

学習効果を上げる試み

— 教育学部化学実験の場合 —

小松原 恵子*¹⁾・大橋 ゆか子*²⁾

A Trial to Promote Studying Effect
— Chemistry Experiments for Students of Faculty of Education —

Keiko Komatsubara, Yukako Ohashi

1. はじめに

我々は、本学教育学部理科専修の化学実験を担当しており、身近な物質をとりいれて学習効果を上げる努力をしている。無機陽イオン定性分析実験では、錯イオン形成を利用し陽イオンを分離する方法を学ぶ際に、銅錯体を身近なものの分析に利用する例として、牛乳とクリームのビューレット反応、ジュースとグラニュー糖のフェーリング反応を比較する実験をさせている。陽イオン定性分析実験の総括として未知試料を分析させているが、モロヘイヤ、ホーレン草、かいわれ、緑茶を灰化し硝酸で溶かして作成した試料を未知試料として渡し陽イオンを決定させた。鉄、アルミニウム、カリウム、カルシウム、マグネシウムのイオンの沈殿を分離することが出来る。

また可視吸収スペクトルの学習のところにおいて、大気汚染公害として話題になっているNO₂を簡易測定法で検出する実験を行わせている。

キレート滴定では、市販の豆腐の中のMgとCaイオンの量を決定させている。

このように身近な物質を実験に導入するこ

とにより、化学がより身近になり学生の学習意欲が増し学習効果があがったので報告する。

2. 学生の状況に関する調査

理科専修に入学した学生は1学年35名であり、小学校の教員免許状と中学の理科教員免許状を取得するが、高校で文系コースに属していたものもあり、理科科目の履修状況は充分とはいえない。

理科専修の1995～1997年入学の学生に対して高校での理科の履修状況の調査を行った。調査結果を平均すると各科目の履修率は、物理46%、化学73%、生物62%、地学11%であった。

表1にアンケート内容を示す。

理科が好きかという問いに、殆どの学生は小学校で理科が好きだったと答えているが、中学校になると約3分の2に減少している。好きな理由としては、理科に興味があったことと理解しやすく成績が良かった、であり、嫌いな理由は中学になり暗記が多く、見えないことの理解が出来にくくなったこと、計算が多くなったことを挙げている。

理科を好きな学生は、いずれも授業の内容に興味があり、楽しかったとしていることから、大学の化学教育においても、学生の興味を喚起する工夫が必要となる。そこで、我々は、学習効果を上げる方法としてパソコンの

*¹⁾ こまつばら けいこ 文教大学教育学部

*²⁾ おおはし ゆかこ 文教大学教育学部

表 1

化学実験の学習効果をあげる参考にしたいのでアンケートにご協力下さい。

1997. 1. 13.

化学研究室 小松原

(1) あなたは、小学校の時理科は好きでしたか、嫌いでしたか。

どちらかを選び理由を書いて下さい。

好きだった理由	嫌いだった理由

(2) あなたは、中学校になって理科は好きでしたか、嫌いでしたか。

どちらかを選び理由を書いて下さい。

好きだった理由	嫌いだった理由

(3) あなたが、高等学校で履修した科目はどれですか。○印をして下さい。

その科目は、好きでしたか、嫌いでしたか。

	履修した	好き	嫌い
理科 I			
物理			
化学			
生物			
地学			

(4) 高等学校で化学を履修した人にたずねます(該当のところ全てに○印)

化学が好きだった理由	化学が嫌いだった理由	
化学への興味あり	覚える事が多い	
反応等に興味があった	1. 反応式	
原子レベルでものを考えるのがおもしろい	2. 有機化学	
理解しやすい	3. 実験がほとんどなく実験方法や結果の暗記ばかり	
発見の喜び	難しい	
生活に役立つ	1. 化学式、反応式が難しい	
身近な事物を理論的に説明できる	2. 用語が難しい	
授業が楽しかった	3. 試験が出来ない	
実験への興味あり	4. 原子レベルの話になると実験が目で見られないのでイメージがわからない	
実験が好き		
実験が楽しい	計算が苦手	
色の変化や沈殿の生成がおもしろかった		
実験により自分の目で確かめられる		
その他 具体的に	その他 具体的に	

