

テーマ2：遷移金属イオンはなぜ鮮やかに色づいているのか？

(a) ねらい

遷移金属イオンの溶液が、様々な色を示す理由を、結晶場理論に基づいて考えながら、実際の金属イオンの反応させながら、定性的な理解を深めていく。

(b) 操作

- ① Cu(II)アクアイオン、テトラアンミン銅(II)イオンの水溶液を調整して、それぞれの吸収スペクトルを分光光度計で測定する。さらにアンモニア水を過剰に加えて銅(II)水溶液に、アスコルビン酸を加えて、その水溶液の吸収スペクトルも測定する。
- ② 少量の硝酸コバルトを水に溶かし、色を観察したら吸収スペクトルを測定する。さらに試料水溶液をホットプレート上で温めて、さらに塩化アンモニウムを飽和するまで加えて、色の変化を観察する。
- ③ 四塩化チタンをトリフルオロメタンスルホン酸水溶液に溶かし、亜鉛片を加えて還元する。この溶液をろ過して、トリフルオロメタンスルホン酸チタン(III)水溶液をつくる。この水溶液の色を記録して、吸収スペクトルを測定する。
- ④ 微量の過マンガン酸カリウムを水に溶かし、そこへ水酸化ナトリウムの飽和水溶液を加える。この時の色の変化を観察する。
- ⑤ 3Mの希硫酸に溶かした硫酸マンガン(II)水溶液と過マンガン酸カリウム水溶液を混ぜ、色の変化を観察する。

(c) 実験結果について

溶質イオン	水溶液の色	吸収ピーク
① Cu(II)アクアイオン	青白色	800nm
② テトラアンミン銅(II)イオン	濃青色	
③ ②+アスコルビン酸	薄い黄色	350nm

溶質イオン	水溶液の色	吸収ピーク
① 硝酸コバルト	薄い赤色	500nm
② ①を加熱+塩化アンモニウム	濃い青色	

溶質イオン	水溶液の色
① トリフルオロメタンスルホン酸チタン(III)	無色
② ①に亜鉛片を加える	ピンク色

溶質イオン	水溶液の色	吸収ピーク
① 過マンガン酸カリウム	赤紫色	
② ①+水酸化ナトリウム	緑色	500nm
③ ①+硫酸マンガン	薄い赤色	

i 理学部・化学分野実験（その2）8月11日（午後1時～5時）

指導：有本博一助教授、村田健史（TA）、酒井絵美（TA）、野間勲（TA）、

テーマ1：酢酸エチルの合成と塩化t-ブチルの合成

(a) ねらい

アルコール類は反応性の大きな物質であり、種々の合成反応に利用されている。

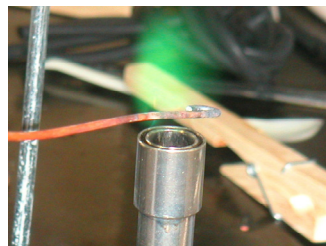
そのひとつとして、エステル化反応と置換反応を行い、あわせて蒸留や抽出を行うことで物質精製の基本操作を学ぶ。

(b) 操作

- ① エタノールと酢酸を 0.20mol ずつ、さらに濃硫酸 5ml を丸底フラスコにとり、2液層にならないように混ぜ合わせる。
- ② 沸騰石を加え、還流冷却器を取り付け、冷却水を流しながら、バーナーで穏やかに加熱する(40分)。
- ③ 反応液を湯浴中で蒸留し、留出液が出なくなるまで加熱を続ける。留出液に無水炭酸カリウムと塩化カルシウムを入れ、栓をして時々よくかき混ぜながら10分間放置する。
- ④ 反応液を枝付きフラスコに移し、再び湯浴中で加熱しながら蒸留を行う。温度は70℃を維持する。
- ⑤ 留分の質量を測定して、収率を計算する。
- ⑥ t-ブチルアルコール 2.4g と濃塩酸9ml を30ml の三角フラスコにとり、コルク栓で軽く栓をして、30~35℃の湯浴中で数分間振り混ぜる。
- ⑦ 内容物を 30ml の分液漏斗に移し、2分間激しく振る。静置して二層に分かれたら、下層の水層は捨てる。同様の操作を2回繰り返したら、t-塩化ブチルを分液漏斗の上から 30ml の三角フラスコに移し、無水炭酸カリウムを加え、数分間静置する。
- ⑧ 反応液を湯浴中で蒸留する(50℃)。留出物を銅線につけ、炎の中に入れてみる。



