

## IB校（国際バカロレア認定校）での探究的な学習

東京学芸大学附属国際中等教育学校  
森本 裕子

1

## IBの趣旨を取り入れたSSH

本校SSH理科では国際バカロレア（IB）理科の「探究的な学び」の趣旨に基づき、また新学習指導要領における「探究の過程」を実現するべく、社会への応用、現代社会への課題を授業設計の軸とし、科学的な研究の方法の習得や探究的な学びの実現を目指している。そのために、SSH理科では以下の3つに重点をおいている。

1. 「社会への応用、現代社会への課題」を授業設計の軸にする。
2. 「科学的な探究の方法」を習得することを目的とした実験デザインの重視
3. 「構造化された探究」ではなく「導かれた探究」の実施

※なお、「構造化された探究」とは生徒がある程度決まった過程で探究するのに対して、「導かれた探究」とは生徒が自身で問題解決の過程を考える。

2

## IBのScienceの特徴 「化学」指導の手引きより

### トピック11 測定とデータ処理（10時間）

すべての測定には精度と正確度に限界があり、実験結果を評価する際にはこのことを考慮に入れる必要がある。

#### 【理解】

- ・ 定性的データには、測定からではなく観察から得たすべての比数値情報が含まれる。
- ・ 定量的データは測定から得られ、器具や反応時間など測定する側による限界によって確定される偶然誤差や不確かさと常に関連している。
- ・ データ処理における偶然誤差の広がり、最終結果に対する不確かさの影響を示している。
- ・ 実験デザインや実験手法は通常、測定において系統誤差を引き起こし、特定の方向に逸脱する原因となる。
- ・ 試験や測定を繰り返すことで偶然誤差を減らすことになるが、系統誤差を減らすことにはならない。

3

## データの扱いについての学習

### 精度と正確さ

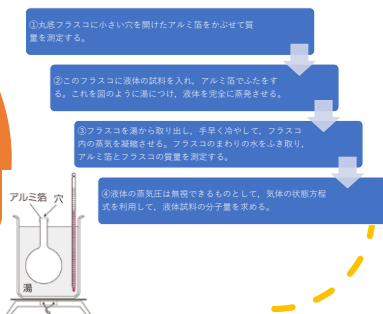


系統誤差 → 正確さに影響する。実験デザインに細心の注意を払うことで、しばしば減らすことができる。  
機器の限界や欠陥、実験デザイン、個人ミスによって生じる。

偶然誤差 → 精度に影響する。測定を繰り返すことで減らすことができる。  
測定において制御できない変数によって生じる。

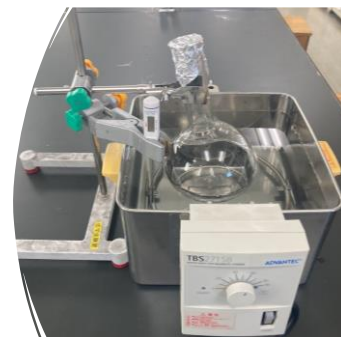
4

## 気体の分子量測定の実験



5

## 実験装置



6

$$M = \frac{wRT}{P V} \quad \left( \begin{array}{l} P: \text{圧力} \\ V: \text{体積} \end{array} \right) \quad \left( \begin{array}{l} R: \text{気体定数} \\ W: \text{質量} \\ T: \text{温度} \end{array} \right)$$

Mが大きい原因として考えられるのは、

- ① W が大きすぎた
  - ② T が大きすぎた
  - ③ V が小さすぎた
- の3点がある。

7

次に②の改善方法について考えていく。

実験1においてTは孔底ガラスの近くの湯に付いたデジタル温度計の指示値(20.3°C)と足し合わせ、絶対温度[K]として求めた。しかしここでは、源儀Cが蒸発した気体の温度計は、孔底ガラスを付けているお湯の温度を計っていることになる。ここで、孔底ガラス内の気体の温度を計るために、デジタル温度計を、孔底ガラスをふさいでいるアルミホイルにさし込み、孔底ガラス内の気体の温度を直接計るという方法に変える。これは方法論の誤差であった。

9

1日目と2日目の変更点

- 質量：
  - 1日目は、3分ほどをガラスの口からぶら下げて被せていた。このアルミホイルに水によって覆われて測定した質量に大きな誤差が生じていた可能性があった。
  - ↳ 系統誤差
  - ↓
  - 3分ほどはなるべく短くして、水につけはやくにしたい。
- 1日目は1cm程度の穴を空けて実験を繰り返したが、穴が大きすぎると、外気が多く入り込んでしまう可能性がある。あった → 系統誤差
- ↓
- 穴を0.5mm程度にして穴をなるべく小さくした。

11

まず①の改善方法について考えていく。  
 Wに関してはアルミホイル、孔底ガラスの質量と訂正法を計った後のアルミホイル、孔底ガラスとその中央から引いた茶碗の、二つを合わせた水の質量が大きいと考えられる。  
 本来は上記の方法で孔底ガラス内の湯の水の質量の計りが済んでいるが、孔底ガラスを付けたアルミホイルに水が付いてしまい、その水の質量が計測値に加えてしまっていると思われる。  
 Wの値は極めて小さいので、少しでも減らすことができれば影響は小さい。  
 上記の茶碗の重さから、蒸発後の影響を与える系統誤差の中で訂正法の誤差を小さくするためにアルミホイルの表面積を小さくすることが考えられる。しかし、アルミホイルが加工して表面積を小さくしても、その質量はほとんど変わらない。湯に付く水と湯の表面積は質量に無関係の、別のアルミホイルにおいて、質量に関係するアルミホイルの面積が同じであれば、

8

最後に③の改善方法について考えていく。

実験1では、実験で使用した孔底ガラスの容積を計るために、孔底ガラスに水と口から盛り上げるくらいの水を、その水重をメスシリンダー(500ml)に移し入れてその目盛りを計る。このとき、水と移す際、一部は溢れ出し、メスシリンダーに入らな水も量か計れなかった。これは考えられる。この訂正法の誤差をなくするために、孔底ガラスに水と開け止めておく。そのお湯のメスシリンダーに移す水は計ることが出来る。



左図斜線部の水を開け止めて先に物を入れておくことで水が空っぽになることなくメスシリンダーに入ることが可能となる。また、メスシリンダーの目盛りを読み取る人個人の誤差も考慮するので、複数人による読み取りも行うことになる。  
 以上の改善点をふまえて再度実験を行う。

10

- 温度：
  - 1日目はウォーターバスのお湯の温度とガラス内の温度が等しいとし、ウォーターバスの温度を使用した。
  - ↓
  - ガラス内に温度計を差し、ガラス内の温度を計った。
  - = 5°C程度の誤差があった → 系統誤差

12

