

Minecraft を用いた CS アンプラグドワークショップの試み

宇都宮光[†] 松澤 芳昭[‡]
 青山学院大学 社会情報学部[†]

1. はじめに

小中学校ではプログラミング教育が必修となり当該分野の実践研究の強化が期待されている。その一例として、遊びを通してコンピュータの基礎知識を学ぶコンピュータアンプラグド(以下、CS)が注目され研究が進められている。しかしながら、CS アンプラグドによる学習では、学んだことを実際の情報技術と関連付けられる生徒が希少であるという研究成果も発表されている[1]。

本研究では、この問題の解決のために、国内外でプログラミング初学者の教材としても導入され始めている Minecraft を利用することを考えた。子供達が CS アンプラグドで学習した概念を実際の情報技術と関連するものとして理解してもらうことを目的とし、ワークショップ教材の設計・実施を行った。

2. 「コードアナライザ」の開発

本研究で対象とする CS アンプラグドの単元「秘密のメッセージを送ろう」は、暗号を解くことにより二進数で文字を表現することを学習するためのものである。コンピュータ内のデータが数字(0, 1)で格納されていることを学ぶことを狙いとしている。これを学ぶため開発した Minecraft 上の装置が「コードアナライザ」である。コードアナライザは、2進数を入力とし、対応する文字を出力する Minecraft 上に構築された装置である。

コードアナライザの論理構成図を図 1 に示す。大まかに以下の4つの装置から構成される。

A. 入力装置

入力装置を図 2 に示す。入力装置ではレバーの ON/OFF の切り替えを 1, 0 と見立てて二進数の入力を行うことができる。学習者は、対応する二進数を入力により、デザインした文字をディスプレイに表示させることができる。

B. 二進十進変換器

変換装置を図 3 に示す。この変換装置は、入力装置から入力された二進数を十進数に変換することができる。A で入力された二進数の信号線と同じ箇所にアイテムを置くことで、十進数に対応する C へ信号を送るという仕組みになっている。

C. 十進文字変換器

十進文字変換器を図 4 に示す。C は十進数の信号を文字の出力信号に変換することができる。ディスプレイのどこを光らせるかを制御しており、回路がディスプレイの 49 個のランプへと直接つながっているため、参加者は自分が光らせたい番号の回路にアイテムを置いていく。

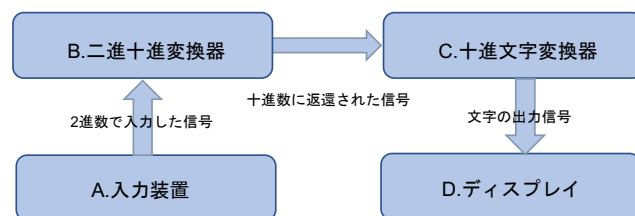


図 1. コードアナライザの論理構成図



図 2. 入力装置



図 3. 二進十進変換器



図 4. 十進文字変換器



図 5. ディスプレイ

D. ディスプレイ

ディスプレイを図 5 に示す。C から受け取った信号によりランプが点灯し、最終的に文字が出力される。複雑な文字や絵、モチーフ等も出力できるように 7×7 の計 49 マスを用いている。

3. 「ワークショップ」のプロセス

コードアナライザを利用したワークショップのプロセスを順に述べる。

(1) 文字の出力の動作確認

学習者に A に二進数を入力すると「あ」「い」という文字が出力される様子を見せる。2bit 用意している A, B, C を見て回りながら簡単に装置の仕組みを説明する。

(2) 1 文字目の作成(自作文字のデザインと C の実装)

D と同様に 49 マスある用紙で文字や絵をデザインする。用紙の塗りつぶした番号と同じ箇所に部品を置き、A で 3 を入力すると実際にデザインした文字が出力される。

(3) 2 文字目以降の作成(デザインと ABC の実装)

教材の初期状態では、2bit 分の回路を用意しているため 4 通りの表現ができる。1 通り目はディスプレイに何も表示させない設定にしてあるため、手順 2 までで 4 通り全て使い切ってしまう。2 文字目以降を作成するために学習者は 3bit 目を追加、A から C の回路を新たに実装する。

