

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

群馬大学科学実験講座

仮説

平日の放課後や土曜日、長期休業中に受講希望者に対して課外活動として実施し、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。

①オリエンテーション

ア ねらい このオリエンテーションをもとに、次週本校で行われる群馬大学科学実験教室のコースを選択する。

イ 実施日、場所 9月29日（土） 群馬大学工学部（貸し切りバス 6台）

ウ 概要

1年生全員参加で、群馬大学工学部においてオリエンテーションを行った。8：20 栃木高校をバス6台で出発し、9：45に群馬大学に到着した。

10：00～11：00 オリエンテーション（総合研究棟402号室）



11：00～12：00 研究室訪問①

6グループに分かれ、群馬大学の先生の案内で研究室を巡った。



13：00～14：30 実験演習ガイダンス

14：30～15：30 研究室訪問② 午前とは違うグループに入り、研究室を巡った。

15：30～16：00 まとめ 閉会



実験演習ガイダンス



終了しバスに向かう。

エ 成果 ・サイエンスラボラトリーの目的を理解することができた。
・研究室を巡ることにより、自然科学への興味関心を高めることができた。

②第1回群馬大学科学実験講座ガイダンス

ア ねらい 9月29日に群馬大学でオリエンテーションを行い、その後科学実験講座のコースの希望を取った。本日はそのコースごとの実験のガイダンスを、群馬大学の先生方をお招きして、本校において実施した。全部で9コース。15名あるいは30名のグループである。

イ 実施日、場所 10月6日(土) 本校

ウ 概要 コースの説明

コース名・人数	実験内容
1.キレート滴定 30名	キレート滴定法の中で最も一般的に利用されるエチレンジアミン四酢酸を用いて、水の全硬度を算出する。
2.ルミノール反応 30名	ルミノールを合成し、血液の鑑識に利用されているルミノール反応を行って紫青色の発光を確認する。
3.タンパク質の電気泳動 30名	代表的なタンパク質分析法である電気泳動法が化学や物理の原理を応用したものであることを実習を通して学ぶ。
4.ペーパークロマトグラフィーによる物質の分離と解析 30名	本テーマに関する講義と実験を通じて理科、特に化学の分野において重要な分離技術の基礎を学ぶ。
5.ロボット工房 30名	最新のLEGOとプログラミングソフトで、ロボットづくりに挑戦！あなたの手でロボットに命を吹き込もう。
6 -a.振動現象を利用した測定	振動を利用して何が測定できるか理解し、例としてねじれ振り子を利用して剛性率を測定する。
6 -b.光の干渉を利用して測定 ab計15名	光の干渉を利用して何が測定できるか理解し、例としてニュートンリングを利用してレンズの曲率半径を求める。
7.災害時避難者のサバイバル能力向上のための体験実習 15名	災害避難時に有効な「生き抜くための自主防災技術」として、空缶と紙パックで米を炊く体験（通称「サバイバルめし」）を行う。
8.Flashを使ったプログラミング体験 30名	Flashを使った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する。
9.電子回路工房 30名	講義では、まず半導体およびデバイスとしてもっとも簡単なダイオードから高度な集積回路まで学ぶ。続いて電磁波およびアンテナなどについて学ぶ。実験では、アンテナ、ダイオード、電子回路から構成される回路を実際に作成し、その動作を理解するとともに、アンテナの特性について実験する。

エ 実施状況

1 年生全員が希望のコースに別れて、ガイダンスを受けた。全教室プロジェクターで説明した。実際に使う実験器具を持ってきて、演示実験を行った教室もあった。大学の先生なので、ときには難しい説明もあったが、生徒たちは熱心に聞き、実際に実験する 10 月 20 日に向かって、興味を高めた。

