



# 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

Experiential learning contents of electric circuits using virtual space and its verification

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。本研究の目的は、VR技術を用いて目に見えない電圧や電流などの物理現象を自身が電子になって体験することで、現実空間のみで学習すること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である。

**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。

本研究では、直接見ることの出来ない対象を自身が体験することで学習を行うコンテンツの開発と実際に体験を行ってもらうことで教材としての評価を行うことを目的とする。

## 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[2]。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[3]。我々はこの結果から、HMDを用いて電気回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。



図 1: コンセプト

## 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、キャンプ場をモチーフにしたコースを、バーチャル空間上に作成したステージにて、ユーザーが自動で決められた移動をしていく中で薪割りというタスクを行い、山道を超えて一周する。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、体験者は電子であり、山道が抵抗、薪割りが仕事である。

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 3 年生を対象に行った。なお実験は大阪工業大学倫理審査委員会の承認を得て行った(審査番号: 2021-90)。

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 4 人の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 3 から、体験者が本コンテンツの操作の理解が容易であることが示唆された。また、アンケート問 1 及び 2 から、体験者に本コンテンツで作成したステージが電気回路を模したものであることへの理解が高いことが示唆された。以上の結果から、本コンテンツが電気回路学習教材として受け入れられる可能性があることが示唆された。また、コンテンツに関して電気回路学習への興味関心を引くことができなかつたことや VR 酔いなどの問題点も露わになり、より快適に楽しく電気回路を学ぶことのできる教材にする為の改善点を発見できたと考える。

また、ペーパーテスト結果について問 1 及び問 2 に対してマクネマー検定を行った結果、問 1 では有意差が無く、問 2 では有意差があることが確認された。これらは被験者数 N が少ないため断定は出来ないが、問 2 の問題は体験したことで理解が深まり、正答数が上昇したと考えら

表 1: アンケート

問 1	電気回路とハイキングコースが関連付けられていることを理解することができましたか?
問 2	電気回路をハイキングコースに置き換えることで理解が容易になると感じましたか?
問 3	操作方法を理解するのは容易でしたか?
問 4	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 5	画面上の「山道」は、抵抗を示していると思いましたが?
問 6	学習支援システムを利用したことで目に見えない電子の働きを想像しやすくなりましたか?

表 2: ペーパーテスト

問 1	抵抗や電熱線に電流を流すと熱が発生するのはなぜですか? 「電子」と「エネルギー」という単語を用いて説明してください。
問 2	抵抗が大きくなると同じ電圧でも電流が小さくなるのはなぜですか? 「電子」という単語を用いて説明してください

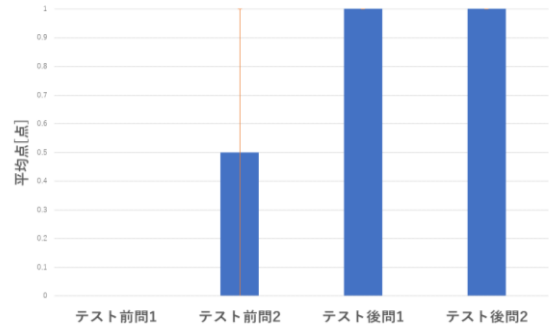


図 3: ペーパーテスト結果

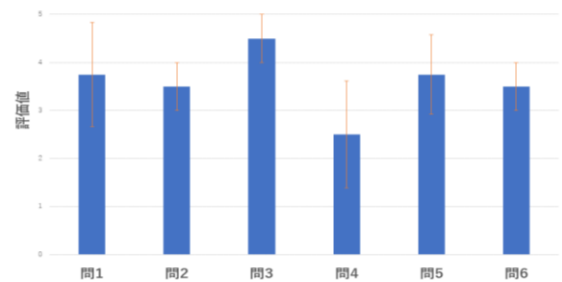


図 4: アンケート結果

れる。問 1 の問題は、体験前に被験者全員が誤答した問題ではあったが、体験後の解答を比較した際に大きく解答方法が変化した事例が少なく、体験によって理解が深まったとは言えず、体験によって時間が空いたために思考が整理され、正答を導き出せた等の可能性が考えられ、今後より詳細な検討が必要である。

6. おわりに

システム面では VR 酔いの問題が発生したが、教材としてある程度の理解を得ることが可能という評価が得られた。今後は VR 酔いを軽減することで快適に体験してもらうことや興味関心を引くことが出来るようなコンテンツに改善を行っ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] 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
- [3] 王楽天：“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)