

福岡工業大学 学術機関リポジトリ

「i-STEM 教育」の可能性

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2022-07-28 キーワード (Ja): キーワード (En): Motivation Driven Learning, Science and technology, Independent study, Creativity education, COVID-19 作成者: 下戸, 健, 江口, 啓, 松山, 清, 加藤, 友規, 前田, 洋, 丸山, 勲, 高濱, 勇樹 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/11478/00001724

「i-STEM 教育」の可能性

下 戸	健 (情報システム工学科)
江 口	啓 (電子情報工学科)
松 山	清 (生命環境化学科)
加 藤 友 規	(知能機械工学科)
前 田	洋 (情報通信工学科)
丸 山	勲 (情報システム工学科)
高 濱 勇 樹	(城東高等学校電子情報科)

Key words: *Motivation Driven Learning, Science and technology, Independent study, Creativity education, COVID-19*

1. はじめに

STEM 教育とは、Science (科学)、Technology (技術)、Engineering (工学)、Mathematics (数学) の頭文字を取ったもの (Robotics (ロボット技術) や Art (芸術) を取り入れた STEAM 教育や STREAM 教育もある) であり、世界では幼児から初等中等教育に STEM 教育を取り入れる動きがある。特にアメリカでは、最重要政策として取組まれている。文部科学省では、「Society5.0 に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～」や「今後の教育課程の改善について」で STEM 教育の重要性が示されている^{1,2)}。経済産業省においても、「「未来の教室」と EdTech 研究会」等で議論されている^{3,4)}。これに対し、全国有数の教育拠点としてイニシアチブを取るための本学独自の取組みとして、2016 年度から「i-STEM 教育」を行っている。2020 年度からは with コロナで実施し、i-STEM 受講者の満足度は高く、i-STEM 受講者、高校関係者、地域関係者および保護者からも高い評価を得ている⁵⁻¹¹⁾。Q-conference2017 やサイエンスフェスタ in FIT にも学生は積極的に参加しており、大学生の主体的な成長も散見された。

「i-STEM」とは、本学の特色の 1 つでもある information (情報) を STEM 教育に加えたものであるが、学生が本学 (PBL・卒研等) で修得した学

術的情報 (information) を基にして、中・高校生と相互作用 (interaction) しながら、独自の STEM 教材を創造 (innovation) するという意味も含んでいる。実施するのは選抜された大学生であり、主体的に実施したり教える技術が向上したりすることになり、大学生の学修意欲向上や教育の付加価値向上になる。さらに、地域で活動することにより、社会貢献にも繋がる。

2021 年度も新型コロナウイルス (COVID-19) が猛威を振るった年であったが、with コロナで感染防止を徹底して行われたので、実施内容とその効果について報告する。

2. 2021 年度高大連携課外授業

本学と附属城東高等学校電気科・電子情報科で昨年に引き続き、高大連携課外授業を実施した¹²⁾。2021 年度は、電子情報工学科江口啓教授 (Technology 担当)、生命環境化学科松山清教授 (Science 担当)、知能機械工学科加藤友規准教授 (Technology 担当)、情報通信工学科前田洋教授 (Engineering 担当)、情報システム工学科下戸健准教授 (Information 担当)、情報システム工学科丸山勲准教授 (Mathematics 担当) の指導のもと、それぞれの学科の大学生が、1 年間を通じ全 15 回を主体的に実施した。

2021 年度高大連携課外授業の流れを表 1 に示す。対象の高校生は城東高等学校電気科・電子情報科スペシャリストコースの 2 年から選抜された 20 人である。第 1 回に選抜された 20 人に対しオリエンテーションが開かれ、高校と大学の関係者の自己紹介と同時に、高校と大学の「学び」の違いについても説明が行われた。これは、受動的な学習ではなく、能動的な学修とはどういうものかを認識させ、高大連携課外授業に対するモチベーションを向上させることを目的としている。次に、各テーマの紹介が担当教員や担当大学生からされた（図 1）。第 2 回目から第 13 回目では、高校生は 4 人 5 グループに分かれて、2 回ずつ異なるテーマを受講した。それぞれのテーマの詳細は次節で紹介する。第 14 回目では、「振り返り」が行われた。行動プロセスの枠組みのひとつに PDCA サイクルがある。Plan（計画）、Do（実行）、Check（確認）、Action（行動）の 4 つで構成されるが、この「振り返り」は PDCA の C にあたる。「これまでどのようなことを学んできたのか？」、「得られたことを説明することができるのか？」、「より良いものにするためにはどうしたらよいのか？」を高校生と大学生がディスカッションし、高校生は学んだことをタブレットで発表し、大学生は自分の教育内容・教育教材の反省点を見つけた。これを受けて第 15 回目では、大学生が Action（行動）を起こす。「これまで学んできたものはどういうものだったのか？」、「何が得られたのか？」、「より良いものにするための改善方法は何なのか？」をテーマ毎にプレゼンを行った。さらに、kahoot! を用いた学修成果クイズ大会を行い、高校生に対して表彰を行った。

