

酸化銅（Ⅱ）を用いたエタノールの酸化実験

－生徒に考えさせる授業プランの検討－

高橋 理恵

有機化合物は私たちにとって身近な物質が多く、その反応も興味深いものがある。しかし、有機化合物の実験は目に見える大きな変化があまりないため、生徒にとっては結果がわかりにくく、また失敗するケースも多かった。今回、理科教育センターのフリープラン研修において「エタノールの酸化実験」について、アセトアルデヒドと同時に酢酸も生成する実験方法および授業プランについて検討した。

[キーワード] エタノール 酸化 アセトアルデヒド 酢酸

はじめに

エタノールは有機化合物の中で最も身近な物質の一つといえる。エタノールからアセトアルデヒド、さらには酢酸へと変化する酸化反応は、反応によって身近な物質である酢酸が生成することや、酵素による生体内の反応としても興味深く感じられる。しかし、教科書で扱われている実験では、二クロム酸カリウムを用いてエタノールを酸化し、アセトアルデヒドを確認するまでで、酢酸の生成、確認までは行われていない。

エタノールからアセトアルデヒド、酢酸まで酸化させる実験方法として、理科教育センターの近藤先生からアドバイスをいただき、研修講座で行っている酸化銅（Ⅱ）を用いたメタノールの酸化実験をエタノールで行い、その試薬の量を検討した。また、アルコールからカルボン酸までの授業のまとめとして、生徒に考えさせながら実験を行う授業プランについても検討した。

1 酸化銅（Ⅱ）を用いたエタノールの酸化準備

エタノール、酸化銅（Ⅱ）、硝酸銀水溶液、6 mol/Lアンモニア水、大型試験管（φ30mm）、試験管（φ18mm）、気体誘導管つきゴム栓、脱

脂綿、薬さじ、300mLビーカー（2個）、5 mL 駒込ピペット（2本）、スタンド

方法

- (1) 大型試験管に脱脂綿0.8 gを詰める。エタノール4 mLを脱脂綿に含ませ、スタンドにつける。
- (2) 酸化銅（Ⅱ）1.5 gを大型試験管の中央部分に入れ、気体誘導管つきゴム栓をつける。酸化銅（Ⅱ）は脱脂綿から3～4 cmほど離し、できるだけ薄く広げるようにする。（図1）



図1 大型試験管の準備

- (3) ビーカーに氷水を用意する。
- (4) 試験管に硝酸銀水溶液5 mLをとり、アンモニア水を加える。酸化銀（Ⅰ）の褐色沈殿が消えるまで、アンモニア水を過剰に加える。沈殿が消えたら、試験管は(3)の氷水につけておく。
- (5) 大型試験管内の酸化銅（Ⅱ）部分をガスバーナーで加熱し、酸化銅（Ⅱ）の色が変わり

始めたら、誘導管を(4)のアンモニア性硝酸銀水溶液に入れる。(図2)



図2 実験装置全体

穏やかに酸化銅（Ⅱ）全体を加熱する。アンモニア性硝酸銀水溶液内に発生する気泡が1秒間に2個程度のペースがよい。

- (6) 酸化銅（Ⅱ）の色が半分くらい変わったら、別のビーカーにお湯（70℃程度）を用意しておく。
- (7) 酸化銅（Ⅱ）の色が全部変わったら（またはアンモニア性硝酸銀水溶液中に黄色い沈殿が生じ始めたら）、誘導管をアンモニア性硝酸銀水溶液から抜いて、加熱をやめる。アンモニア性硝酸銀水溶液は氷水から取り出し、(6)のお湯につけておく（銀鏡反応）。酸化銅（Ⅱ）の色がまだ黒い場合はさらに加熱を続ける。
- (8) 大型試験管の口の部分に生成した液体が何であるかを確認する。（において、リトマス紙など）

2 実験結果

(1)アセトアルデヒドの検出（銀鏡反応）

この実験の操作のポイントは酸化銅（Ⅱ）の加熱の仕方である。酸化銅（Ⅱ）を約10～15分程度の加熱で還元するようにすると、銀が析出し、アセトアルデヒドの生成を確認することができた。酸化銅（Ⅱ）は強く加熱すると、アンモニア性硝酸銀水溶液中に黄色沈殿（炭酸銀と考えられる）が多量に生成し、銀鏡反応が起こ

らないため、アセトアルデヒドの生成を確認することができない。また、穏やかに加熱をしても時間をかけ過ぎると銀は析出しないので、黄色沈殿が生成しないように気をつけながら酸化銅（Ⅱ）を加熱するとよい。もし沈殿が生成したら誘導管をアンモニア性硝酸銀水溶液から外し、酸化銅（Ⅱ）は完全に還元されるまで加熱を続けるようにする。(図3)



