

3-2 科学的問題解決能力の育成

[1] サイエンスラボラトリー

〈1〉 高大連携 群馬大学・宇都宮大学科学実験講座

仮説 自然科学への高い興味関心を有する生徒を発掘するとともに、より優れた科学的問題解決能力をもつ生徒集団を育成する。

研究内容・方法

(1) サイエンスラボラトリー（全3回）

ア 実施日 第1回 平成28年 6月4日（土）
第2回 平成28年 7月2日（土）
第3回 平成28年 10月8日（土）

イ 実施場所 群馬大学桐生キャンパス
宇都宮大学峰キャンパス・陽東キャンパス

ウ 対象生徒 1年生希望者
生徒は全3回の講座のうち1回以上希望講座に参加する。

エ 概要 群馬大学では、10:30~12:00の時間帯にオリエンテーション及び大学見学、13:00~16:00の時間帯で全8講座を実施した。宇都宮大学では、10:00~15:00の日程で全12講座を実施した。実験内容とその様子、生徒の反応は以下の通り。

① 第1回 平成28年 6月4日（土）

群馬大学

1 ニュートンリング（光の干渉）（12名）

- ・指導者：山本隆夫先生
- ・ニュートンリングとは平面ガラスの上に大きな曲率半径の平凸レンズを載せて、上から単色光を当て覗き見た時に見える同心円の明暗の縞のこと。原理はくさび形空気層の干渉と全く同じで、ニュートンが発見した。これを利用してレンズの曲率半径を測定した。光の干渉を利用して何が測定できるのかを理解することができた。細かな計算に苦労したが、世の中の現象は、物理の法則に従った計算によって説明できることを改めて感じ、物理の面白さを実感した。



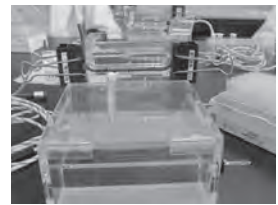
2 回折格子（光の干渉）（8名）

- ・指導者：高橋学先生
- ・回折格子とは格子状のパターンによる回折を利用して干渉縞を作るために使用される光学素子の総称（diffraction grating）のことで、格子パターンは直線状の凹凸がマイクロメートルサイズの周期で平行に並んで構成される。その回折格子を用いて原子から出る光の波長曲率半径を測定した。工学実験装置の原理説明もあり、光の干渉について理解することができた。



3 電気泳動実験（28名）

- ・指導者：佐伯俊彦先生・行木信一先生・化学や物理の原理を応用した電気泳動によるタンパク質分析法を学んだ。分子生物学や生化学において、DNAの分離やタンパク質の分離において無くてはならない手法である。泳動される距離によって分子量が違い、こんなに小さい物質を区別し、分離できることに驚いた。マイクロピペットの扱いは難しく、ウェルに試料を入れるときは細心の注意を払った。事前課題によって、予め知識を学んでから実際の実験に望むことができたので、実験内容を理解しやすかった。



4 プログラミング体験（9名）

- ・指導者：山崎浩一先生
- ・未完成のプログラミングを完成させるというスタイルでプログラミングを体験した。命令したことが、実際に画面上で現されることに驚いた。



宇都宮大学

1 DNA 鑑定体験（20名）

- ・指導者：松田勝先生
- ・実験施設の見学や実験原理の概説などの講義を受講した。その後、お米とメダカの鱭よりDNAを抽出し、PCR法により増幅、アガロースゲル電気泳動法により、お米の品種およびメダカの雌雄を鑑定した。DNAの違いを見ることで、ただだけでは分からない様々な生態情報が得られることが分かった。個人の遺伝情報の取り扱いについては、十分に注意する必要があると感じた。



2 放射線を体験しよう (20名)

- ・指導者：堀田直巳先生・山田洋一先生
- ・放射線とサーベイメーター（放射線測定器）の原理説明の後、体験1として天然に存在する安全な線源を用いて放射線測定実習を行った。体験2として霧箱を用いて放射線を可視化し、観察する実験を行った。最後に、リスクとベネフィットなどについて説明し、放射線への正しい知識を得ることができた。