4. 実験

小学生 1～5 年生の男女計 6 名を対象に、ZOOM と Minecraft を用いて完全オンラインでワークショップを実施した。教材や資料は ZOOM の共有機能を用いて手元のプリントと参照しながら取り組めるようにした。参加者は ZOOM で顔を映した状態で、手元のタブレット端末、もしくは Nintendo Switch で Minecraft を操作しながらワークショップに取り組んだ。

5. 結果

5.1 エピソード記述

参加者⑤の小学3年の女子(以下Mさんとする)はワークショップ受講前は2進数を未学習で、プログラミング学習の経験等もない。

まず初めに行ったアンプラグドの問題では0と1だけで表した二進数も十進数と混同することなくスムーズに解き進めていた。コンピュータが二進数を扱う理由の説明なども、うんうんと相槌を打ったり頷いたりしながら理解している様子が見られた。

しかし、Minecraft に移って一通りコンピュータの説明を終えた後、「3のスイッチはないけど、どうやって入力しようか」という問いに対してどうすればいいのか分からずしばらく困惑した様子だった。「さっきの問題(CSアンプラグド)を思い出してみようか」とヒントを与えたところ、1と2のスイッチを両方つければ3になるということに気付いた。ここでCSアンプラグドの問題とリンクしているということに気がつき、Minecraft の中でもアンプラグドで学習した二進数の考え方をいれば良いと気づきを得たのではないだろうか。その後は変換器回路の作成やより大きい数字の入力もスムーズにできるようになっていた。

Mさんは新しい作業に入る際は比較的ゆったりとしたペースだったが、回路を作り進める中で操作やコンピュータの仕様に楽しみながら慣れていっている様子が見られた。フォントは自分の名前のひらがなをデザインし、一生懸命設計図に書き込んでいた。自分がデザインしたものが実際に出力されている様子を見ると笑いながら喜んでいて、この体験が特に嬉しかったようで次のフォントも名前の2文字目をデザインし、終了後のヒアリングの際も「文字を作るところが特に楽しかった」と回答していた。

4.2 実践成果の分析

各フェーズに取り組んだ時間とタイムコードを表1に示す。新しいbitが必要になり、ABCの回路を作るのにかかっていた時間に差が見られたが、これは二進数の理解の度合いだけではなく、Minecraft のプレイ頻度も関係していると考えられる。達成度としては、全員が開催時間の90分内で、3文字もしくは4文字の制作、新しいbitの実装まで達成することができた。

次に、ワークショップ終了直後のヒアリングとアンケートから得た参加者の感想を表2に示す。ワークショップ自体の難易度としてはヒアリング・アンケートともに難しかったと回答した学習者はいなかった。加えて、学

表 1.各フェーズに取り組んだ時間とタイムコード

生徒の属性	アンプラグドの問題	装置の仕組み	設計図作り・1文字目	新しいbit(2文字目)	3文字目
①小1男子	11分	7分半(19:00-26:30)	22分(-48:30)	5分半(49:00-58:30)	2分半(58:30-61:00)
②小4男子	11分	7分半(19:00-26:30)	22分(-48:30)	5分半(49:00-58:30)	2分半(58:30-61:00)
③小2女子	9分半	16分(10:00-26:00)	10分(-35:00)	8分(-43:00)	約5分(-48:15)
④小5男子	9分半	16分(10:00-26:00)	10分(-35:00)	8分(-43:00)	約5分(-48:16)
⑤小3女子	10分半	11分(31:00-42:00)	12分(-54:00)	21分(-75:00)	5分(-80:00)
⑥小3男子	11分	11分(28:00-39:00)	10分(40:00-50:00)	22分(-72:00)	8分(-80:00)