各教室のガイダンスの様子

1 キレート滴定



2 ルミノール反応



5 ロボット工房！！



6 b 光の干渉を利用して測定



8 Flash を使ったプログラミング体験



9 電子回路工房



③第 1 回群馬大学科学実験講座

ア ねらい 10 月 6 日 (土) に本校で行われた実験のガイダンスで、各コースごとの実験の目的や、実験方法を学習した。このガイダンスをもとに今回の実験にしっかりと取り組む。

イ 実施日、場所 10 月 20 日 (土) 群馬大学工学部実験教室 (貸し切りバス 6 台)

今回は Flash を使ったプログラミング体験が他より早く始まるため、2 つのタイムテーブルになった。

生徒集合 8:20 出発 8:30 実験・実習 10:00~13:00 学校着 14:30

生徒集合 10:50 出発 11:00 実験・実習 12:30~15:30 学校着 17:00

ウ 概要 各教室での実験の様子を紹介します。

1 キレート滴定

キレート滴定法の中で最も一般的に利用されるエチレンジアミン四酢酸を用いて、水の全硬度を算出する実験。生徒たちは白衣、ゴーグルという出で立ちで、熱心に実験に取り組んだ。



2 ルミノール反応

ルミノールを合成し、血液の鑑識に利用されているルミノール反応を行って紫青色の発光を確認する実験。こちらも毒性のある薬品を使用するため、白衣、ゴーグルは必須である。



3 タンパク質の電気泳動

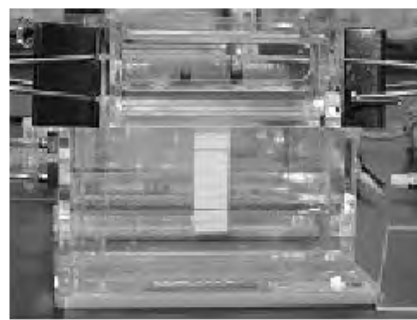
代表的なタンパク質分析法である電気泳動法が化学や物理の原理を応用したものであることを実習を通して学ぶ講座だが、マイクロピペットの使用法から学び、ポリアクリルアミドゲルを作成し、電気泳動装置にタンパク質を注入するなど、手先の細かい作業が続いた。



マイクロピペット使用中



先生の説明



電気泳動装置

4 ペーパークロマトグラフィーによる物質の分離と解析

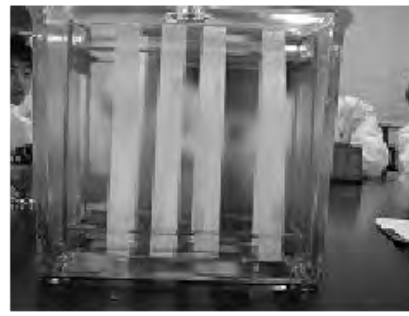
理科、特に化学の分野において重要な分離技術の基礎を学ぶ実験。今回は葉の色素の分離を行った。ここでもマイクロピペットを使用した。大学では必須アイテムである。



マイクロピペットで抽出液



濾過した植物色素
をロート上の濾紙へ



色素の展開

5 ロボット工房

最新の LEGO とプログラミングソフトで、ロボットづくりに挑戦した。



プログラミング中



ロボットを動かす。

6 a 振動現象を利用した測定

振動を利用して何が測定できるか理解し、今回はねじれ振り子を利用して剛性率を測定した。

b 光の干渉を利用して測定

光の干渉を利用して何が測定できるか理解し、例としてニュートンリングを利用してレンズの曲率半径を求めた。



ニュートンリングの測定機器



グラフ作成中

7 災害時避難者のサバイバル能力向上のための体験実習

災害避難時に有効な「生き抜くための自主防災技術」として、空缶と紙パックで米を炊く体験（通称「サバイバルめし」）を行った。



炊飯中。赤子泣いてもふた取るな。

上は釜、下はコンロ
燃料は牛乳パック。

炊きたたのご飯。おかずをのせて、
おいしかった。

8 Flash を使ったプログラミング体験

Flash を使った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作成した。

9 電子回路工房

半導体、およびデバイスとしてもっとも簡単なダイオードから高度な集積回路 IC まで学び、続いて、電磁波およびアンテナなどについて学んだ。実験では、アンテナ、ダイオード、電子回路から構成される回路を実際に作成し、その動作を理解するとともに、アンテナも作成し、その特性について調べた。