2.1 テーマ詳細

2021 年度のテーマは、AI プログラミング（**I**nformation）、超臨界流体を用いた化学材料の開発体験（**S**cience）、SPICE を利用した論理回路設計（**T**echnology）、空気圧駆動のロボット制御の体験（**T**echnology）、身近なモノでつくる光通信装置

表 1 2021 年度高大連携課外授業の流れ

回	テーマ	備考
1 : 07/09	オリエンテーション	城東高校スペシャリストコースから選抜された高校生20人
(07/09)	(i-STEM大学生オリエンテーション)	
2 : 10/05 3 : +1日	・ AIプログラミング (Information)	高校生は4人5グループに分かれて、2回ずつ異なるテーマを受講
4 : 10/26 5 : +1日	・ 超臨界流体を用いた化学材料の開発体験 (Science)	
6 : 11/09 7 : +1日	・ SPICEを利用した論理回路設計 (Technology)	
8 : 11/16 9 : +1日	・ 空気圧駆動のロボット制御の体験 (Technology)	
10 : 11/22 11 : +1日	・ 身近なモノでつくる光通信装置 (Engineering)	
12 : 12/10 13 : +1日	・ 数式処理 (Mathematics)	
14 : 01/11	振り返り	関係者全員
15 : 03/07	学生プレゼン	関係者全員



図 1 i-STEM アシスタント大学生と参加高校生の交流

（**E**ngineering）、数式処理（**M**athematics）であった。各テーマの i-STEM アシスタント大学生がテーマの概要や考察をまとめたものを付録に示す。i-STEM アシスタントの教材開発や実施方法、教育

内容の考察や改善などが読み取れ、大学生においても付加価値があったと考えられる。

2.2 振り返り

指導教員も含め関係者全員が集まり、城東高校1号館3階「J-STEP」で行った(図2)。高校生と大学生がディスカッションし、高校生は「学んだことを発表できるようになる」こと、大学生は「自分の教育内容・教育教材の反省点を見つける」ことを目的としている。6箇所に配置された各テーマを高校生が巡り、担当大学生のサポートの下、「学んだことと改善アイデア」をテーマ毎にまとめた。その後、高校生は壇上で順番にタブレットで口頭発表を行い、大学生は授業改善のために真剣に聴講した。最後に、テーマ担当でもあり本取り組み取纏めである前田洋情報工学部長をはじめ、参加した教員から総評がされ、i-STEMで学んだ事を普段の学業にどのように活かすかなどについて高校生や大学生に説明された¹³⁾。



図2 振り返りと高校生の発表の様子

2.3 学生プレゼン

高校生は自分たちの意見がどのような影響を与えるか考えること、大学生は自分の教育内容・教育教材の改善結果をフィードバックすることを目的として、指導教員も含め関係者全員が集まり、城東高校1号館3階「J-STEP」で行った(図3)。各テーマの大学生たちは、このプログラムを通して高校生に体験し、学んでほしかったこと、自分

たちの教育内容、教材の振り返りや改善点の気づきなどを高校生にプレゼンした。参加した高校生は真剣な面持ちでプレゼンを聞き、「大学の研究室を訪れて、研究していることを体験することが楽しかったし、進路について考える良い機会になりました。」「高校の学習を踏まえて大学の授業は行われている事を知り、もっと頑張るべきだなと感じた。」「普段は受けることのできない大学の授業を生で聞くことができ、貴重な体験ができた。」「親しみやすい大学生の方と豊富な知識と多くの経験を兼ね備えた大学の先生方から教えて頂いた知識は、自分の視野を広げてくださったと感じています。」といった感想が認められた。kahoot!を用いた学修成果クイズ大会も行い、上位3名の高校生の表彰を行った¹⁴⁾。



図3 学生プレゼンの様子

2.4 高校から見た i-STEM

今年度の i-STEM は、すべてのテーマにおいて全員が積極的に発言し、グループで話し合いながら課題に取り組む姿が見受けられた。また、大学生ともよくコミュニケーションを取り、楽しみながらテーマに向かっていた。大学生との会話の中で、本学の学部学科間の違いや受験のこと、大学生活のことといった授業内容以外についても関心が高まり、大学生が主体で授業を行う効果は高かった。

特にその効果の表れを感じることができたのは、「振り返り」と「学生プレゼン」である。1月に実施した「振り返り」では、大学生とのディスカッションの際に、高校生たちが次年度に繋がる改善アイデアを生み出すために、大学生に積極的に発言し要点をメモにまとめ、より良い発表にするための工夫を重ねるなど主体的に取り組んでいた。3月の「学生プレゼン」の際には、大学生の発表後に高校生から話しかけていく姿が見受けられ、各2回の講義ではあるが密接にコミュニケーションを取っていたことが伺える。

今年度参加をした生徒たちは、新型コロナウイルスの感染拡大により、入学式を始めとする様々な行事が中止となっている。大学オープンキャンパスにおいても、参加人数の制限やオンラインでの実施が続いており、思うように進路活動ができていないのが現状であった。そのような中で、6テーマもの講義を実施して頂き、各研究室を訪問し研究設備を使用させて頂けたことは、彼らにとって大変貴重な経験であり、進路選択の大きなきっかけになっている。

