

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：52501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K03113

研究課題名（和文）サイバーセキュリティからアプローチする高専生に特化したトップダウン型教育の構築

研究課題名（英文）Building of top-down education specialized for KOSEN students approaching from cyber security

研究代表者

米村 恵一（Yonemura, Keiichi）

木更津工業高等専門学校・情報工学科・准教授

研究者番号：90369942

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：意欲の高さと没入感の深さが特徴である高専生と親和性の高いサイバーセキュリティ教材を開発・活用し、サイバーセキュリティ人材を効果的に育成する新しい教育モデルの確立を目指した。実践演習型講義の受講前後の知識・技術レベルに関する5段階の自己評価を学習スコアとし、興味や期待度から意欲スコアを定義し、連続プレイ時間と攻略要素の連続性から没入感の深さを分類した。複数の要因を持った講義の実践結果の分析から、没入感の深さに関わらず、意欲スコアの高さが学習スコアの向上に寄与するという結果を得た。以上より、意欲向上に寄与する事前学習を一連の教育モデルに組み込むことで学習効果を高める方法論を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高専生に特化して、サイバーセキュリティ分野への興味、講義に対する期待、講義後のスキルアップへの期待、サイバーセキュリティ分野を独学で学習することへの困難さからモチベーションスコアを定義し、様々なモチベーションスコア群における学習効果を分析した結果、モチベーションスコア75%以上であることが効果的な学習スコアの向上に寄与するという定量的な成果を得た。有効なモチベーションスコアを明確に得たことで、事前学習によってモチベーションスコアを高めるサイクルを教育モデルに組み込んだ方法論の提案に至っており、没入感の深さに依存しない学習効果は、むしろモデル適用対象の拡張による汎化の可能性を示唆する。

研究成果の概要（英文）：We aimed to establish a new educational model to effectively develop cyber security personnel by developing and utilizing cyber security educational materials that are highly compatible with technical college students, who are characterized by high motivation and depth of immersion. A five-level self-assessment on knowledge and skill level before and after attending a practical exercise-type lecture was used as a learning score, a motivation score was defined based on interest and expectation, and the depth of immersion was classified based on the continuous playing time and the continuity of the strategy elements. Analysis of the results of the practice of lectures with multiple factors showed that a high motivation score contributes to higher learning scores regardless of the depth of immersion. Based on the above, we proposed a methodology to enhance learning effectiveness by incorporating prior learning that contributes to increased motivation into a series of educational models.

研究分野：サイバーセキュリティ人材育成

キーワード：サイバーセキュリティ人材育成 高専生 サイバーセキュリティ 学習意欲の高さ 没入感の深さ サイバーセキュリティ教材開発 サイバー攻撃とその対策 積極的サイバー防御スキル

1. 研究開始当初の背景

2019年当初、英ソフォス社により、日本企業におけるサイバー攻撃の検知能力が先進国中最低であり、最新技術に関する知識が少ないことが報告された。同時期、我が国のサイバーセキュリティ戦略本部によりサイバーセキュリティ2019が提言され、持続的な発展のためのサイバーセキュリティが掲げられた。我が国がサイバーセキュリティ後進国であることが浮き彫りになり、先進国としての地位の確立は喫緊の課題となった。

高専は、国内外にも知られている、15歳から5年間、自由に工学を探求することができる世界唯一の早期一貫型高等教育機関であり、サイバーセキュリティ2019の投資対象であった。持続的な発展のためのサイバーセキュリティを担い、高専機構はサイバーセキュリティ人材育成事業(K-SEC)を立ち上げた。本事業において、木更津高専は拠点校であり、中核拠点校である高知高専を強力にサポートする立場にあった。

2015~2016年、事業立ち上げの一環として、情報収集やスキルアップを遂行していた際、シマンテック社製のサイバーレンジ実践型演習に参加し、トップダウン型教育とサイバーセキュリティ分野との相性の良さを体感した。そこで、高専生の年齢とモチベーションを考慮したときの、“とことん”“のめり込む”学習傾向との調和性を感じ「高専生向けサイバーセキュリティ教育教材=新しいタイプのトップダウン型教育モデル」の図式が見えた。