完成した回路



ダンボールでアンテナ作成中
ラジオは聞こえるか。

エ 成果

それぞれのコースの実験で、生徒たちは熱心に実験に取り組んだ。よく学習し、興味を広げることができ、次につながる貴重な体験になった。実験では群馬大学の先生方をはじめ、たくさんの大学院生たちのサポートのおかげで充実した実験をすることができた。生徒たちへのアンケートは「実験講座に参加しての感想」と「反省および今後の希望・やりたいことなど」である。参加実験テーマごとに、まとめた。

実験 No	実験講座に参加しての感想	反省および今後の希望 ・やりたいことなど
1	・化学をやっていない私でも、大学の先生たちの手助けのおかげで、しっかりと作業ができた。水の硬度計算ができてよかった。	・ペークロか振動または光の実験をしてみたい。
2	様々な物質を使ってルミノール反応による光を観察した。物質によって、青や緑に光るものがあり興味を引かれた。手についたり目にはいると危険な薬品があり、注意した。	・今回の実験のような物質を混ぜると変化する実験をやってみたい。
3	・ゲルという物質を作って目に見えないタンパク質を分けるということは、他の分野にも応用ができると思った。	・ゲルについて詳しく調べてみたい
4	・第3希望だったのであまり気が乗らなかったが、やっていくうちにどんどん興味がわいてきた。楽しく実験ができた。	・文系に進むつもりであるが理系分野にも興味を持ち、積極的に取り組みたい。
5	・ガイダンスでは専門的で難しい内容でしたが、今日はロボットのプログラミングなどを自分にもできるようにしてくれました。	・プログラミングは自分が想像していた以上に熱中できるものだったので、またロボット製作で活動したい。
6-a	・先生が「振動は地味」と最初に言ったのであまり期待はしなかったが、実験や計算は想像を遙かに上回る楽しさだった。	・「剛性力」についての複雑な計算や他の物体の振動について学びたい。

7	・ガイダンスでは環境、社会構造、防災などについての話を聞いた。今日は外でアルミ缶を使ってご飯を炊いた。とても新鮮な体験で楽しかった。	・災害が起きたとき役立てたい。また、このほかにも防災について学びたい。
8	・複雑な繰り返しの for 文が難しかったが、うまくいくと嬉しかった。難しい課題があつて、ペアの人と一緒に頭をひねったが説けないまま終わって悔しかった。	・ ActionScript3 が少しでも多く使えるようにしたい。
9	・ラジオがとても少ない部品でできていて、これで聞けるのかと思ったが、実際に聞こえたので感動した。	・ハンダづけのような実践的な作業は久しぶりで、このような経験をまたしてみたい。

④第2回群馬大学科学実験講座

ア ねらい

参加者は、1 学年生徒の理系選択者および希望者とする。実験コースは第1回と同じであるが、第1回で選択しなかった実験を選ぶ。本校でガイダンスののち、大学で実験を行う。

イ 実施日、場所

1 1 月 1 7 日（土）栃木高校 1 0 時 0 0 分～1 2 時 0 0 分

実験ガイダンス 群馬大学の先生方によるガイダンス・実験を行う意義・実験内容の紹介

1 1 月 2 3 日（金）群馬大学 1 2 時 3 0 分～1 5 時 3 0 分（貸し切りバス4台）

実験・実習

ウ 概要

実験概要は前回と同じである。1 1 月 2 3 日（金）群馬大学での実験実習の様子は、ポスターを作成して展示した。別紙 A 4 で資料として載せてあるが、実際は A 0 に大きく拡大して生徒たちに見せた。

