

化学部生徒による化学実験教室実施の指導及び大学教員による高大連携教育の計画と実施



実施担当者 日本大学習志野高等学校
教諭 井上 みどり

1 はじめに

本校化学部は、高校生17名が週3回水・金・土の3回化学実験室で活動を行っている。4月の新入部員の勧誘から始まり、6月の文化祭では、研究発表会と体験実験を実施している。文化祭の研究発表は視聴覚教室を会場にして部員全員が参加して実施する。研究発表のテーマは①ヨウ素でんぷん反応②身近な食品を使ったルミノール反応③ホルモール法でアミノ酸の定量④置換フェノールフタレインの合成の4テーマと、来場者に体験実験をしてもらう七宝焼き・草木染ハンカチ・スライムづくり・ナイロン66・レジンのアクセサリ作り・アワモクモク実験である。特に七宝焼きキーホルダー製作は毎年好評である。

9月には千葉大学主催「高校生理科研究発表会」にポスター発表を行い、千葉県児童生徒教職員科学作品展では「置換フェノールフタレインの合成とpHに対する色変化における置換基の影響」で優秀賞を受賞した。12月にはサイエンスキャッスル、3月には日本化学会関東支部「理科研究発表会」及びつくばサイエンスエッジで研究発表している。

また高大連携教育の一環として、化学部生徒以外にも参加者を募り、毎年数回、土曜の放課後に化学実験教室を実施してきた。生徒の化学への興味関心を高め、実験のスキルをアップするために大変有効な実験教室となった。

2 化学実験教室

2-1 第1回化学実験教室

テーマ：色を科学的に理解する

ガリガリ君ソーダの秘密を知ろう

講師：東邦大学理学部 教授 今井 泉先生

TA（大学院生）1名

日時：平成29年6月24日（土）13：30～15：00

会場：化学実験室

参加生徒：高校1・2年生 30名



ガリガリ君ソーダは天然色素で着色されている。その原料のスピルリナ (Spirulina) は、藍藻綱ユレモ目の幅 5-8 μm 、長さ 300-500 μm ほどの「らせん形」をした濃緑色の単細胞微細藻類である。スピルリナを今井先生が生育し、生きたスピルリナを顕微鏡で観察した。また乾燥して粉末にした物をヘキサンまたアセトンさらに水に溶解した。色変化を観察した。

次に TLC 分析を行った。スピルリナの乾燥粉末をヘキサンとアセトンの混合液に溶解し展開溶媒にもヘキサンとアセトンの混合液を用いた。フィコシアニン、カロテノイド、クロロフィルを分離できた。Rf 値から色素を決定した。さらに潜望鏡型 DVD 分光器を各自が試作し、蛍光スペクトルを携帯電話のカメラ機能を使って撮影した。

2-2 第2回化学実験教室

テーマ：筑波大学発面白不思議科学実験工作隊—
身近なものを科学の目で眺めてみましょう。

講師：筑波大学理工学群応用理工学類
准教授 小林 正美先生

日時：平成29年7月14日 (金)

13:30 から 15:30

会場：本校家庭科室

参加生徒：高校1・2年生 45名



科学が苦手な人にもどんどん好きになってもらえるような楽しい不思議実験をたくさん行った。文系クラスの生徒も参加しにぎやかな実験教室になった。

電子レンジのスイッチを入れると中のCDが夜空の星のようにピカピカ光り、生徒からワーきれいと呼び声が上がった。トイレットペーパーの芯と偏光板を使って分光器を作成した。

次々と繰り広げられる化学の魔術に参加生徒はすっかり夢中になり、あっという間に約2時間が過ぎた。終了後も先生を取り囲み、遅くまで熱心に質問を行った。

2-3 第3回化学実験教室

テーマ：「視覚と先端材料の創生」
～目でものを見ることからものづくりと構造色について～

講師：日本大学理工学部物質応用化学科
准教授 鈴木 佑典先生

日時：10月28日 (土) 11:30~13:00

会場：化学実験室

参加生徒：高校1・2・3年生 23名



先生が薬学出身で化学の研究者になったことから医療と化学を結ぶ講義を行われた。まずはじめにパワーポイントを使っての講義が50分間行われた。その内容は目の構造・視覚、色の基本、構造による色の制御、ものづくりに応用される構造色についてである。

その後、生物由来の試料、化学合成品を用いて、光とエネルギー・構造色について学ぶ簡単な実験を行った。

ヒドロキシプロピルセルロースを用いた液晶の色変化や懸濁液をワイングラスに入れ、光の分光などを楽しんだ。

2-4 第4回化学実験教室

テーマ：「交差アルドール反応」

～炭素原子と炭素原子をつなぐ基本反応～

講師 東京農工大学工学部有機材料化学科

教授 米澤 宣行先生

講師 岡本 昭子先生とTA大学院生3名

日時 2月3日(土) 1:30から3:30

場所 高校化学室

対象 化学部生徒及び1・2・3学年生徒希望者

26名



「交差アルドール反応」～炭素原子と炭素原子をつなぐ基本反応～をテーマに大学2年生が行う有機合成実験に1年生から3年生までの26名が挑戦した。マグネチックスターラーを使い、駒込ピペットで慎重に試薬を滴下していくと透明だった溶液が黄色から茶色の懸濁液に変化した。TLCで反応進行を確認後、溶液をろ過し乾燥、再結晶を行い目的のジベンジリデンアセトンを合成した。初めに薬品を滴下する速度が速かったり、水分が残っていると再結晶がしにくくなった。アスピレーターが不足しているので、ろ紙などを使って水分を除くなど工夫が凝らしてある実験方法でした。高校生には高度な有機合成実験ですが、とても上手に合成ができ化学変化の面白さを、全員で共有できた。

