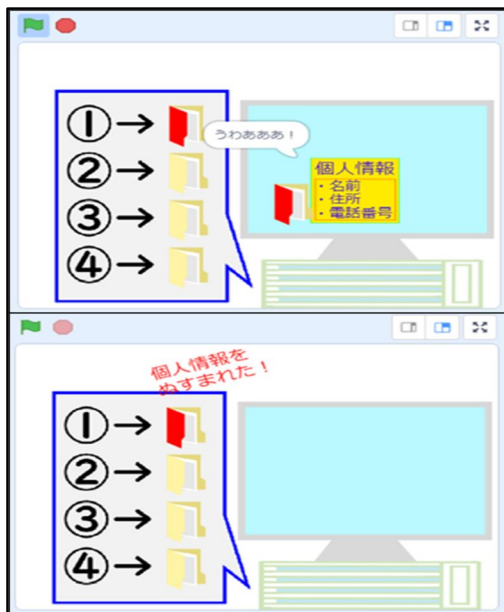


図1 個人情報窃取被害の疑似体験

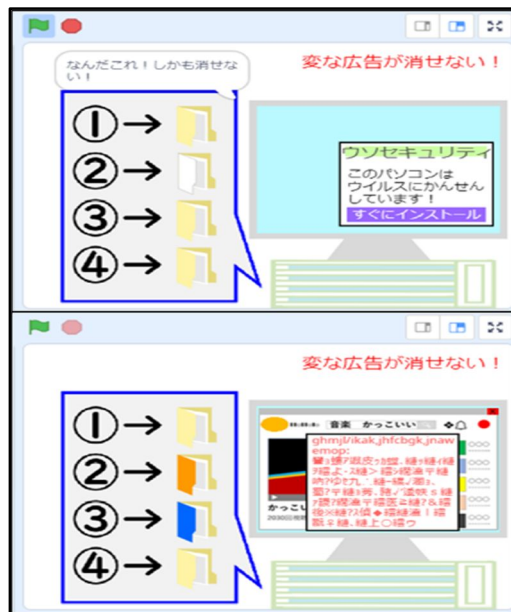


図2 迷惑広告表示被害の疑似体験

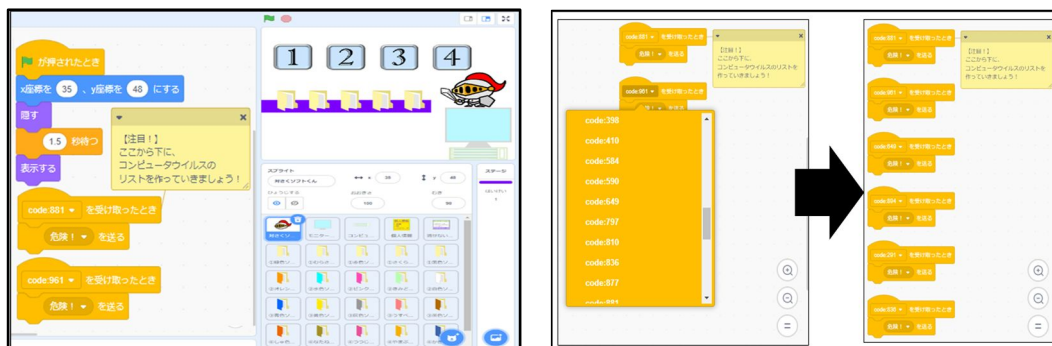


図3 ウィルス対策ソフト開発の疑似体験用教材の初期画面および入力操作画面

認証

コンセプトは、パスワードの安全性が高くなるように試行錯誤する体験を通して、自らの力で安全なパスワードの特徴を見つけ、安全なパスワードを作成できるようになることである。具体的には、児童が自分で考えたパスワードの安全性を、教材を通じて確認し、改善を繰り返すことで、安全なパスワードの要素(文字数、文字の種類、予測しにくい単語の使用)を理解し、実践できるようにすることを目指している。

学習の流れとして、まず、児童は自分で考えたパスワードを入力し、その安全性を Scratch によるシミュレーションで確認する。Scratch で開発されたパスワードチェッカーズを利用する(図4)。このフィードバックを受けて、パスワードの安全性を高めるための再検討を行うことで、安全なパスワードの特徴(文字数が多い、文字の種類が多様、簡単に推測できる単語を含まない)を自ら発見し、学習する。最終的に、これらの特徴を踏まえた上で自分なりの安全なパスワードを作成することを目指した。

試行的授業実践を行い、教育効果を検証した結果、児童は安全なパスワードの作成方法を理解し、その知識を身につけることができた。また、パスワードに対する興味を喚起し、児童自身が学んだ内容を他者に教えたいという意識が高まった。パスワードに関する情報の科学的な理解を促すために、体験型の学習に取り組むことの重要性が示された。



