

第2章

各プロジェクトにおける取り組み

石 川 久 美・西 川 陽 子・竹 内 史 央
渡 辺 武 史・齊 藤 瞳・大 羽 徹

1. 色素プロジェクト

(1) 実践内容

色素プロジェクトが発足して今年で10年目となる。昨年度までは、ムラサキキャベツなどの植物の色素を中心に扱ってきた。今年度からは、蛍光色素を合成してその性質を調べるグループが中心となって研究活動を行った。

(2) 成果と課題

SSH東海地区フェスタと文化祭の公開日にポスター発表を行うなど、校外外で発表を行った。12月にはニューヨークバード高校での発表に2名の生徒が参加した。すべての発表資料を英語に換える作業と、英語でスピーチ原稿を書くことになかなりの時間がかかったが、貴重な経験となった。海難救助にも使われるフルオレセインについての発表であったため、バード高校の生徒も興味を持って発表を聞き、多くの質問が出た。

色素プロジェクトでは、身近な疑問に根ざした課題を設定し、自分たちで実験方法を考えて、実験を行ってきた。このため、生徒が主体的に活動することができるのであるが、一方で、発色の原理を詳しく測定することは手持ちの機器では不可能であるという限界もある。しかし、合成の条件や液性を変えることによって色が変化するという実験結果から、いくつかの考察ができるところまでは進めることができたので、今後も継続して実験を行う予定である。(文責 石川久美)

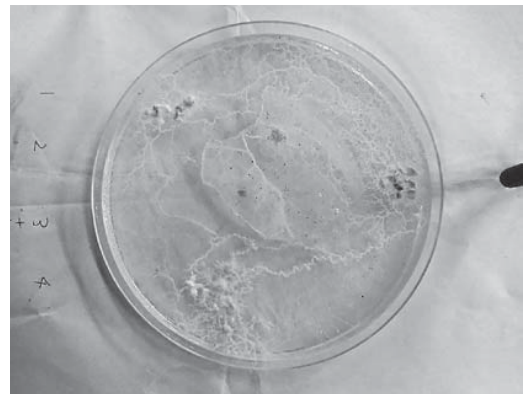
(2) 学習方法

粘菌を用いて、自分たちで実験計画を立てて研究を行っている。

(3) 実践内容

1) 研究内容

栄養培地の違いによる実験



2. Slime Mold Project

(1) 目標

真正粘菌であるモジホコリの行動及び生態を研究しており、粘菌の様々なパターンにおける行動からその規則性を調べることを目標としている。

2) 発表活動

- ①SSH東海地区フェスタ〈名城大学〉
- ②2015 Exchange Program With BHSEC
〈ニューヨーク〉

(4) 成果と課題

粘菌を培養する培地は、以前は無栄養の2%寒天培地

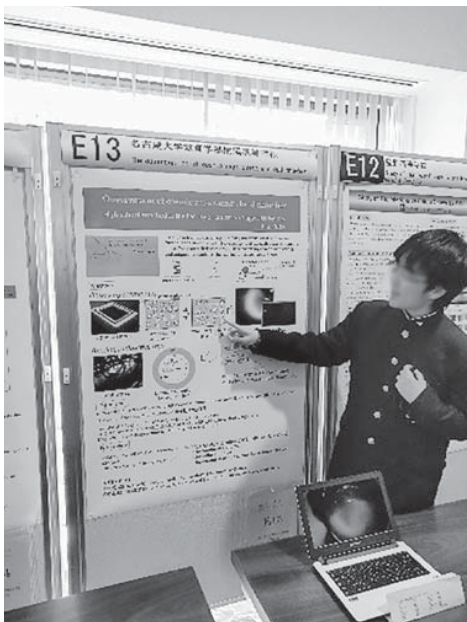
であったが、今年度はさまざまな栄養培地を用いて観察し、実験データの収集を行った。まだ、十分な実験データの収集ができていないため、引き続きデータの蓄積を行っていきたいと思う。

また、来年度は、這痕を採取し、培地に配置し、這痕の透明度により粘菌の反応が変わるかを調べる実験も行っていきたいと思う。 (文責 西川陽子)

