

## 実験を通して有効数字を実感させる授業の実践

～単なる計算練習としないために～

埼玉県立春日部高等学校教諭 長沢 博貴

### 1. はじめに

高校生にとって「有効数字」はなかなか理解できない分野である。物質量や濃度の計算において、計算結果を桁数に考慮して四捨五入して答えを出せばよいと思っている程度である。そこで、有効数字を扱う授業(本校では物質量、化学反応式の量的関係の計算の後に実施)のなかで、演示実験と生徒実験を通して、有効数字を実感するための授業展開を考え実践した。また、生徒評価という観点においても、授業の中で生徒が「測定値の幅(誤差)についての理解」「データ処理の理解」ができたか教員が確認でき、実験における生徒のレポート評価に役立てられたので報告する。なお、この報告は平成24年度全国理科教育大会で報告<sup>1)</sup>したものである。

### 2. 授業展開

測定値には測定幅(誤差)があることを理解し、さらに装置自体にも測定幅(誤差)を含んでいることを知り、それを実験やデータ処理の中でどのように扱えばよいか生徒に考えさせる実験授業を行った。

#### 2-1 温度計の温度の測定

図1のように書かれている温度計の温度を読ませ、全ての生徒が同じ値にならないことを確認させ、測定値に幅(誤差)があることを知らせた(生徒の読み取り値は3.7～3.9℃)。また、

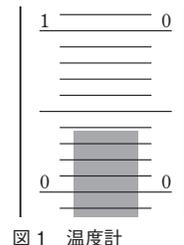


図1 温度計

目盛りの10分の1まで読むことを再確認させた。その測定幅(誤差)を小さくするためには同じ生徒が読むことで幅を小さく



図2 授業の様子

せて伝えた。本授業だけでなく、学習に合わせて、体積を用いた実験(メスシリンダーやビュレットの

目盛りを読ませるときなど)のときに、再び考えさせて知識の定着を図った。

#### 2-2 電子天秤による50円硬貨の質量測定

最小目盛りが0.1gと0.01gの2種類の電子天秤を用いて、50円硬貨の質量を測定し、提示装置を用いて値を確認させる演示実験を実施した。最小目盛りが0.1gの電子天秤では4.0gと表示されるが、最小目盛りが0.01gの電子天秤では3.95～4.04gと表示される。このことから、電子天秤の値にも幅(誤差)を含んでいることを生徒は理解できる。このとき、きちんと水平をとらないとよい結果が得られない(特に最小目盛り0.1gのものは水平器がついていない)ので注意が必要である。また、50円硬貨を用いた理由は、質量が4.0g<sup>2)</sup>であり、他の硬貨に比べ安定した値をとっていたためであり、小数第一位の0(ゼロ)の数字の意味を考えるのにも最適であるので選択した。

表1 日本で流通している硬貨の質量<sup>2)</sup>

硬貨	1円	5円	10円
質量(g)	1.0g	3.75g	4.5g
硬貨	50円	100円	500円
質量(g)	4.0g	4.8g	7.0g

#### 2-3 金属アルミニウムの密度測定

【準備】電子天秤、25mLメスシリンダー、蒸留水、アルミニウムの棒\*

①アルミニウムの棒の質量を電子天秤で測定する(最低でも小数第2位まで)。

②25mLメスシリンダーに10mL程度の蒸留水を加え、その体積を読み取り、その中にアルミニウムの棒を入れ、アルミニウムの体積を測定し、密度を計算する(勢いよくアルミニウムの棒を入れると、メスシリンダーが割れることがあるので注意が必要である)。

\*アルミニウムの棒(直径1cmで10cm程度の長さ)に切断したものは、ホームセンターなどで、1本700円程度(長さ1m)で販売しており、これを金属用のこぎりで切断し、周りをヤスリで削

