

コンピュータの仕組みを学習する指導過程の検討と評価

教育実践力高度化コース

16AD006

中圓尾 陸

【指導教員】山本 利一 大澤 利彦 荻窪 光慈

【キーワード】Minecraft, TRYBIT LOGIC, 論理回路, 二進法, Game Based Learning, ハードウェア

1. 緒言

現在の我が国における社会は、技術の進歩、変化に伴い、情報化がますます進展している。それに伴う教育課程の変容は、学習指導要領の改定という形によって示されている。

平成 29 年に告示された中学校学習指導要領解説技術・家庭編の「D 情報の技術 (1) ア」においては、“コンピュータでは全ての情報を「0」か「1」のように二値化して表現していること”や“単純な処理を組み合わせることで目的とする機能を実現していること”, “2 進数や 16 進数等による計算及び記憶装置等への記録”といった項目が追加された。

中学校技術・家庭科 (技術分野) では、ソフトウェアの活用やプログラミングなどに多くの時間が割かれ、ハードウェアに関する学習場面はごく僅かである。しかし、平成 29 年告示の学習指導要領には、コンピュータ内部の情報処理の手順が示されており、具体的な指導方法の検討が必要である。また、技術分野の学習時間に制限もあることから、これらの学習に十分な時間を使うことが難しいと想定され、効率的な指導方法の研究が求められている。

そこで本研究では、コンピュータの仕組みを学習する題材として論理回路を取り上げ、短時間で学習を可能とする教材を開発・選定するとともに、中学生向けの指導過程を 2 通り構想し、実践を通してその効果を検証することを目的とした。

2. 教材の選定

先行研究では、コンピュータの仕組みを学習する際に、論理回路を題材として取り上げる事例が多く見られた。そこで本研究においても、論理回路を題材として取り上げ、中学生が学習する際に、支援する教材・教具を選定することとした。

2.1 Minecraft

Minecraft (マイクラフト) とは、Mojang 社が開発したサンドボックス型のもづくりゲームのことである。プレイヤーは立方体のブロックから構成された世界の中を自由に動き回ることができる。そこで、新たなブロックを地面や空中に配置することで建造物を製作したり、畑を耕して作物を得たりすることのできる、非常に自由度の高いゲームである。

各ブロックにはそれぞれ性質があり、その中には電気を通す性質を持った「レッドストーン」、通電することによって光る「ランプ」、それらを制御するための「レバー」などが存在する。これらを組み合わせることで、より高度で複雑な回路を作り出すことも可能である。授業で活用した論理回路の一例 (AND 回路) とその図記号を図 1 に示す。

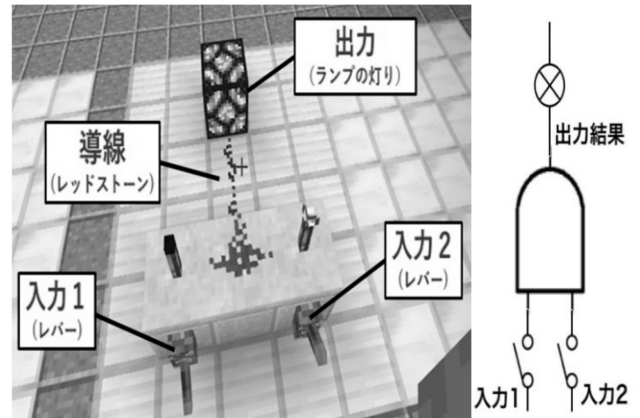


図 1 Minecraft 内で作成した AND 回路

2.2 TRYBIT LOGIC

TRYBIT LOGIC (トライビットロジック) とは、HIMACS 社によって開発された iOS・Android 上で動作するパズルゲームアプリケーションである。ゲームの目的は、「OR」、「AND」、「NOT」、「XOR」の 4 種類の論理回路を組み合わせることで、アリの形状をした「バグ」の持っている 4 桁の数字を変更し、「0000」または「1111」に揃えて消滅させることである。ゲーム内で論理回路を動かした際、その論理回路の働きや電流の流れ、ON・OFF の変化が、アニメーションによってわかりやすく視覚的に提示されることが最大の特徴である。

2.3 アルゴリズム図鑑

コンピュータ内部で実際にどのような処理が行われているのかを指導するため、単純処理の例として、アルゴリズムを題材として取り上げることにした。アルゴリズムとは、問題を解くための手順を定式化したもののことである。

アルゴリズム図鑑は、基本無料の iOS/Android 向けアプリ

リケーションである。アプリ内では「選択ソート」、「ヒープソート」といった並び替えに関するアルゴリズムや、グラフ探索、データの構造、サイバーセキュリティの基礎など、幅広い処理や知識について、分かりやすいアニメーション付きで閲覧することができる。今回は、並び替え処理の中でも最も単純な「バブルソート」について生徒たちに提示することとした。

