

### 1. 担当 PM

五十嵐 悠紀（明治大学 総合数理学部 先端メディアサイエンス学科 専任講師）

### 2. 契約者氏名

クリエイター：坂元 律矛（名古屋工業大学 工学部 情報工学科）

### 3. 委託金支払額

2,304,000 円

### 4. テーマ名

プロトタイピングを通じて論理的思考を学ぶ迷路作成キット

### 5. 関連 Web サイト

- 公式 Web サイト  
<http://amazingmaker.com/>
- プロモーションビデオ  
<https://www.youtube.com/watch?v=Pg9vZC23WUA>  
<https://www.youtube.com/watch?v=y2F4Zej8uKA>

### 6. テーマ概要

本プロジェクトでは、子供から大人まで、誰でも簡単に迷路を作り上げることができる迷路作成キットを開発した。本プロジェクトの特徴は、迷路を遊び・作り・考える過程で浮上する様々な問題の原因を突き止め、部分ごとにデバッグを重ね、修正し、完成を目指すことで、論理的思考を養うことができることである。本プロジェクトの成果では汎用性の高い迷路キットをしたことによって幅広いニーズに対応することが可能になった。

### 7. 採択理由

本プロジェクトは、情報技術（デジタル）と図画工作（アナログ）とを融合させることで、プロトタイピングを繰り返しながら論理的思考を学ぶことのできる迷路作成キットの開発である。提案する迷路作成キットは小中学生でも大人

でも、誰でも簡単に工作の延長線で論理的思考が学べるものを想定した。

二次審査の際には、プロトタイプシステムとして電子部品を用いた迷路を作成していた。壁が動くなどのギミックを入れることでただの市販の迷路とは異なり、迷路の形が変わる迷路を自作していた。これをもとに、実際にユーザが手を動かし、試行錯誤をしながら迷路を作り上げていくことのできるキットへと仕上げていくこととしていた。

現在注目されている、STEM教育（科学・技術・工学・数学の教育分野）に関するプロジェクトであり、現在の世の中へ必ずやインパクトを与えるものになるだろうと期待して採択した。特に、論理的思考力やプログラミング能力の向上を前面に出しているが、このプロジェクトでは、最後までやり遂げる力、創造性をはぐくむ、人と協調して作り上げる、といった非認知能力をも鍛えられるキットとしても魅力的であると考え、採択とした。

「子ども用のものを作成するのではなく、大人でも楽しめるものを子どもに与える」といった坂元氏のポリシー、熱意、プロトタイプの完成度などが評価に値した。また、小学校の教育課程についてや、関連研究・関連技術などの調査もきちんと把握されており、意欲的な提案であった。小学校で配布されるくらい安価で手軽なものが完成することを期待した。

## 8. 開発目標

本プロジェクトでは、情報技術（デジタル）を図画工作（アナログ）と融合させた、プロトタイピングを通じて論理的思考を学ぶ迷路作成キットを開発することとした。本キットは小中学生でも大人でも、誰でも簡単に工作の延長線でプログラミングに必要な論理的思考が学べるものである。

キットのパーツには汎用マイコンボード、床や壁の素材、サーボモータ、金属レール、金属球、LED、コンデンサ、抵抗、導線が盛り込まれている。誰でも気軽にガイドブックを読み進めながら、手を動かし、プログラミングを学び、自分で迷路のコースを考え、組み立て、完成させることができる、というキットである。

最初の内はゴールできる迷路を作ることを目指すが、徐々にギミックをうまく活用し面白い迷路に作り直していく。その過程で様々な問題が浮上するが、原因を突き止め、部分ごとにデバッグを重ね、修正し、完成を目指すことで論理的思考を養うことができることを目指す。

開発目標としては、以下の項目とした。

### (1) アナログパーツ

迷路を簡単に作り上げるためのアナログパーツの作成

### (2) ギミックパーツ

迷路にギミックを組み込むためのパーツの作成

(3) 開発ツール

迷路のギミックをプログラミングするためのツールの作成

(4) ガイドブック

実際にユーザに使ってもらうためのガイドブックの作成

(5) 体験会の実施

実際にユーザに使ってもらう実験をしておきのフィードバック

## 9. 進捗概要

本プロジェクトでは、クリエイター自身の中で、作りたいもの、やりたいことといったゴールが明確になっており、さらに自分自身で計画を立てることもできるなど、スケジュール管理もとてもしっかりできるお手本のようなクリエイターであった。

「接着剤等を使わず簡単にパズルのように組み立てられるパーツ」、「子ども向けのものを作るのではなく、大人が遊んで楽しいと思うものをこどもに使わせたい」など、自分の中で絶対に譲れない方針、課題があり、それに向けて試行錯誤をしながら開発を進めていったのが印象的である。

前節の開発目標に沿って以下に詳細を述べる。

(1) アナログパーツ

迷路を簡単に作り上げるためのアナログパーツを作成した。基本ブロック（図 1）について説明する。これは、3種類のパーツを用いることで組み立てることができる「直線」「カーブ」「T字路」「十字路」「行き止まり」の5種類のブロックである。パーツはその仕様を共通化することで、安価で大量な生産をすることが可能になった。

