

情報基礎教育におけるCSアンプラグド教材の開発

— OSのメモリ管理機能を学習するゲームの制作 —

小川 仁士[†], 宇野 健[†], 佐々木 宣介[†]

県立広島大学 経営情報学部 経営情報学科[†]

1. はじめに

大学の情報基礎教育においては、単にコンピュータなど既存の情報通信機器の使い方を教えるのみでなく、そこに使われている情報技術の要点をも教える必要がある。しかしながら、従来の座学に頼った授業形態では、学生の学習意欲を高めない限り十分な教育効果を期待することはできない。

2005年、ニュージーランドのティム・ベル博士を中心に、コンピュータを一切使用せず、その基本的な原理を学ぶCSアンプラグド[1]という教授法が提唱された。これは、小学生を対象にコンピュータの仕組みや考え方を体験的に学習させる、アクティビティを中心とした教授方法である。また、国内で行われた実験授業でも、小学生のみならず中高生の技術や情報の授業で効果をあげた例が、報告されている[2]。CSアンプラグドで提唱している教授方法では、実機等を使わず、紙や鉛筆など身近で入手しやすい材料を使い、教具に工夫を凝らし、学習者の主体的な学びを引き出すことで、教育効果を高めている。

本研究は、CSアンプラグドの教授方法としての有効性に着目し、主に大学の情報基礎の授業や高大連携公開講座等で利用可能な、体験型の新しい教材を開発することを目的としている。具体的には、前年度のコンピュータウイルスの波及と防御を体験するボードゲーム形式の教材[3]に引き続き、OSのメモリ管理機能について対戦型のゲーム形式で体験学習できる教材を新たに開発し、実験授業ならびに高大連携公開講座を通して有効性を検証した。

2. 教材の製作

本研究では、学習対象となるコンピュータのアーキテクチャとして、ノイマン型（プログラム内蔵方式）アーキテクチャを前提とした。すなわち、補助記憶装置に保存されたプログラムやデータを主記憶装置にロードし、ロードしたプ

ログラムをCPUが逐次読み出し、命令を解釈しながら動作していく。実行できるプログラム、データの大きさは、それらを格納する主記憶装置の容量で決まる。コンピュータが実行しなければならないプログラムは複数あるため、主記憶装置を効率よく利用し、できるだけ多くのプログラムを実行できるようにしなければならない。OSのメモリ管理機能は、コンピュータの処理能力の向上と、それに伴うプログラム規模の増大に対応すべく、その管理方式も様々な進展してきた。補助記憶装置の空き領域を利用した仮想記憶方式などが代表的なものである。

そういった技術的背景を踏まえつつも、CSアンプラグドを活用した教材としては、誰に対しても理解しやすく身近に感じやすい内容が求められる。よって、授業で学生に伝えるべき要点を明確にするため、発展的内容は授業の後半部分で適宜補うものとし、前半部分のアクティビティで使う教材においては基礎的・概念的に重要な部分にのみ焦点を絞った。表1に本教材を使ったアクティビティの学習目標を示す。

表1. アクティビティにおける学習目標

(1)	メモリ管理の必要性を知る
(2)	実記憶装置にプログラムをロードする動作を理解する
(3)	仮想記憶の仕組みを理解する
(4)	メモリの増設の必要性を理解する

2.1 ゲームの目的 ゲームは二人一組で行う。相手プレイヤーと交互にプログラムを主記憶上に読み込ませていき、先にプログラムを読み込ませることができなくなったプレイヤーが負けとなる。その過程で、主記憶にどのようにプログラムを読み込ませるのか、また、主記憶にプログラムを読み込ませるための空きスペースがなくなったとき、どのような処理が行われているのかを理解することがこのゲームの目的である。ゲームを通して学習者は、主記憶へのプログラムのロード、仮想記憶の仕組み、メモリの増設などについて基本的な知識を体験的に習得することが可能である。

Development of CS-Unplugged Learning Materials in Basic Information Education – Production of the Game for the Study of the Memory Control Function of an OS –

[†] Hitoshi Ogawa, Takeshi Uno, Nobusuke Sasaki (Prefectural University of Hiroshima)

2.2 ゲームに用いる道具 ゲームに用いる道具を図1に示す。

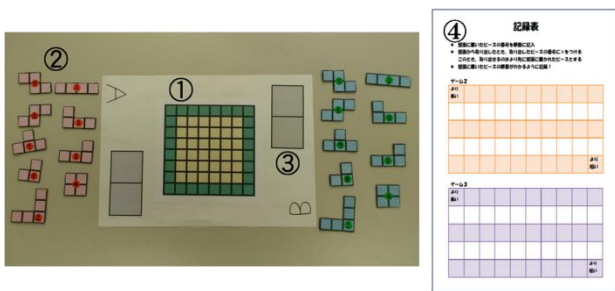


図1. ゲームに用いる道具

①盤面（1枚，主記憶を表す），②ピース（9種類，赤と青の2組，プログラムを表す）
③仮想テーブル（2枚，仮想記憶を表す）④記録表（2枚，プログラムが主記憶にロードされた順番を記録する）を使う。

