



# バーチャル空間を用いた電気回路体験学習コンテンツの 試作とその検証

## —メタファーを用いない手法との比較—

Experiential learning contents of electric circuits using virtual space and its verification  
—Comparison with methods that do not use metaphors—

中村月威<sup>1)</sup>, 中泉文孝<sup>2)</sup>

Nakamura Tsukitaka, Nakaizumi Fumitaka.

- 1) 大阪工業大学 大学院 ロボティクス&デザイン工学研究科  
(〒530-8568 大阪市北区茶屋町 1-45, m1m22r22@oit. ac. jp)
- 2) 大阪工業大学 ロボティクス&デザイン工学部  
(〒530-8568 大阪市北区茶屋町 1-45, fumitaka. nakaizumi@oit. ac. jp)

**概要:** 電気回路などの抽象的概念が中心となる学習にとって、電圧や電流などの物理的な状態を肉眼で捉え、肌で感じることは難しく学習者にとって理解しにくいものである。そこで VR 技術を用い、電気回路を模した空間で自身が電子として、電圧や電流などの物理現象の体験を行うことで、肌で感じる事が困難であった知識や概念をより分かりやすく理解できるように学習支援することを目的として検証を行う。

**キーワード:** 電気回路, 教育

### 1. はじめに

工業高校へ進学し電気回路を学習するにあたり、コイルやコンデンサなどの電気部品を含む電気回路は、生徒にとって理解が難しい内容である。一般に電気を直接見ることが出来ず、回路における電気現象の様子をイメージしづらい[1]。また、試行錯誤を行うための実験が安全や効率の面から学校側では手間がかかってしまう。

その為、昨年度にメタファーを用いた電気回路のコンテンツ作成を行い、そこで様々な課題を得た[2]。そこで、本研究では、メタファーを用いないコンテンツを作成し、昨年度のコンテンツや従来の教科書での授業との比較検証を行う。

### 2. 先行研究

程らは電気回路を可視化する学習システムを開発することを目的として、マーカー型ビジョンベース技術を利用して電気回路を構築することによる電気回路学習システムを開発した[3]。また、王は個人で簡単に使える電気回路の可視化システムを開発することを目的として、裸眼立体視ディスプレイを用いて電気回路学習システムを開発した[4]。我々はこの結果から、HMDを用いて電気回



図 1: コンセプト

路の可視化を行うことで、本研究の目的を達成できると考えた。図 1 に本研究のコンセプトを示す。

### 3. コンテンツの開発

#### 3.1 コンテンツの開発コンセプト

コンテンツの開発コンセプトとしては、操作が容易であること、電気回路を模したものの理解が容易であることの 2 点である。

#### 3.2 コンテンツの概要

Unity を用いて制作したコンテンツは、電気回路を模したコースを、バーチャル空間上に作成した高低差を付けたステージにて、ユーザーが自動で決められた移動をしていく中で電球や抵抗といった要素の体験を行いながら

一周する。ユーザーへの提示は、HMD(Meta Quest2)にて主観表示をしている。このコンテンツでは、体験者は電子である。

4. 評価実験

開発したコンテンツが電気回路学習の教材として適切に例えることが出来ており、容易に理解が出来るものかを評価するために、体験前と後にペーパーテストを実施し、実際に開発したコンテンツをプレイしてもらい、その後アンケートに回答してもらった。実験は電気回路の学習に用いることから工学部 1~2 年生及び高専 3~5 年生を対象に行う。なお実験は大阪工業大学倫理審査委員会の承認を得ている(審査番号: 2022-103)。

実験後に行ったアンケート及び実験前後に実施したペーパーテストは表のとおりである(表 1, 表 2)。

4.1 結果

実験には 5 人の工学部学生に参加していただいた。アンケート結果及びペーパーテストの結果は図のとおりである(図 3, 図 4)。

5. 考察

アンケート問 1 から、体験者自身が電子であることを認識できていることが示唆された。また、アンケート問 3 及び問 4 から、本コンテンツが電子の働きが想像しやすく、興味関心を高めることが出来るものであることが示唆された。アンケートの問 5 では、抵抗を記載したのが 5 人中 3 人で、本コンテンツの抵抗要素に関しては、理解しやすいものが提示出来ていることが示唆された。以上の結果から、本コンテンツが電気回路学習コンテンツとして、体験者自身が電子であることが認識しやすく、興味関心を惹くことが出来る教材である可能性があることが示唆された。