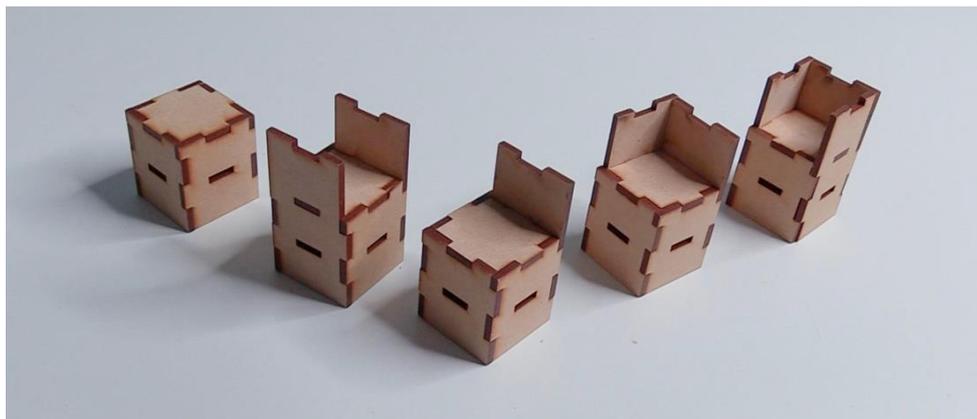


図 1.3 種類のパーツを用いて組み立てた、5種類の基本ブロック

(2) ギミックパーツ

基本ブロックをベースにドアブロックと回転床ブロック、スイッチブロックも作成した。これらを用いることで、サーボモータを用いてドアバーをス

ライドさせ通路を塞ぐドアギミックと、サーボモータを用いて迷路の床部分を回転させる回転床ギミックを実装することができる。また、ブロックを詰めて迷路を作るための箱も作成した（図 2）。加えて、電子パーツを制御するための汎用マイコンボードも作成した。



図 2. 完成したアナログパーツを箱に詰めて迷路を作成している様子

### (3) 開発ツール

本迷路の開発ツールとして Google Blockly を利用したビジュアルプログラミング環境を実装した（図 3）。本環境を使用することで、ユーザはあらかじめ定義されているブロック（上記のパーツ実体ではなくビジュアルプログラミング環境上でのブロック）を繋げるだけで、簡単に迷路のギミックをプログラミングできる。ユーザに提供されるブロックは、「初期状態ブロック」「スイッチブロック」「ドアブロック」「回転ブロック」「LED ブロック」「遅延ブロック」「ふたつスイッチブロック」「リセットブロック」である（図 4）。実装したギミックにバグが発生した場合は、ユーザはこれらブロックの順番や種類を確認するだけで、簡単にデバッグができる。また、いくつかのブロックを繋げてギミックとしてあるものを、ライブラリとして実装している。ライブラリとしてユーザに提供されるギミックは「ドアギミック」「回転床ギミック」「ふたつスイッチドアギミック」「排他スイッチドアギミック」「ふたつスイッチ回転床ギミック」「みっつスイッチ回転床ギミック」である（図 5）。

また、プリセットコードを自作マイコンボードに書き込むことで、本環境でのプログラミングをしなくてもユーザが迷路を実装できるような手段も用意した。



図 3. ビジュアルプログラミング言語で実装したエディタ



図 4. ブロックの選択画面

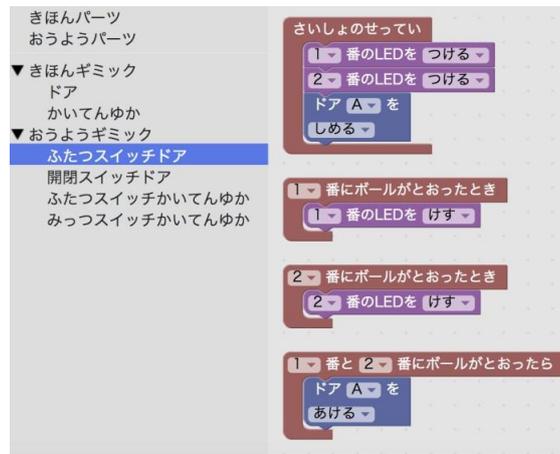


図 5. ギミックライブラリ（ふたつスイッチドア）の選択画面

#### (4) ガイドブック

各ブロックの組み立て方とギミックの実装例，ルール，作り方の簡単な手順，面白い迷路の実装例を記述した 2 ページほどのガイドブックを作成した（図 6）. アナログパーツはそれを見れば機能が分かるようにデザインを洗練させることに努めた. ガイドブックではアナログパーツのデザインだけでは分かりにくい機能・仕様について，重点的に記載している.