2.3 ゲームのルールと手順 ゲームは3段階構成となっている。ゲームの流れを図2に示す。

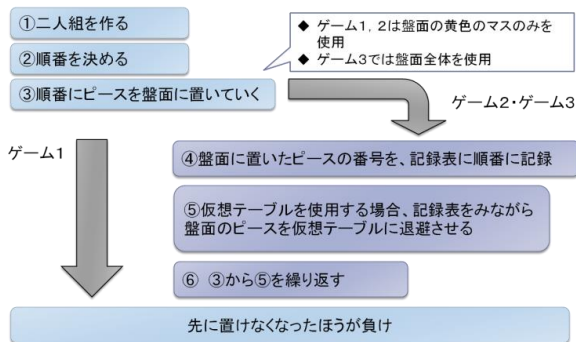


図2. ゲームの流れ

ゲーム1では盤面とピースだけを使う。盤面には黄色のマスのと緑のマスのがあるが、黄色のマスのみを使う。図2中の手順①～③を行う。

ゲーム2では、盤面、ピース、仮想テーブル、記録表を使う。ゲーム1と同様に、盤面の黄色のマスのみを使う。記録表は、盤面に置いたピースの番号を順番に記入していく。手持ちから盤面にピースが置けなくなったとき、記録表に記入された番号順に仮想テーブルに退避し、空いたスペースに別のピースを置くことができる。仮想テーブル上のすでに退避してあるピースと交換することもできるが、手持ちのピースとは交換できない。盤面から仮想テーブルに退避しても次のピースが置けない場合は負けとなる。図2中の手順①～⑥を行う。

ゲーム3では、盤面、ピース、仮想テーブル、

記録表を使う。盤面の黄色のマスのと緑のマスの全体を使う。ゲーム2と同様に仮想テーブルを使う。図2中の手順①～⑥を行う。

3. 教材の有効性の検証

大学生を対象とした実験授業や高校生を対象とした公開講座を通して本教材を用いたアクティビティを評価した。

実験授業では、アクティビティを用いた授業が何を学ぶものか（目的・主旨）が理解できたかという設問に対し、参加した4人中4人から肯定的な結果が得られた。また、「自由に入れ替えができない分、先を考えてピースを置いていかなければならないので、とても頭を使った」という感想が得られた。学習目的は概ね達成できたと考えられる。

公開講座では、アクティビティを用いた授業が何を学ぶものか（目的・主旨）が理解できたかという設問に対し、参加した13人中4人は「とても分かる（5段階中5）」と回答した。残り8人は「分かる（5段階中4）」と回答し、「プログラミングに興味があるので、ゲーム感覚でプログラムの構造が理解できるような教材があったらいいなと思います」という意見が寄せられた。

4. おわりに

本研究では、OSのメモリ管理機能について体験的に学習するCSアンプラグド教材を開発した。

本教材を用いたアクティビティによって、(1)メモリ管理の必要性を知る、(2)実記憶装置にプログラムをロードする動作を理解する、(3)仮想記憶の仕組みを理解する、(4)メモリの増設の必要性を理解する、という学習目標が達成できることが、大学生を対象とした実験授業および高校生を対象とした公開講座を通して確認された。

今後は、本研究で扱わなかったその他のOSの機能についても教材を開発し、実験授業等で有効性を確認しつつ、実際の授業へ適用し改善していくことが必要である。

参考文献・URL

[1] Tim Bell, Ian H. Witten and Mike Fellows, 兼宗進ほか訳：「コンピュータを使わない情報教育アンプラグドコンピュータサイエンス」、2007。
(Unplugged has moved : <http://www.unplugged.canterbury.ac.nz/>)
[2] 井戸坂幸男, 西田知博, 兼宗進, 久野靖：「中学校におけるCSアンプラグドの授業提案」、情報処理学会研究報告, コンピュータと教育研究会報告2009(15), pp163-170, 2009。
[3] 小川仁士, 佐々木宣介, 宇野健：「情報基礎教育におけるCSアンプラグド教材の開発ーコンピュータウイルスの波及と防御を体験するゲーム制作」、情報処理学会第75回全国大会, 講演論文集, pp4-465--4-466, 2013。