

創造力・探求心を高める工業教育の実践（補助資料）  
～課題研究を通してのものづくりの成果～

愛知県立豊川工業高等学校  
電気科 岩瀬 喜 則

1 はじめに

現在、入学して来る生徒は、工業高校の素晴らしさを知る生徒が少ない。ものづくりの経験がある生徒でも、用意された部品を組み合わせる程度で、はじめから試行錯誤しながらものづくりをしていない。また、ものづくりをさせても安易な（簡単な）方向に向き、創意工夫することや考え抜く力が発揮されていないのが現状である。

自ら考え具現化する力を付けさせるために、自由な発想でディスカッションさせ、豊かな創造力のある独創的な作品製作、それを工夫する力などの問題を解決する能力を身に付けさせることが必要である。そのためには生徒に興味を引かせ、魅力を感じさせるような取り組みができるようにテーマを決め、アドバイスの在り方や作業の在り方を実践した。

2 概要

工業高校ならではのものづくりを行うには、十分な時間が確保でき、考えることのできる教科「課題研究」が適している。課題研究では生徒自らが考えてアイデアを出し、集中して作業に取り組むことができる。そして、作成したものの問題点を見つけ、解決する方法を考え、創意工夫する力が備わる。また、そのようになるテーマを課題とし、アドバイスを送っている。

活動は、少人数グループとして、お互いの意見が出やすいようにした。また、他人の意見には否定的な見解を避けるように配慮している。そうすることで活発な意見が得られるようにして、どんな小さなことでも考えられるようにした。このことは以前よりよく知られていることであるが、奇抜なアイデアや独創的なアイデアなど実現させるためには欠かせない。

完成した作品は、文化祭（本校では一般公開を実施している）をはじめ地域イベントへの出典や参加、発表会での発表を行っている。校外でのイベントに参加することで、作品を客観的に評価してもらい、直接意見が聞け、「自分たちでもできる」という自信になる。また、作品製作時では、気づかなかった点（問題点）に気づくきっかけにもなり、改良を重ねより完成度の高い作品に仕上がるようになった。

校外のイベントなどの出展では、賞をいただ

いたり、喜んで見てもらえたり、賛美の声をいただいたりして、生徒たちのモチベーションも高くなり、教育的な効果も顕著に表れていると思われる。このような活動を行うには、時間的な制約があり難しいこともあるが活動の場が広がるのが望ましくできる限り参加している。

参考までに平成20年度、21年度に製作したものを図1、図2に示す。すべて生徒たちが取り組んだ作品で、完成までに至っている。



図1 平成20年度 生徒製作作品 T社のi-UNITのようなものを目指した「四輪独立駆動式小型電気自動車」



図2 平成21年度 生徒製作作品  
A・どきどき探検棒  
B・コンパクト3輪カー  
C・ランニング用ペースメーカー

このような作品を製作するときの問題点として、設計（思案）段階の部品が入手できるか、予算的に購入可能か、加工できるかなど多角的に考えさせてから着手している。

入手不可能な場合は、再考して機構の見直しや回路の変更などの工夫で対応している。

また、基本的な機構や回路は、再学習してできる限り自作させた。授業で学んだことの再認識や新しい技術の習得の場となるからである。このとき、教員はオブザーバーとして指導助言を行うが、決定は生徒たちに任せている。

このように製作研究を行ってみた。

### 3 研究内容

#### (1) テーマ決め

はじめに主なテーマを教員から提示し、生徒を集めている。それをきっかけにして、生徒の発想や取り組みたいものを考えてテーマを決めている。はじめのテーマは「動くもの」「楽しめるもの」など非常に抽象的なタイトルにして、それに沿ったものを生徒に考えさせ、出てきたテーマにアドバイスをしている。

このとき「実現可能か」「取組みに相応しいか」「目的にあっているか」などを照らし合わせて助言をし、工業高校で学んだ知識などが活用されるようにしている。

過去に取り上げた作品テーマに、十年ほど前「クレーンマシーン」、平成19年度「Nゲージ電車模型の制御」「3輪カーの自動制御」、平成20年度「電気3輪カー」と「四輪独立駆動式小型電気自動車」、平成21年度「コンパクト3輪カー」3台、「どきどき！探検棒」ジョイント式と「ランニングペースメーカー（ひかる君ですよ）」ジョイント式を研究・制作しました。いずれも生徒たちにとっては、難しいレベルだが、学んだことをフルに活用して、また新しい技術や技能に結び付く内容である。

