

ホウ酸の溶液化学
～酸解離反応と錯生成反応～

【化学1】

福岡県立鞍手高等学校 SSH 部 化学班

(指導教諭名) 小田 裕
(生徒名) 有馬みさと 宇佐美優奈

1 研究の目的

ホウ素は高校の化学では詳しく扱うことはないが、ホウ素に関する研究は水処理の現場や医療現場においてその必要性が高まっている。中でも、ホウ素を含む化合物であるホウ酸は一般的な物質であるが、弱酸であるために中和滴定での濃度決定ができない。そこでホウ酸の濃度決定の方法を確立しようと思い、この研究を始めた。

2 研究方法

まず、実際にホウ酸の pH を測り、その後ホウ酸に様々なポリオール（糖類）を加えたものと比較する。どのような仕組みで中和滴定ができるようになるのかをつきとめ、その中で、どのポリオールがホウ酸の pH を効率的に下げられるか調べる。また、そのポリオールを用いて正確な値を出すことができる量を調べる。

3 得られた結果

NMR による調査の結果、ポリオールを加えたホウ酸水溶液中には錯体が生じていたことがわかった。また、ヒドロキシ基を多く持つポリオールの方がより効率的に pH を下げられることがわかった。その中でもキシリトールを用いて正確な値が出せる量を測定した結果、用いたホウ酸の物質量の 5 倍以上の物質量を加えるとそれができるとわかった。

4 まとめ

溶液中に錯体が生じていたことから、ポリオールが溶液中にあるホウ酸陰イオンを消費することによって酸解離平衡を保とうとして H⁺が増加し、それによって溶液の酸性度が上がると推察できる。また、ホウ酸の滴定を効率的に行うためにはよりヒドロキシ基の多いポリオールを加えるとよいことがわかった。

5 今後の課題

今回はより効率的にということを目的にしたため、量の研究はキシリトールの実験しか行わなかった。そのため、ホウ酸の滴定に必要なポリオールの量の関係を見つけ出すことができなかった。このため、今後の研究でそれを明らかにしていきたい。ホウ素研究の社会的なニーズが高い面から見てもホウ酸の濃度決定の方法を確立することは非常に重要である。私たちは今後の研究でより効率的な濃度決定の方法を見つけ出し、社会の役に立つ研究を行っていこうと思う。

身近な有機化合物の合成
～香料の合成～

【化学2】

福岡県立鞍手高等学校 SSH部 化学班

(指導教諭名) 小田 裕

(生徒名) 岡田 和之 亀谷 一成 出口 巧実 中川 裕太

1 研究目的

香料と人間との歴史は非常に古く、メソポタミア時代にはすでに使用されていたとされ、現在では、香水、石鹸、食品などその用途は多岐にわたっている。また、香料には二つの種類があり、比較的入手しやすい植物性香料と、動物保護条約などで入手が困難な場合がある動物性香料がある。私たちはその多様性に興味を持ち、今回はこれらの中からいくつかの香料の合成方法について学ぶことを目的とした。

2 研究方法

本研究は有機化合物を合成し、香料を作り出すことが目的である。まず、基礎実験としてシトロネロールのアセチル化、酢酸シトロネニルの合成と反応追跡などを行った。その後、本研究の目標である酢酸スチラリルの合成(香料の不斉合成)を行った。また、高速液体クロマトグラフィー(HPLC)を用い光学異性体の分離をすることで、出来上がった香料に含まれる光学異性体の生成比を求めた。さらに NMR 測定を行い目的の物質が得られていることを確認した。

3 得られた結果

高速液体クロマトグラフィーを用いて酢酸スチラリルを R 体と S 体に分離し匂いを嗅いだ結果、両者の匂いの違いを確認することができた。また、NMR 測定を行うと、物質ごとに異なるピークがグラフ中に見られ、目的の物質の合成を確認できた。