3. チャンドラセカールプロジェクト

(1) 目標

当プロジェクトは、主として物理系のテーマについて課題探求を行うことにより、課題の発見、研究計画の立案、研究遂行、成果の発表等、研究に関する能力の総合的な育成を目指している。



上：英国派遣代表生徒 下：エコカイロ
いずれも「科学三昧inあいち」にて

(2) 学習方法

課題発見能力の育成を特に重視しているため、プロジェクト固有のテーマは持っていない。参加生徒が提案した様々なテーマの中から、協議して研究テーマを決定している。

(3) 実践内容

今年度は中学生のメンバーが20名を超えたため、中学生を3班に分けて活動した。

扱ったテーマは、「人工イクラの固さ」「ラテックス液の凝固」「糸電話の限界を探る」「蚊取り線香の燃焼」「回転する輪ゴムにはたらく揚力」「長持ちするエコカイロ」等、各班1～2テーマであった。

高校生は継続して霧箱による宇宙線の観測に取り組んだが、今年度は磁場をかけて運動量を測定することに挑戦した。

(4) 成果と課題

以上の研究は、「東海地区SSHフェスタ」(7月、名城大学)、「科学三昧inあいち」(12月、自然科学研究機構岡崎コンファレンスセンター)でポスター発表を行った他、高校生からは1名が愛知県立時習館高校の英国派遣生徒に選出された。

また、「長持ちするエコカイロの研究」と「宇宙線の運動量測定に適した霧箱の製作」は日本物理学会ジュニアセッション(3月、東北学院大学)においてポスター発表を行った。 (文責 竹内史央)

4. 数学プロジェクト

(1) 活動内容

本校ではSSH以前から数学クラブがある。現在はSSHのプロジェクトの下、火曜日、木曜日、金曜日の朝8時から8時20分まで中高生20名ほど在籍している。今年度は中学生が多く、生徒たちの能動的な活動に工夫が必要であるが、常時10名ほどが活動している。

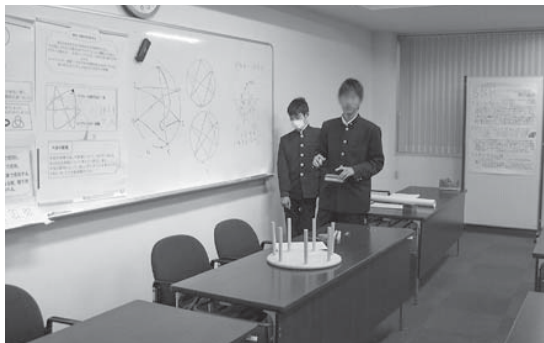
(2) 題材探し

数学クラブで、中学、高校生に対して適切な題材を生徒と一緒に探すことである。生徒の知識量に応じた内容でかつ、生徒が興味をひき、できれば未知な内容であることが大切であるが、なかなか見つからない。数学コンクール等で見受けられる問題の拡張などを行っているが、

今年度は身近な素材を利用した研究が多くなった。

○人間知恵の輪

5人以上で円を作って、お互いに隣り合わない者同士で手をつなぎ、適切なルールに基づいて1つの和にできるかというゲームで、1つの和となる確率を5人、6人、7人について確定させ、5人、6人については1つの和にならない場合についての種類を特定した。



○ソウマキューブについて

ソウマキューブとは、7つの立体のピースを $3 \times 3 \times 3$ の立方体に組む箱詰めパズルである。本来の立方体の作り方が何種類あるかは特定されているが、ピースの組み方の考察はあまりされていない。

もともとこのキューブは本校の図書館にあったものであるが、中学1年生が興味深く組み立てていたため、その組み立て方について考察した。



○足してもかけても同じ分数

a, b, c, d を1桁の0でない自然数とする。とき、 $b/a + d/c = bd/ac$ となるような整数(a, b, c, d)の組がいくつあるかを探した。但し、 $b/a, d/c$ は既約分数である。方法は等式を変形し、不等式や素因数分解の性質を利用して全部で12通り存在することがわかった。この取り組みは中学3年生が取り組んだ。

(3) 奈良女子大学附属中等教育学校 数学研究班との交流

11月1日(日)に奈良女子大学中等教育学校の数学研究班の生徒と本校の数学クラブの生徒が奈良女子大学附属中等教育学校で数学研究会を開催した。

奈良女子大附属中等教育学校はSSHで先進的な研究をされており、午前中はそれぞれのクラブ、研究会の紹介、研究内容の紹介、学校案内、午後はそれぞれの学校から問題を出題し、検討をする時間となった。

