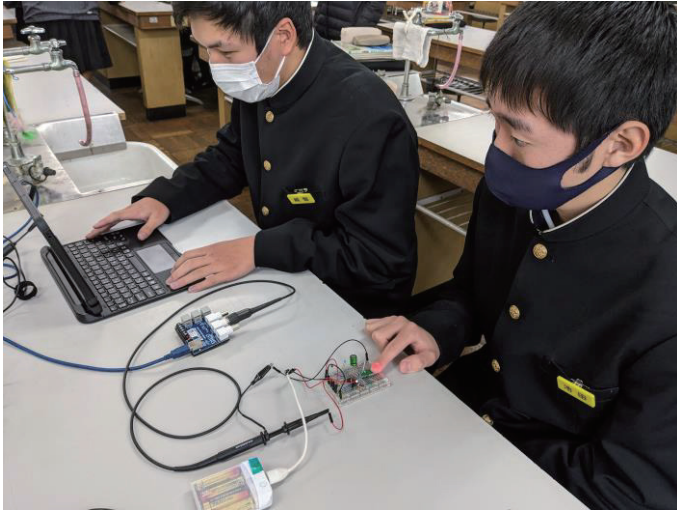


## 生徒1人1台端末とデータロガーを活用した理科教育の実践



実施担当者 愛媛県立今治西高等学校  
教諭 玉井 洋介

### 1 はじめに

令和元年度に文部科学省が発表した「GIGA スクール構想」は、生徒1人1台端末および高速大容量の通信ネットワークを一体的に整備するとともに、これらを効果的に活用することで、多様な子供たちを誰一人取り残すことのない、公正で個別最適化された学びを学校現場で継続的に実現させることを目的としている。愛媛県では同構想を示された内容を加速させ、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴う臨時休業時においても、ICTの活用により全ての子供たちの学びを保証できる環境を早急に実現させることを目的として、令和3年度より愛媛県内すべての公立学校で生徒1人1台端末 Windows 機が導入された。この1年で、臨時休業時のオンライン授業での使用や、授業内での活用は進展しているものの、理科実験における活用が未だ十分ではない。実験においては、生徒1人1台端末の活用は有用で、データロガーと生徒端末を接続することで、データの記録と共有、グラフによる可視化が実現可能になる。しかしながら、一般的な教材会社で市販しているデータロガーは非常に高価であり、授業内で使用する台数を用意することは困難である。各学校が購入可能な価格でメンテナンスしやすいデータロガーが普及すれば、実験・観察の質の向上が期待できる。また、このようなデバイスに興味を持つことで、センサーやプログラムに関する知識が深められ、能動的な実験に繋がると考えられる。本研究は、以上のような、教育環境の整備と教育の普及を目的として、進めている。

### 2 本年度の活動内容

#### 2-1 生徒技能講習会の実施

2022年7月23日(土)愛媛県立松山南高等学校の生物実験室で、課題研究での計測機器の使用の普及を目的として、愛媛県高等学校文化連盟自然科学部門研修会内で「計測機器の活用方法」という題目で生徒対象の技能講習を行い、データロガーについての概要説明と講習で使用するデータロガー「DrDAQ」の基本構造の説明、実際に任意の弦の振動数を計測する実習を行った(図1)。

また本講習の受講前と受講後にデータロガーについての意識調査を実施し、回答を分析した。回答内容は、テキストマイニングソフトウェアによって、ポジティブ、ネガティブ、中立の3つのカ

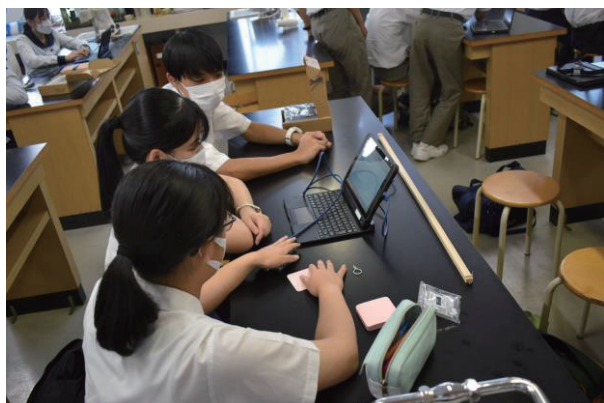


図1 生徒技能講習会での実習の様子

テゴリーに分類した。その後、各カテゴリーに分類された回答の割合を算出し、受講前後で比較した。受講後の回答において、ポジティブな回答割合は 1.3%から 10.9%に増加し、一方でネガティブな回答割合は 52.0%から 18.2%に減少した。また、中立な回答割合は 46.7%から 70.9%に増加した。これらの結果は、生徒技能講習会の受講者たちが、講習会に参加する前よりもデータロガーについて、より好意的に感じるようになったことを示唆している。