以上のことは、高校と大学が同一キャンパスにある本学だからこそ実施できた取り組みであり、多くの教育効果の表れを実感している。本活動は他校では行うことのできない、本学独自の高大連携のメリットだと捉えている。(城東高校電子情報科高濱勇樹)

2.5 2019年度の i-STEM 高大連携課外授業に参加した高校生の進路

城東高等学校電気科・電子情報科スペシャリストコースは国公立大学への進学や優良企業への就職を目標とする少数精鋭クラスであり、第一種電気工事士や IT パスポート、基本情報処理技術者などの資格取得も目指している。i-STEM 高大連携課外授業はコースの特色の1つにもなっており、高校生保護者からの評価も高く、スペシャリストコースの中から20名が選抜され実施される。

高校2年で i-STEM を受講した高校生は、修得した知識や技術、および大学生とコミュニケーションをとった経験をもとに高校3年生を過ごして卒業することになる。2019年度の i-STEM 高大連携課外授業に参加した高校生の進路をまとめたものを図4に示す。

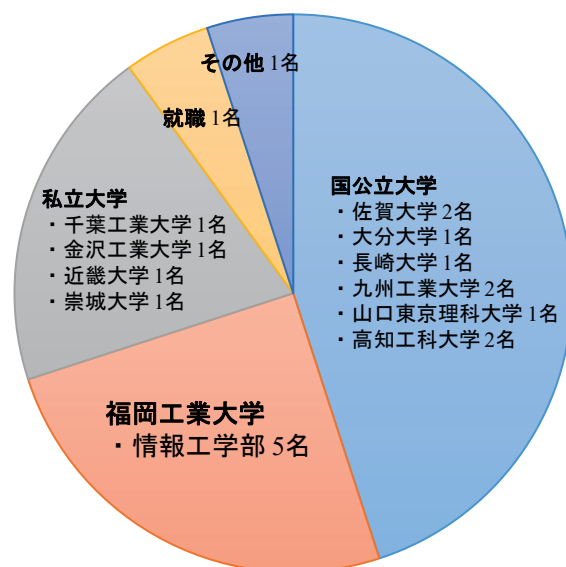


図4 2019年度 i-STEM 高大連携課外授業を受講した高校生の進路先

就職とその他がそれぞれ1名であり、他の学生は進学を選択していた。進学先の内訳は国公立大学9名、福岡工業大学5名、私立大学4名であった。スペシャリストコース全56名の国公立大学合格者は、全て i-STEM 参加者であった。福岡工業大学進学者は、どの生徒も i-STEM の参加で福工大進学を強く意識し、福岡工業大学を第一志望に

挙げている。生徒の意識も高まってきており、i-STEM が生徒にとって進学に向けての強い武器になっていると考えられる。本学に進学した i-STEM 経験者が大学生として参加する事が増えており、次の高大接続に繋げていって欲しいと考える。

3. その他の活動

「i-STEM 教育」は高大連携課外活動が主であるが、その他にも地域貢献を含んだ活動を行っている。それらについて、次に示す。

3.1 サイエンスフェスタ in FIT

サイエンスフェスタ in FIT は本学園主催による地域の小中学生向けの科学技術のイベントである。本学園が有している教育研究活動で培ったノウハウを活かし、将来を担う小中学生に科学技術・モノづくりの楽しさを広めることが目的である。i-STEM 関係者も多くブースを出展予定であったが、COVID-19 の感染拡大でイベントは中止となった。しかし with コロナとして動画配信することとなり、動画撮影に協力し（図 5）、プロジェクトの魅力を伝えた¹⁵⁾。



図 5 動画撮影のために集合

3.2 高大連携課題研究

2021 年度の高大連携課題研究として、福岡工業大学と附属城東高校で 4 月から 12 月までの期間に下戸准教授の指導の下、大学生が主体で授業を行った（図 6）。課題研究とは、工業に関する課題

を設定し、その課題の解決を図る学習を通して、専門的な知識と技術の深化、総合化を図るとともに、問題解決の能力や自発的、創造的な学習態度を育てることを目標とした授業である。課題研究は「アルコールディスペンサー（IoT モデル）の制作」であった。文部科学省は、新たな社会を指す未来社会（Society5.0）へと転換するために、STEM 教育の各教科等横断的な学習を推進して新たな社会を牽引する人材の育成に取り組むことを挙げている。そこで、スプレー式 Alcohol Dispenser の IoT 化を行った。これにより、STEM 教育および高等学校の次期学習指導要領で求められる教科を横断しながら学ぶ授業デザインの構築や、IoT の構築を通じた IT 社会に適応する人材育成を効果的に行うことを目的とした。高校生の積極性や自主性が高まるように、大学生は資料を作成したり適宜サポートをしたりし、大学の施設も利用しながらアクティブ・ラーニング型授業が実践された。大学生が親身になって助言をしてくれたことによって、4 台の Automatic Alcohol Dispenser が完成し、モノづくりセンター入口、B 棟 1 階、C 棟 1 階、城東高校 PC 教室前および JR 福工大前駅に設置された（図 7）。使用状況を HP で見られるようにした¹⁶⁾。高校生からは、「大学生に教えてもらうことで専門的な知識などを身につけることができとても良い経験になりました。またこの研究を通してものづくりの楽しさを知ることが出来ました。」、「プログラムや Web ページ作成について分からないことが多くあったけど、大学生の方が丁寧に教えて下さり、理解しながら研究に取り組む事ができ、コミュニケーション能力や課題解決能力など多くの力を身につける事が出来ました。」といった意見が認められた¹⁷⁾。