図 4 パスワードチェッカーズの遷移画面

不正アクセス

コンセプトとして、不正アクセスそのものの理解を目指すのではなく、情報の科学的な理解に着目するために、不正アクセスを防ぐための通信の仕組みと暗号化通信を学ぶことに焦点を当てる。通信の仕組みに気づかせることで、インターネットを使う際に自分の情報を安全に守る意識を高めることを目的としている。インターネット通信は目に見えないため、子どもたちは情報がどのようにやり取りされているか実感しにくい。そのため、ケーブルや電波を通して情報が移動していることを意識させることも重要と考えた。また、情報が一瞬で処理されることを知り、その際に使用される通信プロトコル(http など)によっては、自分の情報が平文で見られる可能性があることを認識させる。これにより、情報を安全に保つための意識を高めることができる。

学習の流れとして Scratch 上でパスワードが平文で表示される状況を疑似体験させる(図 5)。この体験により、情報がどのように危険にさらされるかを実感させられるようにした。次に、パスワードが暗号化されて表示される状況を疑似体験させ、暗号化の重要性とその効果を理解させる。Scratch 上でのアニメーションを通して、暗号化、通信プロトコル、SSL/TLS などの重要なキーワードについて簡単に紹介できるようにした。そして、児童はペアになって SSL/TLS 通信の仕組みをアニメーションで表現する活動を行う。Scratch 上のプログラムを操作し、視覚的に学ぶことで、概念の理解を深められるようにした。最後に、今日学んだ内容を振り返り、理解を確認する。

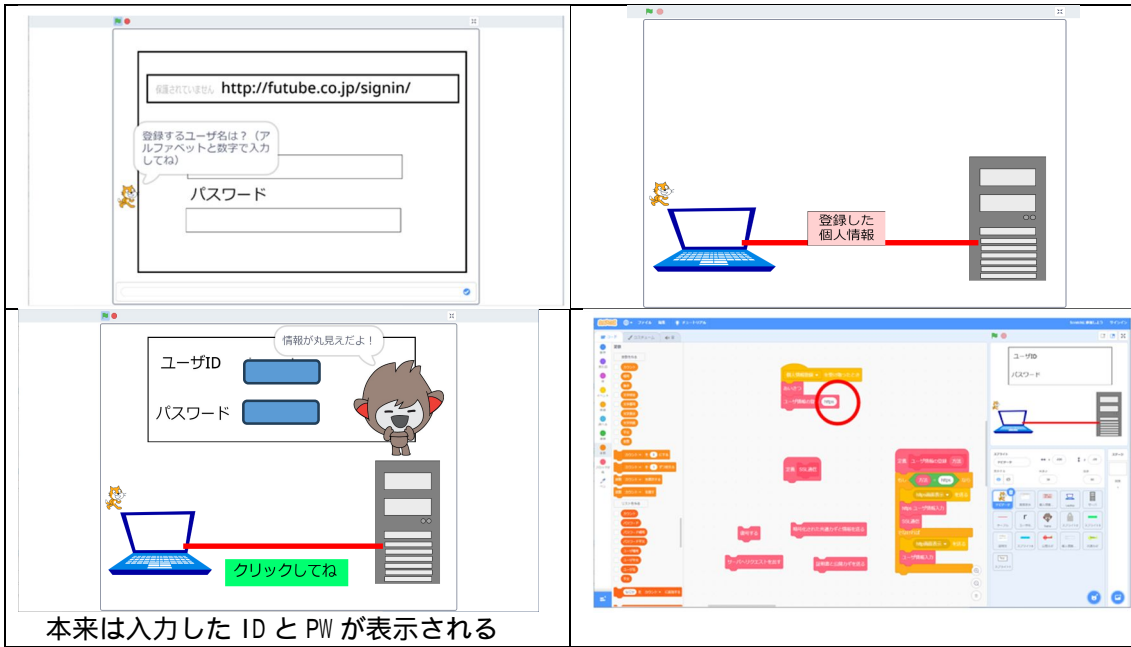
試行的授業実践を行い、教育効果を検証した結果、Scratch を利用した簡単なプログラムを並び替えることで、情報が暗号化されるセキュア通信(SSL/TLS)の基本的な仕組みへの気づきを促すことができた。プログラミングを取り入れた活動は楽しいと評価され、プログラミングや情報を守る方法に対する興味を喚起させることが示された。

(3) 教員向け研修プログラム

テーマとしてマルウェアに焦点化した教員向け研修プログラムを開発した。コンセプトとしては、マルウェアに対する基本的な理解を深めるとともに、情報の科学的な理解育成の観点を中心としたプログラミングを取り入れた情報セキュリティ学習指導への意識を高めることである。具体的には、教員向けのプログラミング教育講習会を計画し、ビジュアル型プログラミング言語 Scratch を用いて開発したウイルス対策ソフトの疑似体験を取り入れ、その教育効果を検証した。

