

Arduino を用いたミニ四駆自動衝突防止システムのプログラミング演習

ープログラミングの結果が視覚的に分かりやすい授業展開例ー

茨城県立竹園高等学校 教諭 宮内 和広

キーワード：次期学習指導要領、プログラミング、演習、Arduino(アルディーノ)、制御

実践の概要

近年、自動車メーカーを中心に ICT 技術を組み合わせた安全技術の研究が隆盛である。中でも「自動衝突防止システム」においては、すでに市販されている段階にある技術であり、各社様々な方法によってより安全なシステムの構築を進めている。

本授業研究では、「社会と情報」の一単元である「問題とその解決」を演習として扱い、この「自動衝突防止システム」を超音波センサと小型マイコン「Arduino」を組み合わせて再現することで、生徒に対し次期文部科学省学習指導要領に組み込まれる「プログラミング」学習を先行的に実施し、そこから「制御」や「機構」的な工夫をグループで討議して、「主体的、対話的で深い学び」を実現するのを目的とする。

1. 目的・目標

(1) 次期学習指導要領への先行実施

プログラミングは現行課程では工業科設置校で専門科目として行われているが、次期学習指導要領では小学校から導入されることが決定しているほど、これから先の社会で必要とされている技術である。本校は普通科と国際科の併設校であり、生徒の主体は四年制大学へ進学することを目的としており、プログラミングの経験がある生徒は学年 320 名のうち、ほんの 1、2 名程度である。情報科のカリキュラムの中で、プログラミングの基礎から指導するような時間はなく、また、計算処理などを画面上で追っていくようなものでは、生徒に興味を持ってもらえとは考えにくい。そこで、コーディングした結果が目で見えてわかるような機械制御を検討した結果、比較的安易な Arduino を利用し、C 言語ベースで構造的に理解しやすい Arduino IDE で行っていくことにした。

Arduino を使って何をするかを考えたところ、入門としてよく行われている「Lチカ（LEDを点灯させる）」などを説明、実習した後に、安価な超音波センサを使って距離を測定させるソースコードなどがインターネット上にあることを示し、ここから自動車メーカー各社がテレビコマーシャルなどで放映している「自動衝突防止システム」を、単純に前方障害物からの距離が一定以下になったときにモーターを止める方法で行い、時間があれば他のグループが作った車との「プラトゥーン（隊列走行）」まで発展させることを目標として行った。

(2) 授業のねらい

- ・グループ学習でお互いに話し合い、学び合うことで発展させられる問題解決能力の習得
- ・プログラミングの基本概念の習得
- ・ハード面、ソフト面の両面の工夫が一体となっはじめて改善できるという経験の獲得

2. 実践内容

2. 1 ミニ四駆車体の改造

シャーシ部分を改造し、単三電池 2 本入るスペースを 9V 積層電池が格納できるようニッパーで加工し、厚紙でカバーを作成し、その上にブレッドボードと Arduino 本体を置くような構成にした。

ブレッドボードには、超音波センサ、コンデンサと「ブレーキランプ」を意味する赤い LED、その他、停止するときに発生するモーターからの逆電流を



写真1 シャーシ改造



写真2 厚紙の車体

【学習内容】

- 指導目標／問題解決能力、基礎的なコーディング能力の育成
- 評価／他者と協働し目標の機体制作に取り組める【関心・意欲・態度】
器具や言語の性質を理解し工夫改善ができる【観察・技能】

【指導略案】

- 単元指導計画（全体時間 8 時間）
- (1) プログラミング導入（Lチカ）（1 時間）
- (2) 超音波センサでの距離測定（1 時間）ここまで全員が個別に行う。
- (3) 機体作成（3 時間）ここからグループワーク
- (4) 走行実験、改良（2 時間）
- (5) 発表会（1 時間）

※最初の 2 時間は、全員がプログラミングの基本を押さえるために、Arduino とブレッドボードとコンピュータ端末のみを利用し、原理やコーディング手法を学習する。

学習活動	生徒活動	指導上の留意点
プログラミング導入(Lチカ)	各部、各部品の名称を確認する。Arduino IDE、ブレッドボードなどの扱い方を学習する	機器の制御はプログラミングだけでなく、回路や機構などが正しく取り付けられることにより動作することを確認する。
超音波センサの使い方(距離測定)	音の反射による時間測定を行い、そこから距離を割り出す式を考える。	扱い方やソースコードなどの詳しいことは生徒に調べさせる。
機体作成、走行実験、改良	機体の組み立て、改良を考えるかコーディングする。	グループでアイデアを出し合うだけでなく、周りの技術も意識させる。
発表会	工夫点などをプレゼンする。改良点などの意見を求める。	全て正解であること伝え、うまくいかない場合でも自信を持って発表させる。