研究製作している過程が大切で、結果はあくまでも副産物であるが「できた喜び」「成し遂げた感激」を感じさせたく、すべて完成まで諦めさせずに取り組ませた。

#### (2) 製作

テーマの目的に応じてポイントを考え、少しずつ理解し、問題点を出して考えながら製作している。

学んだことをベースに、技術・技能的に考えながら取り組ませ、製品としての価値も考えさせ、失敗を繰り返しながら丁寧に製作させている。

また、簡略化できるところは、既存のものを改良して導入して、製作時間の短縮や設計の簡略化を行った。

しかし、中心となる部分は簡略化せず設計をさせることでオリジナリティを出し、生徒たちが作ったという気持ちが持てるようにした。

このことが、生徒の自信に繋がり、やる気やできるという意欲になったと思われる。

次に実際に設計製作したものの一部を列挙する。

##### ① 電子回路部

ランニング用ペースメーカーの製作では、電子回路の設計が中心である。図3、4、5のように簡単な回路を設計している。教科書や参考文献から忠実に回路を設計した。

まず、試作はブレッドボードなどを使い回路を組み立て、動作を確認させる。誤動作等があるため、問題を解決させ、ノイズの影響や電流値などを考え、安定して動作するよう回路を考え、増産を行った。

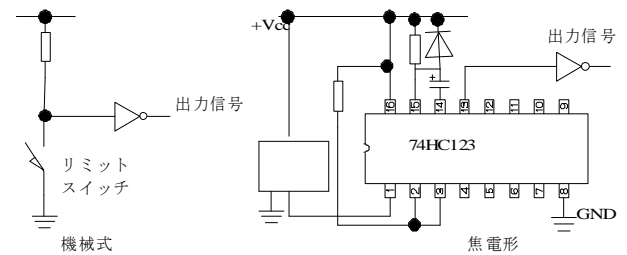


図3 スタートスイッチ回路  
(ランニング用ペースメーカー)

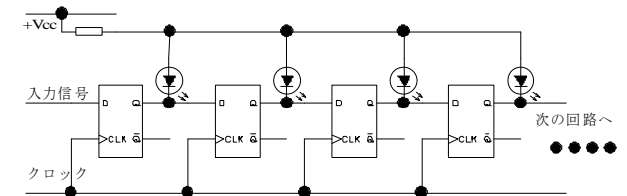


図4 LED順次点灯回路  
(ランニング用ペースメーカー)

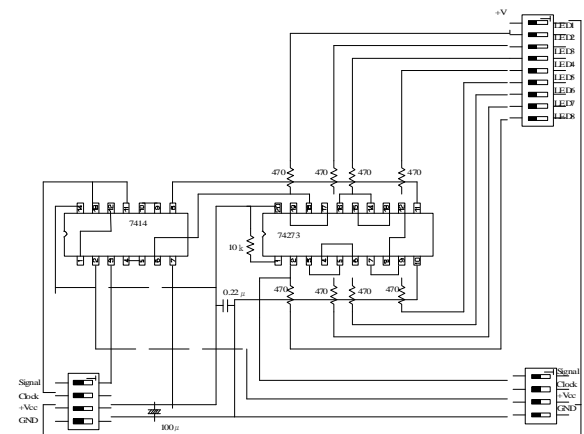


図5 波形整形・LED点灯ユニット  
(ランニング用ペースメーカー)

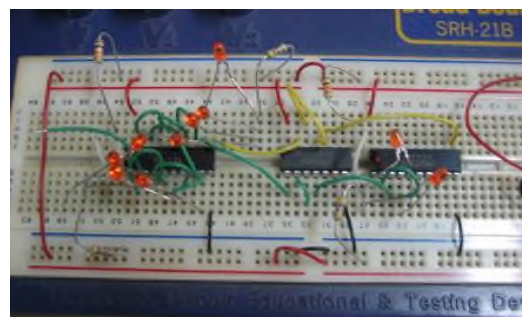


図6 試作回路の動作試験中の様子

(ランニング用ペースメーカー)

