# ICT 機器を活用した生徒実験の実践報告

# -高等学校化学から「ヘスの法則の確認」・「凝固点降下法による分子量測定」-

# 長田 学

桐朋女子中学校・高等学校

キーワード:ICT、化学実験、ヘスの法則、凝固点降下法

Practical report of student experiments using ICT equipment - Senior high school subject Chemistry "Confirmation of Hess' law" · "Measurement of molecular weight by freezing point depression" -

#### Manabu Osada

Toho Girls' Junior & Senior High School

#### 1. はじめに

桐朋女子中・高等学校(以下、本校)で は、2019年度から年次進行で1人1台の タブレット端末導入を進めている。本年度 (2021年度)においては中学校3年生か ら高等学校3年生までの4学年に導入済 みである。これに伴って本校では、教科教 育のみならず進路指導をはじめとして学校 生活において様々な場面でタブレット端末 を活用しようという機運が高まっている。 そうした中で、ICT 機器を導入することに より、これまで高等学校化学の授業で実施 してきた生徒実験をよりよいものにするた めに見直しを行った。具体的には、より精 度の高い結果が得られないだろうか、煩雑 な操作を簡略化できないだろうかといった 視点である。

本稿では、化学反応とエネルギーの単元 から「へスの法則の確認」と物質の状態の 単元から「凝固点降下法による分子量測 定」の2つの実践例を報告する。「へスの 法則の確認」は高等学校2年生で、「凝固 点降下法による分子量測定」は高等学校3 年生で実施した。

#### 2. 実践例

タブレット端末とワイヤレス温度計センサ(島津 PS-3201)との接続

時間毎の温度測定とその結果の記録を自 動化するためにワイヤレス温度計センサを 用いることにした。これをタブレット端末 と接続するためには「SPARKvue」という アプリケーションが必要となるため、予め 端末にインストールしてから生徒の手にわ たるように手配した。

実際に生徒たちに向けて説明をした内容 については、**添付資料1**を参照していただ きたい。

(2) ヘスの法則の確認

へスの法則を利用してマグネシウムの 燃焼熱を求める実験を2人1班で行った。 実験操作の概要は次の通りである。

《操作》

 1酸化マグネシウムと塩酸の反応熱の測定
 ①フォームポリスチレン製コップに1 mol/ L塩酸 100 mLを入れる。マグネティッ

クスターラーを中速程度に設定して撹拌 する。

- ②正確に酸化マグネシウム 1.00 gをはか り取る。
- ③測定開始ボタンを押して、温度の測定を 始める。60秒後に②で準備したものを、 ①の塩酸に加える。

# ||マグネシウムと塩酸の反応熱の測定

- ④フォームポリスチレン製コップに1 mol/ L 塩酸 100 mL を入れる。マグネティッ クスターラーを中速程度に設定して撹拌 する。
- ⑤正確にマグネシウム粉末 0.60gをはか り取る。
- ⑥測定開始ボタンを押して、温度の測定を 始める。60秒後に⑤で準備したものを、 ④の塩酸に加える。

具体的には、2コマ分の授業時間を確保 して進めた。まず1コマ目は、教室でタ ブレット端末とワイヤレス温度センサの接 続方法及びアプリケーションの使い方((1) の内容)を確認した。その後、Iの部分の 演示実験を行った。2コマ目は実験室に移 動し、Ⅱの部分の操作を生徒たちが実際に 行った(写真1、2)。



写真1



写真2

(3) 凝固点降下法による分子量測定

p-キシレン(凝固点:13.3℃、モル凝固 点降下 K<sub>f</sub>: 4.3 K•kg/mol) を溶媒に用いて、 純粋な溶媒の凝固点と、ナフタレンまたは 安息香酸を溶かしたキシレン溶液の凝固点 の2つを測定し、その差からナフタレン または安息香酸の分子量を算出した。実験 操作の概要は次の通りである。