図 6 高大連携課題研究の活動の様子



図 7 作製した Automatic Alcohol Dispenser
を JR 福工大前駅に設置

4. おわりに

7年目を迎えた「i-STEM教育」は、withコロナで行われた。COVID-19の感染防止を徹底して、全てのテーマが実施された。参加した高校生からは感謝の言葉もあり、質の高い教育活動を行うことができたと考える。「i-STEMアシスタント」として採用される大学生は、教員志望の学生が主であり、教職関連講義や教育実習以外の学修経験になる。i-STEMを高校時代に経験した大学生が担当することも増えている。COVID-19により、刻々と新時代の学びが変化している。ICTを活用するのはもちろんのこと、先端技術を活用して本取組を広げて行きたいと考える。

謝辞

本取組を実施するにあたり、多くのご協力を頂きました。工学部長の村山理一教授、情報工学部学部長の前田洋教授、福岡工業大学附属城東高等学校の谷水健悟先生に感謝の意を表します。withコロナの中、モノづくりセンター、PC教室および実験室など、本学の施設の利用に関して、関係者に感謝いたします。

本取組は継続され、2022年度学生研究・PBL等支援予算により、「本学が創造するi-STEM教育活動」として取組まれます。COVID-19が猛威を振るう中でも、できることを模索し、積極的に参加して下さった先生方や関係者に心から感謝いたします。

参考文献

- 1) 文部科学省: Society5.0に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～,
〈https://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afieldfile/2018/06/06/1405844_002.pdf〉,
(参照日 2021.5.7).
- 2) 文部科学省: 今後の教育課程の改善について,
〈https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo03/004/siryo/_icsFiles/afieldfile/2019/01/23/1412892_4.pdf〉, (参照日 2021.5.7).
- 3) 経済産業省: 「未来の教室」と EdTech 研究会第1次提言,
〈<https://www.meti.go.jp/press/2018/06/20180625003/20180625003-1.pdf>〉, (参照日 2021.5.5).
- 4) 経済産業省: 「未来の教室」と EdTech 研究会第2次提言,
〈https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/mirai_kyoshitsu/pdf/20190625_report.pdf〉, (参照日 2021.5.5).
- 5) 下戸健, 桑原順子, 丸山勲, 高濱勇樹: 「i-STEM教育」の実施と今後の展開, 福岡工業大学 FD Annual Report, Vol.6, pp.55-64, 2016.
- 6) 下戸健, 江口啓, 桑原順子, 丸山勲, 上寺康司, 高濱勇樹: 「i-STEM教育」の実施と効果, 福岡工業大学

FD Annual Report, Vol.7, pp.72-81, 2017.

- 7) 下戸健, 江口啓, 桑原順子, 加藤友規, 丸山勲, 上寺康司, 貝淵理恵子:「i-STEM 教育」の発展と効果, FD Annual Report, Vol.8, pp.38-47, 2018.
- 8) 〈新聞〉高大連携 i-STEM 西日本新聞掲載 2018 年 10 月 21 日付
- 9) 下戸健, 江口啓, 桑原順子, 前田洋, 丸山勲, 上寺康司, 高濱勇樹:「i-STEM 教育」の向上, FD Annual Report, Vol.9, pp.70-78, 2019.
- 10) 下戸健, 江口啓, 桑原順子, 前田洋, 丸山勲, 上寺康司, 高濱勇樹:「i-STEM 教育」の広がり, FD Annual Report, Vol.10, pp.17-25, 2020.
- 11) 下戸健, 江口啓, 桑原順子, 加藤友規, 前田洋, 丸山勲, 上寺康司, 貝淵理恵子:「i-STEM 教育」 with COVID-19, FD Annual Report, Vol.11, pp.35-43, 2021.
- 12) 福岡工業大学:[i-STEM 教育プログラム] 2021 年度 高大連携課外授業 開始!, Campus Mail 2021-067, 〈https://www.fit.ac.jp/files/documents/daigaku/kouhou/campusmail/2021/2021_067.pdf〉, (参照日 2022.5.7).
- 13) 福岡工業大学:[i-STEM 教育プログラム] 高大連携の取組み 授業振り返り実施, Campus Mail 2021-191, 〈<https://www.fit.ac.jp/news/archives/3828>〉, (参照日 2022.5.7).
- 14) 福岡工業大学:[i-STEM 教育プログラム] 高大連携の取組 課外授業終了, Campus Mail 2021-220, 〈<https://www.fit.ac.jp/news/archives/3884>〉, (参照日 2021.5.7).
- 15) 福岡工業大学:サイエンスフェスタ 2021 in FIT, 〈<https://www.fit.ac.jp/sciencefest/>〉, 〈<https://www.fit.ac.jp/news/archives/3671>〉, (参照日 2022.5.7).
- 16) 福岡工業大学:Alcohol Dispenser 利用状況, 〈<https://www.fit.ac.jp/~simoto/IoT2/index0.html>〉, (参照日 2022.5.7).
- 17) 福岡工業大学:高大連携の取組 附属城東高校×福岡工業大学「i-STEM 教育プログラム」課題研究, Campus Mail 2021-196, 〈<https://www.fit.ac.jp/news/archives/3839>〉, (参照日 2022.5.7).