酢酸エチルの合成



バイルシュタイン反応

テーマ2：アセトアニリドの合成

(a) ねらい

アニリンのアセチル化によってアセトアニリドを合成し、その融点や化学的性質を調べることを通して、有機化学実験の基本操作を理解する。

(b) 操作

- ① 濃塩酸 4.2ml、水 100ml をとり、さらにアニリン4.5ml を加え、かき混ぜて溶解させる。
- ② 300ml のビーカーに水 25ml をとり、酢酸ナトリウム 7.5g を入れて溶かす。アニリン塩酸塩水溶液を少し温めて、無水酢酸5.8ml を加えながら溶解させ、これを直ちに酢酸ナトリウム水溶液に加える。かき混ぜながら冷水でよく冷却すると、アセトアニリドが結晶する。
- ③ 得られたアセトアニリドの少量をとり、融点を測定する。残りは再結晶を行い精製する。精製後の結晶の質量を測定し、収率を計算する。



アセトアニリドの合成

(ウ) 物理分野

① 理学部

実施日時 平成16年8月10日 (火) (午後1時~5時)

11日 (水) (午前9時~午後4時30分)

実施場所 名古屋大学理学部

a 実験テーマ「ゲルマニウムラジオの製作」

(a) ゲルマニウムラジオの製作

ペットボトルにエナメル線を50回巻きコイルを作り、バリコン、セラミックイヤフォン、ゲルマニウムダイオード、アンテナの長いリード線をハンダ付けしてゲルマニウムラジオを作製して視聴した。どの生徒のラジオも良く音が聞こえて感動があった。



ラジオ放送の仕組みの解説

(b) オシロスコープの使い方（基本）

オシロスコープの使い方についての説明を聞いた後に、セラミックイヤフォンに声を入れて自分の声の波形を確認した。また、低周波発信器を音源として自分の聞き取れる周波数の範囲と信号の最小電圧を確認した。

(c) ラジオ放送の仕組み

RLC 直列回路における交流式の取り扱い方を学んだ後に、同調回路の仕組みや同調回路、検波回路、出力回路からなるラジオの仕組み等についての講義を受けた。



傘ラジオの製作

(d) オシロスコープの使い方（発展）

自作コイルの自己インダクタンスやバリコンの静電容量、ゲルマニウムダイオードとふつうのダイオードの特性の違い等をオシロスコープを用いて調べた。

(e) 傘ラジオの製作

ビニール傘を用いて、電磁誘導アンテナを持つ傘ラジオを製作し、製作後は室外に出てその特性について考察した。傘ラジオも音声がよく聞こえて感動の声が上がった。



生徒による発表

(d) 討論・発表

1 日目に出された考察課題について、宿舎において各グループが分担して答えを模索し、講師の前で考えを発表し、その内容について討論がなされた。

② 工学部

実施日時 平成16年8月10日（火）

（午後1時～5時）

平成16年8月10日（水）

（午前9時～午後4時30分）

a テーマ（その1）

「ミクロの世界を見る、さわる」

実施場所 名古屋大学工学研究科 坂研究室



講義風景

(a) 講義「ミクロの世界を探検する」

光学顕微鏡の限界、電子顕微鏡の分類と仕組み、結晶と電子線回折、X線スペクトル分析の原理等について少人数での講義を受けた後、量子工学専攻ナノ構造評価学研究グループによる最近の研究について紹介をいただいた。

(b) 透過電子顕微鏡 (TEM : JEM200CX、H9009) 実習

透過電子顕微鏡を前にしてその構造や原理について解説を受け、多結晶・単結晶試料の拡大像及び電子線回折像を観察し、写真撮影を体験した。また、エネルギー分散型X線分析 (EDX) による組成分析について解説を受けた。



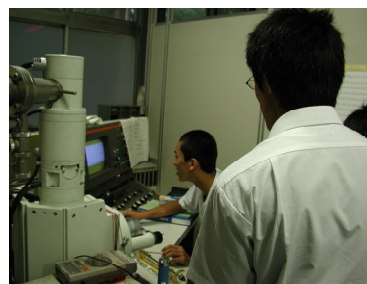
透過電子顕微鏡実習

(c) 走査電子顕微鏡 (SEM) 実習

透過電子顕微鏡を前にしてその構造や原理について解説を受けた。その後、各自が用意した試料について表面処理 (金蒸着等) を行い、観察・撮影を体験した。

(d) イオンビーム加工機 (FIB) 実習

SEM 実習で使用した試料について、二次イオン顕微鏡 (SIM) で観察しながらイオンビームを照射する方法によるマイクロマシニングを体験した。また、この方法が透過電子顕微鏡による検鏡において大切な手法であることを学んだ。



