

栃木の子どもの学力向上を図る授業改善プラン

—中学校・理科— vol. 2

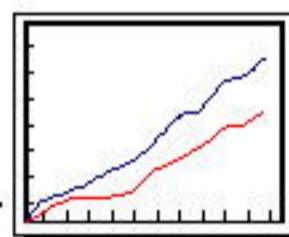
平成17年9月 栃木県総合教育センター

平成16年度教育課程実施状況調査（中学校第2学年段階の内容）のペーパーテスト調査の結果から、今回は、「グラフの読みや表現」、「化学式」についての学習指導改善のポイントを示します。

ペーパーテスト調査結果からみえた課題

- ・グラフを作成すること（4問）について、本県の通過率の平均（45.0%）は、全国の通過率の平均（47.2%）をやや下回っています。特に、気象観測データをグラフ化する問題以外は、通過率が本県においても全国においても4割を下回っています。
- ・化学変化に関すること（20問）について、本県の通過率の平均（63.6%）は、全国の通過率の平均（65.2%）をやや下回っています。なかでも、化学式をかく問題（2問）においては、本県の通過率が全国の通過率を10%以上、下回っています。

数値をグラフで表現することの利点は、量的な関係や値の変化の傾向を見るのに適していることです。グラフを読んだり、かいたりすることは、小学校の算数にはじまり、社会、理科の授業では欠かせないものとなっています。しかし、電子機器がデジタル化されるにつれて、メーター機器が今までのアナログメーターからデジタルメーターへと変化し、温度や時間などを直接数字で読むことが多くなりました。このため、日常生活において目盛りを読みとる機会は少なくなっているといえるでしょう。グラフを読むためには、目盛りから数値を読みとる技能は必要なことですので、グラフの指導の際だけでなく、ふだんから教室の気温を温度計で測るなどの機会を設け、目盛りの読み慣れさせることが大切です。



また、化学式については、モデルは理解できても、化学式を書けなかったり、化学反応式に表せなかったりする状況が見られます。中学校で扱える化学反応式が限られていますので、指導の改善により定着を図ることができると考えられます。



今回は、グラフの指導及び化学式の指導についてまとめましたのでご活用ください。

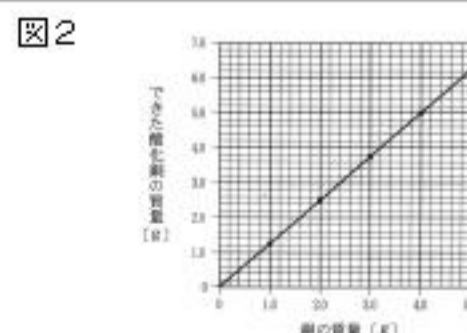
グラフの指導を見直しましょう

1 調査結果の概要

教育課程実施状況調査のグラフに関する調査と解答の概要を示します。

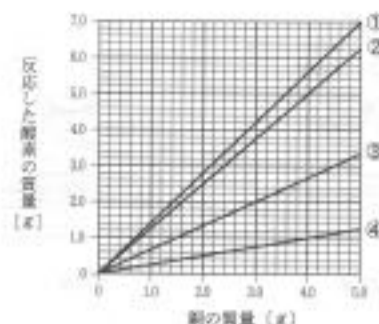
①

知子さんのクラスでは、銅と酸素を反応させて酸化銅をつくる実験を行いました。銅粉の質量は、1.0g、2.0g、3.0g、4.0g、5.0gで行い、図1のような装置を使用しました。図2は、「銅の質量」と「できた酸化銅の質量」をグラフにまとめたものです。



知子さんは実験の結果から、「銅の質量」と「反応した酸素の質量」の関係を示すグラフ(図3)をつくりました。そのグラフはどれですか。

図3



正 答 : ④

本県の通過率 39.1% 全国の通過率 39.5%

この問題では、図2のグラフから、例えば銅4.0gからできた酸化銅の質量を5.0gと読みとり、銅4.0gと結びつく酸素の質量が1.0gであることに気付かなければなりません。その読みとりができない状況が考えられます。

