

# 西東京三大学高校生グローバルスクールにおける 本学の教育プログラム —環境問題に関する教育プログラム—

笹倉理子

## UEC educational program in the high school/university connection conducted by Three National Universities in Western Tokyo — Educational program on environmental issues —

Michiko SASAKURA

### Abstract

“Since 2016 the global school for high school students has been held as an educational program conducted by three national universities in Western Tokyo (TUFS, TUAT, and UEC). In March 2019 the school took place with the theme of “SDG14”, “SDG15” and we designed the school program in UEC that covers environmental techniques from basics to practice. Here we report the teaching materials by using a CO<sub>2</sub> sensor and micro:bit, and how our program was carried out.

Key words : High School/University Articulation Reforms, Educational Program for High School Students, STEAM fields, micro:bit

### 1 はじめに

西東京三大学による文理協働型グローバル人材育成プログラムの高大接続教育プログラムでは、2016 年度より、高校生を対象とする「西東京三大学高校生グローバルスクール」(以下、グローバルスクール)を年間2回(夏季・春季)実施している[1]。ここでは、世界が抱える課題をテーマに、文系志望と理系志望の高校1～2年生(中等教育学校4～5年生)が混合チームを作り、三大学それぞれの特色ある講義や演習・実習に参加し、グループワークやディスカッションを通して考えを深める。この中で、我々は本学の特色を考えて実習を含むプログラムを提供している。

グローバルスクールの2018年度春季のテーマはSDGsより「LIFE BELOW WATER (海の豊かさを守ろう)」と「LIFE ON LAND (陸の豊かさを守ろう)」[3]が選択された。本学では、環境の「測定」をテーマに教育プログラムを設計し、測定に関する技術の講義とマイコンとセンサーを用いた二酸化炭素濃度計測の実習を実施した[2]。この報告書では、実習部分を中心に2018年度

春季グローバルスクールにおける本学の教育プログラムとその実施状況について報告する。

### 2 本学の教育プログラム

2018年度春季グローバルスクールでは、我々は、全体のテーマの「LIFE BELOW WATER (海の豊かさを守ろう)」と「LIFE ON LAND (陸の豊かさを守ろう)」に関連して、環境を測定する技術をテーマに講義(30分)とプログラミングを含む実習(70分)で本学の教育プログラムを設計した。本学のプログラム(全体)の流れは1の通りである。この章では、本学のプログラムのうち実習部分の詳細について説明する。

表1 本学のプログラムの流れ(全体)

時間	内容
20分	講義「環境を測定する」 共通教育部教授 鈴木勝先生
10分	質疑

30分	実習「CO <sub>2</sub> センサーを用いた測定」 [プログラミング] ① micro:bit の基本操作の説明 ② アイコン表示プログラムの作成 ③ 「CO <sub>2</sub> 濃度の変化の観察の実習」について説明し、 実験の準備として micro:bit-micro:bit 間、micro:bit- PC 間のデータの送受信をするプログラムを作成 ④ 通信ができる状態になったことを確認 (休憩 5～10分)
40分	[測定の実習] ろうそくの実験(表2)を実施して、CO <sub>2</sub> 濃度の変化の 様子を観察する。
10分	ワークシート記入

## 2.2 実習のテーマと目標

実習では、本学の選択したテーマのもとに、「センサーを用いたCO<sub>2</sub>濃度の測定」をテーマとした。

グローバルスクールのプログラムでは、参加者の学年、学習履歴がさまざまであることから、実習についても、知識・経験を問わず体験を通して学ぶことができる内容とすることが求められる。そこで、本学のプログラムで選択したテーマにあわせて、実習の目標を以下のように設定した。

### 実習部分の目標

- ① マイコン・プログラミングを体験する
- ② マイコンとセンサーを利用した測定を体験する
- ③ ①②の体験を通してテーマに沿った課題について学び考察を深める

## 2.2 実習の内容

実習は、「測定に利用するプログラムを作成し、実際にCO<sub>2</sub>濃度の測定をする」内容とした。

演習時間(70分)は、前半(30分)・後半(40分)に分け、前半でプログラミングを、後半で測定を扱うこととした。

前半部分のプログラミング演習では、目標①を達成するために、すべての参加者に「自分が作成したプログラムが動かせたという体験(成功体験)」をさせることを目指した。参加者の多くはプログラミングが初めてであることを考慮して、はじめに、micro:bit の基本として画面にアイコンを表示するプログラムを完成させてから、課題を説明してデータ転送のプログラムの作成に取り組む流れとし、参加者が作成するプログラム(図1)は簡単を心掛け、丁寧に説明しながら十分に時間をかけて完成できるよう設計した。また、測定用のプログラムについても、初心者が読めばわかる程度の内容で作成し、発展学習の資料として紹介した(図2)。

