

## [理数アカデミー]茨城大学特別授業

[事業責任者]

(自治体等側) NPO 法人日立理科クラブ・代表理事

**瀧澤 照廣**

(大学側) 理工学研究科機械システム工学専攻・教授

**乾 正知**

### 連携先

NPO 法人日立理科クラブ

### プロジェクト参加者

鈴置 昭 (NPO 法人日立理科クラブ, 理事(理数アカデミー理科クラス担当), 担当: 事業の企画・運営)

宮寺 博 (NPO 法人日立理科クラブ, 理事(理数アカデミー算数・数学クラス担当), 担当: 事業の企画・運営)

金丸公春 (NPO 法人日立理科クラブ, 理事(理数アカデミー自由研究コース担当), 担当: 事業の企画・運営)

横田憲克 (NPO 法人日立理科クラブ, 会員, 担当: 受講生の指導)

三村秋男 (NPO 法人日立理科クラブ, 会員, 担当: 受講生の指導)

天野高志 (NPO 法人日立理科クラブ, 会員, 担当: 受講生の指導)

岩波英一 (NPO 法人日立理科クラブ, 特別会員, 担当: 事業の記録・広報)

堀 公彦 (東京大学高大接続研究開発センター, 協力研究員, 担当: 受講生の指導)

近藤 健 (茨城大学工学部, 助教, 担当: 特別授業講師)

倉持昌弘 (茨城大学工学部, 助教, 担当: 特別授業講師)

多田昌平 (茨城大学工学部, 助教, 担当: 特別授業講師)

品川和雅 (茨城大学工学部, 助教, 担当: 特別授業講師)

乾 正知 (茨城大学工学部, 教授, 担当: 大学側取りまとめ)

### プロジェクトの実施概要

#### ①プロジェクトの目的

日立理科クラブは、日立製作所の技術者 OB が中心となって活動している NPO 法人であり、日上市教育委員会の委託を受けて、小中学校の理科室支援や授業支援、そして理数アカデミーと呼ばれる特別教室の実施を 12 年に渡って実施している。今回は理数アカデミーの一環として、企業での製品開発経験者と茨城大学教員の共同で特別授業を実施し、高度な内容を面白く理解できるように工夫した学習・実験を通して、日常の理数授業と最先端の科学技術のつながりを理解させ、地域の小中学生の理数系学習意欲の向上に資することを目的とした。

#### ②連携の方法及び具体的な活動計画

理数アカデミーでは、これまでに茨城大学工学部において特別授業を 5 回実施している。第 1 回目は移動ロボットの製作実習、第 2 回目はプログラミング学習と電気分解の体験実験、第 3 回は光る化合物とマグナス効果による飛行体の実験、第 4 回は手の運動能力測定と振動で発電する装置作り、第 5 回は人工宝石の合成実験と暗号計算ゲームを実施しており、いずれも好評を得ている。

日立理科クラブのメンバーは特別授業の企画、受講生の募集、引率を分担。企業で製品開発を長く経験してきた技術者 OB のため、先端技術について十分な知識を有しており、授業中の受講生のサポートも担当する。茨城大学は大学の資産を活用し、先端技術を身近に体験できるよう工夫をこらした特別授業を計

画し実施する。

③期待される成果

日立市では、若い世帯の減少に伴う少子化が急速に進行している。若い世帯を地域に増やすためには、教育環境の魅力アップが重要であり、未来の生きる力として注目されているSTEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) 教育の充実は、小さな子供を抱える家庭にとって特に有効である。本事業は、地域の大学と、技術の最前線で活躍してきた経験を有するシニアが協働し、地域の小中学校の理科教育をレベルアップさせるものであり、本学の地域連携の一つとして是非実現すべきプロジェクトと考えている。

中学1年：12名

中学2年：4名

中学3年：2名

受講生を2班に分け、下記の二つのカリキュラムに90分ずつ取り組んだ。

No. 1 匂いの科学—エステル合成—

- ① 原子・分子とは?
- ② 有機化学とは?
- ③ エステルとは?
- ④ エステルの作り方
- ⑤ 実際にエステルを作ってみよう
- ⑥ 匂いを比べてみよう
- ⑦ どうして匂いがするんだろう?

という流れで学習が進んだ。

エステルとは、有機化合物の一種で様々な果物に含まれ、人工の香料やペットボトルにも利用されていることを学び、実際にエステル作りに挑戦した。講師の先生の指導で合成実験を行い、匂いのメカニズムが有機化合物の様々な組み合わせによることを学んだ。

プロジェクトの実施成果

① 活動実績

日時:令和3年10月17日(日)13:00~16:00

実施内容:

No	カリキュラム	実験・工作等
1	匂いの科学—エステル合成—	アルコールとカルボン酸から様々なエステルを合成し、分子構造による匂いの違いや、匂いを感じるメカニズムを学ぶ。
2	体験する暗号理論	目に見える視覚的な暗号について紹介し、情報社会の基盤技術である暗号の基礎的な考え方について学ぶ。