エ 成果

アンケート報告 第1回と同じ「実験講座に参加しての感想」と「反省および今後の希望・やりたいことなど」である。以下にまとめた。

実験 No	実験講座に参加しての感想	反省および今後の希望 ・やりたいことなど
1	・きちんと予習をしてから実験に臨むことができてよかった。キレート適定は溶液を1滴垂らすだけで色が変わってしまうので慎重に実験に臨むことができた。	・化学の基礎をきちんと理解した上で行うとさらに楽しい実験ができると思う。
2	・ルミノールの発光が目に見えて観察できたので感動した。大がかりな実験装置を使ってとても緊張したが楽しく終わることができてよかった。	・今回得ることができた化学への興味を2年次そして将来につなげていきたい。
3	・前回の説明は、プリントだけでわからないところもあったけれど、実際に装置を見たらわかりやすかった。説明もわかりやすく、楽しく実験が行えた。	・他にもある実験もやってみたい。
4	・葉の名前は前もって調べておけばよかった。実験は素早く正確にできた。	・工学系に進みたいのでロボットの実験もやってみたい。

5	・ 前回の説明でロボットに強い興味を持ち、今回を楽しみにしていた。レゴブロックでロボットを作るより、ボールをゴールに入れる足の動かし方が難しかった。	・ さらに高度な実験をしてみたい。
6-b	・ 前回の説明では内容がわからず実験がスムーズにできるか不安でしたが、実際にやってみると少しずつ理解しながら着実に進められてよかった。	・ 電気によってなぜ機械が動くのか不思議なので調べたい。
7	・ 不安であったがT Aの方々のおかげでちゃんとお米が炊けたのでよかった。思ったより火の調整が難しかった。	・ 空き缶以外にも災害時に役立つものを見つけたい。
8	・ プログラミングは思っている以上に難しく、エラーがたくさんでてしまいましたが、そのエラーが正常になると達成感でいっぱいでした。	・ 機械のことをもっとやって欲しい。
9	・ はじめは難しいと思っていたが、楽しくできた。ハンダ付けもうまくいき、ラジオはしっかりと音が出た。工学のおもしろさを少し理解できた。	・ 教育系の仕事を考えていたが理工学にも興味がわいてきた。

検証と評価

アンケートにおける生徒の文章を読むと、おおむね科学への興味関心が高められたと評価する。サイエンスラボラトリー終了後、SSHクラブに23名の希望者があり、全員入部した。今は研究テーマを決めて、実験を始めている。大変やる気のある生徒たちが集まり、今後が楽しみである。以上のことを考えると、仮説は良好に実施できたものと評価する。

これから生徒たちを指導する私たち教員集団も、協力体制をとりながらしっかりと生徒と共に研究に励んでいきたい。

サイエンスラボトリー 群馬大学第2回科学実験講座

平成24年11月23日(金) 希望生徒157名はバス4台に分乗し群馬大学に行きました。12時30分から15時30分、各班に分かれて科学実験講座を行いました。実験の様子を紹介します。

1 キレート滴定



真剣です

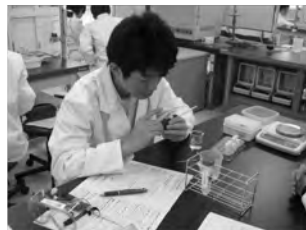


安全のためゴーグルや手袋を着用しています

2 ルミノール反応



3 タンパク質の電気泳動



4 ペーパークロマトグラフィーによる物質の分離と解析



5 ロボット工房



6 a 振動現象を利用した測定



b 光の干渉を利用して測定



7 災害時避難者のサバイバル能力向上のための体験実習



8 Flash を使ったプログラミング体験



9 電子回路工房



閉会式



第1回と同じく、今回も9班で実験を行いました。群馬大学の先生より講評をいただき、生徒代表がお礼の言葉を述べて、今年度の科学実験講座は終了しました。群馬大学の先生方、および院生の皆様、大変お世話になりました。そしてありがとうございました