②

博美さんは、図1のような装置を使って、投げ込みヒーター(加熱器)に電流を流したときの水温の上昇するようすを調べました。用いたヒーターは10W用、30W用、50W用の3通りです。100Vの電源につないで電流を流し始めてから2分ごとの水温の上昇温度を測定しました。その結果、図2のグラフのようになりました。

ヒーターが消費する電力と水の上昇温度の関係を図2から読みとろうと思います。横軸をヒーターが消費する電力、縦軸を電流を流し始めてから10分後の水の上昇温度として、グラフをつくりなさい。

図1

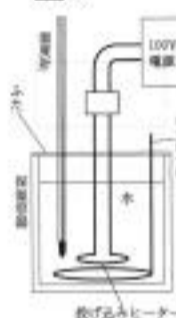
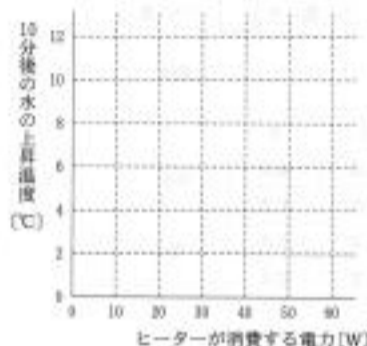
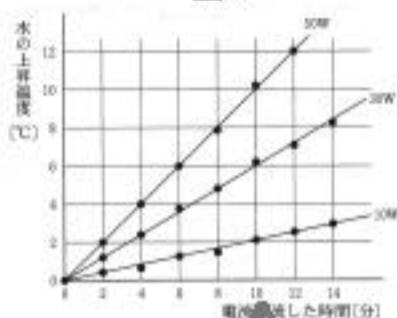


図2



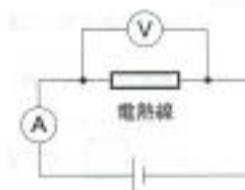
正 答 26.4%
準正答 13.3%
無解答 37.9%

本県の通過率 39.7% 全国の通過率 37.6%

この問題では、まず、図2から10W、30W、50Wの電熱線の10分間での水の上昇温度を読み、その3点をグラフにとって完成させなければなりません。その3点が読めない状況が考えられます。

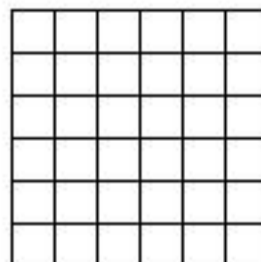
③

智子さんの班は、電圧と電流の関係を調べるために右の図のような回路をつくりました。電源の電圧を2.0Vから12.0Vまで変化させて、回路に流れる電流をはかったところ、測定値が下の表のようになりました。



| | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| 電圧[V] | 2.0 | 4.0 | 6.0 | 8.0 | 10.0 | 12.0 |
| 電流[A] | 0.5 | 1.0 | 1.6 | - | 2.4 | 3.0 |

表の結果をもとにして、電圧と電流の関係を右のグラフ用紙にかきなさい。



本県の通過率 36.9% 全国の通過率 42.8%

正 答 16.6%
準正答 20.3%

準正答には、横軸、縦軸が逆のもの、測定点はプロットしていないが、正しく直線が引けているものが含まれる。

この問題では、グラフの縦軸、横軸、目盛りの値を決めてから、点をプロットしグラフを完成させなければなりません。白紙の状態からグラフを完成させることに慣れていない状況が考えられます。