2-5 化学部研究活動のテーマと内容

研究テーマ1：水の硬度とうま味の関係

江戸時代は、江戸はかつおだし、大阪はこんぶだしと料理のだしが異なっていた。それは江戸の水は硬水、大阪の水は軟水で、硬水ではこんぶだしが出にくいためである。これを確かめるために、こんぶの主なうま味成分であるグルタミン酸を軟水と硬水にそれぞれ溶かし、アミノ酸の定量法であるホルモール法を用いて、水溶液中のグルタミン酸量の違いを調べた。グルタミン酸を添加することで硬水の高度が減少することを確かめた。

ホルモール法とは、以下の方法である。アミノ酸はカルボキシ基が水中でほとんどが電離し、水素イオンがアミノ基と結びつき双性イオンとして存在する。そのため、塩基で中和滴定することはできないので、中性ホルマリンを加えアミノ基をメチレン化合物に変えて水溶液中に水素イオンを電離させ、塩基での滴定を可能にする。

研究テーマ2：フェノールのm位・p位に置換基を持つフタレイン色素の合成

一般にフェノールフタレイン類はフェノールのo位に官能基が置換したフェノールたとえば2-メトキシフェノール・サリチル酸・o-クレゾールなどと無水フタル酸の脱水縮合により合成される。また、m位にヒドロキシ基を持つレゾルシノールからは、蛍光色素のフルオレセインが合成できる。そこで、m位、p位に官能基を持つフルオレセイン型の蛍光色素が合成できると考えた。

置換基はメトキシ基、クロロ基、ニトロ基、アミノ基を選んだ。置換フェノールと無水フタル酸に触媒のメタンスルホン酸を加え、150℃で24時間加熱した。緩衝液に各合成物のエタノール溶液を数滴加えpHによる色変化を比較した。pH13における吸収曲線を紫外可視分光光度計で計測した。

m位、p位に官能基を持つフェノール類と無水フタル酸を原料として合成を行い、フルオレセインと同様に蛍光を発するフタレイン色素を合成することを目的とする。

研究テーマ3：サーモンのルミノール反応に対する触媒作用に関する研究

日本化学会関東支部第34回化学クラブ研究発表会化学クラブ銀賞受賞

ルミノールは血液中のヘモグロビンを触媒として発光することが知られている。これまでに、私達は大根の酵素であるペルオキシターゼがルミノール反応の触媒として機能することを確認した。この研究を進展させ、食品を用いた安全で手軽なルミノール発光を目指した。食品中の鉄のうち、動物性の食品に含まれるヘム鉄が触媒として働くことがわかり、これを用いて、魚の分類をしようと考えた。赤身魚はヘム鉄を多く含み³⁾、ルミノール発光させ、白身魚はヘム鉄が少なく、ルミノールを発光させないはずである。この性質を用いて、ルミノール発光で赤身魚と白身魚を区別することができないか考えた。マグロ・タイ・サーモンを試したところ、ヘム鉄を多く含むマグロよりサーモンを用いた場合の方が強く発光した。そこで、サーモンによる触媒効果の要因として、サーモンに多く含まれるアスタキサンチンやビタミンB12を挙げ、その触媒活性について研究した。

研究テーマ4：Application of iodine-starch reaction into the investigation of starch hydrolysis by amylase.

【背景／Background】

Previously we showed that the iodine-starch reaction could be applied as the indicator of acid-base titration. Then we thought this reaction might be able to be used for indicating the reaction progress of the starch hydrolysis reaction by amylase and that we could find the optimal pH and temperature by using this simple method.

【目的／Purpose of the research】

The aim of this research is to confirm that the iodine-starch reaction can be used for checking the progress of the starch hydrolysis reaction by amylase and to use the iodine-starch reaction to find the optimal pH and temperature of this hydrolysis reaction.

3 まとめ

実験の機会を少しでも増やすことで、生徒の理科への興味関心を高めることができた。自分の手と目を使い、実際に実験することで、教科書や黒板で習った内容が自分のものとなり定着できた。また、実験の上手い生徒や下手な生徒がいて、互い教えあうことが学びとなっていた。大学の先生方に高度な内容をかみ砕いて教授していただいたことで、化学好きの生徒が増えることを期待している。

謝辞

本実践に当たり、公益財団法人 中谷医工計測技術振興財団の助成を頂きました。心より御礼を申し上げます。

実験教室のご指導を頂きました、東邦大学理学部 教授 今井 泉先生、筑波大学理工学群応用理工学類 准教授 小林 正美先生、日本大学理工学部物質応用化学科 准教授 鈴木 佑典先生、東京農工大学工学部有機材料化学科 教授 米澤 宣行先生、講師 岡本 昭子先生に深く感謝申し上げます。

参考文献

日本化学会「化学と教育」65巻7号2017年

バッサム・Z. シャカシリ, 教師のためのケミカルデモンストレーション2 化学発光・錯体. 丸善, 1997.

前田侯子「楽しい化学の実験室II」(東京化学同人)(1995)