4 まとめ

合成するための溶媒や触媒によって、反応の収率が変化する。また、同じ分子量でも構造式の中にラセミ体を含めば、違った匂いの香料が合成される。こうした構造式のわずかな違いでも、人間の嗅覚で判別することができる。

5 今後の課題

実験中のわずかなミスや誤差によって、合成される香料は理論値より少なくなる。よって収率が 100%となることはまずない。私たちの行った実験で合成できた香料の収率は 89%であった。しかし、実際には大量生産によって得られる香料の収率は、よくても 50%程度であるという。今回の実験での反省点をふまえ、今後は大量生産で収率を上げる方法を考えていきたい。

(指導教諭名) 小田 裕

(生徒名) 西島拓海 森下裕貴

1 研究の目的

本来、多くの金属塩は水には溶けるが、有機溶媒には溶けない。金属塩を有機溶媒に溶かすことでもっと広い視点での研究が可能になると思い、この研究を始めることにした。

2 研究方法

金属塩である臭化カリウムに、有機溶媒であるエタノールを加えたものと、さらにクラウンエーテルを加えたものの溶け方を比較して考察を行う。また、その考察が正しいものか確認するためにX線構造解析を利用し、その結果からさらに推察を進めた。

3 得られた結果

臭化カリウムは、エタノールだけの溶媒には溶けなかった。しかし、クラウンエーテルを加えた溶媒には溶かすことが出来た。また、X線構造解析を使い、結果を見るとクラウンエーテルが輪の中央にカリウムイオンが取り込まれていることがわかった。考察の結果、クラウンエーテルには金属イオンを取り込む性質があるので、それによって臭化カリウムをエタノールに溶かすことが可能になったと分かった。

4 まとめ

多くの金属塩は、有機溶媒に溶けにくい。しかし、クラウンエーテルを使うことで、輪の中央に金属塩を取り込み、結果、有機溶媒に溶かすことが可能になると分かった。

5 今後の課題

クラウンエーテルを使うことによって金属塩を有機溶媒に溶かすことが可能になることが分かった。今後は日常生活でこの性質がどのように活用されているのか調べたいと思う。

群とその応用
～対称性について～

【数学1】

福岡県立鞍手高等学校 SSH部 数学班

(指導教諭名) 麻生 晋扶

(生徒名) 朝原 優、大久保 智裕、香月 海輝斗、立和名 隼人、堀川 透、雪 篤流

1 研究の目的

私たちは数学が他の分野へどのように応用されているのかを詳しく知りたいと考えた。数学において、ものの大きさは数で測り、対称性は群で測る。また、数学が自然科学の土台であること、化学や物理などの他の分野にも絡んでくることはよく耳にする。高等学校の数学では群の概念は特に扱われていないが、「見かけは異なるものであっても、見方を変えることで同じものとみなせる」ことを群を用いて確かめようと思った。

2 研究方法

群の定義を簡単な例を用いて理解する。分子モデルにおいて、回転移動や折り返し(鏡映)を用いてその対称性を調べる。3次の対称群(S_3)、アンモニア分子における対称操作のなす群(C_{3v} 点群)、エタンのねじれ立体配座における対称操作のなす群(D_3 点群)などの乗積表を考え、群として同型であるかどうか確認する。

3 得られた結果

- ・ 3次の対称群(S_3)、アンモニア分子(C_{3v} 点群)において、 $S_3 \cong C_{3v}$
- ・ 3次の対称群(S_3)、エタンのねじれ立体配座(D_3 点群)において、 $S_3 \cong D_3$
- ・ C_6 点群、 C_{3h} 点群において、 $C_6 \cong C_{3h}$

4 まとめ

群の概念は、数学とくに代数において最も基本的なものであることを知ることができ、さらにその考え方をいれれば対称性を重要視する自然科学・芸術の分野に応用できることも学習できた。