午前中から午後3時すぎまで、大幅な時間の延長を行い、会は盛大に行われた。2016年3月11日(土)には奈良女子大附属中等教育学校の生徒が本校に訪問予定です。

(4) 最近の結果

平成25年度「すごい分数」で生徒投票賞を受賞

平成26年度「七面体の種類」でポスター発表賞を受賞。

平成26年度「七面体の種類」で日本数学コンクール論文賞、金賞受賞



(5) 生徒の取り組みの変化

SSHを利用したさまざまなイベントを通じて、生徒たちは自分達で取り組んできた実践で発表の機会を与えられることによって、目標が定まり継続的に取り組みが活発となっている。

特に、SSH研究発表会での全国的な交流だけでなく、



奈良女子大附属中等教育学校との交流のでは、直接生徒たちとの交流がそれぞれのクラブの刺激となった。さらに、特定の生徒だけの研究から裾野が広がり、たくさんのグループができて研究が進むようになった。また、数学クラブの部員以外でも日本数学オリンピックの挑戦など、能動的に数学に取り組む生徒が増え、受験勉強ではない、数学のおもしろさを理解した生徒が増えたことは特筆すべきことである。



(6) おわりに

数学は物事を論理的に考えることをきたえるための、大変よい題材である。生徒たちは受験勉強としての数学の楽しみかたもあるが、このような“能動的”にわからない問題に対する取り組みのほうが、ずっとわくわくし、楽しいものであることが多くの生徒に広まっていこう、取り組み続けることが大切である。

(文責 渡辺武志)

5. ヒドラプロジェクト

(1) 目標

生物の授業で長期的な生物の観察をおこなうことは非常に困難である。なぜなら、長期的な観察をおこなうためには生物を飼育するという条件や、時間の定まった観察等は授業で取り扱いが非常に難しい。また、授業でおこなう実験は、單元ごとに観察するターゲットになる現象が限定されており、生徒が自ら興味を持った現象を研究課題に設定し、自由に実験計画を設定することも難しい。

そのため、本プロジェクトでは「ヒドラ」という生物に興味関心をもった生徒を集めた。そして、自分たちでヒドラの生態や特徴を調べ、身の回りにあるものを使用して飼育方法や観察に工夫を凝らす事で、研究課題の設定と解決をおこなう力を育てることを目標としている。

(2) 学習方法

希望した生徒を集めて、ヒドラのこういった生態に興味関心があるかアンケートをとった。そして、興味関心が似ている生徒を少人数のグループにわけ、それぞれのグループの生徒たち自身で研究課題と実験計画をたてた。

(3) 実践内容

ヒドラは刺胞動物ヒドロ虫綱花クラゲ目ヒドラ科の生き物の総称であり、①無性生殖の一つ、出芽で個体数を増やす、②エサを触手でつかみ、刺胞という毒針をさす、③極端に水温が低下すると無性生殖の一つ、出芽ではなく雌雄どちらかに分化し、有性生殖をおこなう、④切断すると切断面から再生をする、ということがわかっている。野生のヒドラは湖沼に生息し、湖底の石や枯れ葉に付着して生息する。昨年度からの継続で、エサの量によって出芽数にどのような変化が現れるかの検討とエサとなるアルテミア（ブラインシュリンプ）の孵化率の検討を行っている。また今年度より新規にヒドラの移動について検討している。湖沼の底に付着して生息するヒドラであるが、環境の悪化から逃れるために水流に乗って移動することが分かっていた。しかし、水流の発生しないシャーレ内でも日によって移動していることがわかった。移動の様子を観察する為、連続写真撮影機を用いて撮影したところ、ヒドラが移動の様子を撮影することに成功した。今後の予定として、継続研究だけではなく、ヒドラの移動の検証方法の開発と各現象の定量的データの取得を目指す。