AI プログラミング (Information)

野田一樹 (情報システム工学科 4年)、江藤大輔 (情報システム工学科 4年)、
大塚崇博 (情報システム工学科 4年)、佐藤樹大 (情報システム工学科 4年)

場所: B 棟 7 階下戸研究室、B 棟 2 階 PC23 教室

1. テーマ概要

今年度は昨年度に引き続き、「ランダム探索法」および「強化学習」を用いたゲームを作成した。本テーマでは AI アルゴリズムの一つであるランダム探索法および強化学習を用いて、AI プログラミングについて理解を深めることを目的として授業を行った。

1 日目の講義では、まず、授業の始めに AI とは何かを簡単に説明した。その際に、資料だけでなく実際にどのような AI が存在しているか紹介することで、生徒の興味・関心を引き出せるのではないかと考えた。具体的には、東京スカイツリー内に設置されている「ハナノナ」という AI を紹介した。次に、Scratch の操作に慣れってもらうために簡単なプログラム作成と Scratch の機能について説明した。ここでは、実際に数値を変更したり、新たな機能を追加したりすることで実行結果にどのような変化が起きるか確認しながら授業を進めた。その後、各自でオリジナルの迷路を作成した。最後に、上右にしか行動しないという条件下でランダム探索する AI を取り扱った。その際には、グループを作ってお互いの意見を交換し合う時間を作った。2 日目の講義では、まず、機械学習や期待値、報酬予測といったキーワードを説明した。次に、各自で資料を確認しながらもぐらたきゲームの作成を行った。その際には、必要に応じて学生がヒントを求めたり、補助に回ったりした。最後に、学生が作成した、より発展的なプログラムを生徒に見せた。



2. 「振り返り」に対するフィードバック

全テーマの授業終了後に行われた振り返りでは生徒から得られた意見で、評価された点および改善すべき点を記載する。

評価された点として、「Scratch という簡単な言語でも AI をプログラミングできた」という意見が得られた。本テーマでは、Scratch でも AI をプログラミングができることを実感してほしいという趣旨があったので、十分に満足できる意見が得られたと考える。しかしながら、改善すべき点として、「授業資料に穴埋めをもっと増やした方がよい」という意見が得られもった。確かに、1 日目の授業資料には穴埋めがなく資料を見れば 1 人でも進めることが可能である。したがって、授業資料にも穴埋めを増やし、全体で考える時間を作っていくことを検討する。さらに、本テーマでは全体的に生徒自身の思考を促せるような問題提起をする場面が少なかった。今後は、問題提起をする場面をさらに設け、思考力・表現力といった能力を伸ばせるような授業展開を行っていきたいと考えている。

3. 考察

i-STEM の授業を通して、高校生だけでなく学生も貴重な体験ができたと考えている。特に、生徒に授業できるという機会は大学生活の中でも滅多にないことである。事前準備では、どのように説明したら伝わるかを試行錯誤したり、お互いの説明で納得できない部分について話し合ったりといった大変な時間を過ごせた。実際の授業では、実行結果がおかしい等という問題が生じることが多かった。その際に、学生が一緒に考えて正解に導いていく中で生徒の思考力、問題解決能力を育成できるだけでなく、学生の指導力向上もできたのではないかと考えられる。

i-STEM は、誰かに教えるということの難しさと楽しさを実感できるまたとない機会だと感じる。さらに、生徒も学生も楽しく学べるだけでなく、お互いの新たな知識・技能を身に付けることができる良い機会であると感じた。

超臨界流体を用いた化学材料の開発体験 (Science)

古部凌悟 (生命環境化学科 4年)、花田丈典 (生命環境化学科 4年)、
坪井拓郎 (生命環境化学科 4年)

