

電気の様子が手に取るようにわかる回路学習ツールの開発

— 電気の性質をダイナミックに体感する装置 Ambre —

1. 背景

昨今ではSTEM教育などに代表される、IT技術を応用した多くの教材が開発・導入されており、一見するとソフトウェア・ハードウェアの教育環境は充実しているように見える。しかしながら特にハードウェアに関しては、モジュールの利用に関する教育であり、モジュールの設計・創造にまで踏み込んだものはほとんど存在しない。また、小学校の中学年・高学年ころより、電気の振る舞いについて教育が行われているが、抽象概念の把握の難しさから、十分な効果があるとは言い難い。電子回路を作成するにあたって、真に必要な基礎的な「電気の振る舞い」に対する理解を促進するものは少なく、既存ツールではこれを利用していく中で学習者自身が身につけることを暗黙的に期待しているに過ぎないと言える。

2. 目的

そこで、本プロジェクトでは電子回路を作成するにあたって必要な素養のうち、より根源的な原理原則に対する「感覚」を身につける、挙動に対して興味や親近感をもたせるといった体験をもたらすシステムを開発する。

本システムは本プロジェクト期間以前より開発を行っていたが、それまでの中で装置の外装デザインや設計に関しての改善点がいくつか挙がっている状態であった。加えて、コンテスト以外での一般人向けのデモ展示の経験もなく、本来目的としているユーザ層へのリーチやフィードバックも皆無であった(図 1)。

本プロジェクトでは、新機能を開発するだけでなく、改善点を多くのユーザからフィードバックを得ながら改良していくことを目標とした。

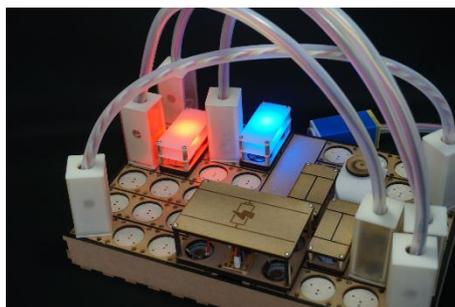


図 1. プロジェクト開始前の装置の様子

3. 開発の内容

本プロジェクトでは、電気の性質やその挙動に対してより多くの人に親近感や興味を持ってもらうためのシステム“Ambre”を開発した(図 2)。このシステムは、電子工作で用いられるブレッドボードやジャンパワイヤを模した形状に加えて、電圧を視覚的に表現する装置や、握ると抵抗値が変わる配線といったデバイスから構成される。体験者は装置を操作し、回路中の状態の変化をダイナミックに感じることができる。

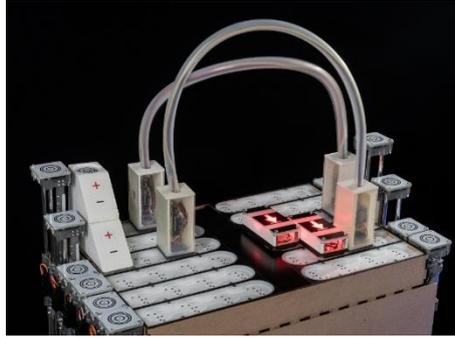


図 2. プロジェクト実施後の装置の全体像

3.1. 電圧表現プラットフォーム

プラットフォーム上部には、ブレッドボードと同じ用に横方向に導通するソケットの配列が搭載されており、体験者はこのソケットに対して部品や配線を配置し、回路を作成する。プラットフォーム側面には電圧の高さをゲージの高さで提示する機構が搭載されている(図 3)。

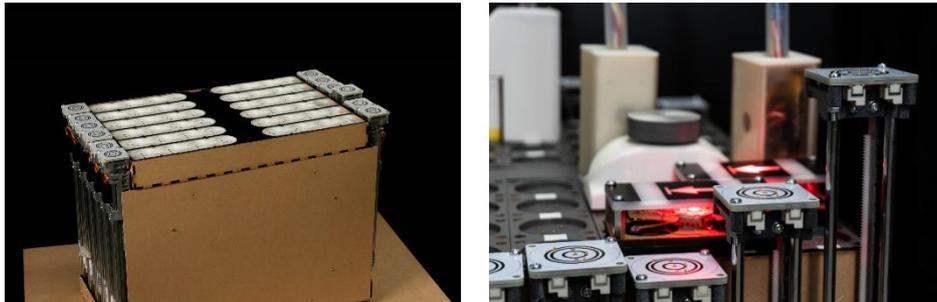


図 3. 電圧表現プラットフォーム(左)と電圧を提示している様子(右)

3.2. 配線デバイス

ジャンプワイヤを模したデバイスで、体験者は部品同士を接続するために利用する。電流が流れるとその量に応じてよく震え、握るとまるで電気の流れを遮断するように内部抵抗値が増加する(図 4)。