学習効果を上げる試み

活用と身近な物質の活用を実験の中に取り入れている。

3. 化学実験の年間計画と評価

表2では現在行っている化学実験の年間計画である。1年間で22回あり、1回の実験は、2時限（3時間）をあてている。

実験終了後は、次週までにレポートを提出させ、表3のような評価をして返却している。文章を書くのが苦手な学生が多いことから、「文章表現」という項目を入れ、注意をうながすことにより、1年たつと、読みやすいレポートを作成する学生がふえている。

表2 化学実験年間予定（22回）

化学実験Ⅰ（前期）	化学実験Ⅱ（後期）
有機化学実験 6回	無機化学実験 6回
容量分析化学実験 5回	物理化学実験 5回

4. 学習効果を上げる試み

4-1 パソコンの活用

酸・塩基の滴定曲線の作成、反応速度・活性化エネルギーの決定、吸着平衡の実験で、データ処理、グラフの作成にパソコンを使っている。それぞれの結果を図1に示す。

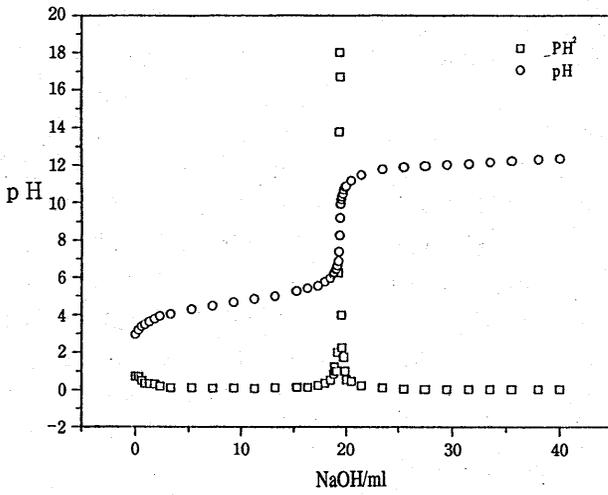
パソコンの使用は、使用目的がはっきりしている時は、学生の習得効果は大きく、パソコンの使用の習熟は、卒業研究などのデータ処理に大いに役立っている。またこれを機にパソコンに対して積極的な取り組みが見受けられるようになった。

表3

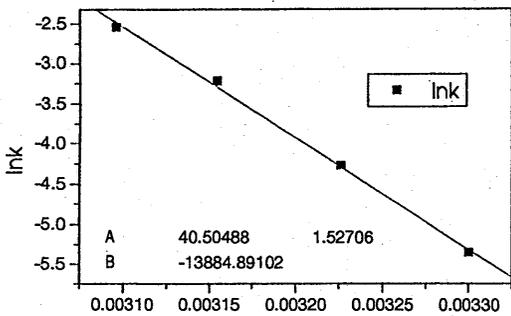
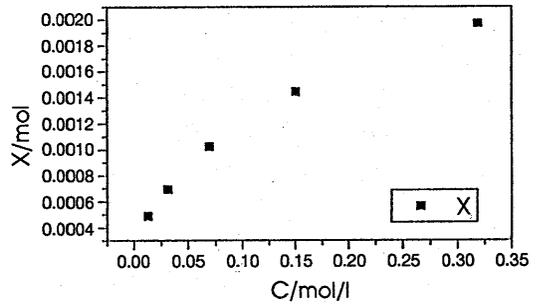
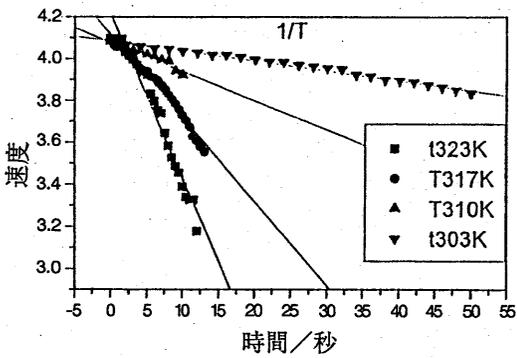
評 価