走査電子顕微鏡実習

(e) 超高圧電子顕微鏡 (HVEM) 見学

より微細な構造を見るためには超高電圧で電子を加速して電子線の波長をより短くすることが必要である。

b テーマ (その2) 「超伝導材料の開発研究体験実験」

実施場所 名古屋大学工学研究科 松井研究室

(a) 超伝導材料についての講義

超伝導とは何か、超伝導の歴史と発生原理、超伝導材料焼成の手順、超伝導の応用・未来等について講義をいただいた。

(b) 超伝導材料の焼成実験

原料粉末重量の計算と秤量、乳鉢を用いての粉末の粉碎と混合、マッフル炉による一次焼成、一次焼成試料の粉碎と混合、プレスによる加圧整形、マッフル炉による本焼成の一連の過程を体験した。



マイスナー効果の実験

(c) 超伝導材料の特性の確認実験

本焼成には約20時間がかかるので、事前に用意していただいた本焼成済みの超伝導材料ペレットを用いてマイスナー効果を確認した。その後、そのペレットを短冊に加工して、液体窒素温度付近で電気抵抗の温度に伴う変化を調べ、超伝導が起きていることを確認した。



講義風景

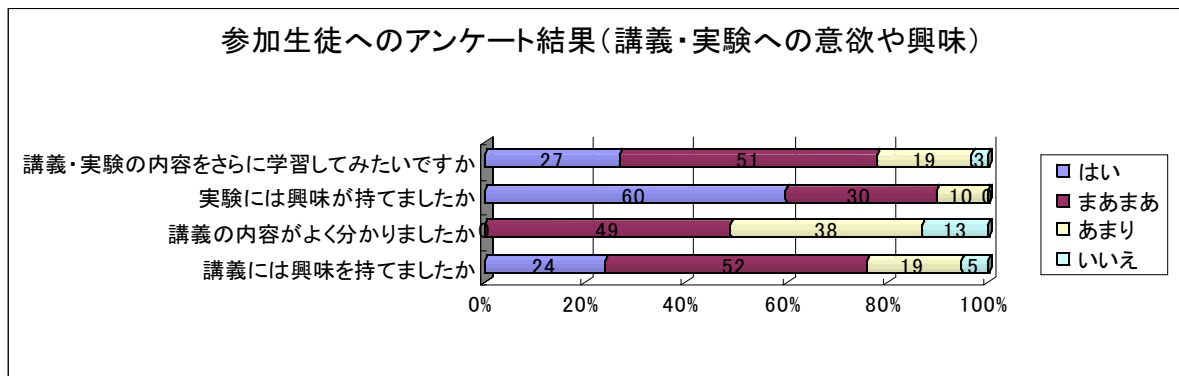
(d) 生徒が作成した超伝導材料ペレットは、後日、超伝導特性等を1つ1つ確認していただいた後に、学校へ郵送していただいた。

(3) 成果と反省

ア 事業実施による成果

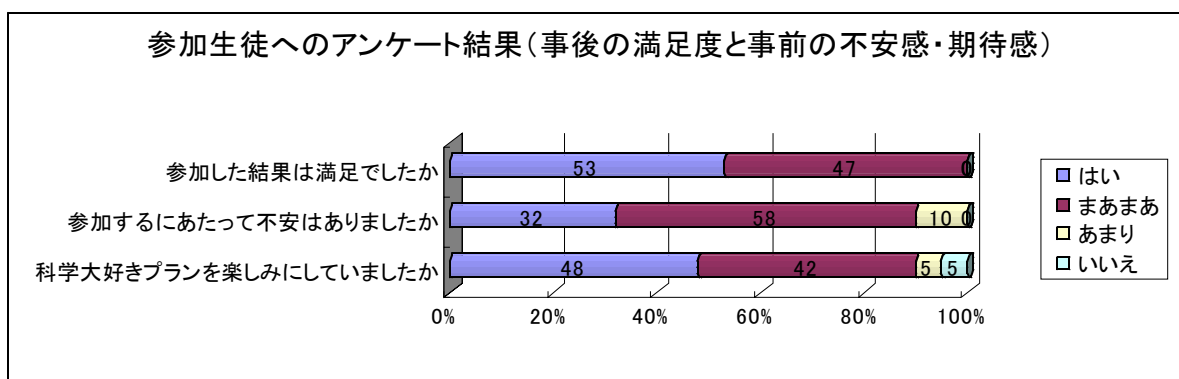
各実験に参加した生徒に行ったアンケートの集計結果 (下のグラフ参照) によると、8