研修プログラムは、情報セキュリティに関する座学と、開発したプログラミング教材の実習を組み合わせた。座学では、マルウェアの基本的な仕組みと分類について説明、最近の動向として、フィッシング攻撃などの紹介、最後に、マルウェアに対する具体的な対応策を説明した。基本的な対策として、ウイルス対策ソフトのインストールと定期的な更新、強力なパスワードの使用、ソフトウェアの最新バージョンへの更新などについて説明した。実習では、開発した教材を用いて、マルウェア感染の疑似体験、ウイルス対策ソフト開発体験をした。

分析の結果、教員養成志望学生並びに現職教員が本教員研修プログラムを受講することでマルウェアに対する科学的な理解が促進され、小学校情報セキュリティ教育に対する認識も向上したことが示された。Scratch を用いた疑似体験が教育効果を高めることも確認された。



本来は入力した ID と PW が表示される

図 5 開発した教材画面

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 西脇 勇斗, 岡 朋哉, 宮本 裕貴, 阪東 哲也	4. 巻 38
2. 論文標題 小学校高学年における安全なパスワードに対する意識を高める体験型教材を活用した授業実践の提案	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 教育情報研究：日本教育情報学会	6. 最初と最後の頁 15-25
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 阪東 哲也, 世良 啓太, 掛川 淳一, 森山 潤	4. 巻 63
2. 論文標題 大学生における情報の科学的な理解に着目した情報セキュリティ意識を高めるICTに関する知識群	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会誌	6. 最初と最後の頁 31-39
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 豊田 洸輔, 阪東 哲也, 森山 潤	4. 巻 63
2. 論文標題 マルウェアに関する情報セキュリティの理解を促進させる小学校プログラミング教育の提案	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本産業技術教育学会誌	6. 最初と最後の頁 101-110
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 山本晋司, 森山潤
2. 発表標題 小学校プログラミング教育におけるゲーミフィケーションの題材開発に向けた児童 の意識実態に関する予備的検討
3. 学会等名 日本産業技術教育学会近畿支部第39回研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 林孝茂, 森山潤
2. 発表標題 小学校プログラミング教育における形成的評価の作成と試行的実践
3. 学会等名 日本産業技術教育学会近畿支部第39回研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西脇勇斗, 岡朋哉, 阪東哲也
2. 発表標題 Scratchを用いた安全なパスワードを作成する体験の学習効果
3. 学会等名 日本教育情報学会第38回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西脇勇斗, 阪東哲也
2. 発表標題 小学校高学年に向けた安全なパスワードを考えるための体験型教材開発
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第 37 回四国支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 世良啓太, 阪東哲也, 掛川淳一, 森山潤
2. 発表標題 マルウェアに関する疑似体験を取り入れたプログラミング教育講習会の試み
3. 学会等名 日本教育情報学会第37回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阪東哲也, 曽根直人, 黒田昌克, 世良啓太, 掛川淳一, 森山潤
2. 発表標題 情報の科学的な理解に着目したIoT体験を取り入れた小学校プログラミング教育実践の検討
3. 学会等名 日本産業技術教育学会 第36回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阪東哲也
2. 発表標題 通信の仕組みに関する気づきを促す疑似体験を取り入れた小学生向け情報セキュリティ教育実践の検討
3. 学会等名 一般社団法人 日本産業技術教育学会 第36回情報分科会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阪東哲也, 掛川淳一, 世良啓太, 森山潤
2. 発表標題 小学生を対象とした情報セキュリティ教育の指導に対する小学校教員の意識調査
3. 学会等名 一般社団法人 日本産業技術教育学会 技術教育分科会 2020年度研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阪東哲也, 世良啓太, 掛川淳一, 森山潤
2. 発表標題 教員養成系学生における情報セキュリティ意識と ICTに関する知識の関係
3. 学会等名 日本産業技術教育学会第35回四国支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 豊田 洸輔, 森山潤
2. 発表標題 Scratch3.0を用いた小学生向け情報セキュリティー教材の開発と試行的実践～コンピュータウイルス対策を中心に～
3. 学会等名 日本産業技術教育学会近畿支部第36回研究発表会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	森山 潤 (Moriyama Jun) (40303482)	兵庫教育大学・学校教育研究科・教授 (14503)	
研究分担者	掛川 淳一 (Kakegawa Junichi) (90403310)	兵庫教育大学・学校教育研究科・准教授 (14503)	
研究分担者	世良 啓太 (Sera Keita) (30802243)	奈良教育大学・技術教育講座・准教授 (14601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------