場所: A 棟 5 階松山研究室、B 棟 6 階食品農薬品研究センター

1. テーマ概要

無機材料の合成法として多用されているゾーゲル法を用いて、シリカエアログルを合成した。アルコール溶液中で合成したシリカゲルの状態は、乾燥方法により大きく異なる。超臨界二酸化炭素を用いた乾燥法(超臨界乾燥法)を用いて乾燥すると、溶媒の除去時において生成物に界面張力をかけることなく、乾燥することが可能である。このため、非常に空隙率の大きなシリカゲル(シリカエアログル)を調製することが可能となる。一方、通常の乾燥を行った場合、乾燥時における界面張力によりシリカゲルの凝集・亀裂が顕著となり、空隙率の低いシリカゲル(密ゼロゲル)が生成される。本テーマでは、実際にシリカエアログルを合成して、その密度の測定を行った。オルトケイ酸テトラメチル(TMOS)、メタノール、水、アンモニアをテフロン性容器に入れ、水恒温槽にて 60℃ で加熱、攪拌した。その後、TMOS は加水分解し、水酸化物である Si(OH)₄ が析出する。さらに脱水縮合と呼ばれる水酸化物同士の縮合反応が進行する。この反応は連鎖的に進行し、希り合った水酸化物同士で脱水の過程を繰り返す。いわゆる重縮合の反応が進行し、シリカゲルが生成する。溶媒であるアルコールを含んだ状態のシリカゲルをアルコゲルと呼ぶ。また、アルコゲルを乾燥したもの(シリカエアログル)を超臨界乾燥を行い高い空隙率を有するものをエアログルと呼ぶ。合成したシリカエアログルの断熱特性を 280℃ に加熱したホットプレート上で測定した。



実際に合成したゲルの写真

さらに、電子顕微鏡(SEM)を用いたシリカエアログルの構造像の撮影、身の回りの物(毛、電子部品、マスクなどの繊維)の撮影を行った。



電子顕微鏡用の試料の調製を行っている高校生

2. 「振り返り」に対するフィードバック

「振り返り」では、高校生より「超臨界流体が難しかった。化学反応が難しかった」、「事前に調べる時間がほしい」などの反省すべき意見もあった。参加した高校生は、化学基礎を学習し始めて半年程度なので、化学反応などの内容はこれらの履修である。次年度は、もう少し分かりやすい化学反応を実習内容として検討したい。また、「SEM がよかった。光学顕微鏡で見えなかったのが見えた」とのコメントもあった。大学で初めて利用する電子顕微鏡(SEM)は、高校生に対してかなりインパクトがあったようである。化学薬品を使うため、換気装置のある実験室での実験となり、実験ごとに移動したが、高校生にとっては大変だったようである。もう少し、移動する理由などを詳しく説明すべきであった。

3. 考察

高校生からの「振り返り」の説明を聞いてみると、高校生がそれなりに理解していた内容(ゲルや電子顕微鏡)と、理解が難しかった内容(物質の三態に絡んだ超臨界流体、化学反応、断熱)がはっきりとしているように思えた。高校生が、どの程度、化学の内容を履修してきているかが今年度の講義で分かったので、次年度はもう少し高校生の理解しやすい言葉で実験内容の説明が必要であると思った。

SPICE を利用した論理回路設計 (Technology)

中島大吾 (電子情報工学専 1年)、城野洋基 (電子情報工学科 4年)
西川天志 (電子情報工学科 4年)

場所: A 棟 7 階江口研究室

1. テーマ概要

本授業では、電子回路の基礎である論理回路(デジタル回路)に関する技術の習得を目標とする。論理回路設計においては、リニアテクノロジー社の回路シミュレータ Ltspice (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) を利用することで、機能検証を行った。ここで、SPICE とはカリフォルニア大学バークレー校で開発された電子回路シミュレータのことである。SPICE シミュレータを用いた機能検証の後、市販のデジタル IC を用いてブレッドボード上にデジタル回路を作製し、実験による動作検証を行うことで、回路設計から動作確認までの一連の流れを体験してもらった。本授業は 2 時間の授業を 2 日行った。1 日目は、実際にデジタル回路がどのように作製されているのか、どこに使われているのかなどの概要の説明を行った。また、デジタル回路の基礎である論理演算や演算規則について説明を行った。さらに、回路シミュレータの扱い方についても説明した。2 日目は、シミュレータを用いたデジタル回路設計と検証を行った後、設計した回路をブレッドボード上に作製させることで、回路の動作確認を行った。実験においては、難易度が高い回路に関しては正しく動作しない場合もあったが、どこが問題なのかをグループで議論させることで問題解決を行った。

2. 「振り返り」に対するフィードバック

授業実施後に高校生からもらった意見として、①問題数が少なかった、②課題となっている回路設計が早く終わった、③ブレッドボードをはじめとする回路作製に使われた回路素子の説明が少し分かりにくかったという意見が挙げられた。①と②に関しては、現在授業で行っている課題に加え、複数の難易度の課題を用意しておくことで今後改善を図る。また、今回は LED の点灯・消灯によって回路の動作確認を行ったが、オシロスコープなどの測定器を用いることで実際の出力波形を観測させることも検討する。③に関しては、あらかじめ SPICE シミュレータで使用する記号と実際の回

路素子の一覧をプリントにまとめておくことで、高校生の理解を手助けするような補助教材を準備することで改善を行う。また、ブレッドボード等の使い方を説明する際、見本となる回路を事前に用意し、オシロスコープなどの測定器を用いて回路動作を確認することで、高校生の理解度向上を促す。