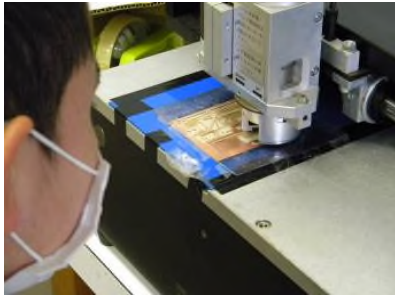


図7 回路図の増産中の様子(基板加工機)  
(ランニング用ペースメーカー)

## ② 機械的な部分

コンパクト3輪カーの製作で、車体の構造や強度を確保するため機械的な加工や運転を制御する回路が必要となる。

まず、使う人の対象を考え、体系や体重、扱いやすさを追求させた。

また、子供のような好奇心旺盛な使い方と考え、万一に備えて安全装置を組み込むことを考えさせた。操作系や衝突系の装置である。

次に材料の選定なども指導した。しかし、材料費や加工で使用する工具や機械の関係から、ある程度の妥協と工夫を余儀なくされることとなった。

まず、試作品(1号機)を製作し、それを研究することでより安全に動く乗り物を目指した。反省から様々な意見が出て、取り入れることが可能なもの、不可能なものを選別しながら2号機・3号機の製作を行った。

また、2号機・3号機と複数製作する中から、1号機の改良も行い、様々なアイデアが生かされる結果となった。

主なアイデアは、試作機から操作ミスや不注意による衝突の危険性を回避させる装置(図8, 9)を考え、衝撃を吸収しながら停止するように機構を考えさせた。

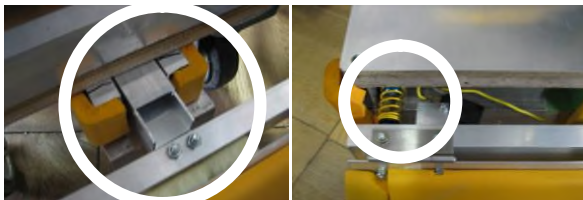


図8 スライド機構とオイルダンパー  
(コンパクト3輪カー)



図9 二重衝撃吸収機構と車体構造  
(コンパクト3輪カー)

## (3) その他

### ① 4輪独立駆動電気自動車

この作品は、地域のイベントである高校生技術アイデア賞で最優秀賞を得た作品である。

モータとカーバッテリーを使用して人が乗ることができる電気自動車である。トヨタのi-unitに憧れて、自分でも作ってみたいという意見から取り組むことにした。

小型で、自由な走行、簡単な操作をコンセプトに、誰でも楽しむことのできる乗り物を目指し製作した。

四輪すべてにモータを取り付けてあり、独立して制御することで自由に駆動が行える。

操作はジョイスティックコントローラを使用し、前後左右にレバーを倒すことで思い通りに動作する。

コントローラの指示をワンボードマイコンで処理し、各車輪のモータを制御して前進後退や左右に方向転換を行うようにした。



図10 四輪独立駆動式電気自動車

設計・研究過程のポイントを見てみる。

### ◎ポイント1: 駆動輪を支える軸

駆動用のシャフトは鉄棒からの削り出しである。タイヤの大きさを基準に軸径、長さを合わせ、駆動モータなどのパーツや軸受けな



ど、段付棒を製作した。さらにモータ軸と接続するため、端面加工をしてモータ軸と直結した。この加工には、機械加工の精度が要求され、旋盤技能士レベルの加工技術が要求された。

また、高価なベアリングを使わず、硬質プラスチックを加工して、軸受けを製作しました。



図 11 段付棒 (軸受け)



図 12 駆動部分

#### ◎ポイント2：スティック操作

操作（運転）はジョイスティックを前後左右に傾けるレバー方式にした。

コントローラはデザインと使いやすさから市販のゲーム機用のものを改造した。

レバーの傾けた量によって動作速度が可変するように制御プログラムを考えさせた。



図 13 操作レバー

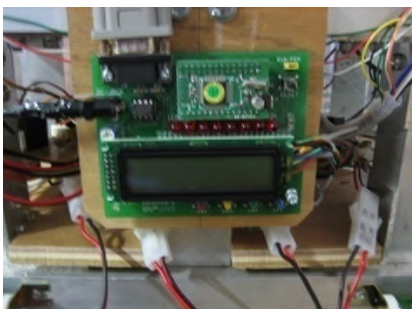


図 14 マイコンボード

プログラム開発は、デバック機能を使って動作ごとに確認を行い、すべての部分プログラムの動作を確認して、一つのプログラムとしている。

特にA-D変換やPWM制御が難しく、データの的にはできるが、実際の動作が実感できなかった。

#### ◎ポイント3：コンパクト設計

人が乗る最小限の大きさとし、自由な動きが感じられるようにした。

フレームは、全てアルミ材で軽量化を図った。強度を得るため、角材を使用し、さらに組み込むように接続した。アルミ溶接も考えたが、歪みが発生して組み立てが難しくなるため今回は控えた。