④

孝治さんは理科クラブで気温と湿度を毎日継続的に観測しています。表は、晴れの日々の気温と湿度の観測結果であり、図はそのグラフです。

表のデータを用いて、図のグラフを完成させなさい。

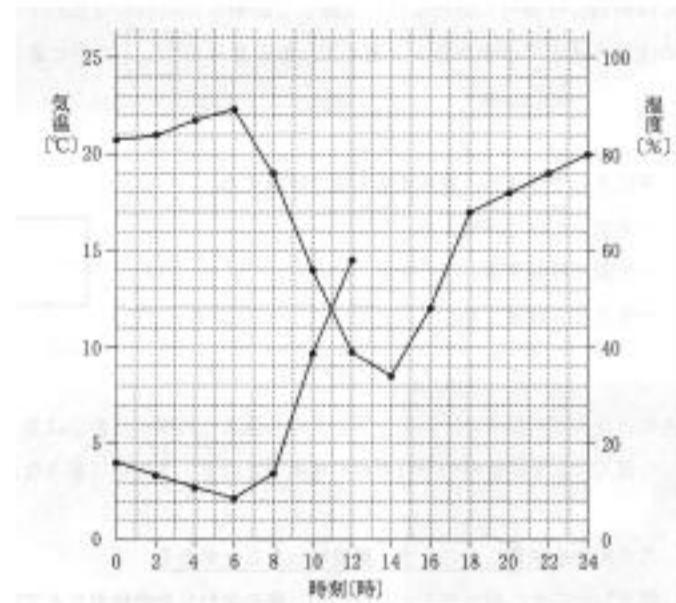
| 時刻[時] | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| 気温[℃] | 4.0 | 3.4 | 2.8 | 2.2 | 3.4 | 9.7 | 14.5 | 16.5 | 15.5 | 10.0 | 9.0 | 8.0 | 7.5 |
| 湿度[%] | 83 | 84 | 87 | 89 | 76 | 56 | 39 | 34 | 48 | 68 | 72 | 76 | 80 |

正答 **64.1%**

グラフが完全なものが正答。線が途中までのものは誤答である。

無解答 **29.5%**

| | | | |
|--------|-------|--------|-------|
| 本県の通過率 | 64.1% | 全国の通過率 | 68.9% |
|--------|-------|--------|-------|



この問題では、かくグラフが気温と分かっており、途中までかかかれているため、その続きはかきやすいと考えられます。しかし、無解答が29.5%となっていることから、表の数字をプロットすることに抵抗がある生徒も多いと考えられます。

これら4問が、グラフを読んだり、かいたりする問題として出題されたものです。①、②の問題では、値を読みとった後、グラフにかくという2段階の作業があります。また、③では、グラフに数値が入っていないため、電流と電圧をそれぞれどちらの軸にかくかを決め、さらに目盛りをふってグラフをかきます。これら①～③に関してはどれも正答率が4割を下回っています。それに対して、④では、すでにかかれているグラフに追加していくものであり、対象も「気温」と分かっているため、表の値を正確にプロットし折れ線を引いてグラフを完成することができます。この問題の正答率は6割を上回りました。④に比べ①～③の正答率が低くなっている原因として、思考するステップが多く、題意にそってグラフを読んだりかいたりする処理ができないことが考えられます。

そこで、指導の改善のために、まず、小学校におけるグラフの学習について振り返ってみることにします。

2 小学校におけるグラフの学習

小学校においては、算数や理科で次のようにグラフの学習をします。グラフについては理科よりも算数において時間をかけて指導しています。算数ではグラフのかき方について学習し、理科では、グラフのかき方よりも「ともなって変わる2つの量」の関係について実験を通して学習しています。

○小学校算数科におけるグラフの学習

3年生 見やすく整理する

表に示されたものを棒グラフ（縦、横）に表す。

縦軸、横軸に数値をつける。

例 クラスにおける子どもたちの好きなくだものとその人数

4年生 変わり方を見やすく表す
棒グラフを折れ線グラフに表す。
傾きの意味を学習する。
例 気温のグラフ

5年生 割合を表すグラフ
帯グラフ、円グラフに表す。
例 地方別の米のしゅうかく量と割合
年齢別人口

6年生 変わり方を調べよう
ともなって変わる2つの量の変わり方。
例 水を入れる時間と水の深さ

○小学校理科におけるグラフ（ともなってかわる量）の学習

4年生 月の動き
月の位置を方角と高度で方眼紙へ記録する。

4年生 水をあたためたときの時間と温度
温度変化に伴う水の様子を観察しグラフに表す。

5年生 1日の気温の変化
時間と気温の関係をグラフに表す。

5年生 もののとけ方
水の温度とミョウバンや食塩のとける量を棒グラフで表す。

理科でグラフをかいたり、目盛りを読んだりする経験は少ない状況にある。

なお、目盛りを読むことについては、「温度計の目盛りの読み方（3年）」、「星座早見の目盛りの合わせ方（4年）」、「メスシリンダーの使い方（5年）」、「電流計の使い方（6年）」で学習する程度にとどまっています。