# GIMMICK

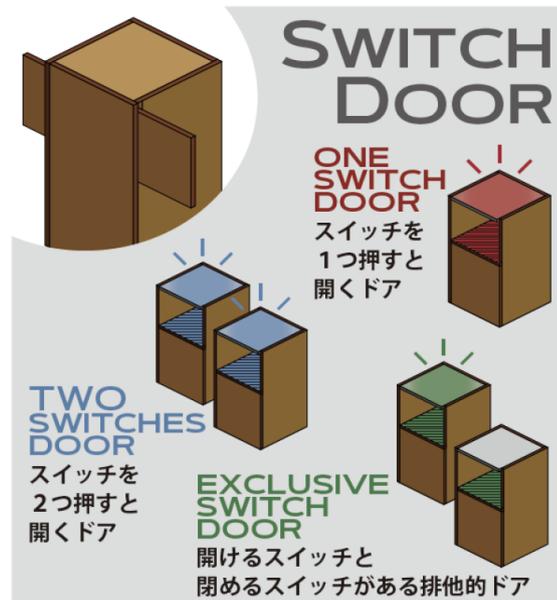


図 6. ガイドブックの例

## (5) 体験会の実施

プロジェクト期間を通して、坂元氏は体験会も何度も繰り返し、フィードバックを得て、それを元にシステムを改善していった。子どもたちが実際に楽しんでくれている様子や子どもからの意見がきっかけでシステムの改善につながったことも多かった。一方で、プログラミングを知らない芸術系の大学生や高齢者の認知症対策にはどうかといった他のユーザ層を対象としたフィードバックも得ている。しかし、坂元氏はそのような中でもあまり悩まず、もともとの自身の信念を曲げずに持ち続け、小学生3年生～6年生にスポットを当ててシステムを作りこんでいった。シンプルで一般化を極めることで、マイナーチェンジを行えばどんな年齢でも対象にできるかもしれないといった思いは柔軟に持ち続けていた。

開発システムではプリセットコードを用いることによって、PCを使わずとも迷路を作成することができる。例えば、小学校教育の現場で活用するとして、十分な数のPCがあるならば開発ツールを使ったプログラミングを通じて論理的思考力の養成が可能である。一方、PCがない環境であったとしても、プリセットコードを用いることで、迷路を作る段階での論理的思考力の養成が十分に可能というキットへと仕上げることができた。論理的思考力は簡単には測ることができないため、定量的には示せていないが、子どもたちがこの迷路を用いて遊ぶことで、段階を踏んでより複雑な機構の迷路を設計することができるようになっていく様子が分かっている。

また、遊び方の面でも自由度があり、難易度を変化させることができるの

もこのキットの魅力である。例えば、小学校の中でも低学年向けには箱のサイズを 6 グリッド四方の箱に、高学年向けには 9 グリッド四方の箱にするなど、年齢に応じて箱の大きさを変えて難易度を調整することができる。また、「詰まないような迷路を作ること」と目標を設定することで、その難易度は跳ね上がることになるため、詰み要素を認めるかどうかでも難易度の調整ができる。1人で迷路を作る場合は集中力を養うことができ、1つの迷路をペアもしくはグループで作り上げる場合にはコミュニケーション能力を養うこともできる。このように、実際の遊び方を子どもが考えることができるような仕組みを考え、実装に落とし込んだ点もあわせて評価したい。多くの子どもへの体験会を開催することで子どもの遊び方を観察した坂元氏ならではのアイデアが随所に盛り込まれている。従来、このような迷路とギミックの組み合わせだったキットというものはなく、STEM教育が注目を浴びている今、十分に世の中にインパクトがあるものを開発できたと考える。

## 10. プロジェクト評価

本プロジェクトは、子どもたちが楽しみながら論理的思考を身に着けることのできる、アナログとデジタルを融合した遊びの提案である。「接着剤等を使わず簡単にパズルのように組み立てられるパーツ」「子ども向けのものを作るのではなく、大人が遊んで楽しいと思うものを子どもに使わせたい」など、クリエイタ自身の中で絶対に譲れない方針、課題の設定があり、アナログパーツキット、電子部品キット、マイコンボード、等を開発した。開発システムではプログラミング可能なソフトウェアも開発したが、プリセットコードも用意しており、PCを使わずとも迷路を作成することができるといった遊びの自由度がある点も評価できる。

また、遊び方の面でも自由度があり、難易度を変化させることができるのも本キットの魅力であると評価する。多くの子どもへの体験会を開催し、子どもの遊び方を観察した坂元氏ならではのアイデアが随所に盛り込まれているキットを開発した。従来、このような迷路とギミックの組み合わせだったキットというものはなく、STEM教育が注目を浴びている今、十分に世の中にインパクトがあるものを開発できたと考える。

国際化を意識して非言語依存に仕上げた点も評価できる。

## 11. 今後の課題

現在、キットとしての販売、導入を模索しており、いくつかの企業へ出向いている段階である。魅力的なキットであり、世の中の動向とも相性がいいことから、一般の人たちに使ってもらえる日もそう遠くないと信じている。

自分が作ったものを誰かに使ってもらう、誰かの作ったものを自分が遊んでみる、という仕組みを考えると SNS などとも相性が良いと思うが、低年齢児が

使える SNS といった点ではハードルがあると考える。親が手助けをして既存の SNS のハッシュタグとして展開・共有するか、それとも子ども自身が使えるような専用 SNS を整備するのか、といった点でもまだまだ坂元氏がやりたいことが残されているため、このような点をうまく乗り越えて、展開して行って欲しい。