最初の育成対象者として、情報工学分野の若年者、初学者を選択し、この対象者に対して効果の高いサイバーセキュリティ教育教材を構築し、没入感の深さに基づく意欲的・効果的・継続的な教育効果の測定方法を確立することにより、対象や学問分野を広げ応用可能な新たな教育モデルを提案することができるという考えに至った。

2. 研究の目的

2019年の内閣サイバーセキュリティセンターの報告から、攻撃を予想して能動的に対策を講じる積極的サイバー防御の重要性が示唆された。トップダウン型教育が可能なサイバーセキュリティ教育教材を作ることができれば、その教材が持つリアリティと、攻撃者の心理の熟知・熟慮が質の高い防御方法の考案・実践につながるオフェンシブセキュリティの考え方を組み込んだものとなり得る。この要素は、高専生にサイバーセキュリティ分野の学習に対する強いモチベーションを生じさせるのに必要かつ十分なものであり、その学習体験に基づく教育効果の検討は新しい教育方法への示唆となる。

高専生に特化したサイバーセキュリティ教育方法論の進展は、我が国のサイバーセキュリティ人材の効果的・継続的な輩出を可能とし、新しいトップダウン型教育モデルの構築に寄与する。ひいては、教育大国としての地位の再確立への示唆となりうる。

以上より、本研究では、高専生向けのサイバーセキュリティ教育教材を開発・活用して、積極的サイバー防御スキルを持つ人材を、高専から効果的・持続的に育成・輩出すること、新しいトップダウン型教育モデルを構築すること、の2点を目的とした。

3. 研究の方法

仮想企業のITシステムへサイバー攻撃をし、少しずつ侵入していくシナリオを体感することができるトップダウン型のサイバーセキュリティ教育教材を開発した。学習者はこの体感により、様々な状況において必要となるサイバーセキュリティに関する知識とスキルを知ることができ、さらに習得することができた。この教材を用いた講義を進める中で、学習者による、課題達成度、スキル習得度、課題の難易度評定、内容の興味深さ、具体的な獲得スキル、自身の取り組み度を評価してもらい、次のステップである没入感の深さの検討を行った。

開発した教材を使用した講義の受講の前後において、学習者には、サイバーセキュリティの知識体系をもとに設定した5つの項目(操作/構築、知識/法律、認証、脆弱性、多層防御)について、知識・技術レベルに関する5段階(知らない、知っている、説明できる、運用できる、高度な運用ができる)の自己評価を行って貰っており、この評価値を学習スコアとして定義した。

課題に取り組める時間の長さ(連続プレイ時間、攻略要素の連続性)から没入感の深さを定義した。通常の没入感の環境では、説明した項目における学習スコアの伸びが確認され、より深い没入感を得ることができる環境では、教材開発者が意図したスキル・知識(学習スコア)の伸びが確認された。さらに、没入感の深さに寄与する内部要因(分野への興味、講義への期待、スキルアップへの期待、分野に対する独学の困難さ)として意欲スコア(モチベーションスコア)を定義することで、各スコアによる可視化から教育モデルの効果の検証を可能とした。

定義したスコア(没入感、学習効果、意欲)を全て考慮した複数の形式の実践演習型講義を複数回行い、スコアの分析を進めた結果、意欲スコアの高さが高い学習効果につながるという知見を得た。

4．研究成果

学習効果について、講義演習を行うことで一定の伸びが見込まれることは予想し得る結果であった。そして、モチベーションスコアを定義し、そのスコアに応じて学習効果が高いであろうことも予想可能な結果であったといえる。本研究においては、これらの結果を実際に得ることができたため、目的の1つであった、高専生向けのサイバーセキュリティ教育教材を開発・活用して、積極的サイバー防御スキルを持つ人材を、高専から効果的・持続的に育成・輩出することを達成するに至った。今後も同方法論を継続することによって、本目的をさらに高いレベルで継続することが可能である。