後半部分のCO<sub>2</sub>濃度の測定の目標は、CO<sub>2</sub>濃度をマイコンとセンサーを用いて測定しその増減を観察することである。前半で作成したデータ受信・転送用のmicro:bitを使って、測定用のmicro:bit から受け取ったデータをパソコンの画面で表示し、CO<sub>2</sub>濃度の変化を測定・観察

する内容とした。

実習の中で、CO<sub>2</sub>濃度の変化を測定するために、表2のような実験を行うこととした。



図1 実習で作成したプログラム(例)



図2 測定用のプログラム

表2 CO<sub>2</sub>濃度変化を観察するための実験

CO <sub>2</sub> 濃度測定のための実験(ろうそくの実験) [準備するもの] 透明な箱、アルミ箔で作成したフタ、ろうそく、ハンディライター、測定用のmicro:bitとCO <sub>2</sub> センサー [手順] ① 透明な箱にCO <sub>2</sub> センサーを入れCO <sub>2</sub> 濃度の測定を開始 ② 箱内に火をつけたろうそくを入れ、アルミ箔でフタをする ③ 測定値が測定範囲の上限(2000mV)になったら、ろうそくを消火する ④ 箱内の換気をする ⑤ CO <sub>2</sub> 濃度が点火前の状態にもとにもどるまで放置する ※ あおぐなど、空気を入れ替える努力をする ⑥ 測定を終了する
--

測定用のmicro:bitで測定したデータは、無線通信で受信用のmicro:bitへ送り、受信用micro:bitでは受け取ったデータをシリアル通信でパソコンに転送する。パソコンでは、受け取ったデータをグラフとして画面に表示して、参加者は変化の様子を観察する(図3)。

測定にあたり、事前に専用の台を作成してmicro:bitとCO<sub>2</sub>センサーをセットし準備した(図4)。また、測定用のプログラム、パソコン側の表示プログラムについ

でも授業担当者が準備をして、あらかじめ各端末に配付した。

- ② 地球環境に存在する微生物群を理解して利用する
- ③ 新しい技術で環境を測定する

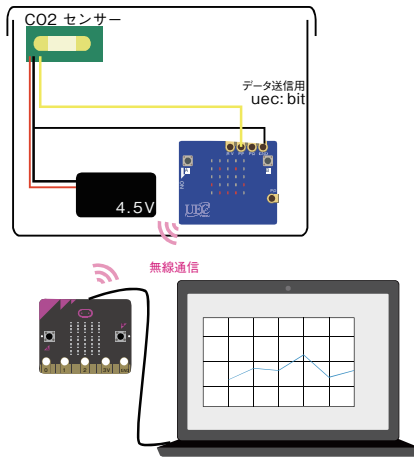


図3 実習での測定のイメージ

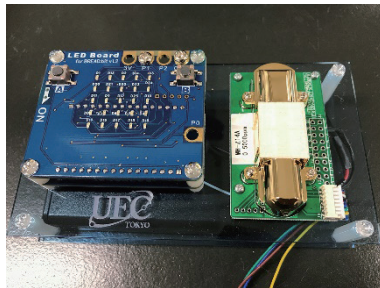


図4 測定用の端末 (uec:bit と CO<sub>2</sub> センサー)

表4 課題作文の選択状況

テーマ	①	②	③
人数	17	11	7

### 3.2 講義の様子

実際の講義では、「海洋酸性化」を例にCO<sub>2</sub>濃度の計測技術や、衛星による計測に関する内容を扱った。聞くことが中心ではあったが、グループ内の意見交換をする場面や、簡単な発表をする場面があり、参加者は積極的に参加した。



図5 講義中の教室の様子

## 3 プログラムの実際

### 3.1 参加者の概要

2018年度春季のグローバルスクールでは35名（1年生16名、2年生19名）を受け入れた。事前アンケートによる、興味を持っている研究分野（複数回答）は表3のようであった。国際分野に興味を持つものがやや多いが、「情報 または 工学」を選択した参加者が14名、「国際 または 言語」を選択した参加者が13名であったことから、分野による偏りは少ない。