## 2-2 教員対象研修会

2022年12月23日(金)愛媛県立東温高等学校の化学実験室において、授業における計測機器の活用を目的として、教員対象のICT講習会を行った。

本講習会では、データロガーに関する概要説明や講習会で使用されるデータロガー「DrDAQ」の基本構造について説明が行われ、2台の音叉を用いたうなりの可視化や、pHセンサーとデータロガーを使用した酢酸の酸解離定数測定など、授業で実践可能な実習が行われた。特に、pHセンサーの扱い方や計測速度など、実際に実験を行う上でのノウハウについては、実際に実験を行いながら説明が行われた(図2)。

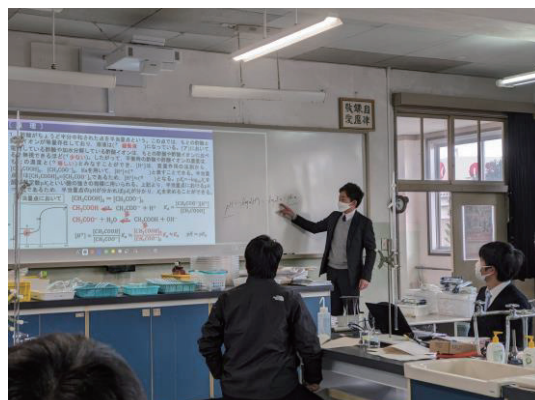


図2 ICT講習会での実習の様子

## 2-3 教材研究

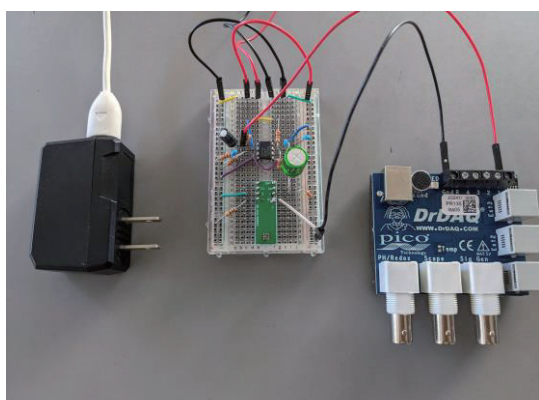


図3 自作したパルスオキシメーター

NJL5501R(赤色LED、近赤外線LEDと高感度フォトトランジスタを搭載した表面実装タイプのフォトフレクタ)が内蔵されたモジュールを使用してパルスオキシメーターを作製すれば、血液中の酸素飽和度や脈拍を測定できる。しかしながら、本年度は酸素規定量のヘモグロビンサンプルの準備が整わなかったため、パルスオキシメーターとしての使用は行わず、運動後の脈拍を計測し、得られたデータをグラフ化することによって脈拍測定器としての利用価値を検討した。

生徒端末につないだデータロガーと作成したパルスオキシメーター(図3)を用いて心拍を計測し、心拍変動をリアルタイムにグラフ化して観察することで、多くの生徒が現象を理解できたことがアンケートで明らかとなった。また、考察時には、日常的に運動習慣がある生徒とそうでない生徒のデータを比較し、安静時心拍数の差異や最大心拍数の差異について議論する生徒も見受けられた。

なお、現在は、脈拍計測のためにmicro:bitを用いたデータロガーを開発中である。

## 2-4 授業実践

教員対象の ICT 講習会を実施し、授業でのデータロガー使用に興味を持った複数の教員が、授業内で実際に使用した。本稿では、その中から 1 例を紹介する。2023 年 1 月 23 日(月)、愛媛県立今治西高等学校の化学授業において、生徒端末とデータロガー「DrDAQ」と pH センサーを用いて、酢酸の酸解離定数を計測した(図 4)。この実験により滴定曲線が得られるため、多くの生徒が半当量点や当量点を容易に理解できたことがアンケート調査で明らかになった。また、考察時には、実験室の室温が上昇した場合、酸解離定数や半当量点における酢酸緩衝液の pH がどのように変化するかについて、生徒が議論する姿が見受けられた。さらに、生物実験でよく使用される緩衝液の特徴について、実験条件を加味した上で生徒が議論する姿も見受けられた。