3 サカナの受精と染色体の観察 (2名)

- ・指導者：上田高嘉先生
- ・コイ科魚類の細胞を用いて染色体観察を行った。細胞、遺伝子レベルにおいて魚類の遺伝や発生のしくみも、私たち人間と基本的に同じであることを学んだ。絶滅危惧種のサカナも見学することができた。栃木県内も外来種や環境の変化の影響で、在来種が減少している。県内の水環境に興味をわき、生態系に対する意識が高まった。



4 都市の樹木と森のウォッチング入門 (9名)

- ・指導者：逢沢峰昭先生
- ・キャンパス内や近くの森林を歩きながら樹木の形と分類、森林の生態系について野外観察実習を行った。樹木の葉・枝、果実・種子などを採取し、実験室で実体顕微鏡などを用いて細部まで観察した。観察したものをスケッチすることで、対象物を良く見て記録に残すことの大切さを学んだ。樹木や森林生態系への理解が深まった。



② 第2回 平成28年7月2日(土)

群馬大学

1 金属の引張試験 (10名)

- ・指導者：松原雅昭先生・鈴木良祐先生
- ・金属の利用法や特性に関する講座を受講した。金属の劣化は、事故の原因にもなり得ることを知った。試験や点検を欠かさず行うこと、新しい金属材料の開発がいかに重要なのかを理解することができた。その後、実際に金属の引張試験を行い、金属の変形過程を観察し、さらに電子顕微鏡を用いて破断面(右下写真)を観察した。



2 キレート滴定 (7名)

- ・指導者：佐藤記一先生・村岡貴子先生
- ・普段飲んでいるペットボトルの水を自分たちで持ち寄り、それぞれの硬度を測るためにキレート滴定法を行った。キレート滴定実験で最も良く利用されるエチレンジアミン四酢酸を用いて、持ち寄った全ての水の硬度を算出した。1滴1滴慎重に進めた。何気なく飲んでいる水も、それぞれ硬度が違っていて、飲み比べてみると、確かに違う味がした。水を買うときに硬度を見てから購入したい。



3 プログラミング体験 (11名)

- ・指導者：山崎浩一先生
- ・未完成のプログラミングを完成させるというスタイルでプログラミングを体験した。話すのとは違う言語を使って、命令するのが楽しかった。



宇都宮大学

1 DNA鑑定体験 (8名)

- ・指導者：松田勝先生
- ・実験施設の見学や実験原理の概説などの講義を受講した。その後、お米とメダカの鱭よりDNAを抽出し、PCR法により増幅、アガロースゲル電気泳動法により、お米の品種およびメダカの雌雄を鑑定した。DNA鑑定という言葉は耳にしていたが、実際に体験することで原理や利用法がわかった。科学捜査などに興味がわいた。



2 鉱物ラジオを作ろう (19名)

- ・指導者：湯上登先生
- ・電磁波は、波と粒子の性質を持つため、散乱や屈折、反射、回折や干渉など波長の違いにより様々な性質を持ち、通信から医療に至るまで数多くの分野で用いられている。電磁波の性質と、その利用の歴史を学んだ後、電源がない鉱物ラジオを作製した。自作したラジオから実際に音が聞こえたときには感動した。



3 両生類の解剖と電気泳動による酵素の解析 (17名)

- ・指導者：井口智文先生
- ・両生類の解剖によって、生物の体のつくりを学んだ。その後、酵素試料の作製及びポリアクリルアミドゲル電気泳動によって酵素の検出を行った。両生類でも生物の体は巧妙に作られていて、私たち人間はもっと複雑なのだろうと思った。医者が手術をするのはすごい技術なのだと思った。生命の神秘を感じた。



4 光関係の講座 (8名)

- ・指導者：南伸昌先生
- ・凸レンズを通ったレーザーをスクリーンに投影し、その際のズレを計算により求めた。



③ 第3回 平成28年10月8日(土)

群馬大学

1 マイコンカーを制御しよう (27名)