5 今後の課題

私たちが今回学習したことは、数学と化学が密接に関わっている部分のほんの一端である。視野をさらに広げていけば、関連した部分は無数にも存在するものと思われる。それらを研究・解明していくには、数学はもちろん他の分野についても幅広い知識を身に付けていくことが必要であると感じた。

おんさの振動についての研究
～おんさはどうやって振動するのか～

【物理 1】

福岡県立鞍手高等学校 SSH 部 化学班

(指導教諭名) 後藤 修二
(生徒名) 關野 龍太郎

1 研究目的

おんさとは純音を発生させるための簡単な音響機器で、U 字形の鋼鉄製の棒に柄を取り付けたものである。福岡教育大学の太田教授がストロボスコープでおんさの動きを見る実験を見た際、おんさがとても興味深い動きをすることに気がついた。そこで、おんさがどのように振動するかについて研究し、また、振動数の違いにより、おんさの振動が変化するのかについても研究したいと思った。

2 研究方法

【実験①】 おんさの形状から見た振動解析

大きさの異なるおんさ 5 種類を用いてそれぞれ、台に固定しスローで撮影し、おんさの動きを解析した。

【実験②】 おんさの振動数と振動の解析

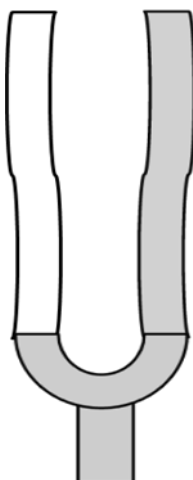
各おんさの振動数を目測・オシロスコープの 2 種類で測定し、振動数の大小により振動がどう変化するのか観察した。

目測の測定法 スロー動画を見ておんさが 20 回振動するのに何秒かかるかストップウォッチで測定し、計算して振動数を導く
スロー動画を見ておんさが 20 回振動するのに何秒かかるかストップウォッチで測定し、計算して振動数を導く。

振動数の測定 (オシロスコープ) おんさ 1～5 の振動数をオシロスコープを用いてそれぞれ 5 回ずつ測定し平均を求める。

3 得られた結果

【実験①】 おんさが湾曲部に二つの節をもつ横振動をすることがわかった。【図 1】
(図 1)



【実験②】

振動数の測定結果

	目測	オシロスコープ	差 (オシロー目測)
振動の変化			
おんさ 1	391.2 Hz	392 Hz	+0.8
おんさ 2	350.4 Hz	349 Hz	-1.4
おんさ 3	415.2 Hz	415 Hz	-0.2
おんさ 4	369.4 Hz	368 Hz	-1.4
おんさ 5	340.8 Hz	342 Hz	+1.2

振動数の差の大きさによりおんさの振動が変化したことが確認できた。

4 まとめ

- この実験を通しておんさの振動は私が予想していたものより、異なる結果となった。
- 振動数の異なるおんさにおいても振動の様子は、変化しないことが分かった。

5 今後の課題

おんさにおいては、振動数が棒の長さの二乗にほぼ反比例し厚さに比例することが分かっているため現在この検証実験に取り組んでいきたいと思う。また、おんさの材質による振動数の変化についても実験を考えている。

ボーリング
～ストライクの可能性～

【物理2】

福岡県立鞍手高等学校 SSH 部 物理班

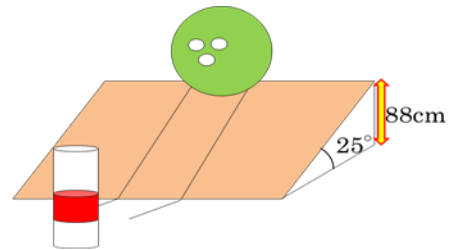
(指導教諭名) 高倉 維
(生徒名) 筒井 正幸 滝本 航士郎

1 研究目的

今回、課題研究のテーマを決める際に福岡教育大学の犬後先生からMOA-2Dというソフトについて教えていただいた。MOA-2Dというソフトとは、物体の運動に関して、位置、時間、速度、加速度を測定することができるものです。これを用いて運動解析するテーマを多数考えた結果、複雑な運動するボーリングのボールとピンの運動を解析し、ストライクを出すためのピンの位置、ボールの速度等の条件を導出することにした。