3. 考察

i-STEM への参加を通じて、講師としての立場から、実際にこれまで自分が学んできた知識を高校生が理解できるように説明することの難しさを経験することができた。人に知識を伝える場合には、どのような伝え方がよいのかを授業ごとに考えることができた。良い経験になったと思う。また、この i-STEM での経験によって、自分自身が今まで以上に知識を習得することができたと思う。さらに、高校生からの「振り返り」によって自分自身が気づくことができていなかった問題点に気づくことができた。また、この問題点に対する改善案を提示することで、問題解決能力を向上させることができたと思う。



空気圧駆動のロボット制御の体験 (Technology)

川久保一希 (知能機械工学専攻 2年)、江村晃晃 (同専攻 2年)、山下和将 (同専攻 1年)

場所: D 棟 1 階加藤研究室

1. テーマ概要

空気圧機器がどのような原理で動作しているのか学んでもらうために、空気圧駆動ロボットアームの操作体験や、順運動学と逆運動学の座学、Simulink を用いた二次遅れ要素のステップ応答シミュレーション、空気圧機器の操作体験などを行ってもらった。それに伴い、現在高校で学んでいる知識が大学での空気圧機器の研究にどのように使用されているかを体験してもらうことを狙った。また、BtoB の中では FA 機器などに広く用いられている空気圧機器ではあるが、生活の中でこれらに直接触れて体験する機会は少ないので、この機会に実際に空気圧機器に触れてもらい、興味を持ってもらうことを目的とした。

具体的には、ロボットアームを動かすプログラムの基礎となっている順運動学と逆運動学についての座学を進めた。次に、スカラロボットを用いた、プログラミングと操作を体験してもらった。今回は時間が限られていることや、運動学には三角関数や余弦定理などの高校で学ぶ内容が多く含まれているため、制御の理論を伝えるよりも高校で学ぶ事が実際に使われている事を実感してもらう事を一番の目標とした。

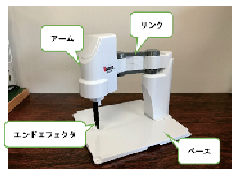


Fig. スカラロボット

最後に、マサチューセッツ工科大学のステップ応答に関する運動方程式を立て、Simulink でブロック図に書き直してもらい、実際にシミュレーションを行った。シミュレーション結果を見ながら、PID 制御の各ゲインを変更することで振動がどのように変化するか感じてもらった。これにより各パラメータが応答に及ぼす影響をつかんでもら

い、計算により最適なゲインを求められることを伝えることで、数学が研究のために何よりも価値あるものである事を伝えた。



Fig. スカラロボット

また、シミュレーション後は、空気圧機器の体験をしてもらった。今回は、エアバースシステムに実際に操作してもらった。エアバースシステムについては、回転中に触るとは危険と判断し、回転軸制御をしているところを観察してもらった。

2. 「振り返り」に対するフィードバック

振り返りの回でももらった意見として、「物理の面白さを再確認できた」というもの、「説明が多かったことを変えてほしい」というものがあった。次年度は、講義が対話型に変更し、シミュレーションはパラメータ調整のみ行ってもらうことで作業量を減らす。また、ロボットアームの操作体験と空気圧機器の組み立て時間を充実させることで、より楽しく学んでもらうようにしたい。

3. 考察

今回 i-STEM に参加して、講義の準備を行う中で、私自身、貴重な勉強を沢山することができた。今回参加してくれた高校生には、物理のことが好きであることが伝わってくるほど熱心に座学を聞いて追いついてもらい、実際にシミュレーションを行った。シミュレーション結果を見ながら、PID 制御の各ゲインを変更することで振動がどのように変化するか感じてもらった。これにより各パラメータが応答に及ぼす影響をつかんでもら

光の糸電話
～身近なモノでつくる光通信装置～
(Engineering)

溝口輝(情報通信工学科4年), 奥田峻太(情報通信工学科4年)
南亮太郎(情報通信工学科4年), 尾方勇介(情報通信工学科3年)
賀数吟(情報通信工学科3年)

場所: モノづくりセンター

1. テーマ概要

100円ショップで購入できるような身近なものを活用して光がどのように信号を伝えるのかを理解するために、『光の糸電話』の実験を行った。光の糸電話とは、糸電話は糸を使って声を伝えるが、糸の代わりに光を使って声を伝えるものである。実験装置はアルミコップの底を切り抜いて、アルミを張ったもの、受信機はソーラーパネルを紙コップの底に貼り付けたものにラジカセをつないだものと100円ショップで購入出来るようなもので作成し、実験を行った。実験装置の作成から実験まで高校生に行ってもらい、大学生は高校生の実験の補助という形で進めていった。

1日目では、実施する実験についての説明、装置の作成手順の説明、実際の実験方法の説明を作成したスライドを用いて行った。説明後に実際に高校生に装置を作ってもらい、実際にアルミコップに向けて何か話し、ラジカセから声が聞こえることの確認までを行う。また、確認後に、ノイズが入るのはなぜか、距離を伸ばすにはどうしたらいいのかなどのテーマで高校生には考えてもらい簡単に意見を出し合ってもらい2日目につなぐ。