たものを使用した。

#### 2-4 10.0%食塩水の密度測定

【準備】電子天秤、塩化ナトリウム、薬包紙、100mLビーカー、洗瓶に入った蒸留水、ガラス棒、乾いた100mLメスシリンダー

①薬包紙に塩化ナトリウム5.00gをはかりとる。

②100mLビーカーに蒸留水45.0gをはかりとる。

③②のビーカーに食塩を加えかき混ぜる。

④100mLメスシリンダーに加え、体積と質量を測定し、密度を計算する。

(生徒には手順を示さず、「10%食塩水50.0gを作成し、密度を測定せよ」との課題を与えた。)

### 3. 結果

#### 2-2 電子天秤による50円硬貨の質量測定

筆者が実際に50円硬貨の質量を測定したときの分布は図3の通りであった。

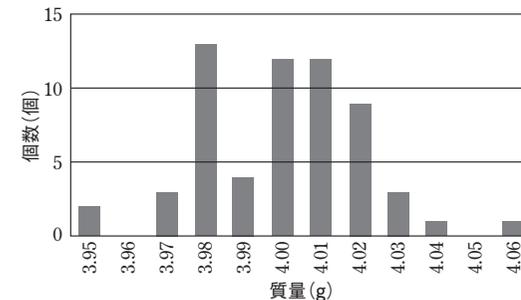


図3 50円硬貨の質量分布

ほとんどの50円硬貨の質量が3.95～4.04gであるので扱いやすいが、たまに4.05gを超えるものや3.95g未満のものがあるので、演示をする前に一度確認することが必要である。生徒が持っている50円硬貨で行うと大変盛り上がる。

#### 2-3 金属アルミニウムの密度測定

実験レポートを回収し、班ごとの結果を確認すると、2.60～2.74g/cm<sup>3</sup>程度であり、理科年表のアルミニウムの密度2.70g/cm<sup>3</sup>に近い値が得られた。

実験レポートの結果を見ると、メスシリンダーの目盛りの10分の1まで読めていた班が60%、有効数字を考慮して計算できていた班が40%であった。

#### 2-4 10.0%食塩水の密度測定

実験レポートを回収し、班ごとの結果を確認すると、1.04～1.10g/cm<sup>3</sup>であり、理科年表の10.0%食塩水の密度1.07g/cm<sup>3</sup>に近い値が得られていた。

2-3同様に、結果を確認すると、有効数字を考えて測定している班が80%、有効数字を考慮して結果を記入できていた班が50%であった。また、単位を記入していた生徒は65%であった。

生徒が特に有効数字を意識できたのは、蒸留水45.0gを測定したときである。小数第三位まで表示される電子天秤を用いて蒸留水45.000gをはかることはほとんど不可能であることに気づき、水の質量が電子天秤でいくつを示したときに45.0g取れたことになるのか考えながら測定していた。45.0g(有効数字3桁)が取ればよいので、44.95g以上45.05g未満であればよいということが理解できないと次の操作に進めないで、いつも以上に考えながら実験していた。

### 4. 今後の課題

1時間(本校は65分授業)の授業で実施したが、結果を考察する時間は取れなかったため次の授業時間に振り返りを行った。1学年に実施し、2単位(2週間で3コマ)の授業で展開したので、実験の内容と結果を忘れていた生徒も多く見られた。できれば、実験によって求められる値をどのように扱うべきか考察し、実験の妥当性を検討できるようにさせられたらよいと考えたが、思うようにはいかず、定着すら厳しい状況であった。本校のカリキュラムでは、物質量と化学反応の量的関係を学習した後(10月ごろ)に、有効数字についての授業を実施していたが、新教育課程に変わり、もっと効果的な時期はどこであるかを探り、有効数字の意味を生徒にどれだけ意識させられたか、実践していきたい。

生徒の評価を定期考査によるものだけでなく、様々な観点から求められるようになってきているが、この実験では、「有効数字が理解できたか」というはっきりわかる評価をつけることができ、成績に反映させることができる。私自身は、現在のところレポートの評価に加える程度にしているが、本報告に限らず多角的な評価をできるようにすることが、今後の課題の一つである。

### 5. 参考文献

- 1) 北海道大会研究発表論文(資料)集(第34巻), p164-165
- 2) 独立行政法人造幣局 <http://www.mint.go.jp/>