2.4 ブロック型教材(実物配線教材)

教材の特徴は、マグネットプレートにカードフィルムをセットし、その上から導通性のあるインクを用いたマーカーで線を描くことによって、回路の導線を自由に作成できるという点である。

さらに、電子部品はマグネットによって接着するだけで機能するため、回路の製作、および部品の組み換えが手軽に素早くできるものとなっている。

今回の実践ではこの教材に導通ペンで回路を作成し、専用の論理回路部品 (AND, OR, NOT, XOR) を取り付け、それらを組み替えながら学習を進めていくこととした。この教材を活用することにより、授業時間の短縮を図りながらも、様々な種類の論理回路の実験を行うことが可能となり、短時間で体験的に論理回路の働きを習得できると考えられる。

3. 授業実践

3.1 学習目標

授業実践は、学習目標を「論理回路とコンピュータの仕組みについて理解しよう」と設定し、技術分野の1校時時間を配当して行った。

3.2 指導過程

①2進数の確認

2進数をどの程度認識しているかを生徒達に尋ねた。その結果、それらに対する知識がほとんどないことが分かったので、2進数の表現方法を説明することとした。

「片手でいくつまでの数を数えられるか」というクイズ形式の問題を出題し、考えさせた。指を曲げた状態を0、指を伸ばした状態を1とすると、片手で5bitの情報、つまり2の5乗で0~31までを表すことができる。

そのことから、2進数の性質や、10進数と2進数の違い、そしてコンピュータでは日頃人間たちが使っている10進数ではなく、2進数が使われていることについての解説を行った。

②Minecraftを用いた論理回路シミュレーション

次に、Minecraftで事前に作成した論理回路を操作させ、入力に対する出力結果を確認させた。生徒達は、「OR」、「AND」、「NOT」、「NAND」、「NOR」、「XOR」の回路の動きをMinecraftの画面上で確認した。生徒の活動は、2つのレバーを操作し、ランプの点灯状況をワークシートにある真理値表に「0」、「1」で書き込むことである。それらの結果を通して、各種回路の特徴を考えさせた。生徒たちが

真理値表を記入し終わったところで、全体での正誤確認を行った。

③TRYBIT LOGICを用いた学習

タブレット端末を2人1台配布し、ペアでTRYBIT LOGICに取り組ませた。生徒は基礎にあたるステージ1から順番に解いていくことで、順を追ってOR, NOT, AND, XORについて学習を行った。ペアで学習を行ったことで、お互いに声を掛け合い、試行錯誤をしながらパズルに挑む姿が見られた。

④加算器について

本日学んだ論理回路の発展形として、加算器の概念を伝え、電卓がどうやって計算処理を行っているかを解説した。しかし、加算機については、中学生にとって発展的な内容であるため、深入りは避けた。

⑤並び替え処理について

これまで学習した論理回路がコンピュータの内部で加算機以外にどのように活用されているかを示すため、アルゴリズム図鑑を活用してバブルソートについて学習した。バブルソートは単純なアルゴリズムであるため、効率は悪い。これらに気づかせ、さらに良いアルゴリズムを生み出すことについて考えさせた。

⑥授業のまとめ

最後に、今まで学んできた論理回路がコンピュータ内部でどのような使われ方をしているのか、それらを組み込んだ機器が、私たちの生活のどのようなシーンで役に立っているのかなどを解説し、学習のまとめとした。

4. 結言

以上、本研究では、中学生を対象にMinecraft, TRYBIT LOGIC等を活用して、論理回路を学習する指導過程を提案し、実践とその評価を行った。以下にその結果をまとめる。

①Minecraft, TRYBIT LOGICを活用したものと、ブロック型教材を活用したものと、2つの指導過程を構想し授業実践を行った。

②授業実践の結果、生徒のコンピュータ内部に関する興味・関心に効果があった。

③生徒はゲーム的なソフトウェアを用いた論理回路学習に高い興味・関心を示し、授業終了後に行ったアンケートでは「分かりやすい」、「またやりたい」といった好意的な意見が多く寄せられた。

バーチャル上で論理回路を学習する場合と、ブロック型の実物配線教材を活用する場合では、実験実習に必要なとされる時間が異なる。これらにより、生徒の反応や学習効果も変わってくる。

本来であれば、両方を活用した指導過程の検討も求められるところではあるが、時数との関連もあり、実際の学校現場では、短時間で学習することが求められる。

今後は、質問紙調査の結果等から、全体の配時計画も含めた上で、これらを再検討したい。