表 2.WS 後のヒアリング・アンケートから得た感想

生徒の属性	理解した事	操作の難易度	WSの難易度	楽しかったところ
①小1男子	レバーのON/OFFで文字と絵が作れる	簡単だった	難しくなかった	(設計図で)書いたものを写すところ
②小4男子	16で文字を表せるもプリント(アンプラグドの問題)でやった事が分かった	簡単だった	簡単だった	書いた絵がマイタラの中で作れた事
③小2女子	ONとOFFだけでいろいろな事が表せる事	簡単だった	少し難しくかった	みんなで回路を作ったところ
④小5男子	ON/OFFの2通りだけで沢山文字を表せる。1と2で作れない4をどう作るのかなどの回路のしくみ	簡単だった	難しくなかった	間違えた部分を直して直せた。回路を考えたり、どこにレッドストーンを置くのかを考えるのが楽しかった。みんなで作るのも楽しかった。
⑤小3女子	数字だけで文字を表せる事が分かった	やや簡単だった	難しくなかった	文字を考えて作るところが楽しかったけど楽しかった
⑥小3男子	レバーだけでこんな機械が作れる。コンピュータが1でできている事がよく分かった!	楽しかった	簡単だった	実際に作るどころコンピュータがカッコ良かった

表 3.特徴的な行動や発言

	楽しんでいる	困難	理解
①小1男子	「(数は)数が付いたら」「(数が)作りたい」等(56分頃)	変換器回路で2進数を表示することに苦戦していた	6通り目の文字を作り終えて「レバーの4と2押すね」と発言(82:30)
②小4男子	複雑な絵を7×7の範囲内で表そうと工夫していた	「何かがずれてる、見直します」と設計図を見直しながらエラーに対処していた	2bitで4通り表せる状況で5通り目を作るには...という発達の途中に「増やすスイッチは1つ」と発言(48分頃)
③小2女子	「ずっとやっていたい!」「楽しいから全部作りたい!」	数字が大きくなった時にどこに必要な部品を渡せばいいのか悩んでいた	6あたりから変換器の規則性に気づき始め「7は4と2と1に全部置く」と発言(40:47)
④小5男子	回路のエラーや部品の置き忘れがあった際「僕がデバッグする!」	回路についての疑問が多かった	「新しい(レバー)は全部の足し算(既存のbit数で可能な通りの数)+1通り目の時に必要」と⑤の参加者に説明
⑤小3女子	自分の名前をひらがなを出力できた時嬉しそうに笑っていた	3の入力に戸惑う(デモンストラーション時、52:50)	「さっきの問題を思い出してみよう」という問いに対して「1と2をつける」と答え、その後も5と6は自力で出来た
⑥小3男子	WS終了後1人で7通り目まで取り組んでいた	既存のbit数(3bit)で可能な5通り目を作る際、また新しくbitを増やそうとしていた(73:10)	「新しいレバー必要かな?」という問いに対して「あ、分かったそう思う」としていいんだと1だ

習者のほとんどから「0と1で文字が作れる」という趣旨の回答を得ることができた。この結果からCSアンプラグドでの学びの目標は達成できたと考えられる。

ワークショップ中に見られた特徴的な行動や発言を表3に示す。意欲的な発言が多く見られたことや、ワークショップ終了後も夢中になって作業を続けていたことから参加者が楽しみながら取り組むことができたことと評価できる。特に子供達はデザインした文字や絵が出力されている様子や、自分が作った回路が正常に動くことを楽しんでいて、二進数の扱い方や、上手く文字が表示されなかった時にも諦めたり飽きてしまうことなく、他の作業から気づきを得たり、自主的に間違えている箇所を探して直そうとしたりしていた。簡単に作業をやり直すことのできるMinecraftならではのメリットと考えられる。本ワークショップでは、教師が指定した文字を学習者に実装させるのではなく、フォントをデザインするという創作の過程を組み込んだ。このことが、実際に自分で作ったという経験となり、自信になるきっかけになったと考えられる。

5. おわりに

CSアンプラグドの問題を単純に解いて概念を学ぶだけでは分からなかったこと・理解できていなかったことも、実際に目で見て手を動かすことで体験の中から発見することができていた。CSアンプラグドで学習した概念が実際の情報技術として利用できるのだ!と実感してもらえたのではないだろうか。

参考文献

- [1] Taub, R., Armoni, M., Ben-Ari, M(2012): "CS Unplugged and Middle-School Students' Views, Attitudes, and Intentions Regarding CS", Association for Computing Machinery, Vol.12, No.2