

# 危険予測能力を獲得させるための安全教育用疑似体験システムの開発

## Development of Simulated Experience System to Detect Treacherous Conditions in Safety Education

伊勢佑亮<sup>\*1</sup>, 千田和範<sup>\*1</sup>

Yuusuke ISE<sup>\*1</sup>, Kazunori CHIDA<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 釧路工業高等専門学校

<sup>\*1</sup> National Institute of Technology, Kushiro College

Email: p160019@kushiro.kosen-ac.jp

あらまし：昨今、電気を扱う現場で、電気工作物による感電や火災の事故が後をたたない。これは技術者の経験不足により危機予測が困難であること、また体験装置の種類などが限られており事前に経験を得ることが容易でないことが挙げられる。

そこで本研究では、仮想空間上に様々な危険要因を含む装置を配置し、その作業過程で視覚だけでなく、IoT デバイスを用いて触覚、聴覚などにも刺激を与えることが出来る疑似体験システムの開発を行う。

キーワード：安全教育、仮想空間、IoT デバイス、クラウドサーバ

### 1. はじめに

現在、技術の進歩に対応するため、技術者のスキルの高度化や多様化が求められている。その反面、技術者の事故件数は一定数存在する。この理由は作業者の危険に対する経験不足、また訓練環境の不足などが挙げられる<sup>(1)</sup>。この安全学習において、紙やビデオによる座学形式の学習法よりも安全を保証した体験型の学習装置の方が効果的な学習が期待できる。実際に幾つかの体験型装置は市販されているが、装置自体が大きく設置場所や、コストの問題点がある。また近年では仮想空間の中で体験できるシステムも実現しつつあるが、視覚以外の情報を提示するには困難が伴う。

そこで本研究では、仮想空間上に体験装置を設置すると共に、触覚や聴覚情報を IoT デバイスによる体感デバイスにて危険時の状況を模擬することで、高い臨場感を示すことができる安全教育用疑似体験システムを開発する。

### 2. 安全教育用疑似体験システム

#### 2.1 システム構成

本システムは図 1 の仮想空間上に危険要因が含まれた実験装置、IoT クラウドサーバ、IoT 体感デバイスと外部機器によって構成される。学習者は仮想空間上の機器を操作する。その操作により機器の状況が変化した場合、その状況を IoT クラウドサーバに送信する。IoT クラウドサーバはシステムの状況を蓄積しており、IoT 体感デバイスは IoT クラウドサーバにから定期的に状況を収集し、それに基づいて接続された外部機器を制御する。学習者は外部機器によって様々な刺激を受けることになる。次各部分について説明を行う。

#### 2.2 危険環境の概要

今回作成した危険環境は図 2 に示す電気のスイッ

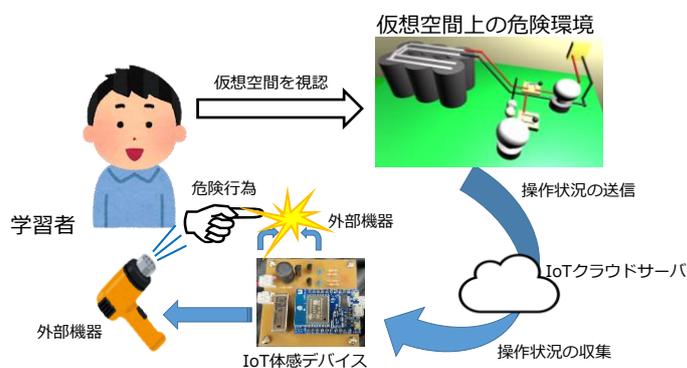


図 1. システム構成図

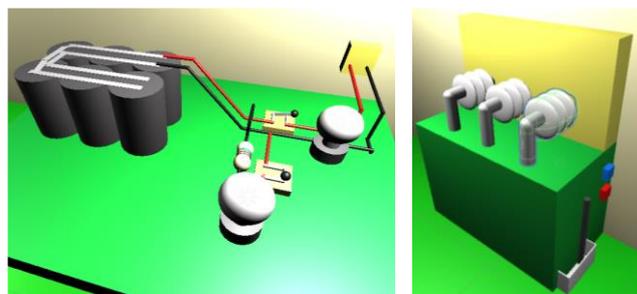


図 2. 充放電装置(左)と高圧装置(右)

チ操作を伴う充放電装置と絶縁用碍子を持つ高圧装置の 2 種類である。まず充放電装置は充電用コンデンサ、照明、開閉スイッチで構成されている。学習者は十分な電力が充電された段階で照明を点灯するためのスイッチを操作する。ただし、スイッチの絶縁被膜のついていない部分の接触や、長時間放置した場合に状態変化として状況を IoT クラウドサーバに送信する。

高圧装置はまず放電棒で溜まった電荷を抜いてから操作する必要がある。この時、放電棒の使用の有無と操作状態を IoT クラウドサーバに送信する。

```

noutopproject
├── heat: 1 ← 過熱状態ノード
│   │   │   │   1:過熱, 0:正常
├── name: "ゲームスタート"
├── name8: "gaishi02"
├── name9: "gaishi03" ← 感電状態ノード
│   │   │   │   1:感電, 0:正常
└── status: 1

