

SSH 学校設定科目 課題研究基礎

—テーマをおいた科目横断的授業「グラフ」—

理科(化学) 山 本 夏菜子
理科(物理) 朝 倉 彬
理科(生物) 松 林 篤 志
数学科 阿 部 真由美
情報科 山 口 健 二

1. はじめに

SSH 学校設定科目「課題研究基礎」は、2019 年度より 1 年次の必修授業として開設し、観察や実験、データの扱い等、探究活動に必要な科学的知識・技能を融合的・体験的に学習し、2 年次の「課題研究 I」につなげることを目的として行っている。数学・物理・化学・生物・情報の 5 名の教員が 1 年間を通して授業で取り扱うテーマを共有、連携しながら授業を進めている。また、2 単位の授業を週 1 回 2 時間連続で行っており、1 学年の全クラスを同じ時間に配置しているため、特別講義や実験・実習、プレゼン発表など様々な授業形態に応じた活動の実施が可能となっている。

2. 授業内容

課題研究基礎では、1 つのテーマを軸に異なる分野の 3 名の教員がそれぞれの角度からテーマに関連した内容の授業を行う科目横断的授業を年 3 回実施している。授業のテーマは「数」、「グラフ」、「データ」の 3 つである。

今回の公開教育研究会では、「グラフ」をテーマとして実施した数学「指数・対数②」、情報「エクセルでグラフをつくる」、生物「暖かさの指数」の 3 つの授業を紹介した。いずれも 45 分×2 コマの授業の概要を資料として配布した上で、要点を 15 分程度にまとめた動画を流した。この科目横断的授業では、教員が 3 週にわたって各クラスをまわる形で実施するため、クラスごとに学習する順序が異なるのも特徴のひとつである。数学と情報の授業では、どちらも指数関数と対数関数のグラフを題材としているため、学習順序に依存しないように説明が重複している部分も多く、それが科目のつながりを感じる機会にもなっている。一方、理論的な内容を扱う数学・情報とは対照に、生物の授業では実際のデータを用いて手作業でグラフを作成する実習を通して、より実践的にグラフを活用する方法を学習している。今回、同時に展開されている 3 つの授業をダイジェストして観たことで、1 つのテーマに対する各分野のアプローチの共通点や相違点が明確になるとともに、科目間での連携が一目瞭然となった。

なお、研究協議会および参加者アンケートについては、同時間枠で公開した「生活の科学」の頁を参照のこと。

2.1. 数学「指数・対数②」

時間	学習内容	本科目で取り扱う上での留意点
15分	指数関数 ・ $y = a^x$ について $a = 10$ として x に整数の値を入れて表を作成し、グラフを書く。	x は実数で取れることは学習していないが、簡単に触れて連続的に扱えることを確認するに留める。
10分	対数の定義（復習） ・対数の定義「 $a^p = M \Leftrightarrow \log_a M = p$ 」の確認。 ・指数と対数の変換に関する問題演習の実施。	対数の定義については課題研究基礎「指数・対数①」の授業で学習済み。
20分	対数関数 ・対数の定義より $y = \log_a x \Leftrightarrow x = a^y$ であるため、対数関数 $y = \log_a x$ は指数関数 $y = a^x$ の x と y を入れ替えたものであることを式の形から見通す。 ・先ほど書いた $y = 10^x$ のグラフに $y = \log_{10} x$ のグラフを書き込み、これらが直線 $y = x$ に関して対称となることを確認する。 ・指数関数と対数関数のグラフの概形についての説明。 ・常用対数（実用的な利用ができる対数関数として紹介）と常用対数表の簡易的な説明。	真数・底の条件は「指数・対数①」で学習しているが、 $x = a^y$ という式の形からも $x > 0$ と定義されることを確認する。 それぞれの関数を描画して $y = x$ の直線に関して対称であることを確認することに留める。 変数が大きいものを表すときに、対数関数を用いることでグラフとして可視化できることを伝える。
20分	対数の法則 ・対数の性質の説明と確認。 ・対数の性質を利用した計算演習。	学習内容を対数の性質を具体的な数値を代入して確認することに留める。
25分	対数関数の利用～マグニチュード～ ・科学分野において対数が使用される例として地震のエネルギーとマグニチュードの関係式 $\log_{10} E = 4.8 + 1.5M$ (E : エネルギー, M : マグニチュード) を提示し具体的な数値に対しての計算を行う。 *マグニチュードから、エネルギー量を概数(桁)で求める。 *マグニチュードの値の変化をエネルギーの変化に読み替える。	身近な対数関数の事例を持ち出し、本時での学習した常用対数や対数の性質を利用し、様々な科学的事象を説明する際に利用されていることを実感させる。

