

## 電気回路に関するタブレット型学習支援システムの開発

### Development of a Tablet type Learning Support System on electric circuits

山本 竜也<sup>\*1</sup>, 松原 行宏<sup>\*1</sup>, 岡本 勝<sup>\*1</sup>, 毛利 考佑<sup>\*1</sup>

Tatsuya YAMAMOTO<sup>\*1</sup>, Yukihiro MATSUBARA<sup>\*1</sup>, Masaru OKAMOTO<sup>\*1</sup>, Kosuke MOURI<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 広島市立大学大学院情報科学研究科

<sup>\*2</sup> Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

Email: mg67021@e.hiroshima-cu.ac.jp

**あらまし:** 理解しながら何度も反復練習をすることにより学習者に学習内容を習得させる事を目的とし, キルヒホッフの第一法則を題材として取り上げ, 学習支援システムを開発した. 学習者がマーカを操作する事で与えられた回路問題に対し回答する問題と問題開始時に配置された回路からドロップボックスリストに示されている適切な式を選択する問題の二種類でシステムを開発することで学習を可能とした.

**キーワード:** AR, 学習支援システム, 電気回路

#### 1. はじめに

現在, 学業不振が原因で不登校である中高生は2012年時点で全国の国公立中高校の全不登校数の中で中学生では8.5%, 高校生では8.6%存在し<sup>(1)(2)</sup>, 2020年時点では中学生は17.67%まで上昇している.<sup>(3)</sup> また, 学校の授業を聞いてもテストの点数が上がらない中高生は数多く存在する. そこで著者は以上の二種類の学生には, 授業を聞いて「理解した気」になっているため学習内容を定着させる学習ができていない事を両者における共通の問題点として仮説を立てた. また, 高校生でのタブレット端末の普及率が前年度(2021年度)52.1%から今年度69.8%に上昇した事<sup>(4)</sup>を踏まえ, タブレット端末での学習が可能となるようタブレット端末で学習支援システムを開発した. 本研究の目的は, 理解しながら何度も反復練習をすることによって学習者に内容を習得させる事である. そのために, まずは高校物理の電気回路の範囲からキルヒホッフの第一法則における方程式に関する問題を抽出して開発した学習支援システムを用いて学習者にiPadで学習させることで学習を行った.

本論文では, 扱う電気回路問題の説明をした上で実装したシステムを紹介し, システムの評価実験を行った結果についてまとめていく.

#### 2. 開発したシステム

##### 2.1 学習者の学習範囲

今研究では, 学習範囲としてキルヒホッフの第一法則を選択した. キルヒホッフの第一法則は電気回路の任意の分岐点について, その分岐点に流れ込む電流の和は, その分岐点から流れ出る電流の和に等しいというものであり, 電流についての方程式が導き出される. しかし, 学習者側では電流の方程式を導き出す際に分岐点に流れ込む, 流れ出す電流がきちんと定義できていないと後の問題となるキルヒホッフの第二法則の電圧降下の方程式を考える際に数式

や流れる電流の方向についてずれが発生し, 誤回答をしてしまうケースがある. そこで筆者はキルヒホッフの第一法則のポイントとして「流れ出す電流と流れ込む電流のイメージを掴む」ことと, 「自ら構築したイメージを利用して適切な式を定義する」という二点に焦点を当て, 学習支援システムを用いて反復練習が可能になるように実装する問題を考慮した.

##### 2.2 実装した問題

問題のパターンとして, AR マーカを用いて適切な位置に電源を定義することで, 提示されたキルヒホッフの第一法則に関する電流の方程式を満たした回路を作成する回路作成問題と, 問題開始時に既に配置されている電気回路から適切なキルヒホッフの第一法則を用いた電流の方程式をドロップボックスリストから選択することによって解答するキルヒホッフ第一法則における方程式選択問題の二種類で構成されている.

各パターンで期待する能力向上に関しては, どちらのシステムも2章で記した「流れ出す電流と流れ込む電流のイメージを掴む」, 「自ら構築したイメージを利用して適切な式を定義する」という二点で差異はないが, 後から同じ問題を解く際に回路に対してどのような考え方やイメージを重視して問題を解いているのかということに焦点を当てて二種類の問題パターンを分けている.

##### 2.3 開発したシステム

開発したシステムでは, 学習者がARマーカでのマーカ操作を含むARを用いた回路作成問題と, 学習者がドロップボックスリストからキルヒホッフの第一法則による適切な方程式の回答の選択肢から回答を選択するドロップボックスリスト選択問題をiPadにアプリケーションとしてインストールした. 図1にARを用いた回路作成問題システムの学習画面について示す.