	良 い		普 通	不 充 分		再 検 討
形式						
図の扱い						
表の扱い						
誤差の扱い						
結果の整理・検討						
考察の内容						
文章表現						

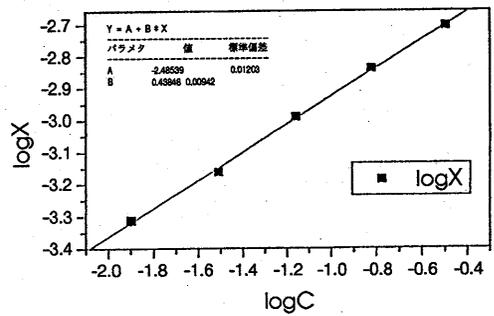
総 合 評 価	良 い		普 通	不 充 分		再 提 出



中和滴定



反応速度と活性化エネルギー



吸着平衡

図1

4-2 身近な物質の活用

4-2-1 マグネシウムとカルシウムのキレート滴定

この実験は、最初に硝酸マグネシウムと硝酸カルシウムの混合溶液を使用してカルシウムイオン (Ca^{2+}) とマグネシウムイオン (Mg^{2+}) のEDTA滴定をさせ、終了した学生には、市販の豆腐の絞り汁について同様の実験をさせている。

天然にがり(主成分は塩化マグネシウム)は、豆乳を急速に凝固させる働きがあるので、昔は、豆腐は固い物であった。現在は、凝固剤として硝酸カルシウム(すまし粉)を使用することにより、簡単に豆乳を凝固させ、量産が可能になった。一方味に関しては、塩化マグネシウムの苦味が大豆の旨味をひきたてる役目をしている。

表4は、今年の実験結果である。

Cは非常にやわらかいので容器に入った形で販売されている。AとBは同じメーカーの絹ごしと木綿豆腐である。実験に用いた豆腐中の Ca^{2+} と Mg^{2+} の含有量とかたさ・味・表面のようすなどを関連させることにより、化学が身近なものに感じたこととレポートに書いている学生が多いことから学習効果は上がっていると考えられる。

表4 豆腐中の Mg^{2+} と Ca^{2+} (mg)

	$\text{Mg}^{2+}+\text{Ca}^{2+}$	Ca^{2+}	Mg^{2+}
A(絹) ¥146	8.14	1.82	6.32
B(綿) ¥146	8.61	1.58	7.04
C(絹) ¥200	6.57	0.94	5.63
D(カルシウム豆腐) ¥150	9.17	0.91	8.25

4-2-2 牛乳とクリープのビューレット反応とジュースとグラニュー糖のフェーリング反応

ビューレット反応によるタンパク質の定性分析、フェーリング反応による還元性のある糖の定性分析については、中学校、高等学校の応用実験として体験している学生もいる。今回はこの反応が銅イオンの性質の利用であることを確認し、遷移金属イオンの身近な利用に気付かせることを目的とする。ビューレット反応はクリープと牛乳をフェーリング反応はグラニュー糖とジュース(果糖)を比較させ、牛乳では紫色を呈し、クリープでは、変化のないこと、グラニュー糖は還元性はなく青色のままであり、ジュースは、緑色から黄土色に変化し、ブドウ糖、果糖が還元して酸化銅(I)の沈殿を生じたことを理解した。

