

# イルミネーションを軸とした地域貢献の可能性

神奈川県立藤沢工科高等学校 総合技術科 情報通信系 総括教諭

大谷 誠一郎

## 1. 研究の目的

本校では、地域連携事業の一環として、毎年11月から12月に最寄り駅コンコースを会場とした大型クリスマスツリーの設置およびイルミネーション制御に取り組んでいる。同時に展示されるハンドベルロボットとともに、本活動は地域の冬の風物詩として定着してきた。現在では隣駅のロータリー広場へと活動の場を広げ、両駅における展示は本校の地域貢献活動の大きな柱となっている。

こうした実績に加え、地域住民から寄せられる、より新しく、双方向性のある展示への期待に応えるべく、本研究では既存のイルミネーションとハンドベルロボットを統合し、観客と反応し合うインタラクティブなシステムの開発を目標とした。

また、生成AIによるプログラムコード開発が一般化する現代において、工業高校に求められる真価を、単なる情報の処理に留まらない、物理的なハードウェアと論理的なソフトウェアを高度に融合させ、実際の社会環境で確実に機能するモノとして実装する実力を養うことと位置づけ、本研究の教育的側面における狙いとした。

## 2. 研究の具体的経過(1年目:技術基盤の刷新とハードウェアの拡張)

### (1) 表現力の拡張と無線制御の実装

従来の青色LEDによる単純な点滅制御から、シリアル信号による個別アドレス制御が可能なフルカラーLEDテープへとシステムを刷新した。これにより、ハンドベルロボットの演奏曲の変化に同期した視覚演出が可能となり、表現力が向上した。また、星座をモチーフにしたイルミネーションボードをツリーの前面に設置し、子供の目線で楽しめるイルミネーションを新たに加える事ができた。

### (2) 自作レジスト基板によるミニツリーの製作

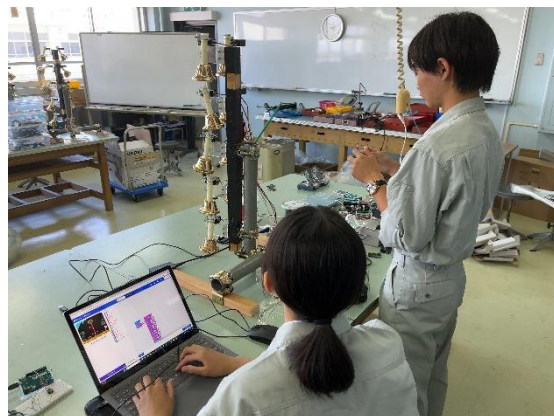
本校の電子工作実習教材として開発した円形イルミネーション基板を利用し、立体的な三角錐形ミニツリーを新たに設計・製作した。この基板を屋外仕様のイルミネーションユニットとして、既存の展示と組み合わせることで、視覚的に新しいオブジェを構築した。実習で培った基礎技術を実際の社会実装へと応用するプロセスは、生徒にとって学習した技術が公共空間で価値を持つことを実感させる、実践的な開発経験となった。



試作中のミニツリー



駅での展示の様子



開発中の様子(ハンドベルロボット)

### (3) ハードウェアの抜本的拡張(27音から35音へ)

ハンドベルロボットの演奏曲の幅を広げ、音楽的な表現力を追求するため、ハンドベルの音域を従来の27音から低音域を8音拡充し、計35音へと拡張した。この拡張に伴い、JWCADを用いたベル配置の再設計および構造部品の最適化を行い、これをレーザー加工機によりアクリル素材から切り出し、木材と合わせて新筐体を製作した。

各ベルを駆動するサーボモータの制御には、独自に回路設計を行った Arduino ベースの専用制御基板を導入した。音域の拡大による筐体の重量増加や、慣性モーメントの影響による打鍵スピードの低下といった物理的制約に対し、数多くの試行錯誤(トライ&エラー)を繰り返すことで、最適な制御アルゴリズムをプログラムへと実装した。

こうした物理現象とソフトウェアの動的な干渉が発生する領域においては、生成 AI によるコード開発のみでは最適解を得ることが困難である。実際に現場で現物と対峙し、定数調整を繰り返すことでしか得られないノウハウの存在は、ハードウェアを伴うシステム開発において人間の介在と経験がいかに不可欠であるかを生徒に深く実感させる貴重な機会となった。

### (4) 代を超えた技術の継承

本研究の主体は3年生であるが、その成果を単なる製作物や設計データとして受け渡すのではなく、開発の背景にある設計思想や試行錯誤の記録、さらには技術を通じて地域貢献を果たすというビジョンを含めて次世代へ継承した。

一般に学校現場の研究活動は単年度で断絶しがちであるが、本研究ではなぜその設計に至ったかという論理的なプロセスとデバッグの歴史を共有することで、後継の学年が前年度の到達点を起点としてスタートできる環境を構築した。この知の継承により、研究が一代で完結することなく、次代がさらなる高度化を積み上げる継続的な進化を可能とした。