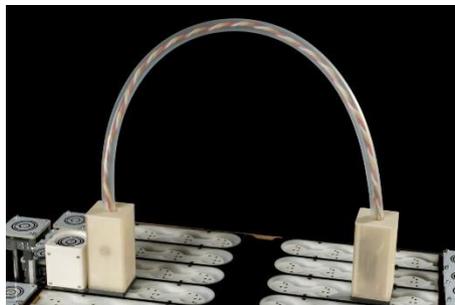


図 4. 配線デバイス

3.3. 部品ブロック郡

配線デバイス以外の、ユーザが電圧表現プラットフォーム上でつなぎ合わせて遊ぶコンポーネントである。

発光ブロックは電流の向きによって発光の様子が変わる，電流量に応じて輝度が変わるブロックで，LED に相当する(図 5 左)。

モーターブロックは電気エネルギーと運動エネルギーを相互に変換するブロックである。フライホイール効果を高めるための重りが搭載されている(図 5 右)。

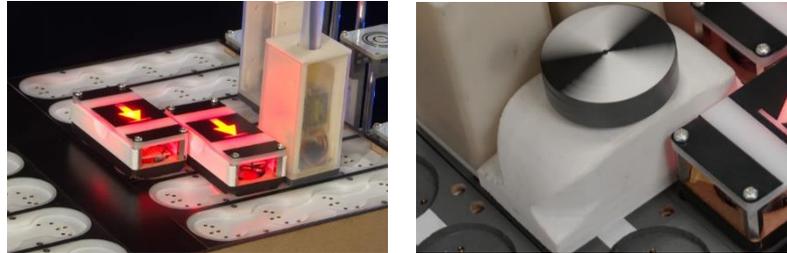


図 5. 発光ブロック(左)とモーターブロック(右)

電源ブロックは 2 種類用意され，体験者が単体で使うか直列接続をするかが選択可能な構成をしている。このとき，この 2 台は，積み木のように積み上げることで接続され，電圧を高低差で表す手法に対して一致する(図 6 左)。

また，実験的にコンデンサを搭載したコンデンサブロックも開発した。つまみを回すと，内部的に静電容量が変わる仕掛けが施されている(図 6 右)。

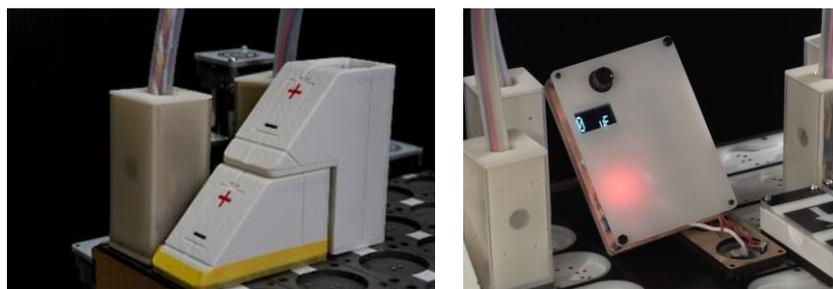


図 6. 電源ブロック(左)とコンデンサブロック(右)

3.4. デモの開催

本プロジェクトでは，プロジェクト期間中に 5 回のデモや体験会の機会を設け，システムの提供する体験が意図したものになっているかなどを確認しながら進行した。デモの結果，実装予定であった機能を変更する，当初計画していなかった機能の必要性に気付かされるなどのフィードバックを得た。

4. 従来の技術(または機能)との相違

従来の電気の様子を表現する手法としては，参考書でも見られる「水流モデル」が挙げられる。実際に水路を作成することでこの水路モデルを用いた学習スタイルを構築する試みも多く見られる。また他の例では，中部電力が運営するでんきの科学館の展示物で，レールを転がるボールで電気回路内部の電子の様子を表した装置が存在する。

一方で，学習教材の分野では，電子部品が搭載されたブロック同士を繋げる形式は歴史が古く，1960 年代から存在する。近年では測定ポイントの数を沢山用意することで回路中の電圧電流をよりわかりやすく測定・表示するデバッグ支援ツールなどがある。

本プロジェクトの成果物は、こうしたツールの特徴のいいところ取りをしつつ、あくまで電気の定性的な性質を伝えることに特化している。その上で、体験者が自由に回路を組み立てて遊べる自由度を担保し、「手に取るようにわかる」の一点に集中した体験を提供するというのが大きな相違点である。

5. 期待される効果

プロジェクト期間中に複数開催してきたデモや体験会を通して、小学生から高校生、その保護者等々年齢を問わずに興味を示し、興味を抱かせることが達成されたと分析している。今後とも開発・展示を続けていくことで、科学技術に対する興味やリテラシーの向上といった IT 人材育成のための最も下地になる部分が整えられていくことが期待される。

6. 普及(または活用)の見通し

より多くの人に体験してもらい、電気に対するおおまかな印象、現象に対するイメージ力を養ってもらうことが価値であるため、将来的には日本科学未来館のような施設に設置されることがふさわしいと思われる。そのためには、少人数短期間での展示やデモを重ねつつ、学習用ドキュメントといったガイドラインを設定する必要がある。また、クリエイター本人がいなくとも運用が可能なオペレーションを、ドキュメントや装置の機構と共に形にしていく必要がある。最終的には、電気のイメージを学ぶためのスタイルとして知れ渡り、展示物であるなら 10 年 20 年と展示が続くことを狙う。

7. クリエータ名(所属)

岸田 聖生(電気通信大学 大学院情報理工学研究科 情報学専攻)

(参考)関連 URL

成果物の広報用 Web サイト - <https://ambreio.net/>

動作動画(5分版) - <https://www.youtube.com/watch?v=wg0WsmJf1OI>

動作動画(40秒短縮版) - https://www.youtube.com/watch?v=sHFTZ_1_aU0