表3 興味を持っている分野（複数回答）

分野	情報	農学	工学	言語	国際	他
人数	7	11	11	8	13	8

参加者には、事前課題として次の①～③より1つテーマを選択して作文を課しており、その選択状況は表4のようであった。本学のプログラムに関連するテーマ③を選択した学生は最も少なかった。

#### 課題作文のテーマ

- ① 海や陸の『豊かさ』をめぐって—海や陸はだれのものだろうか—



図6 実習中の測定の様子

### 3.2 実習の様子

実習は、5～6名のグループにTA（本学の学部生または大学院生）を1名ずつ配置して実施した。

前半のプログラミングの部分では、作成するプログラムを、簡単にしたこともあり、短い時間のなかで効率よく取り組むことができ、全員がプログラムを完成することができた（図8）。

後半の測定部分は、グループごとに実験を進め、ろうそくを用いた実験で、CO<sub>2</sub>濃度の変化を観察した。多く

のグループでねらいどおりの観察をすることができた。一部のグループでは、演習時間の関係で最後まで観察することができなかったが、すべてのグループでろうそくの火が燃えることによってCO<sub>2</sub>濃度が上昇することを観察することができた(図9)。

### 3.4 感想・リフレクションシートから

参加者が各プログラム終了後に記入するリフレクションシートに記入した自己評価を見ると、本学の教育プログラムの理解度は図7のようになった。

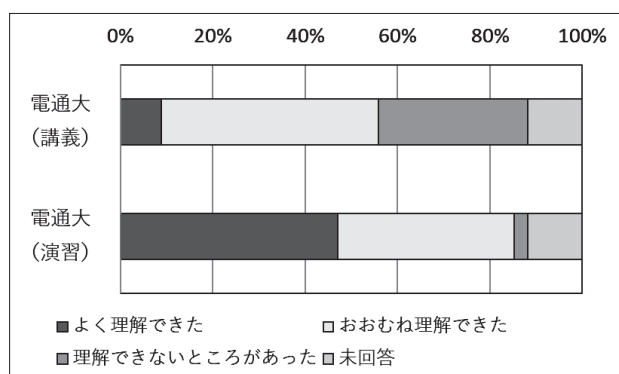


図7 プログラムの理解度(自己評価)



図8 実習中の様子(プログラミング)



図9 実習中の教室の様子

講義部分について「理解できないところがあった」とする参加者が3割程度あったが、リフレクションシートの自由記述欄を見ると、講義の部分では、「海洋酸性化が進む原因」や「CO<sub>2</sub>測定の方法」に関するメモが多く残されていて、講義のおおまかなポイントは伝わったと考えられる。

演習部分については、半数程度が「よく理解できた」とし、回答者のほとんどが「よく理解できた」または「おおむね理解できた」と自己評価した。

リフレクションシートの自由記述を見ると、実習(前半・プログラミング)の部分では、「プログラミングと大きくとすぐむずかしいのを想像していたけど、あんなに簡単にできてびっくりした。」「プログラミングはブロック化されていてわかりやすかった。」など、プログラムが簡単だと感じたことについての記述が見られた。さらに、「簡単なプログラミングでCO<sub>2</sub>の濃度が検知できる。」「センサーで測ったCO<sub>2</sub>濃度の推移をほぼリアルタイムでかつ無線で他のコンピュータに送ることができる。」のように、作成したプログラムを利用してCO<sub>2</sub>濃度の測定値の観察が簡易にできたことについての記述も見られた。学生に作らせるプログラム、測定のプログラムを簡単なものにするだけで、プログラミングの体験に好印象を持つとともに、プログラミングが役立てられることの体験ができたと考えられる。

実習(後半・測定)の部分では、「(CO<sub>2</sub>濃度の)計測をはじめ、ゆるやかに上がっていった。ろうそくをつけて、ふたをしたら急激に上がった。消すとすこしずつ下がった。」「CO<sub>2</sub>は空気よりも思いから、火を消した後でもグラフはしばらく上昇した」、「ろうそくを燃やす前はゆるやかに(CO<sub>2</sub>濃度の)数値が上がっていったけど、ろうそくをいれてしばらくしたら、急激に数値があがった。ろうそくを消しても、その数値が下がることはあまりなかった。空気を入れ替えたら下がった。この下がり方は、ろうそくがついたときのように急激ではなかった。」のように、実験の様子を自分の言葉で記録したものや、変化の様子を表すグラフの略図を書き写したのが見られ、目標にあった測定・観察が達成できたことがうかがえる。また、マイコンを使った測定が簡易にできることや、こうした測定を継続的にこなすことの重要性に関する記載もあり、測定結果の利用に関する考察や、環境の保全に役立てるためにどのような測定をおこなったらよいかという考察をするきっかけとなったことがうかがえる。