2 研究方法

斜面からボールを転がし、ボールとピンは実際のボーリング場からいただき準備した。(ピン20本、ボール7ポンド、15ポンド)
ハイスピードカメラで上から撮影し、スロー再生でピンとボールの運動を解析した。



【実験1】ピンとボールの衝突の運動解析

- ①ボールの速度一定でピンの位置を変えた場合
- ②ピンの位置を一定でボールの速度を変えた場合

(目的) 1番ピンの運動を解析するため。

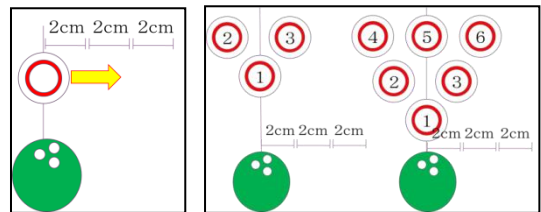


図1：実験1

図2：実験2

【実験2】

ピンを3本、6本と増やし、速度一定でピンの位置を2・4・6・8・10cm横にずらした場合のピンの倒れ方を解析した。(図2)(目的)各ピンの倒れ方の規則性を発見するため。

【実験3】実験1～2より、ストライクがおこるためのピンの位置に関して仮説を立てた。

[仮説1]

ボール→1番→3番→6番→10番ピン、ボール→2番→5番→9番ピン

ボール→4番→8番ピンボール→7番ピンと倒れるよう、計算の結果、ピンを中心から左右13.7cmの位置に仮定した。

[仮説2]

15ポンドと7ポンドのボールの中心から運動方向までの角度を計算し、中心から7番ピンまでの角度43度で衝突するボールの質量を算出した結果、11.5ポンドと仮定した。

【実験4】仮説の実証実験

1番ピンを左右13.7cmずらした状態で

10本ピンを配列し、ボールを衝突させる。

(目的) 仮説1の実証と、ピンの倒れ方をさらに解析していくため。

4 得られた結果

【実験1】①速度一定でピンの位置をボールから離れた場合

- ・ピンの角度とボールの角度はともに大きくなった。(ただし、ピンの角度はボールの角度より大きい。)

②ピンの位置を一定でボールの速度を大きくした場合

- ・ピンの角度には変化しない。ボールの角度は大きくなった。

	2cm	4cm	6cm	2cm	4cm	6cm
1回目	11	19	42	11	25	42
2回目	9	19	35	15	25	44
3回目	8	25	41	15	25	43
4回目	14	25	39	14	25	38
5回目	11	24	39	11	24	38
平均	13	24	39	13	25	40

	左			右		
	2cm	4cm	6cm	2cm	4cm	6cm
1回目	10	15	20	9	16	42
2回目	10	14	20	10	18	44
3回目	6	17	20	13	25	43
4回目	13	23	23	12	25	38
5回目	14	21	22	10	24	38
平均	11	17	18	11	17	18

表

1 ピンの角度【°】

表2 ボールの角度【°】

【実験2】

①ピンが3本のとき

- ・2・4・6・8・10cmに関してすべての場合で全てのピンが倒れた。
- ・ピンの倒れ方の規則性は特に確認できなかった。

②ピンが6本のとき

- ・2cmでは3番ピンが残るようになった。
- ・4cm, 6cmは全て倒れたが、規則性は確認できなかった。
- ・8cm, 10cmでは全て倒れ、また規則性としてはボール→1番→3番→6番→10番ピンという順に、短い時間間隔で真っ直ぐ衝突し倒れることが分かった。