防止するダイオードや電圧調整のための抵抗などの電子部品を用意し、授業ではマニュアルの中にそれぞれの電子部品の効能や標準的な回路図などを掲載して、生徒自身で考えて車体をくみ上げられるように配慮した。

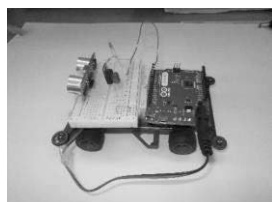


写真3 完成例

プログラム実習では、LEDを光らせる実習を全員対象に実施し、また、超音波センサの動かし方についてサンプルソースを載せた。また、インターネット上の参考となるサイトを数例紹介し、自分たちでできるだけ情報を収集し、改良できるように配慮した。

2. 2 想定外の問題点を生徒側の工夫余地にする

予備実験で教員が試作機を1台作成した段階では、「工夫させる」という点においてあまり考えておらず、全員が成功体験を勝ち得るように詳細な部分までの作り方やソースを載せたマニュアルを作成したが、教員側の不勉強で2点不確定要因を作ってしまう、結果、生徒自身に「工夫させる」ことを学ばせた。

1 点目に車体のシャーシ部分は、汎用性があり改造が容易なタミヤ模型の「ミニ四駆」を採用したが、ミニ四駆を80台注文したところ、一つの車種に限定することができず複数の車種に分割して納入された。この車種の違いは、利用しないボディ部分だけの違いだと思っていたが、実際に納入されたものは、シャーシにも大きな違いがあった。例えばモーターの取り付け位置が後方とは限らず、ミッドシップレイアウトになっていたりするものもあり、それぞれの車種で応用例を各自で考える必要性が生じた。

2 点目に、Arduino はメーカーが違えども規格は同じだと考えていたが、試作機を作成するときに使った Arduino Uno という機種と授業で使った Genuino という機種で、Arduino から流す信号電圧の大きさが異なり、使用する電子部品のうち何種類かがそのままでは動かないということが生じた。これはこの授業研究において、本校と当時つくば市に拠点があったインテル株式会社が連携して行う予定があったため、高価で高機能なインテル社の Genuino を使って授業を行う必要があったが、教員が試作機を使う段階では安価な Arduino Uno を使っていたために問題の発見が遅れた。

また、元々分かっていた問題ではあったが、障害物を検知してから停止するまでの動作として、ブレーキなどの機構がないため、単にモーターへの電力供給を止める仕様にしたのだが、これだと制動距離が長くなってしまふ。できるだけ短距離で停止する工夫が必要になった。

これらの問題について、生徒に意図的に考えさせることにした。

3. 成果



写真4 授業風景(実際に受講した生徒の再現)

この授業を行うと告知した際、過去に社会と情報は履修したがこの実習を経験していない先輩生徒が「自分もやってみたかった」と何人も言いに来るほど前評判は良く、生徒のモチベーションも十分高い状態で導入することができた。「Lチカ」実習は、プログラミング初体験の生徒も内容が十分に理解できたようで、LEDが自分の設定どおりにチカチカ光ると歓声があがった。

そのあとに車体組み立て係とプログラミング係に分かれて作業を開始するが、車体組み立てにおいては超音波センサの取り付け位置や電池の置き場などに試行錯誤し、また、ブレーキがないのでセンサが障害物を検知してモーターへの電力供給を止めた後の制動距離を短くするためにどうするのかなど、生徒同士が考えて工夫、発展させられた内容が多く、教員側も感心させられた事例もよく見られた。

しかし、7~8 授業時間という期間内にきちんと「障害物に衝突しない」という目標を達成した班はなく、隊列走行などもできなかった。成功した班こそなかったものの、非常に面白かったという生徒が多く、普段コンピュータ実習を苦手に行っている生徒も、グループワークに積極的に参加しており、男子女子問わず、コンピュータや動作原理、プログラミングに対してポジティブな印象を与えることには成功したと考える。元々、この研究事例を何かに応募するつもりはなく、また学年末の忙しい時期だったので、アンケートを取らなかったのが悔やまれる。

4. 今後に向けて

組み立てられた筐体と Arduino や電子部品などは全て利用できるため、筐体組み立てに必要な時間をプログラミング学習とシステムの改善に使い、今年度は成功例を出したい。

5. 謝辞

この授業アイデアを整理し、生徒用の詳細なマニュアルや走路を作り、授業を実践していただいた本校数学科教諭の木村功先生に敬意を表し感謝いたします。