割前後の生徒が、実験実習を通して科学技術への興味と更なる学習意欲をかき立てられたことが分かる。また、科学大好きプランで得たこととして、「一つの疑問をふくらませ、自分たちの持っている知識をフル活用して、いろいろ考える時間を持ったという体験」や「疑問を持ち質問したりして皆で考えることの楽しさと重要性」などといった研究の中で疑問を持ちたりチームワークを生かして仕事をする事の大切さに気づいた生徒の意見が目立った。また、この事業で得られたこととして、「高校では教科書に載っている実験しか行わないが、大学では自分で実験の手順を組み立てる創造性があるという事実」や「失敗が発見につながる材料であること」や「生物の不思議さを実感した」などを挙げている。



イ 事業全体の評価

教師に勧められてこの事業に参加した生徒が53%と半数を超え、興味や関心から自ら参加した生徒の42%を上回った。また、夏休みの受験勉強の大切な期間に、しかも岡崎高校と初めて名古屋大学で合同で実験を行い、合宿の中での話し合いを通じて研究を深めていくことなどに対し、参加する生徒には不安感がかなりあった。一方、「高等学校ではできないような本格的な実験が名古屋大学ででき、いろいろな質問もできる」とか「大学という環境に触れて何か刺激を受けるかなと思った」など科学大好きプランに対する生徒の期待感も同時に大きかった。しかし、この事業を実施した後は、すべての生徒が何らかの満足感を覚え、その主な理由に「実験や講義から生まれた多くの疑問を岡崎高校の生徒と一緒に追究できた」、「いろいろな難しい実験が自分で実施でき、新しい知識・世界に触れられた」等を挙げている。(下のグラフ参照)



今回特徴的だったのは、大学の関係者や岡崎高校の生徒と出会い、大きな刺激を受けたことである。それは、「大学の先生方が私達に何かを得て欲しいと思って真剣に指導してくださっていることが分かった」、「岡崎高校の生徒の新鮮な考え方を聞けたり、その姿勢の素晴らしさが大変刺激になった」等、良かった点として挙げる生徒が多かったことに見られる。また、「 Mn^{6+} と Mn^{3+} の色」、「アポトーシスで明瞭に青い点が見えたこと」、「イオン顕微鏡を使ってセミの足に自分の名前を彫ったこと」等、専門的な分野での体験が生

徒の感動に結びついていることも嬉しいことである。

しかし、今年度は日程がきつかった上に、大学教授が話される内容に少し難しいところもあり、生徒の講義理解が不十分であった点は、十分反省して今後に生かしていかなければいけない。

ウ 今後の課題

(ア) 事前指導と大学との連携について

今回は、事前学習の時間があまりとれなかった。

また、大学での講義内容も化学の講義でも未習の物理分野が出てくるといったように幅広く内容の濃いものだった。今年は去年の反省に基づき、出来る限り高校の授業と結びつきの強い内容に設定し、生徒に考えさせる時間を作ろうと努力してきたが、まだ全体としては改善の余地が残った。高校の教員から大学への自主的な働きかけをさらに増やし、生徒には分かりやすく丁寧な事前指導を工夫していかなければならない。

(イ) 日程について

大学関係者のご好意とご熱意により、朝早くから5時頃まで実験実習をさせていただくことができたが、実験の種類が多くなったり、講義の時間も長くなったりした上に、遠く離れた宿舎での生活時間もハードなものになってしまった。2泊3日の場合は生徒の疲労も蓄積してくるので、話し合いや研修のまとめの時間と共に睡眠時間もしっかり確保してやらなければならない。

(ウ) 生徒の自己評価について

今年も毎晩、生徒にレポートを書かせた。岡崎高校生とグループを組ませディスカッションをさせながら実験や講義のまとめをさせたのは、他人からの評価も受けることになり、それなりに良い交流ができた。ただし、評価方法については、SSHの先輩校である岡崎高校のように、ポートフォリオ形式で自己の研修過程を残していく評価も今後検討していきたい。



大学の先生への質問



夜のディスカッション