《操作》

I p- キシレン(純溶媒)の凝固点の測定

- ①小型試験管に p- キシレン 5.0 g を正確に はかり取る。撹拌子を入れ、スターラー でゆっくりと攪拌する。
- ②冷凍庫から寒剤をとり出し、スターラー の中央に置く。測定の準備が整ったら① で準備した小型試験管を入れる。これと 同時に測定を開始する(写真3)。



写真 3

3

③測定が終了したら、寒剤から小型試験管 をとり出して、p-キシレンを室温に戻す。 寒剤は冷凍庫に戻す。

#### || p- キシレン溶液の凝固点の測定

- ④ナフタレンまたは安息香酸 0.10 gを正確にはかり取る。これを、p-キシレンに加え、スターラーでゆっくりと攪拌して溶質を完全に溶かす。
- ⑤冷凍庫から寒剤をとり出し、スターラーの中央に置く。測定の準備が整ったら④で準備した小型試験管を入れる。これと同時に測定を開始する。

本校では、高校3年に設置している「化 学(4単位)」の授業が2コマ連続で配当 されている。そのため、実験の準備から後 片付けまでの一連の流れを余裕をもって行 うことができた(**写真4**)。



写直4

# 3. 成果と課題

今回、このように生徒実験に ICT 機器を 取り入れたことで、多くの生徒が測定(従 来の温度計の目盛りの読み取り)に手を取 られずに様々な現象の観察に集中できるこ とが大きな成果であったといえる。実験中 には「変化のようすも観察しなさい」と指 示するが、へスの法則を確かめる実験等で は、どうしても温度測定に注意が奪われて しまうことが多かった。また、ストップ ウォッチを使い一定の間隔で温度を読み取 るのだが、班員同士でタイミングが合わず に測定を飛ばしてしまったり、その瞬間に 温度計の目盛りを読み取らなければならな いため、ある程度の経験が必要であったり もする。このような測定による人為的な誤 差が少なくなったことも成果として挙げら れるだろう。

高校2年生の実践例では、教室でタブ レット端末と測定に用いるワイヤレス温度 計センサとの接続の仕方について説明した。 そして、酸化マグネシウムと塩酸の反応熱 を測定する部分を演示実験とした。具体的 な操作を生徒たちに示すことによって、次 の時間の操作がスムーズになったことや実 験データの保存と共有の仕方についても概 ね把握できた様子であった。生徒たちは、 日頃からデジタル機器に慣れ親しんでいる ため、初めて扱う機器であったが、操作方 法の説明に多くの時間を割く必要はなかっ た。

一方、課題としては、実験データの保存 と班員同士でのデータの共有が挙げられ る。温度計センサは「SPARKvue」という アプリケーションで起動し制御する。この ため、実験データも独自形式のファイルで 保存されるため、アプリケーションがイン ストールされていない端末ではファイルを 開くことができない。そのため、実験デー タが開いている状態でスクリーンショット するなど画面保存を行ってから、本校では 授業の連絡等の様々な場面で利用している、 Microsoft 社の「Teams」上で共有した。こ のときに、画像データファイルをタブレッ ト端末に保存できなかったり、何らかの理 由で Teams 上に保存できなかったりする トラブルがあった。

実験そのものの精度については、 高校3 年生で実施した、凝固点降下法による分子 量の測定では、満足できる結果が得られた。 また、安息香酸が溶媒中でどの程度二量体 を形成しているかも考察することができた。 一方、高校2年生で実施したへスの法則 を確かめる実験については、理論上得られ る結果と大きな開きがあった。これは、今 回導入した ICT 機器の影響によるものでは なく、実験を二部構成にし、粉末の酸化マ グネシウムを使用したためである。酸化マ グネシウムには、潮解性があり、変質する。 したがって、長期間保存してあるものを定 量実験に使うことは避けた方がよかった。 参考にした実験例1)では、マグネシウム リボンを燃焼した後、すぐに、塩酸と反応 させて反応熱の測定を行っていた。