表 1: アンケート

問 1	自身が電子になっていると体験を通じて感じましたか?
問 2	操作方法を理解するのは容易でしたか?
問 3	学習支援システムを利用したことで電気回路に対する興味関心が高まりましたか?
問 4	学習支援システムを利用したことで電子の働きを想像しやすくなりましたか?
問 5	体験中にどんな回路要素があったと思いましたか? 感じたものだけ書いてください(自由記述形式)

表 2: ペーパーテスト

問 1	電流の単位は一般には[A]であるが、別の単位で表すとどうなるか
問 2	ジュール熱の発生について以下の文章に当てはまる単語を答えよ。導体の両端に電圧を加えた際に(1)は電場から力を受けて(2)する。これが(3)に衝突することで(3)を振動させる。この振動によって熱が発生する。
問 3	電気のはたらきに関する以下の問いに答えよ。物体は高温になれば光を発する。これを利用しているのが白熱電球であるが、白熱電球では電気のエネ ルギーが何のエネ ルギーに変換されているか。

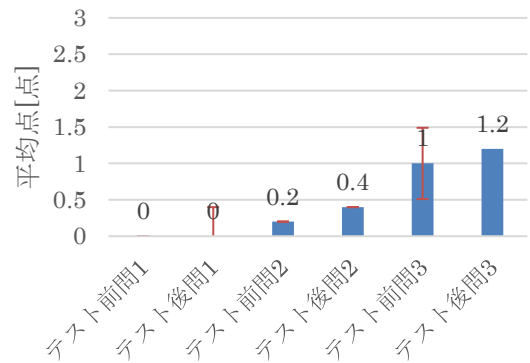


図 3: ペーパーテスト結果

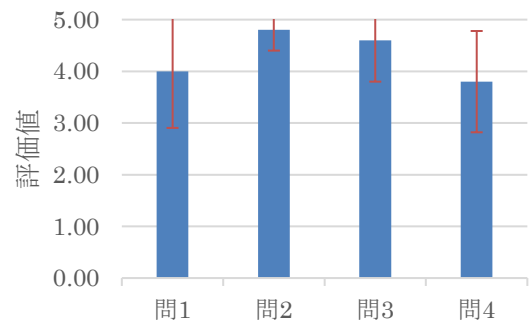


図 4: アンケート結果

また、ペーパーテストに関しては、実験前後で点数が大きく変化することが無く、問題の詳細な検討が必要である。

6. おわりに

本コンテンツが、教材として電子であることが認識しやすく、興味関心を惹くことが出来る教材であるという評価が得られた。今後は、問題の検討や被験者数を増加させることで、コンテンツの改善点を探求していきたいと考える。

参考文献

- [1] 大内田恵児、中満貴之、前原俊信：電位を可視化する電気回路シミュレータ教材の開発，日本物理学会講演概要集, Vol. 64, No.2 pp.309(2009)
- [2] 中村月威, 中泉文孝. “バーチャル空間を用いた電気回路体験学習コンテンツの試作とその検証”，第 27 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集 (2022 年 9),2022,https://conference.vrsj.org/ac2022/program/doc/3F4-3.pdf (アクセス日:2023 年 7 月 1 日).
- [3] 程 秋涛 ,長谷川 忍: “電気現象を可視化する MR 電気回路実験システムの提案”，人工知能学会研究会資料 教育とコンピュータ, Vol.1 no.4,p93-100,2015 年
- [4] 王樂天: “裸眼立体視ディスプレイを用いた電気回路の中学生向け学習支援システム.” 大学院研究年報理工学研究科編 43 (2013)