4-2-3 モロヘイヤ、ホーレン草、緑茶、かいわれの陽イオン成分の決定

陽イオンの定性分析には、4回の実験をあてており、各イオンの検出実験を個別に行い、特有の沈殿を濾紙にとり貼り付けたものを準備してから、総括として未知試料の分析をさせている。

今までは、8種類の陽イオンを組み合わせた未知試料を渡し、図2のような、陽イオン系統分析法で、含まれるイオンの沈殿を採取させていた。今回の試料は、市販の乾燥したモロヘイヤ、ホーレン草、緑茶、かいわれを約5時間つぼ内でガスバーナーにより灰化し、6M硝酸で溶解後蒸発乾固し、再度6M硝酸で溶解し、濾過後脱イオン水で300mlに希釈したものを用いた。

これらの試料を使用した未知試料分析の学生の反応は、「興味深く、楽しみながら実験が出来、クイズを解くようで楽しかった」と書いている。

食品であるために水銀やクロムなどの有害元素は含まれない制約はあるが学習効果は上がったと考える。

学習効果を上げる試み

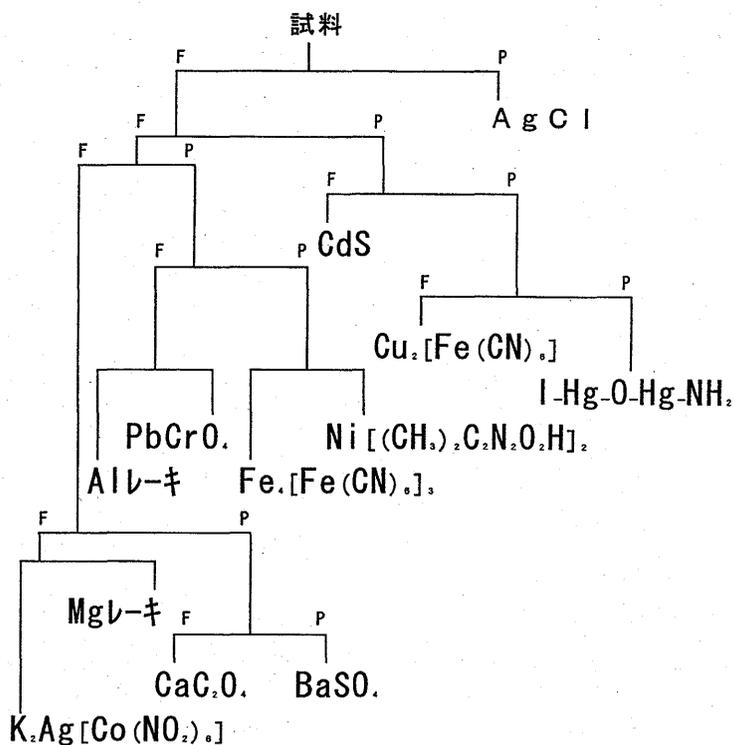


図2 無機定性分析実験流れ図

レポート作成時に食品分析表により陽イオンの人体への影響を調べることで、学生が化学の日常生活での役割を再認識していた。

この実験による結果を検討するため我々は

次のような実験を行ってみた。まず0.2gのモロヘイヤを用いて定量分析を行った結果を表5に示す。

イオンの質量をみるとカルシウムイオンが

表5 モロヘイヤの分析結果 (沈殿量)

	試 薬	乾 燥 葉 質 量 (g)	文 献 生 葉 質 量 (g)	イオンの 質 量 比	文 献 値 質 量 比
Al ³⁺	アルミニオン	0.0016	—	2.3	—
Ca ²⁺	しゅう酸 アンモニウム	0.0071	0.298	100	100
Fe ³⁺	ヘキサシアノ鉄 (Ⅱ) 酸カリウム	0.0002	0.011	2.8	3.7
Mg ²⁺	チタンイエロー 水酸化ナトリウム	0.0008	0.055	11.3	18.5
K ⁺	ヘキサニトロコバルト (Ⅲ) 酸ナトリウム	0.0035	微量	49.3	—