図3 加熱後の銅

(2)酢酸の生成

この実験では、大型試験管の口の部分に生成した液体が酢酸である。酢酸であることは①において、②青リトマス紙の赤変、③炭酸水素ナトリウムとの反応（二酸化炭素の発生）によって確認することができる。ゴム栓を外すときには生成した液体（酢酸）が飛び散らないように静かに外す。

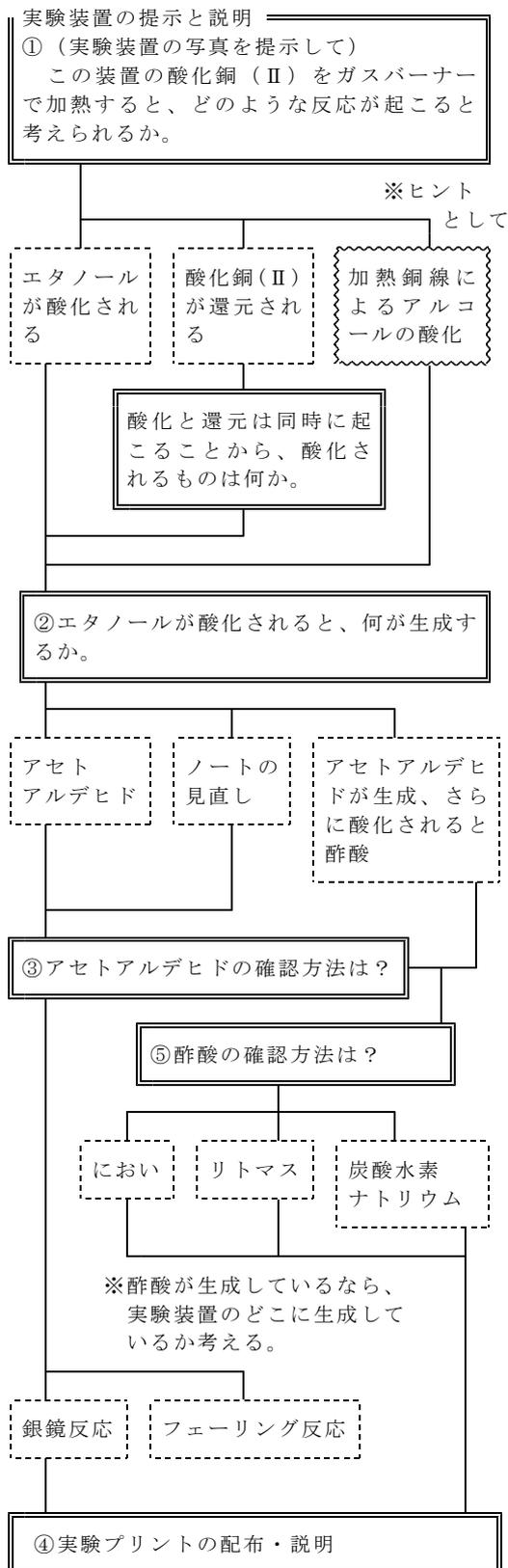
3 授業プラン

この実験はアルコールからカルボン酸までの授業のまとめとして行い、次の三点を目的とした。

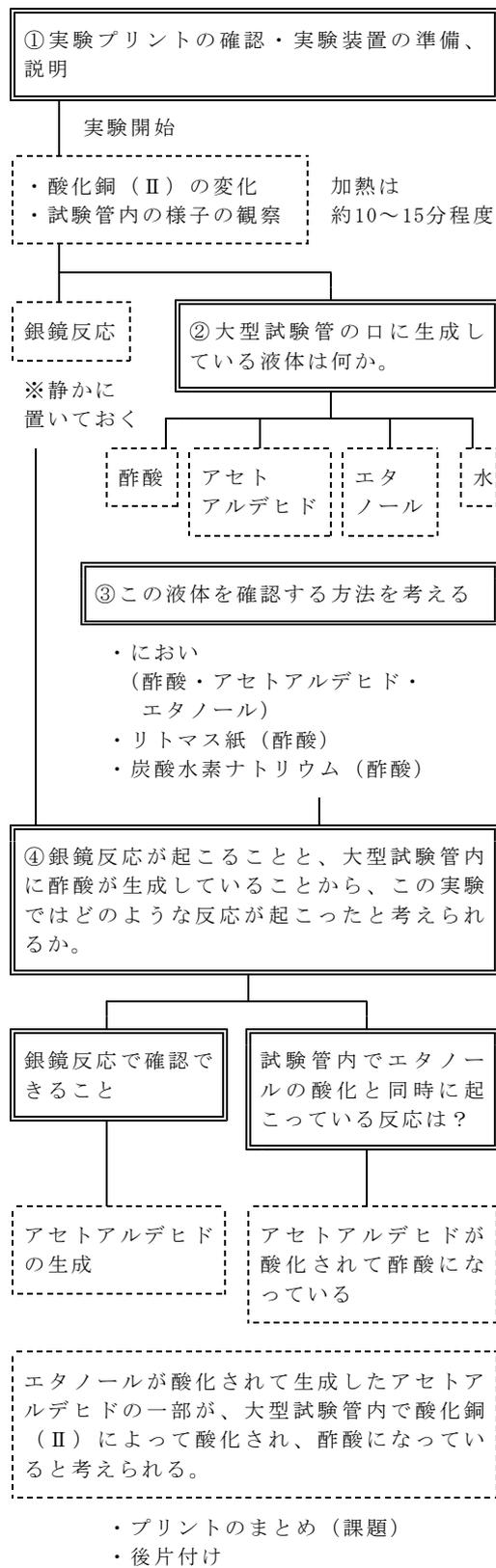
- ① エタノールを酸化することによってアセトアルデヒドを経て酢酸が生成することを実際に確かめる。
- ② 生成する物質や確認方法について生徒自身が考える。
- ③ 実験結果、考察等を記述する力を養う。