また、これらの発表を2015年7月に開催されたSSH東海フェスタ2015に参加し、ポスター発表をおこなった他、9月に開催された本校の学校祭で一般入場者に向けてのポスター発表をおこなった。12月に科学三昧in愛知の会場にてポスター発表を行い、来場者から様々な助言と指摘をいただいた。本グループでは、本校の高等学校に進学する中学3年生が非常に活発に活動しているため、次年度の発表に向けて準備を進めている。

(4) 成果と課題

本年度の成果は、生徒がヒドラという生物に関心を持ち、先輩たちが残した実験データをもとに新たな実験を試みることができたことである。その一方で、今後の課題としては継続的におこなっている長期的なデータ収集の継続と、次の世代に伝達する知識、実験結果の蓄積である。また、各グループ間での情報共有も課題として挙げられる。特に、効率よい実験方法・操作の共有は新た

なる実験を開発する上で必要不可欠と考える。

また、今後の活動で自分たちの研究成果、考察を発表する場に出る機会が想定されるが、「実験に携わっていない人でも、実験で何がわかったのか、発表を聴く事で理解できる」発表をするスキルの習得を更に目指していきたい。
(文責 齊藤 瞳)

6. 相対論・宇宙論プロジェクト

(1) 実践内容

今年度、愛知県立明和高等学校と名古屋大学天体物理学研究室での生徒研究、特殊相対性理論を用いた研究、インターネット望遠鏡を用いた月の観測・解析の研究を行った。

1) 名古屋大学大学院理学研究科天体物理学研究室での生徒研究(明和高校との共同研究)

テーマ:「なんてん」電波望遠鏡で観測したデータ解析
指導者: 名古屋大学大学院理学研究科天体物理学研究室
福井 康雄 教授
立原 研悟 准教授
佐野 栄俊 特任助教

日 時:

7月20日(月) 13:00~17:00

「電波天文学について研究室の見学」

21日(火) 13:00~17:00

「なんてん電波望遠鏡のデータ解析」

22日(水) 10:00~12:00、13:00~17:00

「観測データをもとに、分子雲の画像化」

24日(金) 10:00~12:00、13:00~15:00

「観測データをもとに、分子雲の質量計算」

場 所: 名古屋大学大学院理学研究科天体物理学研究室

以下は、参加生徒の感想である。

4日間の体験は非常に貴重なものでした。高校生が大学の研究機関を訪れて、研究をさせていただけたことに

喜びを感じています。

私は小学5年生の頃、宇宙のことに興味を持ち始めました。最初は中学受験用の天体についての本を読んだことがきっかけで、それから様々な天文学の本を買ったり、図書館で借りたりして、宇宙について沢山のことを知りました。しかし、実際宇宙の研究がどのようにされているのか、この数値はどのように算出されたのかなどの、本では知ることができない多くの疑問が浮かびました。

今回、NANTEN2で観測されたデータを読み込む装置とその研究室を拝見しました。とても興味深いものばかりで驚かされました。また、DS9とKVISというソフトを使って分子雲の解析をしました。普段使うことがないものに触れることができました。そして、何より私が抱えていた疑問の多くが解消されました。このようなことが将来できるよう頑張ります。

このような機会をありがとうございました。

(高校1年生 男子)

今回初めて、コンピュータを使って分子雲を観測するというを行いました。私は身近にある星座ともいえるオリオン座を利用していた研究でしたが、誰もが知っている星座の中にたくさんの驚きと、新しい発見がありました。普段私は晴れていると、家の庭から星を眺めることが多いですが、眺めるときは、「今日は昨日より綺麗だな」と感じるくらいでした。しかし、今回の研究を通して、本当は私たちが見ることができる星空の奥に、まだまだ興味深い世界が広がっていることを実感しました。

電波強度の等高線図は、昔、宇宙で起こった不思議かつ衝撃的な出来事の姿をとらえることができます。私はウェスターlund 2の分子雲が以前、衝突したことがわかる等高線に魅了され、自宅で画像をコピーしてみました。コンピュータの画像ではなく、紙で見つめなおしてみることで、改めてその衝突した姿から分子雲の動きの面白さに興味を持つことができました。

宇宙は難解な謎で溢れかえっていますが、それでも多くの天文学者の方々を魅了し、また魅了され続け、歴史を刻みこんできたことには、ただ目の前に存在している不思議だけではなく、その奥にある不思議がその謎に魅