2日目では実際に1日目が出た案で実験を行う。その前に、なぜ音が出るのかなどの理論の説明を行った。それも踏まえて、実際に案を実現するための準備物がある場合は、家にあれば持ってきてもらい、ない場合はこちらで準備したもので実験を行った。今あるものを使ってどのように距離を伸ばすのか、はっきりと聞こえるにはどうしたらいいのかなど、実験結果としてよりいい物を出せるように試行錯誤して実験を行ってもらった。

2. 「振り返り」に対するフィードバック

高校生からの意見として、自分たちで考えることがいい経験だったという意見を多くいただいた。大学生側がただ答えを教えるのではなく、自分たちで考える事がプラスだという意見のため来年度

度も同じ方式で行いたい。改善意見としては、人数が足りない。事前に暗い部屋を実験場所として用意してほしい。場所を移動するときは明記してほしい。事前に資料を配ることで、距離を伸ばす実験に使う時間が増えると思うなどの意見をいただいた。居場所に関しては、後半は移動してC棟の廊下などを使っていたが、事前に移動の可能性、移動場所を明記することは検討したい。また、事前に資料を配付する事に関しても、高校生から考える事がプラスになったという意見が多かったため、そこも考慮して来年度以降検討したい。

3. 考察

i-STEMに参加して、人に教えるということの大変さを再度認識できた。全体での説明だけでなく、実際に実験中に個人個人で説明を少しずつ行う事で高校生の理解をより深めることが出来たのではないかと、スライドをもう少しみずけて説明出来ないかといった反省が今年はある。2回とも実験に失敗してしまった班もあったということなので、もっと事前の準備が必要であると感じた。来年度はこの反省を生かして、事前準備をもっと行いたいと思う。



実験の反省会

数式処理
(Mathematics)

遠藤 佳範 (情報システム工学科3年), 西 将輝 (情報システム工学科4年)

場所: B21PC教室

1. テーマ概要

1日目: 数式処理ツール WOLFRAM PROGRAMMING LABを用いて、数学の面白さを知ってもらうとともに、数学に対する苦手意識の軽減を目的とした。

初めに大学院入試レベルの問題に手計算で挑戦してもらった。次に今回使用する数式処理ツールについて紹介・説明をした。最後に、自力では解けなかった問題を WOLFRAM PROGRAMMING LABを用いて解いてもらい、解法を知らずともコマンドの入力だけで回答を導くことができることを体験してもらった。

それぞれの活動の間に数学に対する意識アンケートを取り、数学に対する意識の変化を確認した。2日目: SIR 模型を交えながら、現実社会と数学の結びつきを説明し、数学の重要性を理解してもらうことを目的とした。

初めに、SIR 模型の実用性を説明した。SIR 模型とは感染の広がり方と収束の予測をグラフ化したものである。この模型はコロナウィルスの拡大予測などでも活用されており、ニュース等で目にすることが多い。次に、SIR 模型を作るためには、確率、漸化式、微分方程式を使う必要があることを説明した。これらは高校・大学で学習する内容であり、社会で活用されている数学や、活用してできることを知ることで、数学に興味を持ってもらうとともに重要性を体感してもらった。

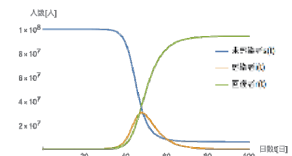


図 SIR 模型

2. 高校生からのフィードバック

高校生からのフィードバックを次に示す。

- 良かった点
 - ・電卓形式で難問の答えを導くことができ楽しかった
 - ・数学の重要性を知ることができた
 - ・分からなかった問題が解けるようになって楽しかった

悪かった点

- ・事前に資料が欲しかった
- ・もっと多くの問題に挑戦したい
- ・微積分について詳しい説明が欲しかった

フィードバックより、今後の改善点を挙げる。

- ・問題を解く時間の確保
- ・オリエンテーション時に講義資料と自作の紙教科書を配布する。WOLFRAM PROGRAMMING LABのアカウント登録方法も併せて説明を行い、最初の講義までに登録をさせてもらうことで問題を解く時間を確保する。

・数式処理に焦点を当てた講義

短時間で微積分について教えることは困難である。そのため、軽い説明は行うが、講義では詳しく行わない。座学の時間を短縮し数式処理ツールに触れる時間の確保を重視する。詳しい説明は配布する教科書に記載し補足する。

3. 考察

i-STEMに参加して、数学が苦手だと感じている生徒が多いことを改めて体感した。苦手と感じる原因は多くの公式を覚えなければならないこと、現実社会とのつながりを知らないことの2点だと考える。なぜならば、公式がわからなければ答えを導けない。そのうえ、学校でどう活用されるのかは教えられるからである。i-STEM 数式処理班ではこの2点の改善に力を入れた講義を行った。その結果授業後のアンケートではよくできる、できると回答した生徒が16人中9人から12人に増えており、数学に対する苦手意識を軽減することに成功した。

来年度からの i-STEM では、数式処理ソフトに触れる時間をより多く確保し、答えを導き出すことに重点を置いた講義にしていきたい。