## 3. 研究の具体的経過(2年目:双方向化と社会実装への深化)

### (1) ハンドベルロボットの MIDI データ連携と演奏精度の向上

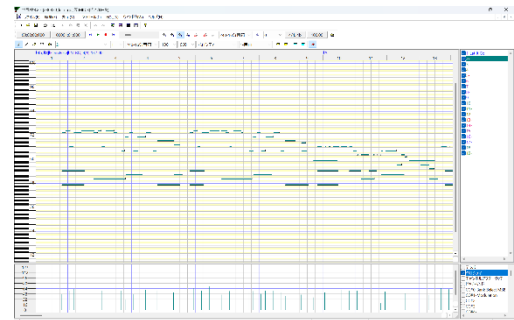
35音拡張ハードウェアのポテンシャルを最大限に引き出すため、新たな楽曲データの生成および制御システムの構築を実施した。具体的には、既存の MIDI データを音楽ソフト上でハンドベル用にアレンジし、CSV 形式で出力、これを独自開発の Excel VBA によって解析し、音階・タイミング情報を抽出した。データは microSD カードを介して Arduino 基板へ受け渡され、リアルタイムにサーボモータを駆動させる再生システムを確立した。打鍵制御においては、トルク特性を考慮し溜めや戻りをミリ秒単位で精緻に調整した。開発にあたっては、Excel VBA や C++ など複数の言語を横断する必要があったが、生成 AI を用いたコード生成手法を戦略的に導入することで、デバッグの削減と大幅な開発期間短縮を実現した。



ツリーの全景



ハンドベルロボットの様子



MIDI 編集画面

## (2) 社会実装における各種許諾等

本成果物を公共空間で運用するにあたり、各種許諾等の要件を遵守するプロセスを研究に組み込んだ。MIDI データの出典元メーカーからの許諾や、不特定多数が聴取する環境での演奏に際し、JASRAC に対する演奏権の許諾申請を確認した。これは、自らの技術を社会実装する際に避けて通れない法的・倫理的責任を学ぶ機会となり、コンプライアンス意識を備えたエンジニアを育成する上で、極めて意義深い職業教育の実践となった。

## (3) AI カメラによるインタラクティブ演出の実装

観客との双方向性(インタラクティブ)を付加するため、新たなインターフェースとして雪だるまロボットを新規製作した。本機には AI カメラ(HuskyLens)を搭載し、画像認識による物体検知システムを実装、観客が特定のタグを提示することで、LED の色彩とロボットのアクションが同期して変化するプログラムを構築した。

これにより、展示を、単なる鑑賞から、観客の動きかけで演出が変わる体験へと進化させた。駅コンコースでは多くの住民が足を止め、自らの操作にロボットが反応する様子を楽しむ光景が見られた。技術が人々の行動を誘発し、笑顔を生むという実感は、生徒がユーザー体験の重要性を学ぶ貴重なプロセスとなった。

## (4) 外部評価の獲得と地域社会への波及効果

展示の成果として、近隣の小学校より作品展示の強い要望を受け、約 2 週間にわたる巡回展示を実施した。この具体的な要請と貸し出しの実現は、本研究の成果が地域資産として公に認められたことを意味する。自らのプロダクトが小学生の羨望の的となる光景は、生徒にとって自身の専門技術に対する揺るぎない自信と自己肯定感を醸成し、次世代技術者としてのアイデンティティを確立させる最大級の成果となった。



雪だるまロボットの様子



制御用タグ



タグカードで遊ぶ子供達

## 4. 結びと今後の展望

### (1) 総括: 生成 AI 時代のエンジニア像の再定義

本研究の 2 年間を通じ、生成 AI によるコード開発効率化の波を実感した一方で、機能がブラックボックス化する現代こそ、本校が掲げるハードウェアからソフトウェアまでを一気通貫で製作する実装力の希少性が鮮明となった。AI がコードを生成しても、それを物理的制約を持つモノとして実装し、現場のトラブルを解決する力は人間にしか成し得ない。イメージを具現化する実装力こそが技術者の核であることを、本研究で改めて実感した。

## (2) 今後の課題と展望

今後はワイヤレス化による設営の簡略化、打鍵トルク制御による音の強弱（ダイナミクス）表現、ポータビリティ向上に向けた軽量化構造の開発が課題として考えられる。

AI が進化し続ける社会において、技術者には AI を戦略的に活用する知性と AI には代替できない実装力の双方が求められる。今後も人にしかできない技術とは何かを常に問い続け、自らをアップデートし続けられる人材の育成に邁進したい。



小学校での展示の様子①



小学校での展示の様子②

## 謝辞

最後に、本研究の遂行にあたり多大なご支援を賜りました「公益財団法人 天野工業技術研究所（天野工業教育研究助成）」に対し、深く感謝の意を表します。本助成によって得られた知見、および開発プロセスを通じて得られた生徒たちの飛躍的な成長は、今後の工業教育および地域連携活動におけるかけがえのない財産となりました。今回の貴重な経験を糧とし、今後も時代に即した工業教育の進化と、地域社会への貢献に向けて、より一層の研鑽を重ねていきます。