今回の実験の進め方として、試行錯誤をせずに方法や結果、答えを求めるのではなく、持っている知識をもとに「生徒自身が考える」ことを重視したいと考えた。そのため、実験前の授業では実験について生徒が考え、予想をする時間を10分程度設定した。

(1) 実験前の授業



(2) 実験当日



4 実践結果

実験前の授業では、「エタノールが酸化され、アセトアルデヒドが生成する」ことと、その確認方法までは考えさせることができたが、「酢酸が生成する」ことまでは生徒の発言から引き出すことはできなかった。しかし、プリントの予想欄には「アセトアルデヒド→酢酸」と書いた生徒がいたので、実験を行う前の確認の際に発言を促すようにした。

また、「酢酸の確認方法」を実験の途中で考えさせる予定だったが、班によって実験の進捗に差ができていたので、個々の班ごとに対応することにした。酢酸の「におい」が確認できなかったのは5班中1班のみであった。酢酸のにおいはかなりきつかったらしく、生徒には印象深く残ったようで、実験の感想にも一番多く書かれていた。その他の確認方法では、生成した液体（酢酸）の量が少ないにもかかわらず炭酸水素ナトリウムを多量に加えたため、発泡（二酸化炭素が発生）することが確認できなかった班が複数あった。

銀鏡反応では、授業時間内に銀が析出したのは1班のみで、授業終了後に確認できたのが他2班だった。授業終了後に確認できた班については、析出した銀の量も少なかった。（図4）

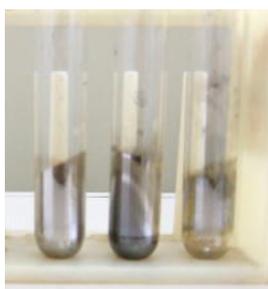


図4 銀鏡反応結果

5 反省点・改善点

(1) 実験について

① 銀鏡反応

時間内に銀が析出した班は加熱時間が10分程度と短時間であったことと、黄色沈殿が少し生

成したところで誘導管を外したところが他の班とは異なっていた。他の班は黄色沈殿は生成しなかったものの、加熱に少し時間がかかっていた。加熱した際に発生する気泡が1秒間に2～3個程度になっても、沈殿の生成に注意しながら、10～15分程度で酸化銅（Ⅱ）が加熱し終わるようにするのがよいのではないかと考える。

② 適切な試薬の量

アンモニア性硝酸銀水溶液を調整する際に、沈殿が消えてからもアンモニア水を加える生徒がいたり、生成した酢酸の量が少ないにもかかわらず炭酸水素ナトリウムを多量に加え、発泡の様子を観察できないなど、適切な試薬の量を判断できていない班がみられた。教員が細かく指示することはもちろん、実験経験を積み、生徒に判断する力をつけさせる必要性も感じた。

(2) 授業の進め方について

今回は生徒自身が「考える」ことも授業の目的の一つとし、どのような反応が起こるか予想をたてさせることで、生徒が積極的に実験に取り組める雰囲気ができた。しかし、考察などを深めさせる点ではまだ不十分であった。年間の授業の中で、知識はもちろん「考える力」を積み上げていくことが必要であり、そのためには授業の進め方も再度考え直していかなければならないと強く感じた。

おわりに

今回の研修では、実験方法についてはもちろん、自分自身の授業方法について見直すことができ、よい機会となった。

この実験・授業プランの作成、実践にあたり、ご指導、ご助言をいただいた理科教育センター化学研究班の先生方にこの場を借りてお礼申し上げます。

（たかはし りえ 北海道砂川高等学校）