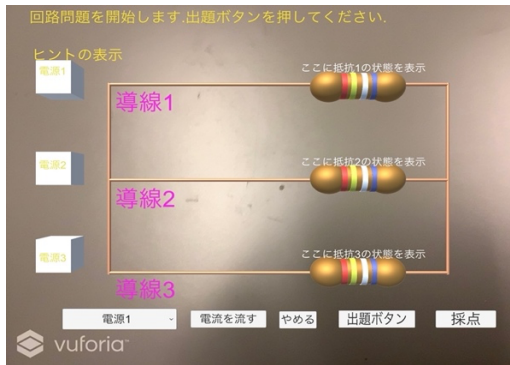


図1 ARを用いた回路作成問題システムの学習画面

学習者はシステムの流れに沿ってボタンを選択し、AR マーカを操作して問題への回答が可能である。また、流れる電流のイメージを掴むため、電流の方向を示すアニメーションを作成し、画面左下の電源に関する選択肢から電流を流したい電源を選択し、「電源を流す」ボタンで再生して学習者は電流が流れる事の確認が可能である。次に、図2にドロップボックスリストでの選択問題システムの学習画面を示す。

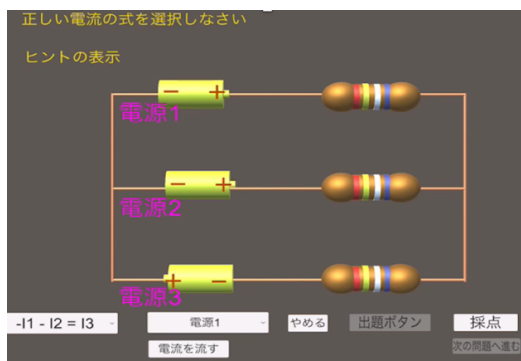


図2 ドロップボックスリストでの選択問題システムの学習画面

学習者はARでのシステムと同様な方法を進めていくが、問題開始時に配置された回路からドロップボックスリストで適切な式を選択し回答する点がARを用いた回路作成問題システムと異なる点である。また、ARでのシステムと同様、「電源を流す」ボタンでアニメーションを再生することで学習者は電流が流れている事の確認が可能となっている。

### 3. システムの評価実験

#### 3.1 実験の対象者と手順

本研究の実験の対象者は理系大学院生2人とする。実験の手順として、今回は機能検証の実験なので、事前にキルヒホッフの第一法則について学習してもらった後に一人ずつに分かれ、それぞれの学習支援システムで10問ずつ問題を解いた後、アンケートを行うという流れで実験を進めていく。

#### 3.2 実験の評価基準と結果・考察

実験で扱うアンケートを表1に示す。

表1 機能実験のアンケート内容について

項目	内容
Q1	学習システムのUIは使用しやすかったですか？
Q2	問題の題意を把握することができましたか？
Q3	電流が流れる方向のイメージは掴めましたか？
Q4	電流が流れるアニメーションは見易かったですか？
Q5	問題の種類は適当でしたか？
Q6	システムに関する感想などあれば教えてください

以上の項目をQ1-Q5は5段階評価で、Q6に関してはテキスト評価で調査した結果、Q3、Q4に関して両システムとも評価値が4以上と高く、電流の流れがイメージできた事が推察した。Q1の回答がARを用いた回路作成問題システムでは2、ドロップボックスリストでの選択問題システムでは5という結果だった。これはドロップボックスリストの選択問題のARの不使用による操作の簡素さとARを使用するシステムでの操作の複雑さに差が生じるからであると推察した。また、Q5ではARを用いた回路作成問題システムでは2となり、ドロップボックスリストを用いたシステムでは4という結果になった。これはQ6でドロップボックスリストでの問題では回路の形のみを見て問題文を見ない事があったという指摘から、問題の取り組み易さの相違によると推察した。

### 4. おわりに

ARを用いた回路作成問題とドロップボックスリストを用いた方程式の選択問題をそれぞれ開発した。システムの評価実験では電流の流れをイメージさせることができた反面、両システム間での操作性の違いや問題への取り組み易さの違いから機能実験のアンケート内容に差異が発生した。今後の展望として、ARを用いるシステムにはまず操作方法をより細かくレクチャーしてから実験を始めることや、問題自体の難易度や種類について議論を重ねてより学習が行いやすく、学習の質が上がるような学習支援システムの構築を目指し、効果を検証していく。

#### 参考文献

- (1) 文部科学省:令和元年度児童生徒の問題行動・不登校等生徒指導上の諸課題に関する調査結果, p83, (2019)
- (2) 文部科学省:高校生の不登校, 中途退学現状等, p2, (2012)
- (3) 旺文社:【2022年度】全国の高等学校におけるICT活用実態調査 <https://www.obunsha.co.jp/news/detail/701> (参照 2022.0510)
- (4) 東京都教育庁指導部:「令和2年度児童生徒の問題行動・不登校等生徒指導上の諸課題に関する調査」について, pp18-20, (2020)