図 15 コンパクトなボディー

マイコン・電子回路用と駆動用の電源は、セパレート方式とした。これは、駆動時に電圧降下によってマイコンが急停止しないように配慮したものである。

追加機能として、動作時の安全性を考え、クラクション用のブザーとウインカー機能を取り付けた。操作はすべてスティックコントローラのボタンでできるようになっている。

#### ② コンパクト3輪カー

乗りもので楽しめるものが作りたいという意見から取り組んだ作品である。

コンパクトな形状、軽量化、小回りが利く3輪の電気自動車である。設計・開発を校内にあった廃棄部品のモータ（自動搬送車用）を活用し、安全装置や機能性を考えた設計とした。手元の操作で動作するシーケンス制御方式を採用した。



図16 3輪カーの構造図

1号機は試作機として、使い方や性能、走行時の安定性などを試した。その結果、形状の大きさや、座面、ハンドル、方向制御の方式など確実にかつ安全に動作することを確かめ、2号機、3号機に活用した。



図17 初期の1号機(改良前)

1号機(試作機)の製作にあたり、人が座って操作するための最低限の大きさや加重配分などを考え、機械加工(旋盤やフライス盤)、制御盤の取り付け位置、バッテリーの位置などを考察させた。

進行方向には、衝突を検知して停止させるバンパーを取り付けた。また、バンパーが人や物にあたっても傷を付けさせないためにクッション性のある素材や機構を考えさせた。

さらに、前照灯と尾灯を設けて、車が動作可能状態では点灯させ、人に認知されるようにして安全性を高めた。

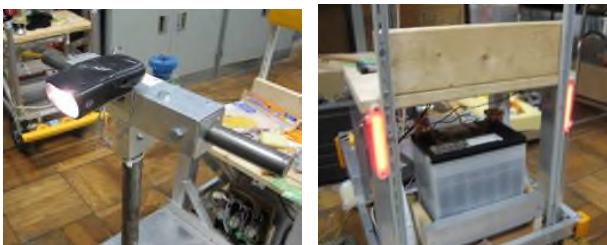


図18 前照灯と尾灯



図19 制御ユニット

2号機・3号機では、車体の安定性をテーマに製作した。

スイッチ類もハンドルグリップから中央へ変更し、不用意な操作ができないようにしている。

非常停止用スイッチも増設している。



図20 2号機・3号機

### ③ ランニング用ペースメーカー

生徒が自らの体験をもとに、こんなものがあったらいいなという発想から製作することになった。

ランニング練習をするとき、人がペースメーカーを務めている。しかし、常に安定したペースや要求されるペースで走るの難しく、安定したペースメーカーがあれば効率のよい練習ができる。

研究・製作したものは、移動練習にも対応できるように、持ち運びが容易で、準備も簡単にでき、省エネで動作するように考えられている。

そのため、各部をユニット方式とし、高輝度LEDの使用、充電電池駆動(ソーラ充電も視野に入れている)とした。

ペースを作る発振ユニット、マーカになるLED点灯ユニット、人が来たこと検知する検出ユニットの3大ユニットとし、これらをLANケーブル(安価で接続が容易)で接続して使う。