- ・指導者：高橋俊樹先生・羽賀望先生
- ・制御アルゴリズムを学習し、トレースを踏破した。タイムトライアルによるレースを開催し、優勝者を決定した。どうすれば上手く制御できるのか夢中になった。「遊びながら研究する」という先生の言葉が印象に残った。今後も楽しみながら学問を深めていきたい。



宇都宮大学

1 パン作りで酵母の働きを調べよう (19名)

- ・指導者：前田勇先生
- ・微生物の仲間である酵母はパン作りには欠かせない。本実験では、生地を調合する際に酵母（市販のドライイースト）を入れた生地、入れない生地を作成し、焼き上がりのパンの形や風味がどのように変化するかを試食して比べることにより実感した。ドライイーストに水を加えた後に酵母が生命活動を営んでいる様子も顕微鏡観察した。酵母のような微生物も生きているということを実感し、そのはたらきを理科視することができた。



2 深海底コアの微化石から年代や形態進化を探ろう (19名)

- ・指導者：相田吉昭先生
- ・東部熱帯太平洋の水深 5116 m の深海底から採取された IODP コアにはミクロなプランクトン化石である放射虫からできた始新世中期の軟泥堆積物が含まれている。この堆積物試料から作られた放射虫化石プレパラートを生物顕微鏡で検鏡し、種の同定を行いながら地質年代を推定した。さらに始新世中期から後期に形態進化したグループである Podocyrthis 属の進化系列を、検鏡・観察することで形態進化の過程を確認した。



3 さまざまな金属を調べよう (10名)

- ・指導者：山田洋一先生
- ・Li, Na, Ca, Al, Fe...様々な金属を取り扱い、それらの利用法や性質について調査した。酸素の液体が青色であることや、水銀の比重が思ったより大きいことに驚いた。2年次から始まる化学の勉強が待ち遠しくなった。



4 化石からわかる過去の環境 (8名)

- ・指導者：松居誠一郎先生
- ・硅藻などの化石の観察を通じて、過去の環境を推定した。硅藻一つで、何世紀も前の環境わかるのはすごいと思った。アンモナイトの話や恐竜の話が大変興味深く、地学分野にも興味がわいた。



オ アンケート結果
群馬大学

(単位 %)

	講座	6月4日				7月2日			10月8日
		ニュートンリ ング	回折格子	電気泳動	プログラミン グ	金属引張り 試験	キレート滴 定	プログラミン グ	マイコン カー
		12名	8名	28名	9名	10名	7名	11名	27名
実験の目的	良く分かった	50.0	50.0	57.1	77.8	50.0	100.0	81.8	81.5
	だいたい分かった	41.7	50.0	35.7	22.2	50.0	0.0	9.1	14.8
	あまり良く分からなかった	8.3	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7
	分からなかった	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0
実験の方法	良く分かった	33.3	62.5	57.1	66.7	80.0	71.4	72.7	77.8
	だいたい分かった	58.3	37.5	42.9	33.3	10.0	28.6	18.2	22.2
	あまり良く分からなかった	8.3	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0
	分からなかった	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0
実験の原理	良く理解できた	16.7	62.5	53.6	33.3	30.0	42.9	9.1	63.0
	だいたい理解できた	83.3	25.0	42.9	66.7	50.0	28.6	81.8	33.3
	あまり良く理解できなかった	0.0	12.5	3.6	0.0	20.0	28.6	9.1	3.7
	理解できなかった	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.6	0.0	0.0
実験の難易度	易しかった	0.0	0.0	0.0	11.1	30.0	14.3	9.1	3.7
	やや易しかった	8.3	37.5	10.7	0.0	10.0	14.3	0.0	7.4
	普通	8.3	37.5	25.0	11.1	30.0	42.9	9.1	11.1
	やや難しかった	16.7	25.0	50.0	55.6	20.0	28.6	63.6	70.4
	難しかった	66.7	0.0	14.3	22.2	10.0	0.0	18.2	7.4
教員の説明	とても分かりやすかった	41.7	75.0	53.6	33.3	60.0	71.4	27.3	59.3
	分かりやすかった	33.3	25.0	42.9	55.6	40.0	28.6	63.6	40.7
	やや分かり難かった	16.7	0.0	0.0	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	分かり難かった	8.3	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0
興味関心	興味をもって取り組めた	58.3	62.5	71.4	100.0	80.0	100.0	81.8	96.3
	やや興味を持って取り組めた	33.3	37.5	25.0	0.0	20.0	0.0	9.1	3.7
	あまり興味を持てなかった	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	興味を持てなかった	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0
次回の実験	もっと深めたい	50.0	62.5	50.0	66.7	60.0	85.7	63.6	88.9
	どちらとも言えない	16.7	37.5	28.6	22.2	30.0	0.0	27.3	11.1
	違う実験を選びたい	33.3	0.0	21.4	11.1	10.0	14.3	9.1	0.0
違う実験を選ぶ理由	実験に興味を持てなかった	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0
	難しすぎた	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	説明が良く分からなかった	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	第1希望ではなかった	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	違う実験も行ってみたい	33.3	0.0	21.4	11.1	0.0	14.3	0.0	0.0
	その他	0.0	0.0	0.0	0.0	10	0.0	0.0	0.0