力を秘めさせ、人々に突きつけてきたことにあるのではないか、とも感じられました。

今回の貴重な経験を次に生かし、さらにこの研究を大きく立派なものに仕上げていきたいと思います。

(高校1年生 女子)

10月12日(月・祝) 10:00~13:00「中間発表」

場所：本校第一会議室

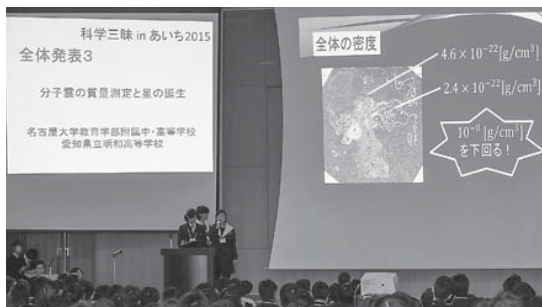


12月25日(金) 科学三昧 in あいち 2015

会場：岡崎コンファレンスセンター

全体口頭発表 テーマ「分子雲の質量測定と星の誕生」

ポスター発表 テーマ「分子雲からのジェットについて」



3月14日(月) 日本天文学会 第18回ジュニアセッション

会場：首都大学東京南大沢キャンパス

ポスター発表 テーマ「分子雲の質量測定と星の誕生」

テーマ「分子雲からのジェットについて」

2) 特殊相対性理論を用いた研究

昨年、特殊相対性理論を用いた研究でミュー粒子の平均寿命、平均速度のとき、大気圏上層部で生成したミュー粒子の地表到達確率を計算した。平均速度以外での地表到達確率を計算するために、今年、Belle Plus でミュー粒子の速度測定実験を行った。ここで得られた実験値とミュー粒子のエネルギーロスから全速度における地表到達確率を計算した。

12月25日(金) 科学三昧 in あいち 2015

会場：岡崎コンファレンスセンター

口頭発表 テーマ「宇宙線が地表に届く確率」

3月21日(月) 2016年度 日本物理学会 第12回Jr.セッション

会場：東北学院大学泉キャンパス

ポスター発表 テーマ「宇宙線が地表に届く確率」

3) インターネット望遠鏡を用いた月の

継続的観測・解析

テーマ「インターネット望遠鏡を利用した天体観測」

7月7日(火) 16:30~18:30

指導者：表 實 慶應義塾大学名誉教授

場所：本校第一総合教室

慶應義塾大学インターネット望遠鏡が運営しているインターネット望遠鏡は、国内外の数箇所にインターネット経由で操作できる望遠鏡を設置し、それを結ぶネットワークを一般に無料で開放している。インターネット望遠鏡を利用した月の観測・解析の方法について、研究を行った。

観測経過日数と月の視直径・輝面比の変化を正弦曲線として最小2乗法を用いて近点月と朔望月を求めた。近点月は27.6日、朔望月は29.7日と算出できた。理科年表の値は、公転周期は27.5日、朔望月は29.5日であるので、かなり良い精度で2周期を求められたと考える。

12月25日(金) 科学三昧 in あいち 2015

会場：岡崎コンファレンスセンター

ポスター発表 テーマ「インターネット望遠鏡を用いた月の継続的観測・解析」

3月14日(月) 日本天文学会 第18回ジュニアセッション

会場：首都大学東京南大沢キャンパス

ポスター発表 テーマ「インターネット望遠鏡を利用した月までの距離・月の2周期の算出」

3月21日(月) 2016年度 日本物理学会 第12回Jr.セッション

会場：東北学院大学泉キャンパス

ポスター発表 テーマ「インターネット望遠鏡を利用した月までの距離・月の2周期の算出」

(2) 成果と課題

天文学の「研究」には正解はなく、新しい仮説を「証明」することは非常に難しいことを実感した。Wd2星団が分子雲衝突によって誕生したと考えているが、完全に「証明」できたわけではなく、違う意見の研究者もいる。いくつもの可能性の中から、観測事実と矛盾しない、最も可能性の高いものを提案した。明和高校との共同研究により、本校の生徒が他校の生徒と研究することは非常に議論が活発になった。今後も続けていきたいと考える。発表資料やポスターの作成時に他校の生徒との連絡手段について課題が残った。 (文責 大羽 徹)