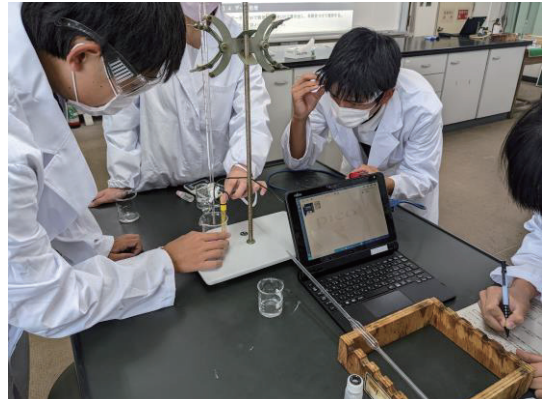


図 4 授業での様子

## 2-5 課題研究による活用



図 5 中谷財団成果発表会の様子

応の計測を行ったことを報告している(図 5)。

今年度、自然科学部に所属する生徒が参加した技能講習会において、課題研究でデータロガーを使用したと申し出た 5 校の学校に、DrDAQ を 1 台ずつ貸し出した。各学校が計測する環境要因は多種多様で、音の周波数や、化学変化による温度変化の計測、発光反応の光強度測定など、多岐にわたる。DrDAQ に内蔵されているセンサーの測定範囲外の現象を測定する場合には、Arduino と外部センサーを用いた計測の方法について指導した。Arduino を用いる際には、C/C++ をベースにした Arduino 言語でのプログラミングが必要となるため、プログラミングの指導も行った。今治西高等学校化学部の生徒は、今年度の中谷財団成果発表会において、Arduino と光センサーを用いて発光反

## 2-6 外部講師による指導

データロガーは、実験室内での実験に限らず、野外などの自然環境での計測にも利用可能である。このような応用に着目し、2023 年 3 月 26 日(日)に、岡山理科大学今治キャンパスで獣医学部の黒木敏郎教授および嘉手苺将助教の指導の下、「環境計測実習会」が開催された。本実習会では、セイヨウミツバチの生態と養蜂について講義を受け、さらに、セイヨウミツバチの感染症について学習した。セイヨウミツバチの生育環境の状態把握に必要な巣箱内の温度を継続的に計測する方法が紹介され(図 6)、参加した生徒たちは、実演に興味深く観察し、積極的に質問を投げかけていた。



図 6 巣箱内の計測の様子

## 2-7 メディアによる情報発信

愛媛県は、県内公立学校における ICT 教育に関する資料をまとめた「えひめの ICT 教育まとめサイト」を運営しており、各学校の ICT を活用した授業実践の参考となっている。本研究で実践した内容は、授業実践例として同サイトに掲載されており（図7）、興味を持った教員からの相談に応じて授業実践のサポートを行っている。このようなサイトは高等学校だけでなく、義務教育の先生からも興味を持たれており、松山市立南中学校の先生からも授業実践に関するご相談を受け、サポートを行った。

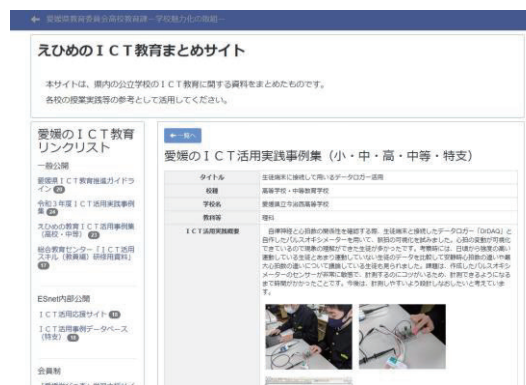


図7 えひめの ICT 教育まとめサイト

## 3 まとめ

本研究では、生徒端末とデータロガーと各種センサーを使用することで、科学実験や環境の変化を可視化し、多くの生徒が現象の理解を深めることができた。また、現象変化の理解に繋がっているため、深い考察に繋がっていると感じられた。しかしながら、今後の課題が2点ある。1つ目は、適切に計測できるようになるまでに時間がかかることである。使用するセンサーによっては非常に敏感に計測してしまうため、計測するまでに準備が必要である。しかし、計測操作は実験操作同様に適切に行わないと、正しいデータが得られないため、今後は各センサーの計測原理の理解とともに、操作実習の時間をしっかりと取る必要がある。2つ目の課題は、有線なため計測を行う実験に制約があることである。現在、来年度に向けて micro:bit を用いたデータ計測方法の研究を行っており、Bluetooth を使用した無線計測への実現を目指している。micro:bit を用いたデータ計測が可能となれば、低予算で実験の計測が可能になり、今まで以上に、考察・推論を主体的に行うことができるようになる。また、プログラムを用いてセンサーの校正や制御を行うことから、プログラミング的思考も育成することが可能となる。今後も、教材研究と実践を続け、「生徒の学びに向かう力を引き出すアシスト」を行いたい。

## 謝辞

このたびは、公益財団法人中谷医工計測技術振興財団の研究助成を受け、学習に必要な教材を多数準備・作成することができました。この助成金によって、生徒はもちろん教職員にとっても貴重な機会を提供することができました。準備・作成した教材を活用することにより、日常的に理科の実験や課題研究についての情報計測が可能になり、生徒が科学に興味を持ち、熱心に取り組む様子を多く見ることができました。このような機会を与えてくださった公益財団法人中谷医工計測技術振興財団に、心より感謝申し上げます。