## 4 まとめ

全体のプログラム終了後に実施したアンケートによると、本学のプログラムへの興味は高く、全ての生徒が「大

変興味を持った」「興味をもった」と回答し、そのうち「大変興味を持った」が44%であった。

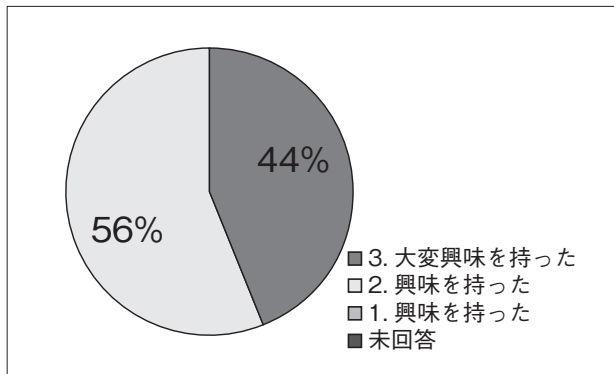


図10 本学のプログラムへの興味・関心

アンケートの自由記述（）内は、事前アンケートによる興味を持っている研究分野）をみると、「特に印象に残ったのは電気通信大学のプログラムです。無線でCO<sub>2</sub>の量を観測することができるのはとてもすごかったです。あの装置はどのようにして作るのか気になりました。（工学）」、「電気通信大学で行ったプログラミングが印象に残りました。--（中略）-- プログラミングの方は簡易的で分かりやすかったです。学校で行ったことのあるプログラミングよりも簡単だったのでおどろきました。（農学・国際）」「プログラミングをはじめてやったが、とてもわかりやすい説明ですぐにプログラミングができて嬉しかった（国際）」、「工学のイメージが大きく変わりました。ロボット作ったりするだけじゃないことが分かったのが大きな発見でした（国際・その他）」などの記述がみられ、本学のプログラムが幅広い興味をもつ高校生に受け入れられたことが分かる。

また、「技術+αの考えが大切だと思った（情報・工学）」、「今までは環境問題について論理的なアプローチしか考えがなかったけれど、技術的なアプローチやより現実的な解決策などより幅の広い視野で考えることが大切だと思った（農学・国際）」、「文系に進むといっても理系の知識をまったく使わないというわけではなく、そういった理系の知識をたくさん得ることができて、たいへん有意義な時間を過ごすことができた。（国際）」などの記述からは、理工系の視点に視野を広げたという点で、グローバルスクール全体の目的に対して、本学のプログラムが貢献できたと考えられる。

今回のグローバルスクールで実施した本学のプログラムは、プログラミング部分を日本語で、かつ、思い切って簡単にしたことで、参加者にプログラミングを使って目的を達成する体験をさせることができた。また、この体験を通して、プログラミングになじみのない参加者にも、プログラミングやマイコンとセンサーを使った解決

方法について考えるきっかけを作ることができた。プログラムの時間配分や、実習の方法等に検討すべき点もあるが、本学のプログラムの当初の目的を達成し、グローバルスクール全体の目標達成にも貢献することができた。

グローバルスクールでは、参加者の特性や、演習の場所や時間の制限など困難な点もあるが、今後も本学のプログラムでは理工系の実習に触れることで学ぶスタイルをとり、プログラミングを含む演習を続けていく方向で考えている。なかでも、春季のプログラムは時間的ゆとりがあるので、スクールのテーマに合わせた内容で、センサーを使った測定を扱いたいと考える。

#### 参考文献

- [1] 西東京三大学高校生グローバルスクールにおける本学のプログラム、笹倉 理子、赤澤 紀子、吉田 史明、鈴木 勝、電気通信大学紀要、31(1), 61-67
- [2] 大学による高校生を対象とする教育プログラムにおけるプログラミング演習を含む実習の実践報告、笹倉理子、2019 PC Conference 論文集、261-264
- [3] 国連広報センター：「我々の世界を変革する：持続可能な開発のための2030アジェンダ」、[https://www.unic.or.jp/activities/economic\\_social\\_development/sustainable\\_development/2030agenda/](https://www.unic.or.jp/activities/economic_social_development/sustainable_development/2030agenda/)（2019年9月1日閲覧）
- [4] micro:bit 教育財団：<https://microbit.org/>（2019年9月1日閲覧）