

令和 2 年 6 月 16 日現在

機関番号：55301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01060

研究課題名(和文)組込プログラミング学習者の学習意欲を維持できるCSアンプラグドアクティビティ開発

研究課題名(英文) Activity Development for the Eager Students of Embedded Technology That Is Based on CS Unplugged

研究代表者

大西 淳(Onishi, Atsushi)

津山工業高等専門学校・総合理工学科・教授

研究者番号：60311073

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、コンピュータサイエンスアンプラグドの考えに沿ったプログラミング技術修得のためのアクティビティ開発と開発したアクティビティの評価を行うことを目的に実施した。プログラミングの対象としては、これからのIoT社会を支える組み込み技術分野としていた。研究の結果、荷物配達のロールプレイを模した、C言語のポインタ学習用の教材を開発することができた。高専の学生を対象に、この教材による教育を試行したところ、教育効果の高い教材を開発できたことが確認できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

組み込み機器の開発で広く使われているC言語によるプログラミングを学習する学生にとって、ポインタの概念を理解すること、ポインタを使ったソースプログラムを容易に書けるようになることは、とても困難な課題である。本研究で開発した教材は、学習者にとってもなじみの深い荷物配達を例にとり、荷物配達の過程を演じることにより、ポインタを理解することができる、意義深い教材である。

研究成果の概要(英文)：Our research aim was to develop the educational material for students of embedded technology. We hoped many students could learn the programming technique by using our educational material. Our educational material is based on the idea of computer science unplugged. At last, we have developed the educational material that is a roll play like package delivery. Students can learn about the concept of pointer of C language. Many students appreciate our educational material.

研究分野：技術教育

キーワード：プログラミング教育 ポインタ コンピュータサイエンスアンプラグド

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

昨今、近未来の社会を見通すためのキーワードとして「IoT」なるものがメディアを賑わせている。「IoT」は「Internet of Things」を略した語で、「モノのインターネット」と日本語訳されることが多い。この語は、従来、インターネットにつながるモノとして、パソコン、サーバ、プリンタなどのいわゆる IT 機器が当たり前であったことに対し、「IT」や「インターネット」といった言葉からおおよそ連想できなかったようなモノ、例えば、洗濯機や冷蔵庫などの家電品、部屋のドアや蛍光灯などといったモノまでがインターネットにつながることを意味する。IoT でインターネットに接続されるモノは「IoT デバイス」と呼ばれるが、IoT が進んだ世界では、IoT デバイスが時々刻々生成する大量のデータ、いわゆるビッグデータをインターネット経由で転送して蓄積し分析することが可能となる。そのことにより、これまで想像できなかった新たなサービスの提供がビジネスとして生まれるチャンスがある。

このような IoT を支える重要な技術の一つとして挙げられるのが、組込み技術である。典型はデータを生成するために使われる IoT デバイスであるが、それ以外のデータを転送するシステムやデータを蓄積・分析するシステムの中にも、その内部にプロセッサが組み込まれてソフトウェアにより機能するいわゆる組込み機器が大量に使用されるはずである。

情報処理推進機構は、毎年発行する「IT 人材白書」において、組込み機器を機能させるためのソフトウェアを作成する技術の重要性が増すことを指摘する一方で、それに従事する技術者の不足も指摘してきた。組込み機器用のソフトウェアには、厳しいリアルタイム性能が要求されることや、限られたリソースでパフォーマンスを発揮しなければならないことなどから、普通のパソコンで動作するソフトウェアを開発する技術とは異なる特殊な技術が必要である。そのため、組込みソフトウェア技術者を養成するためには、これら特殊な技術の教育が必要である。しかし、従来の技術教育では、この特殊技術に関する教育が十分ではなかった。

そこで、研究代表者は、組込みソフトウェア技術者を養成するための教育に関する研究にこれまで取り組んできた。企業技術者と連携し、リアルタイム・プログラムに関する技術教育を実現するために、図 1 に示す自動姿勢制御自転車ロボットの開発やこれを活用する教育に関する研究を行ってきた。他に、国内で開催される組込み技術の主要なコンテストの一つである ET ロボコンを活用する教育にも取り組んできた。



図 1 製品化された自動姿勢制御自転車ロボット

その研究の過程で、研究代表者は、プログラミング学習に対して学生がネガティブな意識を持っていることに問題意識を持つようになった。平成 16 年度に津山高専情報工学科 2～5 年生に対して実施したアンケートでは、プログラミングを苦手とする学生の割合は 70% を越えた（大西他「データ操作過程を可視化する C インタプリター機能と試用結果」、平成 19 年度情報教育研究集会）。また、同じ津山高専において、平成 28 年度 1 年生 158 人に別のアンケートを実施した。津山高専では平成 28 年度入学生から、これまでの 4 学科別の入学者選抜をやめて 1 学科くりでの入学者選抜に改め、代わりに、2 年進級時にこれまでの学科に相当する 4 系へ配属するシステムが変わった。そこで、1 年生の夏休み前までに情報システム系への配属を受け入れるかどうかと、受け入れ難い場合はその理由を問うた。その結果、図 2 左のグラフに示すように、約 19% の学生が配属は受け入れ難いと回答し、そのうち、約 57% の学生が、自由記述形式であるにもかかわらず、図 2 右のグラフに示すように、プログラミングを学習することがいやであることを理由に挙げた。これらの結果について、研究代表者は、まだ本格的に学習を開始していない初期段階のこの時期に上述のような結果が出ていることは問題と考え、プログラミングの初期教育の重要性を痛感した。