場所：茨城大学工学部

No. 1 : N6 棟 101, 201 実験室

No. 2 : E1 棟 11 番教室

講師:

No. 1 : 近藤健 助教, 倉持昌弘 助教,  
多田昌平 助教

No. 2 : 品川和雅 助教

受講生: 32名

小学6年: 14名



図1 エステル合成実験

色々な匂いの体験では、用意した6種類の試薬を実際に嗅いでみた。すると酢酸・プロピオン酸・酪酸は不快な匂いだったが、フェニルエチルアルコール・アニスアルデヒド・バニリンは、とても甘い香りであった。特にバニリンでは、チョコレートの甘い香りと答える受講生が多くいた。受講生たちは、匂いは呼吸時に匂い分子が鼻の中へ入り、匂い受

容体に分子が結合して電気信号が生成され、脳に伝達し匂いの感覚が脳皮質でつくられるという説明に、匂いを感じるという不思議さを実感したようだった。

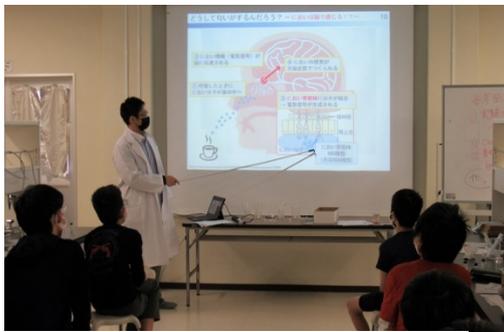


図2 匂いを感じるメカニズムの説明

## No. 2 体験する暗号理論

- ① 太郎君の悩み
- ② 勉強会をやるかどうか決める方法
- ③ 太郎君の悩み解消!
- ④ プライバシーについての話
- ⑤ 秘密計算～プライバシーを守る技術～

という流れで学習が進んだ。

最初に「太郎君の悩み」という問題設定について、以下の説明があった。「太郎君と花子さんの学校では、テストで不合格になると再テストがある。そこで太郎君は花子さんに、二人とも不合格の時は一緒に勉強しない?という提案をした。返ってきたテストの結果を見ると、太郎君は不合格だった。もし花子さんが合格なら、自分が不合格のことを知られるのは恥ずかしい。しかし二人とも不合格なら、一緒に勉強会をしたい。」



図3 カードを使った暗号ゲームの説明

講師から、この悩みを解消するためのカードを使った方法が示された。太郎くん・花子さんは、相手に分からないように、合格・不合格の場合のカードの置き方を決め、ルールに従って伏せて置く。一番左のカードを右に動かすという動作を何回も繰り返し、カードをめくる。受講生たちは、勉強会をするかどうかカードの並び方によって一目でわかるという内容を学習した。この方法は秘密計算と呼ばれる暗号技術の一例である。



図4 真剣にカードゲームに取り組んだ

秘密計算は、「プライバシーを守りながら、何かを決めることのできる技術」であること、そして発明は1970年代だが、最近のインターネットの普及により、秘密計算の重要性が増しているという説明が講師からあった。

- ・電子投票
- ・ネットオークション
- ・SNS(ソーシャルネットワーキングサービス)
- ・データ解析, 機械学習

などでは、秘密計算の役割がとても重要になることを感じたようだった。

## ② プロジェクトの達成状況

日立理科クラブでは、理科好きの小中学生を対象にした「理数アカデミー」の授業の一環として、特別授業「茨城大学での体験学習」を企画し、受講生の募集、引率、支援を担当した。また、茨城大学は大学の資産を活用して、先端技術を身近に体験できるよう工夫を

こらした特別授業を計画し実施した。今回はコロナ禍にも関わらず32名が受講した。これは過去3年間の実績よりも多い(令2:28名, 令1:34名, 平30:26名)。なお開催に当たっては、実験時の安全対策はもちろん、事前の健康観察や、当日の消毒・マスク着用・密の回避、そして事後の経過観察など、コロナ感染対策に十分配慮したことを強調しておきたい。

高度な内容を面白く理解できるように工夫した学習・実験を通して、受講生は日常の理数授業と最先端の科学技術のつながりを理解したようだった。地域の小中学生にとって大学はまだ遠い先の存在かもしれないが、数年もすれば彼らも否応なく大学受験に直面することになる。今回の特別授業に参加して得られた経験が、彼らにとって大学での学びを含めたキャリア形成を考える契機となったことを願う。

### ③ 今後の計画と課題

本プロジェクトは3年間の継続した取り組みとして実施するものであり、今年度はその最終年度にあたる。今回の事業により、プロジェクト参加者の役割分担がはっきりしたことから、今回のスタイルを維持しつつ、内容を発展・充実させる形で新たな展開を目指したい。また、授業内容を考えると、小学生に比べて中学生の受講者が多いことは望ましい方向であり、今後とも中学生の参加を促進したい。そのためには、活動内容をより高度で魅力的なものに改良する必要があると考えている。これらの課題解決のため、大学と日立理科クラブのより強固な協力体制を整えていく所存である。