宇都宮大学

(単位 %)

	講座	6月4日				7月2日				10月8日			
		DNA鑑定体験	放射線	サカナの受精	都市の樹木	DNA鑑定体験	鉱物ラジオ	両生類の解剖	光関係講座	酵母の働き	形態進化	金属調査	過去の環境
		20名	20名	2名	9名	8名	19名	17名	8名	19名	19名	10名	8名
実験の目的	良く分かった	60.0	50.0	100.0	77.8	87.5	73.7	82.4	50.0	94.7	84.2	80.0	87.5
	だいたい分かった	40.0	45.0	0.0	22.2	12.5	26.3	17.6	50.0	5.3	15.8	20.0	12.5
	あまり良く分からなかった	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	分からなかった	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
実験の方法	良く分かった	75.0	65.0	100.0	88.9	62.5	73.7	76.5	62.5	89.5	78.9	90.0	62.5
	だいたい分かった	25.0	35.0	0.0	11.1	37.5	26.3	23.5	25.0	10.5	21.1	10.0	37.5
	あまり良く分からなかった	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	分からなかった	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
実験の原理	良く理解できた	35.0	20.0	50.0	88.9	12.5	31.6	64.7	37.5	78.9	68.4	40.0	50.0
	だいたい理解できた	65.0	65.0	50.0	11.1	87.5	47.4	35.3	25.0	21.1	26.3	60.0	50.0
	あまり良く理解できなかった	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	25.0	0.0	5.3	0.0	0.0
	理解できなかった	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0
実験の難易度	易しかった	10.0	15.0	0.0	33.3	0.0	10.5	0.0	0.0	21.1	5.3	10.0	12.5
	やや易しかった	35.0	20.0	0.0	22.2	12.5	10.5	5.9	0.0	26.3	15.8	20.0	12.5
	普通	50.0	30.0	50.0	22.2	37.5	42.1	52.9	25.0	47.4	21.1	40.0	75.0
	やや難しかった	5.0	35.0	50.0	22.2	25.0	36.8	35.3	25.0	5.3	52.6	30.0	0.0
	難しかった	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	5.9	50.0	0.0	5.3	0.0	0.0
教員の説明	とても分かりやすかった	55.0	40.0	100.0	77.8	37.5	68.4	58.8	25.0	78.9	63.2	30.0	50.0
	分かりやすかった	45.0	50.0	0.0	22.2	50.0	31.6	41.2	62.5	21.1	36.8	70.0	50.0
	やや分かり難かった	0.0	10.0	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	分かり難かった	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
興味関心	興味をもって取り組めた	95.0	50.0	100.0	88.9	75.0	84.2	94.1	75.0	100.0	84.2	80.0	75.0
	やや興味を持って取り組めた	5.0	45.0	0.0	11.1	25.0	15.8	5.9	25.0	0.0	15.8	20.0	25.0
	あまり興味を持てなかった	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	興味を持てなかった	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
次回の実験	もっと深めたい	55.0	45.0	50.0	66.7	75.0	73.7	76.5	50.0	73.7	68.4	80.0	62.5
	どちらとも言えない	25.0	35.0	50.0	33.3	0.0	21.1	23.5	25.0	10.5	21.1	20.0	25.0
	違う実験を選びたい	20.0	20.0	0.0	0.0	25.0	5.3	0.0	25.0	15.8	10.5	0.0	12.5
違う実験を選ぶ理由	実験に興味を持てなかった	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	難しすぎた	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	説明が良く分からなかった	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	第1希望ではなかった	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	違う実験も行ってみたい	20.0	20.0	0.0	0.0	25.0	5.3	0.0	25.0	15.8	10.5	0.0	12.5
	その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