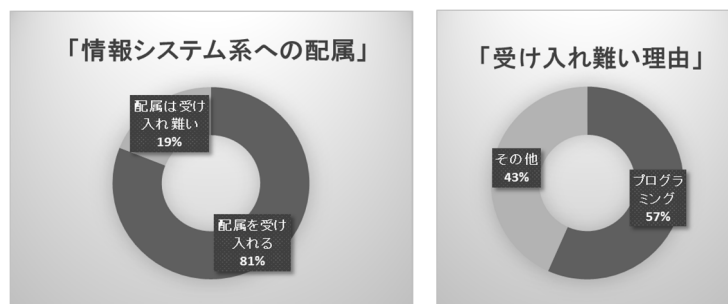


図 2 情報システム系への配属に関するアンケート結果

そこで、研究代表者が着目したのがコンピュータサイエンスアンプラグドである。コンピュータサイエンスアンプラグドは、コンピュータを使わずに情報科学を理解させる教授法である（Tim Bell, etc, “CS Unplugged”, http://csunplugged.org/wp-content/uploads/2015/03/CSUnplugged_OS_2015_v3.1.pdf）。この教授法は低年齢層への教育にも適用できるよう、ゲームやグループ活動といったアクティビティを通して学習者に情報科学のトピックスを理解させるという特徴がある。研究代表者はこの低年齢層向けという特徴がプログラミング学習開始直後の意識離反を防ぐことに効果があるのではないかと考えている。

2. 研究の目的

コンピュータサイエンスアンプラグドの特徴であるアクティビティを通しての学習という手法が、プログラミング技術の理解や修得にも有効であることを確認したい。そのために、本取り組みの端緒として、プログラミング教育で長年課題となっているポイントの概念の理解についてアクティビティを開発し、その効果を確認したい。続いて、効果が確認された後、プログラミング教育でよく扱われたり、教育効果があがらず問題になったりしている他のトピックスを列挙し、それぞれのアクティビティを開発したい。

3. 研究の方法

平成 29 年度

平成 29 年度は、津山高専において、情報工学科 5 年生 1 名の卒業研究または専攻科生 1 名の特別研究の一環として、ポイントの概念を理解するためのコンピュータサイエンスアンプラグドのアクティビティを開発する。アクティビティの試作には、津山高専専攻科生の特別研究として、平成 27 年度と 28 年度に既に取り組みを始めている。このアクティビティは、ポイントを住所に見立てて品物配達を行うロールプレイング形式のグループ活動になっている。本申請書作成の段階では少数の学生による試行しかできていないが、要改善の項目は多々挙がっているものの、手応えを得ている（安東、「C 言語のポイントを学習するための CS アンプラグド教材の試作」、平成 28 年度中国・四国地区高等専門学校専攻科生研究交流会）。

この試作品をもとに、実際の教育で利用できるよう、ロールプレイのシナリオやロールプレイで用いるカード類、ボード類を完成させる。そして、実際に教育に適用してアンケート形式での評価を行う。高専の教育課程には各種演習の時間が多く設けられているため、うまく計画しておけば、どこかに時間を確保して他の教育機関と比べ比較的容易に実施できるものと考えている。

なお、アクティビティの開発を学生とともに行うのは、開発に携わる学生自身がプログラミング教育を受けてきた経験を、本研究で活かしたいからである。教育を受ける側の視点をアクティビティ開発の各所で発揮してくれることを期待している。また、初めにポイントに関するアクティビティに取り組むのは、ポイントの概念の理解が、プログラミング教育が上手くいっていない典型的なトピックスとしてしばしば指摘されてきたからである。

平成 30 年度

平成 30 年度の取り組みでは、まず、前年度に行ったポイントに関するアクティビティの評価結果について、他高専に勤務する連携研究者 3 名とともに検討を行う。前掲「研究の目的」でも述べたように、コンピュータサイエンスアンプラグドの教育手法をプログラミング教育の全般にわたって積極的に適用しようとする試みは、研究代表者の調べた範囲では見当たらない。そのため、プログラミング教育に対するコンピュータサイエンスアンプラグドの教育手法の有効性の評価もまた未知である。そのため、前年度に行ったポイントに関するアクティビティの評価結果を、まずはしっかりと吟味することが必要である。吟味はアンケート結果等に基づいて行う。