3 グラフ指導の工夫と改善

算数や数学の学習ではかくことができるグラフが、理科の学習になるとかくことができないといった状況がみられることについては、次のように考えることができます。

- ・与えられたグラフシートに点をとる作業だけに気をとられ、縦軸、横軸の意味やグラフ全体で表現できることへの理解が不足している。
- ・座標として点をとる考え方は分かるが、とるべき正しい値を計算等で求めることができない。
- ・誤差を含む測定値へ抵抗感を感じている。（折れ線ではなく、直線を引くことへの抵抗感）

算数や数学ではグラフがかけますが、理科では？？
グラフからデータを読みとれなかったり、正確にプロットできなかつたりする。
細かい作業は敬遠しがちである。

測定値、誤差、点を結ばない線の引き方など数学とはちがった課題があります。その課題に基づき、理科の学習として、ていねいに指導する必要があります。

理科でのグラフの指導に当たっては、さらなる改善と工夫が必要とされます。そこで、次のように指導のポイントをまとめました。

指導のポイント

- ①グラフのもつ利点を理解させましょう。
- ②グラフの読み方の練習をさせましょう。また、グラフだけでなく日頃から目盛りを読む練習をさせましょう。
- ③ワークシートだけでなく、白紙のグラフにかく練習をさせましょう。また、安易にパソコンでグラフ作成をするのではなく、十分にグラフの手書きを体験させましょう。

STEP 1 グラフの利点を発見させよう

- ・ともなって変わる2つの量の数値を与え、その関係を見いださせる。
- ・グラフにすると関係が明確になるとともに、途中の値を予想できる。

小学校で学習した内容の復習をしよう！

変化のようすや規則性が分かる。
測定値以外の点についても、推測できる。

次のような例題で、小学校で学習したことを復習するとともに、グラフの利点を再確認することができます。

例題

水そうにホースから水を注いで入れました。下の表は、水を入れ始めてからの時間とたまった水の深さを表したものです。注ぎ込まれる水の量はつねに一定で、水そうの深さは60cmあります。

| | | | | | | | | | | |
|-----------|---|---|---|----|----|----|---|----|----|----|
| 時 間 (分) | 0 | 1 | 2 | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 水の深さ (cm) | 0 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | | 28 | 32 | 36 |

①空欄の部分にあてはまる数はいくらと考えられますか。

②この結果をグラフに表したいと思います。横軸、縦軸はそれぞれ何にすればよいでしょうか。

横軸 ()

縦軸 ()

③グラフを完成させましょう。

④グラフにタイトルをつけましょう。

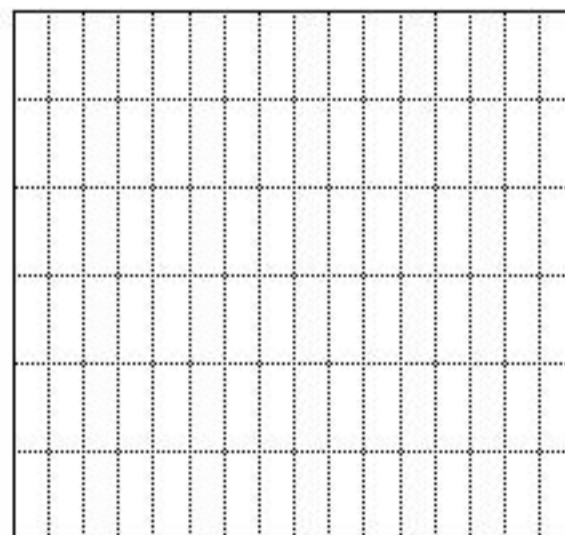
()

