

Chrome book とセンサーを使った生徒実験の提案

△△県立〇〇高等学校 理科（物理）教諭 @phys-ken

1 はじめに

物理の学習において、実験のデータを処理し、結果をグラフにまとめるという活動は欠かせない。しかし、記録タイマーを使った運動の解析を例にとっても、実際に実験を行ってからグラフとしてデータが得られるまでにはある程度時間がかかってしまうため、生徒にとって作業自体が目的になってしまったり、そもそも限られた授業時間の中であまり実験を行えなかったりしてしまう。近年では、教材会社からセンサー教材やデータを処理するソフトが発売され、それらを使った授業実践も多数報告されている。しかし、それらの教材は安価とは言えないため、生徒実験に必要な数を購入することは難しい。本発表では、M5stack と、chrome book を使って生徒実験を行う方法を提案する。なお、以下で述べるマイコンやソフトウェアの正式名称・略称は、型番によって違ったり、ある時点から呼び方が変わったり、さまざまな流儀があったりと、筆者も正しく理解できてはいない。あくまで一般的な名称・略称として紹介することをご理解いただきたい。

2 マイコンの概要

2.1 マイコンとは

厳密な定義はさておき、「プログラミングで制御可能な IC」と捉えておけば良いだろう。近年では、Arduino や ESP32 などの、マイコンボード(ワンボードマイコンとも)と呼ばれる、アナログ入力・出力のポートやプログラムを書き込むための USB コネクタなどのハードウェアが実装された状態のものが手に入る。また、超音波距離センサー・温度センサー・重量センサー（ロードセル）などのセンサーデバイスも、通販サイトなどで探せば数百円程度から購入することができる。



図 1 マイコンボードの例
ESP32 devkitC : wifi 接続が可能な高機能マイコンが、数千円程度で手に入る。(秋月電子通販サイトより)

2.2 マイコンの制御方法

マイコンボードを USB ケーブル等で PC と接続し、専用のソフトからプログラムを書き込むことで、各端子の入出力を制御することができる。Arduino などの広く普及したマイコンボードであれば、センサーデータの読み取りのためのライブラリ(すでに完成しているプログラム)を利用することで、たった数行のプログラムでデータの取得ができる。測定したデータはシリアル通信という通信方法で PC に送られ、専用のソフトで表示できる。2021 年に Google chrome がシリアル通信に対応(Web Serial API)し、特別なソフトがなくてもセンサーの測定値をブラウザで表示できるようになった。GIGA スクールなどの流れから高校でも PC 配備されはじめている中で、生徒がセンサーを使う活動が可能になるだろう。

3 M5stack の紹介

M5stack とは、バッテリーや液晶が標準搭載されているマイコン¹である。上記で紹介した Arduino などと同様、プログラミングで制御することができる。専用の端子で接続できるセンサーが多数あり、もちろんそれらのセンサーを扱うためのライブラリも提供されている。さらに、UI flow という

¹ もはやマイコンと呼ぶには高性能すぎて、Wikipedia では「小型コンピュータ」と表現されている。

ブラウザ上で動作するインストール不要のアプリと連携することで、いわゆるプログラミングと言って想像するような英数字の羅列を書かなくても、ブロックプログラミングで M5stack を制御することもできる。教員が簡単にセンサーを使えるだけでなく、生徒自身がセンサーを自作する環境も整い始めている。

4 M5stack を使った実験の例

以下で、M5stack を使った実験の例を紹介する。これらは授業で実施予定であったが、コロナ禍の分散登校の影響で、筆者は実践できなかった。あくまで提案という形でご覧いただきたい。



図 2 M5stack (公式 HP より)

4.1 距離センサーを使った $x-t$ グラフの表示(演示実験)

M5stack に距離センサーユニットを接続し、所定のプログラムを書き込むことで、PC 上にグラフを表示することができる。センサーの前を生徒に動いてもらうことで、グラフに関する理解を深めたい。教材会社で販売されているセンサーでもできるが、M5stack を使えば安価に実演できる。なお、生徒のスマートフォンと無線接続してグラフを表示するデバイスも制作したことがあるので紹介する²が、Wi-Fi を使った活動は各自治体のセキュリティガイドライン等で制限されている場合があるので、よく理解した上で実施する必要がある。

4.2 距離センサーの値を定量的に分析(生徒実験)

Chrome のシリアル通信の機能を利用して、測定した値を chrome book などの生徒端末に有線で送信する。その値をスプレッドシートにコピー&ペーストすることで、表計算ソフト上で生徒がその値を分析する活動が可能になる。

4.3 LED の明るさ制御(生徒のプログラミング実習)

生徒が実際にプログラムをする活動も提案したい。M5stack の各端子からは 5V か 3.3V か 0V しか出力ができない(1 つだけ、アナログ出力に対応しているピンはあるが)。しかし、3.3V オンオフを高速で繰り返すことで、見かけ上の LED の明るさを制御しているように見せかけることができる(PWM 制御)。M5stack は初期設定さえ教員の側で行えば、ネットワーク経由で各ピンを制御することができる。生徒がプログラムを書き、スイッチングを制御することで、電子回路の面白さに気づいてもらえるのではないかなと思う。

5 まとめ

センサーやマイコンを使った実験教材作成の例は多くあるが、それらを使った生徒実験の実践例は少ない(例えば 今和泉 2020³ や 櫻井 2021⁴)。今まではマイコンを使うにはハード面でもソフト面でも敷居が高く生徒に使わせる状況にはなかったが、徐々に環境は整いつつある。紙面の都合上、具体的なプログラムの紹介はできなかったが、筆者の HP で過去の自作教材を紹介している。この発表をきっかけに多くの方と情報交換できるのを楽しみにしている。



図 3 筆者 HP

² M5stick C を使ったリアルタイム距離センサー (https://www.youtube.com/watch?v=dR3Dypq_xo0)

³ ESP32 を用いたいくつかの測定 (<https://ci.nii.ac.jp/naid/130007829829/>)

⁴ レーザー式測距記録デバイス (<https://www2.hamajima.co.jp/~tenjin/ypc/ypc216.htm>)