〔2〕科学系課外活動

（1）物理部

①活動概要

本校の物理部は、1年生2名、2年生4名で構成されている。昨年度まではもの作りを中心として活動していたが、SSHの指定を契機に宇都宮大学の協力のもと研究活動を行うことになった。研究テーマは、生徒たちが物理の学習の中で興味を持ったものから2つを設定した。来夏のSSH研究発表会への参加、日本学生科学賞への出展を目指して、生徒たちは日々努力している。

②酸化物超伝導体の製作

Y系銅酸化物超伝導体の製作は、参考文献も多く高校生にとっては取り組みやすい内容である。しかし、実験環境などの変化で製作できなくなることがあり、最適な製作条件を見いだすことはかなり難しい。文献を精査し、試薬や電気炉等の準備を行った後、8月から製作をスタートした。試料は本校で製作し、その特性の確認を宇都宮大学で行うというサイクルで研究は進んだ。試薬への加熱処理条件、焼成温度、焼成時間等を数ヶ月かけて検証し、2月に特性を示す試料の製作によりやうく成功した。しかし、まだ完璧なものではなく、さらなる条件の見直しを生徒たちは検討している。実際に大学に出向き、大学の先生や大学院生(本校のOB)に指導を受けることができたことは生徒たちにとって良い経験になり、研究に対する意欲も非常に高まった。



蛍光 X 線装置の見学



マイスナー効果の確認中



マイスナー効果

③フーコーの方法による光速測定

光速の測定はさまざまな方法があるが、物理の教科書や問題集などに取り上げられている、フーコーにより考案された回転鏡を使った光速測定に挑戦することになった。回転鏡に関しては、一秒間に200～300回程度回転させる必要があり、これが最初の技術的な課題となった。さらに、反射鏡を使って光を数十 m 進ませる必要があり、正確に光軸を合わせるという難しさにも生徒たちは直面した。現在、宇都宮大学や大阪市立科学館の協力を得て、生徒たちは課題の解決のために日々努力している。



高速回転鏡



スパッタ装置を見学



光軸の調整中

(2) 科学の甲子園

本年度も昨年度に引き続き科学の甲子園・栃木県大会に、物理部と1・2年生の希望者が集まり計8チーム48名が参加した。筆記競技は、物理・化学・生物・地学・数学・情報の各分野について出題され、実技競技は、チームメイトの出した指示を正確に再現するサイエンスコミュニケーションゲームを行った。筆記競技は各チームで担当を事前に決定し、過去問を使ったトレーニングを行い、実技競技は内容が不明確な部分もあったが本番を想定したトレーニングを行い競技に臨んだ。昨年度は、3チームが出場し第7位という結果だったが、本年度は二年チームが第3位に入賞。さらにトップ10の中に6チームが入るなど生徒たちは大健闘し、次年度のさらなる活躍が期待される結果となった。

<参加しての生徒の感想>

- ・様々な課題に対してメンバーと協力して考える事で、様々な角度で物事を見ることの大切さを実感することができた。
- ・作業を分担して進めることの重要性を感じた。
- ・知識と情報を統合することの難しさを感じた。
- ・解法を覚えるだけの勉強よりも考えて解く問題の方が楽しいと思った。
- ・定期テストや模擬テストとは違い緊張を感じることなく楽しむ事ができた。
- ・自分自身の実力のなさを実感。もっと勉強しようと思った。



出場チーム数は県内トップ



第3位の2年生チーム

(3) 物理チャレンジ 2012

本校の2年生1名が第8回全国物理コンテスト物理チャレンジ2012に参加した。そして、課題実験レポートと理論コンテストで競う第1チャレンジを突破して、第2チャレンジに進むことができた。第2チャレンジは8月に岡山大学で行われ、理論コンテストや実験コンテストだけでなく、物理実験の体験や研究施設の見学なども日程に組み込まれ、生徒にとって素晴らしい経験となった。この生徒は、次回行われる物理チャレンジ2013にも参加を希望している。次年度は、他の物理が好きな生徒達にも参加を促していきたい。