【実験3】

仮説1の実証実験を行い、結果として6番ピン・7番ピンが残ってしまった。

ボール→1番→3番→6番→10番ピン

の規則性が崩れたため、仮説1の実証は不可能だと判断した。

5 今後の課題

- ・仮説2の実証実験を行う。
- ・0cm, 2cm, 4cm, 6cmの場合に関してもう一度ピンの倒れ方の規則性がないか観察する。

福岡県立鞍手高等学校 理数科2年 総合班

(指導教諭名) 後藤修二

(生徒名) 安部祐子 狐鼻若菜 田代泉

1,目的

現在、大洪水時の河川の氾濫の想定としてハザードマップが用いられている。今年の7月14日の豪雨と、その後の7月18日に行われた西田先生（長崎大学）による講義をきっかけに、私達はハザードマップというものに興味を持ち、自分達の手でハザードマップを作成し、さらに従来のものよりも情報が多く、わかりやすいオリジナルのハザードマップを作成することを目的とした研究を始めた。

2,作成方法

西田先生方に協力していただいて地元の地域のシミュレーションを作成し、それをオリジナルのハザードマップの原型として用いる。シミュレーションは、地図に国土交通省から提供される国土数値情報（地形、標高、土壌）、降水量、排水ポンプの大きさを入力して作成する。

3,結論

シミュレーションを作成することで、直方市の洪水時の水の増減にかかる時間や水の溜まりやすい場所、降水量が最大になるときの川の水位が最大するときには時間差があることなどを知ることができた。また、シミュレーションは2D,3Dの2種類作成することができた。今回は、3Dのシミュレーションに時刻を入力したものを、オリジナルのハザードマップとして使うことができた。

4,今後の課題

今回作ったハザードマップに道路や避難場所などを入力し、さらにわかりやすく改良していきたいと思う。また、今回設定した範囲よりさらに広範囲のハザードマップを作成し、ネットを通じて配信することで多くの人に利用してもらえるようにしていきたい。

(指導教諭名) 村上 滋

(生徒名) 松尾流稀 平戸祐大 狐鼻若菜 田代泉 出口巧実

1 研究の目的

現代の私達にとって身近な問題に、エネルギー問題が挙げられる。その中で色々なエネルギー資源が見直されているが、私達はバイオエネルギー、特に微生物による発電に注目した。そこで微生物を用いてもっとも効率良く発電し、バイオエネルギーをより得る方法を調べ、エネルギー問題の対策になるか確かめることにした。

2 研究方法

まず、微生物を採取するために身の回りの微生物がいると考えられる泥を採取、培養し微生物燃料電池を作成する。作成した微生物燃料電池の発電の様子を観察・記録し、どこで採取した泥であるかやどの様な微生物がより大きなエネルギーを作り出すかを判定する。発電が著しいものを利用し、グルコース・アスパラギン培地と滅菌した培養液を用いて微生物を培養し、発電に必要な微生物の有無を調べる。微生物が検出できた場合、分離・活性させ発電との関係を調べる。できない場合は、どの様な微生物が発電に関係しているかを調べる。微生物の種類 (DNA) と発電量との関係を考察することでバイオエネルギーの研究を進める。

3 得られた結果

発電した微生物燃料電池からは、鉄還元菌が検出された。このことから、鉄還元菌が発電に大きく関係していることが分かった。今後の研究では、検出された鉄還元菌の DNA を分析することにより、それがどういった種類・特性であるかを調べ、発電量との相互関係を調べようと思う。

4 まとめ

発電と鉄還元菌は大きく関係している。現時点では DNA との相互関係は検証中である。これからの研究で実験を繰り返すことによりデータを集め、それらを検証しもっとも効率良くエネルギーを得る方法・微生物、得たエネルギーでできる物事の限界を考察していく。

5 今後の課題

今回得られるであろう微生物の DNA と発電量との関係から、バイオエネルギーの理解をより一層深めることができると思われる。身近なものからエネルギー問題を解決しうる可能性を秘めたものと出会い、自らの視野を広げることの大切さ知った。今回のことを機に、微生物と発電について研究していきたいと考えている。