検証と評価

昨年度までと同様、今年度も1学年生徒を対象に3日間の日程で行った。ただし、例年は3日間のうちの2日間を全員必修、1日を希望生徒が参加する形式をとっていたが、今年度は全3日間の講座のうち、希望する講座に1回以上参加することとし、生徒の希望講座選択の幅を拡充した。

事前課題を高校の授業では扱わない発展的な内容であったため難易度が高く、「実験の難易度」の項目で、「やや難しかった」、「難しかった」との割合が多い講座もあったが、そういった講座についても「実験の原理」や「教員の説明」の項目では「とても分かりやすかった」、「分かりやすかった」の割合が高くなっている。大学の先生方が、高校生にも分かりやすく話を組み立ててくださったことや、生徒がその話を理解しようと真剣に聴講したことがうかがえる。「興味関心」の項目では、全ての講座で「興味を持って取り組めた」と回答した生徒の割合が最も高かった。自由記述欄には、「2年生から学ぶ化学の授業が待ち遠しい」、「電子工学の分野に興味があった」、「学校で地学分野も授業してほしい」などの記述も多く、生徒の興味関心の高まりが見られた。「次回も同様の実験講座でさらに内容を深めたいと思いましたか」という問に対しても、全ての講座で「もっと深めたい」とした生徒の割合が最も高かった。同項目で「違う実験に参加したい」とした意見もあったが、その理由はほぼ全ての講座において「違う実験も行ってみたいから」という積極的な理由であった。自由記述欄には、「生物の進化に興味をわき、生物進化について研究したい」、「実験は失敗できるが、電化製品などに設計ミスや作製上のミスがあったら大変なので、正確な技術と知識が必要だと思った」、「どのようにしたら上手くできるのか試行錯誤しながら楽しく実験できた」、「実験は1回では上手くいかず、何度も試行錯誤しながら挑戦していくことが必要だと分かった」という記述が多くみられた。生徒達の興味関心が深まり、生活の中にある科学技術にも意識が及び、さらに問題解決のために試行錯誤することの大切さも学ぶことができたようだ。講座によっては、講座内容の理解と充実を図るため、講座を担当する先生方から事前課題を作製していただいた。そのことによって、実験に対する予備知識や原理等を予習してから実験教室に臨むことができ、より理解が進んだものと思われる。学校に戻ってからもレポート等の事後指導を実施し、学問探究の系統立った一連の流れを体験することができた。

各講座で発展的な内容を体験できたことや最先端の実験機器に触れられたことは、自然科学への高い興味関心を育成し、より優れた科学的問題解決能力をもつ生徒集団を育成する目的において非常に有用であることが示唆された。加えて、大学の実験室やキャンパスなどの雰囲気を感じ、現役の大学生と話をできたことも、大学という想像でしかない“憧れの地”が、進学して学問を学ぶ“目的の地”に変化した意味でも大きな収穫だったと思われる。この事業をきっかけに、群馬大学、宇都宮大学の先生方にお世話になりながら研究をしている生徒もいる。高大連携の意味でも有用な事業である。事前事後指導の充実や2回連続講座など、大学の先生方の協力を得ながら、講座の拡充を図っていきたくことで、本事業のさらなる拡充を図りたい。特に事後指導に関しては、大学と連携しながら継続した指導を行っていくことで、本校生の研究レベルを向上させると共に、科学的問題解決能を醸成していく一助としたい。