```

図 3. IoT クラウドサーバでの状態管理

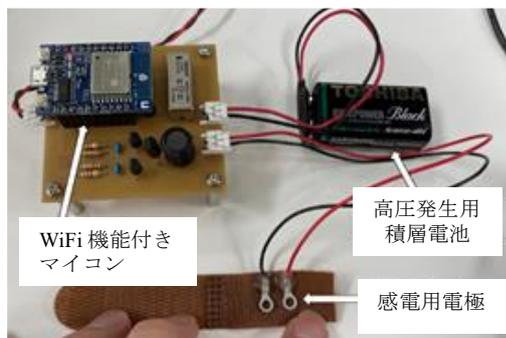


図 4. 弱感電デバイス

なお、これらの装置は Unity の GameObject を利用して作成しており、接触などの検出は Ray 機能、時間判定などは TimerEvent を用いて実現している。

### 2.3 IoT クラウドサーバの概要

IoT クラウドサーバは Google 社の Firebase を用いた。IoT クラウドサーバの役割は仮想環境から送信される危険状態のフラグ管理などを行う。図 3 は危険状態になっている時の Firebase の状態を表している。また仮想環境上に実験装置を増設しても、それに対応するノードを追加することは簡単に行うことができる。

### 2.4 IoT 体感デバイスの概要

今回 IoT 体感デバイスとして感電状態を体験させる弱感電デバイスと焼損状態を体験させる熱風発生デバイスを用意した。両方とも基本構造は似ているため、ここでは図 4 の弱感電デバイスについて説明する。今回制御用マイコンとして、Wifi 機能が必要なため Switchscience 社の ESP8266 を使用した。このマイコンは Firebase の指定されたノードを定期的に監視し、収集したノード値が異常になった場合、接続された機器を On 状態にする。弱感電デバイスでは、マイコンの下部にある高圧発生用コイルを高速で On/Off を繰り返すことで高い電圧を発生させている。ただし、安全を考慮し電流については微量としている。学習者は感電用電極がついたバンドを指先に巻くことで、異常時に感電を体験することになる。

## 3. 安全教育用疑似体験システムの動作確認

図 5 は開発した安全教育用疑似体験システムの全構成になっている。まず学習者は仮想環境の画面を見ながら PC に接続されているマウスで機器操作を

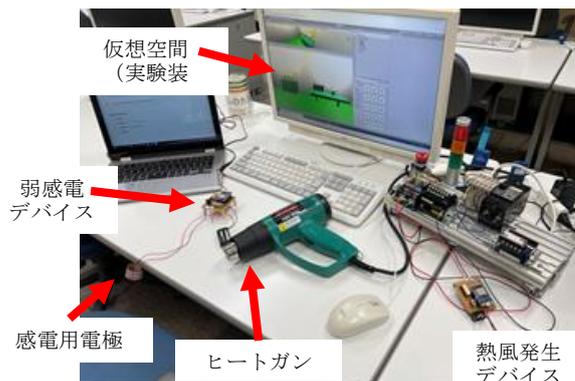


図 5. 安全教育用疑似体験システム全体の構成

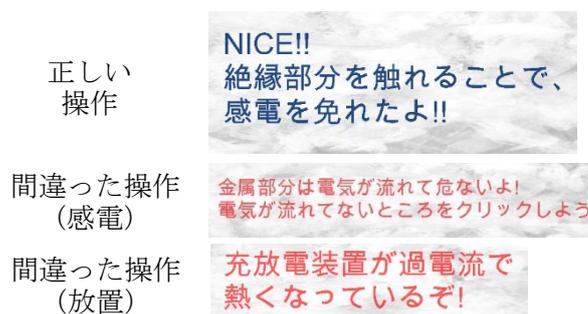


図 6. 危険状況を認識させるためのメッセージ

おこなう。ここでの危険条件は電極など非絶縁部分を触ること、長時間操作しないことで異常加熱することにある。これらの危険条件を満たした時、Firebase の状態ノードが変化し、各デバイスが動作する。ただし、危険条件を満たす操作をして体験デバイスが反応しても、学習者はその原因がわからないことも考えられる。そこで今回は、正しい操作や間違った操作を行ったときに、仮想環境の画面にメッセージを表示させることにした。図 6 は正しい操作、そして感電と放置など間違った操作時に現れるメッセージとなる。学習者はこれを見ることで危険な状態となる経験を増やすことができると考えられる。

## 4. まとめ

本研究では、仮想空間上で危険な状況を体験するための安全教育用疑似体験システムを開発した。実際に電極を触ったり、放置したりすることで体験デバイスが動作し、また危険を促すメッセージが表示されることを確認した。

今後は実際に電気系の学生に操作してもらい効果を確認していくことを考えている。

### 参考文献

- (1) 土田邦彦: “電気保安技術者のための安全教育×危険疑似体験”, 新電気, 2020年2月号, pp.8-19 (2020)