点灯ユニットは、高輝度LEDに拡散キャップやより光を強く見せる工夫している。また、電子回路を設計してオリジナル回路設計である。

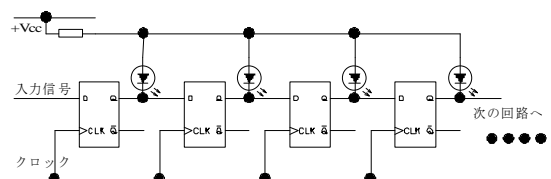


図21 LED点灯回路



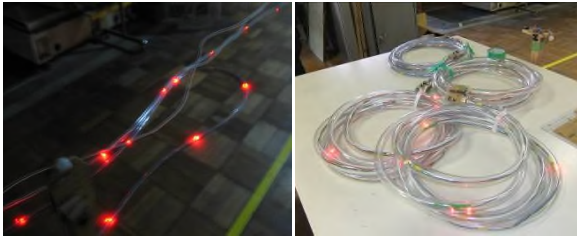


図22 ペースメーカーLEDユニット

ペースを決める発振ユニットは、水晶発振ユニットとリニアに変化できるタイマー発振ユニットとした。

検出には、リミットスイッチと焦電型センサーを同じスタート台に設置して、選択して使うようにした。感知部を折りたたみ式にして、移動時の邪魔にならないようにしている。

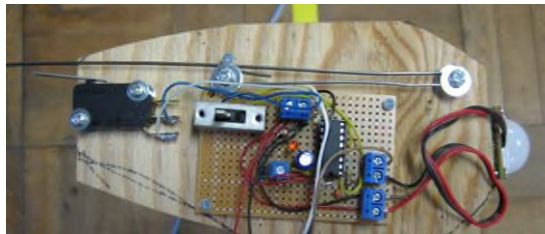


図23 検出ユニット

大量に製作するため、パターン図を作成し、ミーリングツールを使って基板加工をした。

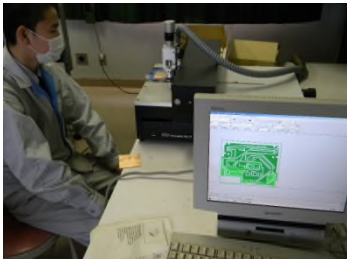


図24 基板加工機で基板を製作中

点灯リズムを作るクロックユニットである。スイッチ操作でタイミングを生成するように設計している。

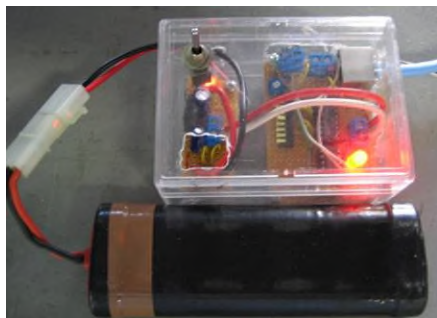


図25 発振・電源回路ユニット

#### ④ どきどき！探検棒

この作品の原型は、生徒が2年生のときの文化祭でのクラス展の展示物である。

その時の反省から「もっと良いものができたのではないか」など多くの改善点や提案があり、これらを取り入れて誰でも楽しめるものを作りたいと思い研究・製作をした。

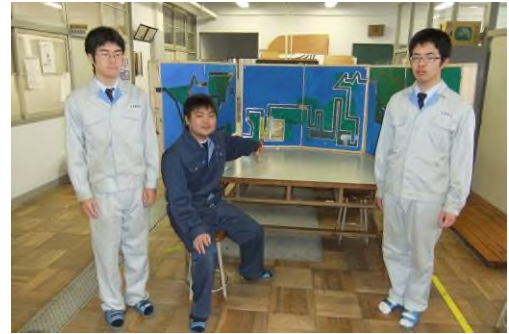


図26 どきどき探検棒

基礎ユニットは、電子回路（時計回路やサウンド回路、ブザーやランプの制御回路）が内蔵され、バッテリー（充電電池）で駆動する。

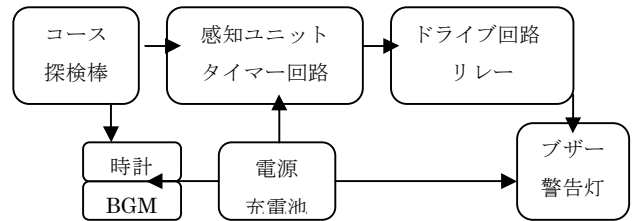


図27 電子回路のブロック図

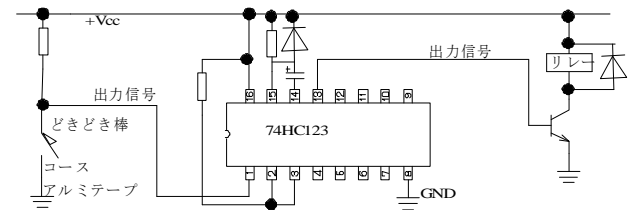


図28 警告装置の駆動回路図

さらに、ストップウォッチ機能や逆算タイマー機能を設け、コースの始点と終点に取り付けたスイッチを探検棒が通過すると動作する。

次に、コースに変化をもたらすため、ピストン装置と風車装置を設けた。スライダークランク機構、モータの回転を用いて製作した。

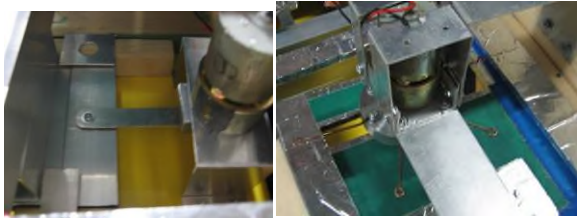


図 29 スライダークランク機構・風車ユニット

これらの装置を組み込んだ各ユニットを接続すると、全長 4 m の強大なコースが完成する。

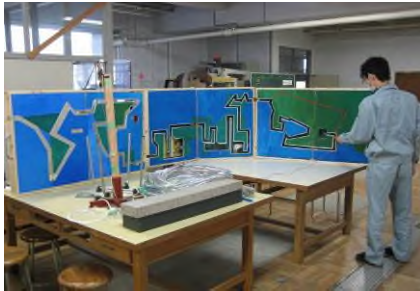


図 30 接続した様子

#### 4 おわりに

生徒たちはこれらの製作を通して、初めからものを作ることの難しさを学び、設計図、材料の加工、組立方法などものづくりの時間の使い方や、チームワークの大切さ、意思疎通の重要さなどを学んだ。