# 4. おわりに

現在、教育現場に ICT 機器の導入が進ん でいるが、その活用方法については手探り の状態であり、また、それぞれの学校に委 ねられているのではないかと感じている。 本校においても、各教科、各部署で知恵を 出しながら、生徒にとってより良い活用法 はないかと模索している。その中で、化学 科では、実験での活用を柱に準備をすすめ てきた。この報告書をまとめるにあたって 見えてきた成果と課題を今後に活かし、さ らに多くの学年で ICT 機器を活用した実践 例を発信できるように研究を重ねていく所 存である。

最後に、生徒実験に ICT 機器を導入す ることが新型コロナウイルス(COVIT-19) 感染症の対策につながったことを付け加え ておく。これは、測定を自動化することに より個人で作業が可能となったこと、つま り、なるべく実験器具を共有させない、実 験中の私語を減らしたいという実験におけ る対策と合致したということである。意図 したねらいとは異なるが、副産物として十 分に評価できる成果であった。

# 参考文献

化学と教育 Vol.49 No.7 2001 定番!化
 学実験-高校版 5:熱化学に関する実験
 Mgの燃焼熱を求めよう- Hessの法則の
 利用 古寺 順一





⑤ 画面右上の「Bluetooth 接続」のアイコンをクリックする。接続したいセンサを選択する。



<sup>※</sup>場合によっては、利用可能なセンサインターフェイスの候補に複数のセンサが現れることも。 自分の手元にあるセンサの番号を確認して選択すること



※同様に、表の上にある「測定を選択」のアイコンをクリックし、左列は「時間」、右列は「温度」をクリック する

| ⑧ 測定間隔の設定。画面左下の ・ のアイコンをクリックする  | )。 |
|---|----|
|   |    |
|   |    |
|   |    |
|   |    |
| ●         ● |    |



これで、測定の準備が完了しました!(ケッコウタイヘンデスヨネ・・・)

あとは、画面下部の中央にある緑のボタンを押せば OK。測定開始です。



<u>-9</u>



② 画面下部のクリップアイコンをクリック。「コンピュータからアップロード」を選択する。



|   | Work >   |
|---|--|
| ➡ 開<  | ×  |
| $\label{eq:matrix} \leftarrow \ \rightarrow \ \checkmark \ \uparrow \ \blacksquare \ \ \ My \ SP \ \Rightarrow \ Saved \ Work \ \Rightarrow \ \ \checkmark \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$   | Saved Workの検索  |
| 整理▼ 新しいフォルダー  | E • 🔳 🕐  |
| <ul> <li>種子植物</li> <li>○ OneDrive - 桐朋学</li> <li>● PC</li> <li>● 3D オブジェクト</li> <li>● ダウンロード</li> <li>■ デスクトップ</li> <li>ビクチャ</li> <li>■ ビデオ</li> <li>● ビデオ</li> <li>● シュージック</li> <li>シュージック</li> <li>シュージック</li> <li>○ 名前</li> <li>● 20210510_MgOvsHCI</li> <li>■ 20210512_benzene_fp1</li> <li>■ 20210512_benzene_fp1</li> <li>■ 20210514酸化マグネックA.の反応熱</li> <li>○ 20210510_MgOvsHCI</li> <li>■ 20210510_MgOvsHCI</li> <li>○ 20210510_MgOvsHCI</li> <li>○ 20210510_MgOvsHCI</li> <li>○ 20210510_MgOvsHCI</li> <li>○ 20210510_MgVsHCI</li> <li>○ 20210510_MgVsHCI</li> <li>○ 20210510_MgvSHCI</li> <li>○ 20210511_MgOvsHCI</li> </ul> | 更新日時<br>2021/05/10 17:40<br>2021/05/10 17:13<br>2021/05/12 14:57<br>2021/05/12 15:42<br>2021/05/14 12:15<br>2021/05/10 17:40<br>2021/05/10 17:40<br>2021/05/10 17:10<br>2021/05/10 17:11<br>2021/05/11 10:36 |
| マイルを(N): [ All F  | *<br>iiles (*.*) ~<br>開く(O) キャンセル  |

③ 共有したい実験データを探し出す。保存先は先ほど確認した場所です。

④ 共有するファイルを選択し,「開く」を押す。 これで安心せずに, teamsの送信ボタンも押し忘れないように。



以上