最も多く、次いでカリウム、マグネシウムである。

モロヘイヤについて生葉の分析値が報告されているので、カルシウムイオンを100とした質量比に換算し実験値と比べてみた。表5に示すように両者の値はほぼ一致していた。

我々の実験結果では、カリウムイオンが多く沈殿し、アルミニウムイオンも沈殿した。

乾燥した状態で手に入るものが便利なので、モロヘイヤの他に緑茶、乾燥ほーれん草、わ

かめ、ひじきも分析した。

写真に示すように明瞭な差が見られたイオンは、アルミニウムであった。

液が黄味を帯びているだけで赤色沈殿が生じなかったのは、わかめ、ひじきの海藻であった。そこで、水耕栽培のかいわれを用いて分析してみた。左から4番目であるがやはりアルミニウムイオンは検出されなかった。イオン含有量はモロヘイヤが一番多く、かいわれは非常に少ない。

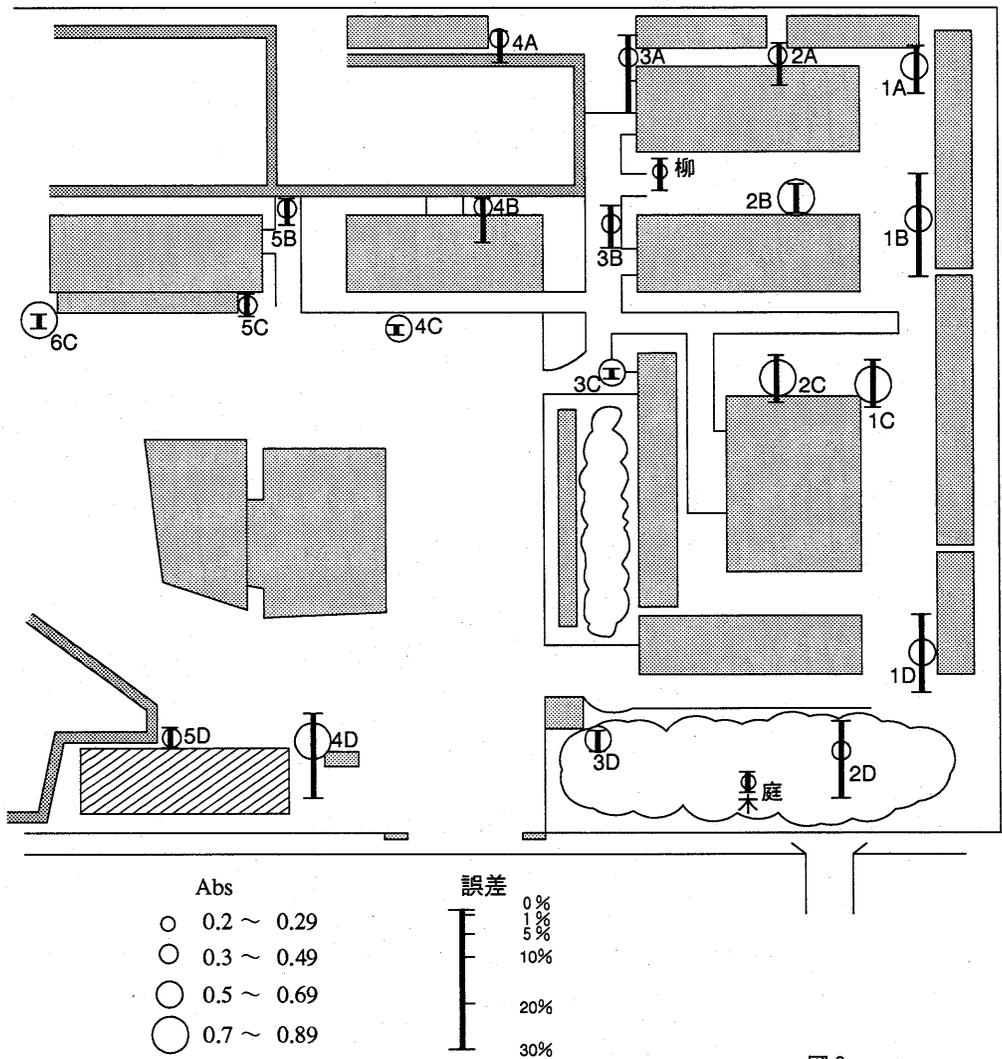


図 3

4-2-4 可視吸収スペクトルの学習

可視吸収スペクトルのところでは、メチルオレンジの酸・塩基平衡定数の決定という基礎的実験に加えて、可視吸収を用いて大気汚染公害として話題になっている NO_2 を検出する天谷方式簡易測定法の予備実験を行った。