しかしながら、本研究における最大の成果は、2つ目の目的であった、新しいトップダウン型教育モデルを構築することに関わる、各スコアを定量的に見たとき、どの程度のモチベーションスコア（意欲）があれば、学習効果に大きく寄与し、その学習効果を高めるのかという疑問に対して一定以上の成果をもって応えたことにある。この回答により、2つ目の目的であった、新しいトップダウン型教育モデルを構築することの達成と継続に対する強力な足掛かりを得た。

この結果は、事前学習の重要性がさらに高まることを示唆する。具体的には、教育遂行モデルの序盤に、事前学習フェーズを追加し、モチベーションスコアを増加させる過程が必要となる。この加味により、その後の主体の学習に入るといって、学習効果をより高めるための理想的な流れの確立に一歩近づいたことを意味し、今後の工学教育研究の進展へ寄与する十分な成果を得たといえよう。

今回定義した各スコア（没入感、学習効果、モチベーション）における相互寄与を考える時、特徴的な結果として、没入感の深さに関わらず、適切な学習効果が得られているというものがある。この没入感の深さに依存しない適切な学習効果の達成は、教育モデルの汎化を考えた際に、その拡張性の高さを示唆するものではある。しかしながら、本研究における学習対象者が高専生であることにより、対象群としては没入感の深さを得ることが容易な基盤が確立されている可能性があり、すなわち、没入感の深さに依存しない学習効果が得られた結果がこの特性に起因する可能性が否定できないところは否めない。したがって、次のステップとしては、高専生以外の学生へ本枠組みを適用し、比較検討することが重要であると考えている。

以上のように、新しい教育モデルの提案とその汎化可能性を掲げ、今後の工学教育研究の進展へ大いに貢献できる成果を得た。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1 . 発表者名	K. Yonemura, H. Kobayashi, S. Oyama, T. Fukuda, M. Hirano, K. Shiraishi, N. Hayashi, H. Moriyama, S. Okamura, S. Doi, T. Kaeriyama, R. Nakata, M. Hashimoto, J. Sato, H. Taketani, S. Yamada, S. Izumi, H. Okamoto, Y. Fujimoto, Y. Sakamoto, M. Maruyama, K. Noguchi, S. Kishimoto
2 . 発表標題	Motivation on Teaching Expert Development Projectby KOSEN Security Educational Community
3 . 学会等名	EDUCON2023 - IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (国際学会)
4 . 発表年	2023年

1 . 発表者名	Keiichi Yonemura, Hideyuki Kobayashi, Keiichi Shiraishi, Tatsuki Fukuda, Manabu Hirano, Hideaki Moriyama, Jun Sato, Hisashi Taketani, Shinya Oyama, Satoru Yamada, Satoru Izumi, Hiroyuki Okamoto, Youichi Fujimoto, Yoshinori Sakamoto, Kentaro, Noguchi, Seiichi Kishimoto
2 . 発表標題	Teaching Expert Development Project by KOSEN Security Educational Community
3 . 学会等名	2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (国際学会)
4 . 発表年	2022年

1 . 発表者名	Yonemura, K., Kobayashi, H., Sato, J., Taketani, H., Oyama, S., Yamada, S., Izumi, S., Okamoto, H., Fujimoto, Y., Sakamoto, Y., Noguchi, K. & Kishimoto, S.
2 . 発表標題	Cybersecurity Teaching Expert Development Project by KOSEN Security Educational Community
3 . 学会等名	EDUCON2021 - IEEE Global Engineering Education Conference (国際学会)
4 . 発表年	2021年

1 . 発表者名	Yonemura, K., Kobayashi, H., Sato, J., Taketani, H., Oyama, Sakamoto, Y., Noguchi, K. & Kishimoto, S.
2 . 発表標題	Cybersecurity Teaching Expert Development Project by K-SEC - On Organizing of Cyber Range
3 . 学会等名	ISATE2021 - 14th International Symposium on Advances in Technology Education (国際学会)
4 . 発表年	2021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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------