⑤時間と水の深さにはどのような関係があるのでしょうか。

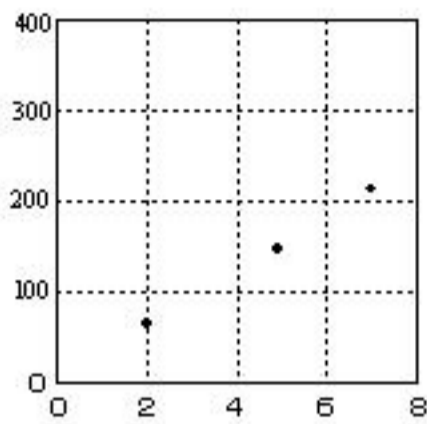
⑥水そうにたっぷり水が入るのは何分後でしょうか。

⑦同様にして、ホースを2本使って水を注ぎました。このとき、グラフはどのようになるでしょうか。グラフをかきましょう。ただし、1本のホースから注がれる水の量は同じです。

⑧グラフに表すとどのような点が便利でしょうか。



STEP 2 読みとる練習をさせよう



点の値を読み取る練習をくり返しやらせましょう。

問題を作る際には、「時間と温度」、「電圧と電流」など、実験と結びついた値にすると効果的です。

工夫 グラフの上に方眼TPシートを重ねると読みやすくなります。

日頃から目盛りを読む習慣を付けさせましょう。

温度計（乾湿計）、メスシリンダー、電流計、電圧計などを読む機会を増やしましょう。とくに、最小目盛りの10分の1まで読めるようにさせましょう。

STEP 3 グラフのかき方の基本を身につけさせよう

ポイントをおさえよう

- ①横軸と縦軸にとる量を決めさせる。
- ②横軸と縦軸の最大値に注目させる。
- ③横軸と縦軸に目盛りをつけさせる。
- ④測定値を正確にプロットさせる。
- ⑤誤差の説明をし、点の並び方に注目させる。
- ⑥どのような線を引くか判断させ、線を引かせる。

指導の手順

①横軸と縦軸にとる量を決めさせる。

横軸：変化させた量
縦軸：変化した量

変化した量

変化させた量

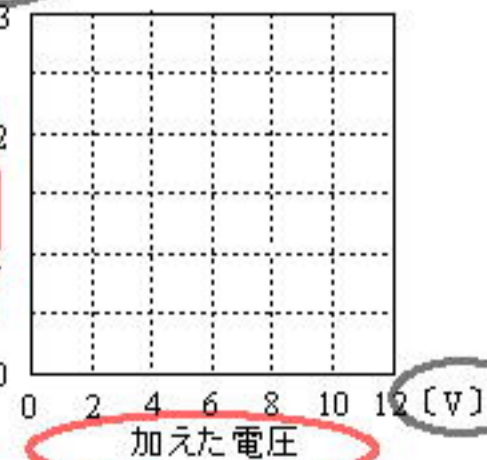
②横軸と縦軸の最大値に注目させる。

③横軸と縦軸に目盛りをつけさせる。

- ・原点を忘れないようにする。
- ・1目盛りの大きさは、その後を考えて、適当な値にする。(1, 2, 3... 2, 4, 6... 5, 10, 15... / 100, 200, 300... 等)
- ・項目や単位をきちんと書かせる。

[A]