授業後など後輩たちが先輩の取り組んでいる姿を目の当たりにすることで、先輩を敬うようになった。

また、次年度にテーマを決めるとき、以前は「無理」とか「できない」など否定的な意見が多かったが、先輩たちの姿を見ているのか、少し難しくても頑張ってみようとするようになった。このことは、教育的にも絶大な効果があったと思われる。

どのグループも完成して初めてスイッチを入れ動いたときの気持ちは「何とも言えない感動と達成感が味わえた」「感無量」「とってもうれしい」など感想を得ている。また、工業高校だからできたし、やれる気がしたとも言っている。これからの工業高校の一端がここに見えたような気がする。

生徒たちは研究製作でつらい経験や体験を通して大きく成長し、他の教科学習や生活面でも向上が多少なりと垣間見え、生徒自身が「自分の考えが認められた」と思えることで自信になったと考えられる。他人から認められる存在になったという自尊心が大きく成長させたと思われる。

さらに、地域のイベントへの出展や発表などを経て、大きく成長することもでき、対外的なところで自分たちの作品をアピールし、直接反応が見られることや意見が聞けることがさらに大きく個の成長になったとも考えている。

結果的に、生徒が一人ひとり成長し、自分で動かなければ何も始まらないと思えるようになってきたことが、周囲にも良い影響を与え、様々な活動の中で大きく成長し、自尊心を育てていると言える。

その過程では、適宜アドバイスをを行い、遠くから見守ることが第一で、見えないところでの援助する力が教員には必要だと感じている。

しかし、教員は普段の雑務に追われて、見守ることより具体的なアドバイスや指示をしまいがちである。それでは生徒が自らやろうとしなかったり、考えを捨ててしまうことが多く成長させてやることのできないのではないだろうか。

今回、具体的に支持することをできる限り避け、抽象的な内容で、時間をかけて様々な取り組み方法をヒントとして一例を示した程度である。基本は「自ら考え、実行する」というシンプルな目標で指導してきた。その結果、グループ同士で研究に切磋琢磨するようになり、また、班同士でも頑張ろうとしている様子が見え、大きな成果として現れることができた。

#### 5 謝辞

これらを製作するにあたり、ご指導、ご助言をいただいた先生方をはじめお世話になった先生方へお礼申し上げます。

#### 参考

- 豊橋市高校生技術アイデア賞 受賞作品  
最終秀賞「四輪独立駆動式電気自動車」  
優秀賞「コンパクト3輪カー」  
優秀賞「ランニングペースマーカー」  
入選「どきどき！探検棒」
- 豊川ビジネスフェア出展作品  
「四輪独立駆動式電気自動車」  
「コンパクト3輪カー」  
「ランニングペースマーカー【ひかる君ですよ】」
- 東三河サイエンステクノロジーフェア発表作品  
と模擬体験コーナー出展作品  
「コンパクト3輪カー」  
「ランニングペースマーカー【ひかる君ですよ】」
- こども未来館ココニコでのイベント  
「どきどき！探検棒」  
「コンパクト3輪カー」