学生数が多いことを活用して大学構内の NO_2 濃度マップを作ることにした。大学構内の測定点を決め、学生が班ごとに実験の前日にサンプルびんを所定の場所に設置し、実験当日回収し、分光光度計で測定した。測定地点ごとのデータのばらつきについては、平均値と平均値からのずれの百分率を求めた。全データを大学構内の地図上に表示し(図3)を学生に渡し、この図を通して学内の汚染状況を検討した。

NO_2 の濃度でみると最悪の場所は、一般道に近くまた正門からの出入りの車両が多い正門付近の電話ボックスであり、最良の所は、学内で一番樹木が多い5号館前の木であった。

学生は、木の葉が NO_2 の浄化に寄与していることに気付くとともに風の流れ、交通量との関連など生活環境中での大気汚染状況を知ることが出来、大いに興味を示した。

5. おわりに

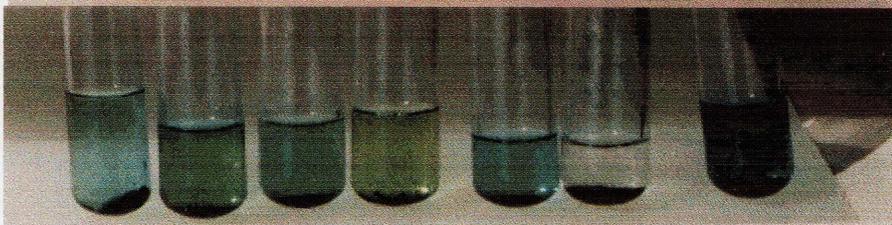
大学の化学実験は、基本的な内容の習得を目的としている。身近なことにおきかえて行ったことが、学生の興味を強くし、学習効果をあげることにつながったと考える。今後も工夫し、更に学習効果を上げていきたい。

文 献

- 1) 日本分析化学会北海道支部編：水の分析，1995
- 2) 天谷和夫：大気の汚れ，合同出版社，1996
- 3) 芦澤正和：オールカラー版食品図鑑，女子栄養大学出版部，1997



Al³⁺



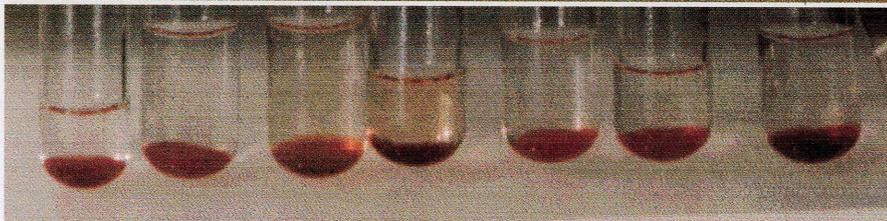
Fe³⁺



Ca²⁺



K⁺



Mg²⁺

ひじき

わかめ (2)

わかめ (1)

かいわれ

ほうれん草

モロヘイヤ

緑茶