吟味した結果、プログラミング教育にコンピュータサイエンスアンプラグドの教育手法を適用することが有効である可能性が確認された場合、さらなるアクティビティの充実を図るため、プログラミングの教育課程を一通り精査して、アクティビティを作成するトピックスを列挙する。この際、前述の吟味の過程において、コンピュータサイエンスアンプラグドとプログラミング教育との相性などが明らかになっていれば、そのことにも留意してトピックスの列挙を行う。そして、アクティビティ開発の優先順位を付けるなど、今後の研究の計画を立てる。

なお、連携研究者である 3 名の教員と研究代表者とは、平成 19 年度の 1 年間、同じ宇部高専に勤務していた実績がある。そこでもプログラミング教育に関する研究を共同で行い、成果を残した（大西他、「プログラムの実行過程を可視化する C インタプリタ」、高専教育 第 32 号, pp. 31-36, 2009 年）。また、平成 27 年度には、この 4 人で国立高等専門学校機構の資金援助を受け、コンピュータサイエンスアンプラグドをプログラミング教育に適用する別の取り組みを行っている。このような背景のもとで、今回の研究組織は構成されている。

平成 31 年度

平成 31 年度は、前年度に立てた計画に基づいて、アクティビティの開発と開発したアクティビティの評価を行う。この取り組みは、計画の状況により、津山高専情報工学科 5 年生の卒業研究または専攻科生に複数同時に協力してもらっての取り組みになる可能性がある。その過程では、連携研究者である 3 人の教員からも適宜助言をもらう。

4. 研究成果

平成 29 年度

平成 27 年度から先行して開発を進めていたアクティビティの問題点を解決し、一定の完成品に至ることができた（白神, 「C 言語ポインタ教育用 CS アンプラグド教材の問題点の発見とその改善」, 平成 29 年度津山工業高等専門学校情報工学科卒業研究, 2018 年）。具体的には, ロールプレイ型の教材であるにも関わらず, 従来はファシリテータの進行手順を示した資料がなく, ファシリテータに一定の事前準備を求めていたところを, 進行手順を記した資料を作成してファシリテータの負担を軽減した。また, ロールプレイのシナリオを学習者がより楽しめるストーリーに改め, 楽しんで学習できるように改善した。さらに, 学習内容であるポインタについて, この概念をマスターすることの重要性を学習者に理解させるための例を提示するようにして, 学習意欲の向上に努めるよう改善した。

平成 30 年度

研究連携者との研究活動（内田, 玉城, 大西, 田辺, 「プログラミング導入教育における CS アンプラグドの活用について」, 日本情報教育学会 第 1 回研究会, 2019 年）等を通じ, 平成 29 年度の研究で完成したアクティビティの評価は, 授業を受ける側（学生）へのアンケートだけではなく, 授業を実施する側（教員）に対するアンケートも実施し, 必要な改善を施す必要があるとの結論に達した。このため, 今後の研究では, アクティビティをポインタに関するものに絞らざるを得ない状況になった。また, アクティビティ実施のための耐久性のあるパーツについては, 追加作成の容易性を考慮して, 3D プリンタで作成するというアイデアを得た。

平成 31 年度

前年度, アクティビティをポインタに関するものに絞ることにしたため, 最終年度である平成 31 年度は, ポインタに関するアクティビティについて, 評価をおこなうことが目標となった。この目標に対し, 津山高専専攻科の学生の協力を得て, まず, アクティビティの細かいリファインをおこない, その後, リファインされたアクティビティを津山高専専攻科の学生に試行してもらい, 評価をおこなった。

その結果, 教材としての使い勝手が向上していることと, プログラミングにおけるポインタの有用性を学生に理解させる効果が向上していることを確認できた。また, 教材利用のシナリオを更に見直しすることにより, より教育効果を向上させる余地が残っていることを確認できた。一方, この教材の適用対象を拡張し, C 言語の初学者で, ポインタについて未学習の者を含めるよう, 再検討した方がよいという指摘を受けた（森木, 大西, 「CS アンプラグドの考えに基づく教材の開発-C 言語のポインタ学習用教材-」, 2020 年度電子情報通信学会総合大会, 2020 年）。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 内田保雄, 玉城龍洋, 大西淳, 田辺誠
2. 発表標題 プログラミング導入教育におけるCSアンブラグドの活用について
3. 学会等名 日本情報教育学会 第1回研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森木遼, 大西淳
2. 発表標題 CSアンブラグドの考えに基づく教材の開発-C言語のポインタ学習用教材-
3. 学会等名 2020年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

白神金汰, 「C言語ポインタ教育用CSアンブラグド教材の問題点の発見とその改善」, 平成29年度津山工業高等専門学校情報工学科卒業研究発表審査会, 2018年

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