

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 7 日現在

機関番号：32604

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K02906

研究課題名（和文）オンライン実験で活用できる教育用IoT機器の作製とその波及効果について

研究課題名（英文）Creation and Diffusion Effects of Educational IoT Devices for Online Experiments

研究代表者

高橋 三男（Takahashi, Mitsuo）

大妻女子大学・家政学部・教授

研究者番号：40197182

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：酸素と二酸化炭素センサの2種類に特化した教材キットを制作した。安価な酸素センサは、高橋が独自に開発したセンサを用い、二酸化炭素センサは、海外のセンサを利用することにした。2024年度現在では、3社の国内のメーカーが、酸素・二酸化炭素濃度を検出する教材を販売するに至った。今後も酸素・二酸化炭素を検出する教材メーカーは増えている傾向である。将来的には、大気中の酸素や二酸化炭素の計測だけでなく、現在、検討中である日本製の溶存酸素や溶存二酸化炭素センサの理科教材になると、気体だけでなく水溶液中における、より幅広い理科教育が期待される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究成果としては、国内のメーカーが、酸素・二酸化炭素濃度を検出する教材を販売するに至った。今後も酸素・二酸化炭素を検出する教材メーカーは増えている傾向である。将来的には、大気中の酸素や二酸化炭素の計測だけでなく、現在、検討中である日本製の溶存酸素や溶存二酸化炭素センサの理科教材になると、気体だけでなく水溶液中における、より幅広い理科教育が期待されるようになる。国内だけでなく海外での理科教育の発展に大きく貢献することが予想される。

研究成果の概要（英文）：It was decided to focus the educational kits on two types of sensors: oxygen and carbon dioxide. The affordable oxygen sensor was developed independently by Takahashi, while the carbon dioxide sensor was sourced from overseas. As of the fiscal year 2024, three domestic manufacturers have started selling educational materials that detect oxygen and carbon dioxide concentrations. The trend is for an increasing number of manufacturers to produce materials that detect these gases. In the future, not only the measurement of atmospheric oxygen and carbon dioxide but also Japanese-made dissolved oxygen and dissolved carbon dioxide sensors, which are currently under consideration, are expected to become science teaching materials. This would allow for a broader range of science education, not only in gases but also in aqueous solutions.

研究分野：物理化学

キーワード：酸素 二酸化炭素 酸素センサ 二酸化炭素センサ IoT機器 オンライン実験

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

研究当初は、コロナ禍の影響でオンライン授業がはじまり、教科指導をどのように進めてよいのか試行錯誤している状態であった。特にオンラインでの実験指導は、非常に難しく、家庭では実験器具の環境が全く整っていないのが大きな原因の1つであった。研究当初は、安価な小型コンピュータに温度センサ、湿度センサ、気圧センサ、酸素センサ、二酸化炭素センサ、輝度センサの6種類を搭載した、教育用のIoT機器を作製し、これを配布することでオンライン授業においても、自宅で計測実験を可能とすることを目的とした。

ところがセンサを国内で調達するにも販売元から入手待ちが長く続き、アメリカに取引のある会社から購入すると3倍から5倍もする価格になっている状態であった。しかもコロナ禍により全国の飲食店では、人混みを検出するために二酸化炭素センサを使うことが多く、二酸化炭素センサの不足により入手も困難な状況が長く続いた。研究開始当初の社会的な背景である。

2. 研究の目的

本研究では、生徒たちが、「知識及び技能」習得、「思考力、判断力、表現力等」育成、「学びに向かう力、人間性等」の涵養を身に着けるための教育ツールである。教育用IoT機器を作製することで、教育現場で実験指導に試行錯誤を重ねている教員の支援を目的としている。さらに、自分専用の教育用IoT機器を使ってさまざまな定量的な実験を行うことができれば、腑に落ちた実験結果を得やすくなり、それにより生徒の独自性や創造性を育む教育環境が充実し、深い学びに結び付くと考えている。その意味で教育用IoT機器による新しい理科教育のシステム構築することを目的としている。

3. 研究の方法

教育用IoT機器には、ノートPCでプログラミングを行う必要がある。事前に用意しておいたプログラムをIoT機器に書き込んだ状態にしなければならない。

この作業には、代表者の高橋と分担者の館泉、羽田、後藤の3人が第1工程、第2工程、第3工程をそれぞれ責任分担して行う。作製した機器のマニュアル作りを代表者の高橋と分担者の3人で担当し、教育用IoT機器の広報活動は、高橋、後藤、館泉、羽田の4人全員で国内・外のセ学会や研究会や都道府県の教育センターなどでおこなう予定であったが、センサ不足を解消するために、酸素センサと二酸化炭素センサに絞って研究・開発することにした。

安価な酸素センサは、高橋が独自に開発したセンサを用い、二酸化炭素センサは、海外のセンサを利用することにした。

2024年度現在では、3社の国内のメーカーが、酸素・二酸化炭素濃度を検出する教材を販売するに至った。今後も酸素・二酸化炭素を検出する教材メーカーは増えている傾向である。将来的には、大気中の酸素や二酸化炭素の計測だけでなく、現在、検討中である日本製の溶存酸素や溶存二酸化炭素センサの理科教材になると、気体だけでなく水溶液中における、より幅広い理科教育が期待される。

4. 研究成果

研究成果として、2023年度 材料技術研究討論会 12月1日 「教育用IoT機器による新しい理科教育のシステム構築」と題して発表を行った。呼気の実験、口ウソクの実験、台風14号の気圧実験などを発表した。特に東京に台風が近づくと気圧が下がり、温度も下がっていくことが観測された。台風が去っていくと気圧も高くなることが計測されており、天気予報による台風の情報が、自宅でも観測できることは、実感を伴った教材といえる。実際の計測により実体験は、考えさせる効果的な教具である。これを広めるために教材メーカーの支援が必要と考えている。

この研究成果は、現在、教材メーカー3社が販売されており、これからも教材メーカーが増えている。

U社：サイエンスWeb センサー 酸素・二酸化炭素 CB-G :サイエンスWeb アプリケーションにより、「酸素・二酸化炭素/気温・湿度・気圧/温度 センサを計測できるようにはなっている。現状は、酸素と二酸化炭素のみである。リアルタイムデータを記録したり、連続データを記録したり、記録したデータからグラフを表示することもできるのが特徴である。

Y社：デジタル 酸素・二酸化炭素チェッカー :酸素のみや二酸化炭素のみでも画面表示できる。気温・湿度表示のモードの機能もついているのが、特徴である。

N社：酸素・二酸化炭素Eタ検ちゃん DOC-01FS :計測したデータをデジタルの数値の表示

だけでなく、アナログ表示もできるようになっているのが特徴である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 高橋 三男、舘泉 雄治、後藤 顕一、羽田 宜弘、川島 徳道
2. 発表標題 教育用IoT機器による新しい理科教育のシステム構築
3. 学会等名 材料技術研究協会討論会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	後藤 顕一 (Goto Kenichi) (50549368)	東洋大学・食環境科学部・教授 (32663)	
研究分担者	羽田 宜弘 (羽田宜弘) (Hada Yoshihiro) (70713098)	環太平洋大学・その他部局等・講師 (35314)	
研究分担者	舘泉 雄治 (Tateizumi Yuji) (80197392)	東京工業高等専門学校・電気工学科・特任教授 (52601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------