<参加生徒の感想>

自分と同じように物理が好きな人達との交流ができてとても良い刺激になった。また、多くの実験を体験し、研究施設の見学などを通じて物理学に対する視野がとても広がり、さらに深く物理を勉強したいと思いました。



(4) 数学講座

① 数学研究会

指導のねらいや指導の内容

恒等式の活用の仕方について希望生徒を集めて、演習を交えての授業を実施した。1 年生から 3 年生までの数学に興味を持つ生徒達 10 人程度の生徒が集合した。

$k^5(k+1)^5 - (k-1)^5 k^5 = 10k^9 + 20k^7 + 2k^5$ から $\sum_{k=1}^n k^9$ を、

$k^3(k+1)^4 - (k-1)^3 k^4 + k^4(k+1)^3 - (k-1)^4 k^3 = 14k^6 + 10k^4$ から $\sum_{k=1}^n k^6$ を導いてみせた。

さらに、 $\sum_{k=1}^n k^{11}$ や $\sum_{k=1}^n k^8$ を求めることへの挑戦をさせた。

せっかく、数学に興味関心の強い生徒たちが集まるのだから、数学の持つ規則性の美しさを味わわせたい。

成果と反省

基本的な式変形は生徒達自身もできたようである。応用の聞いた恒等式を呈示するとやや理解するのに苦労していたようであるが、積極的に式変形に取り組み充実感を味わっている生徒が目についた。特に 3 年生からは、 Γ 関数や ζ 関数についての質問がでるなど、生徒達の好奇心には無限の可能性を感じた。

② 数学オリンピック予選への参加

指導のねらいや指導の内容

数学オリンピックへの参加を通して、普段体験できない難問に積極的に挑戦する。数学オリンピックの過去問を用いて生徒に解答を考えさせる。事前に問題を提示し、演習のときまで考えてもらって生徒に解説をさせた。2 年生の希望者を集めて、2 週間に 1 回程度演習を実施した。18 回の演習ができた。この演習を通して、数学的な物の見方や考え方の深化をはかるとともに、数学の面白さや美しさを感じられる生徒の育成を目指す。

成果と反省

時間をかけさせて考えさせたため、正答率はほぼ 50% 程度であった。「数学オリンピック」という名前に尻込みしてしまい最大でも 6 名程度の生徒しか集まらなかった。生徒からは、「難しい」「自分には無理です」という感想がほとんどであった。しかし、競い合って問題に取り組んだり、解説している友達に的確な質問やアドバイスをするなどの効果もあった。中には、テキストにのっている解答例よりも本質をついた解答例を示す生徒が出るなど喜ばしい出来事もあった。結果的には 5 名の生徒がオリンピック予選に参加した。残念ながら予選通過には至らなかったが、中身の濃い演習はできたと感じている。

「赤い玉、青い玉、黄色い玉 1 2 個を横一列に並べるとき、どの玉に対しても、その玉と同じ色で、その玉に隣接するような玉が存在するのは何通りあるか。」に対して
赤い玉、青い玉、黄色い玉 n 個を横一列に並べるときの上記の場合の数を a_n 通りとして、
 $a_1 = 0, a_2 = 3, a_{n+2} = a_{n+1} + 2a_n$ として解くことができたことは評価できる。

(5) 地域への還元 とちぎ協働まつり2012

10月28日(日)に 栃木市総合運動公園にて「とちぎ協働まつり2012」が開催された。地域の小学生や一般の方たちに対し、科学の体験実験教室(大気圧の実験)を行うことにより、地域への啓発活動を行った。予備的な知識を持たない小学生にわかりやすく説明することの大変さを痛感し、伝える方法を試行錯誤しながら工夫した。科学を通して地域に貢献しようとする気持ちを育てることができた。