流れた電流



④測定値を正確にプロットさせる。

測定値であることを考慮して、ある程度の大きさの点をかかせる。

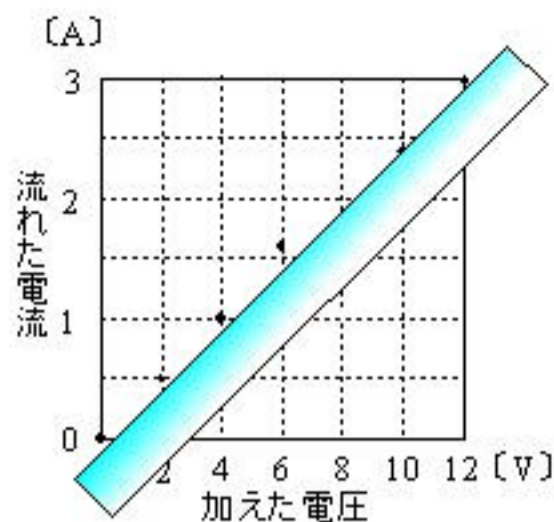


・測定値は、誤差を含んでおり、点はある程度の大きさでかくことをきちんと説明しましょう。

㊦ 誤差の説明をし、点の並び方に注目させる。

㊧ どのような線を引くか判断させ、線を引かせる。

・線を引く前に定規を合わせるなどして、点の並び方を考えさせる。



化学式、化学反応式の書き方を定着させましょう

1 調査結果の概要

① 炭素と酸素の化学変化のモデルを化学反応式に書き表す。(選択)

(正答) $C + O_2 \rightarrow CO_2$ (71.0%)

(誤答) $C + O^2 \rightarrow CO^2$ (22.7%)

O_2 を O^2 とまちがえて覚えている状況がみられます。

② 銅と酸素の化学変化のモデルを化学反応式に書き表す。(記述)

$2Cu + \square \rightarrow 2CuO$

O_2 (正答: 66.6%) O^2 (誤答: 10.6%)

2 化学式、化学反応式の指導の工夫と改善

① 化学式を目にしたたり使ったりする回数を増やし、新しい言葉や英単語を覚える感覚で身に付けていけるような環境をつくりましょう。

O_2 を、 O^2 ととらえている生徒が少なくありません。数学で学習する乗数の表記と混同しているともいえます。 O_2 は O が 2 個という意味からすると、2 乗を意味する O^2 との違いは明確です。下付数字の考え方を定着させることで、乗数と混同することは避けられます。授業の中で一度説明して「覚えておくように。」ではなく、このことが生徒に定着したかどうかを見とることが大切です。

まず、分子をつくる物質の表し方について理解を図りましょう。

例 水分子の表し方



分子をつくっている
原子を記号で表す。

HOH

→ 原子の数は記号の
右下に小さくかく。

H_2O_1

→ 原子が 1 個のとき、
1 は省略する。

H_2O

※このとき、 H_2O 、 CO_2 のように O が小文字とならないよう注意が必要です。

また、次のような方法で化学式になじませることができます。

- 教科書で扱う化合物の化学式を画用紙や模造紙などに書いて教室に掲示し、常に目にふれるようにする。
- 板書等も、できるだけ化学式を用いて表記するように心がける。
- 発泡スチロール球を用いた分子モデルなどを示して、分子のイメージを持たせておく。
- フラッシュカード等により繰り返し練習させたり、簡単な豆テストを実施したりして自己評価をさせる。

② 化学反応式では、化学式の係数は変化しても、分子の下付数字は変化しないことを気付かせましょう。

生徒たちにとって、つまずきの原因となるのは化学式及び化学反応式中の数字の扱いです。特に、化学式に自信がないと大きく混乱します。化学式が正しく書けるようになれば、後は化学変化に合わせて物質を並べ、係数を操作することにより、反応前と反応後の原子の数を合わせる作業をすればよいのです。しかし、この際に考えることをせずに化学反応式を暗記しようとするため、覚えてもすぐ忘れてしまううえに忘れた時に修正することができません。化学反応式は暗記するものではなく考えて導くものという意識を生徒がもつことができるよう、指導の際にも配慮する必要があります。

次に示した例のように、化学反応式のみを強調するのではなく、現象、モデル、化学反応式を一連のまとまりで学習させ理解を図りましょう。

例 水の分解

水を電気分解したところ、酸素と水素が発生した。

この現象は……
水 → 水素 + 酸素 である。

モデルを考えると……

物質の種類を表す化学式は不変である。

原子の種類と数は変化しないことから最初の○原子は2個必要である。つまり水分子を2個にする。

水素原子が同じ数になるように、水素分子を2個にする。

反応の前後での数が合うように係数を整える。

化学反応式は……
 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$
「1」は省略

化学式は不変