2.2. 情報「エクセルでグラフをつくる」

時間	学習内容	本科目で取り扱う上での留意点
20 分	<p>グラフ作成の基本操作</p> <ul style="list-style-type: none"> Excel 上で $y = x$, $y = x^2$ のグラフを作成し、グラフのレイアウトやプロットエリアの調整、マーカーの設定などの基本的な操作方法を説明 Excel のグラフには、さまざまなグラフ要素があることを説明する。授業中では、クイックレイアウトで時間短縮している。 	<p>Excel で関数グラフを作成する場合、x と y の 2 変数の対応表から散布図を使って作成するため、実際には点と点を曲線で繋げた集合であり、厳密なグラフではないことを説明しておく。</p> <p>縦横比の関係を意識させる。</p>
45 分	<p>指数・対数のグラフ</p> <ul style="list-style-type: none"> $y = 2^x$, $y = 10^x$ のグラフを作成する。 指数関数グラフはそのままだと、x の値が大きくなるにつれて、y の値が急激に大きくなってしまいうため、縦軸のみを対数表示に変えると、指数関数を直線で表すことができる。(片対数グラフ) $y = \log_2 x$, $y = \log_{10} x$ のグラフを作成する。 x の値が正の値から 0 に近づくにつれ、y の値が急激に小さくなることを、2 変数の対応表に行を追加することで確認する。 横軸のみを対数表示に変えると、対数関数を直線で表すことができる。(片対数グラフ) $y = 10^x$ と $y = \log_{10} x$, $y = 2^x$ と $y = \log_2 x$ のグラフがそれぞれ $y = x$ に対して対称の関係になることを確認する。 「対数関数と指数関を片対数グラフにするとなぜ直線になるのか」を発展的な課題として紹介する。 	<p>片対数グラフの軸は 0 が存在しないこと、1 と 2 の距離、2 と 4 距離が同じこと、1 と 10 の距離、10 と 100 の距離が同じことをプリントで確認してもらおう。</p> <p>対数関数グラフは、x の値が 0 以下だと y の値が(実数の範囲では)存在しないことを、log の計算問題から確認する。</p> <p>本当は数式を使って証明するのが望ましいが時間内の説明は難しいと思われる。</p>
25 分	<p>指数関数の利用～半減期～</p> <ul style="list-style-type: none"> 放射性物質の半減期について環境省の配布資料を提示して確認し、物質の種類によって半減期が異なることを説明する。 時間 t における放射性物質(半減期 T) の原子核の残量 N は $N = N_0 \times (1/2)^{t/T}$ で表される。セシウム 137 とセシウム 134 の原子核の残量について棒グラフを作成する。 	<p>「半減期」については 1 学期に化学基礎で学習済み。</p> <p>Excel を使って、難しい数式を表せることを体験してもらおう。</p> <p>相対参照と絶対参照を上手く組み合わせることで、1 つのセルの数式をコピーするだけで、他のセルの数式として利用できることの重要性を体験してもらおう。</p>

2.3. 生物「暖かさの指数」

時間	学習内容	本科目で取り扱う上での留意点
15分	<p>グラフの描き方</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2年次の課題研究に向けての授業であることを意識づける。 ・「軸の意味・単位を書く」「グラフのタイトルは番号をつけてグラフの下に書く」等、グラフに必要な情報とその書き方を説明する。 ・Excelで自動出力するグラフには、論文などで自分の意図した見せ方に適していないものがあることの注意を促す。 	<p>生物の内容を利用して「グラフの描き方」「グラフの使い方」を学ぶことを伝え、生物の知識については今回の授業では重要でないことを確認する。</p> <p>参考：東北大学自然科学総合実験-グラフの書き方 http://jikken.ihe.tohoku.ac.jp/science/advice/make-graphs.html</p>
20分	<p>日本のバイオームと暖かさの指数</p> <ul style="list-style-type: none"> ・世界の植生の紹介。ある地域に存在する植物や動物などのすべての生物集団「バイオーム」は地域の環境に適応した特徴をもつため、年平均気温(°C)と年間降水量(mm)によって決定される。 ・降水量が十分ある日本では、年平均気温に比べて「暖かさの指数」が実際のバイオームにより対応していることを紹介する。 ・ある年の「暖かさの指数」をいくつかとることで、1次関数の回帰直線を作成し、未来を予測できることを確認する。 	<p>生物基礎の植生の知識がないため、写真等を用いて視覚的に理解をしてもらう。</p> <p>植生の分類名や気候帯も紹介するが、垂直分布には言及せず、名称や気候帯はあくまでも本授業の共通理解程度に留める。</p>
55分	<p>バイオームの変化予測〈実習〉</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気象庁のHPから、1900年、1930年、1960年、1990年、2020年の各月平均気温に関するデータを取得し、それぞれの暖かさの指数を算出する。 ・スマートフォンや学校のiPadから気象庁のHPにアクセスし、自分の調べたい地点のデータを取得する。 ・グラフ用紙に横軸に西暦(年)、縦軸に暖かさの指数をとってプロットし、回帰直線をひく。 ・回帰直線の式から自分が調べた地点の気候帯やバイオームが変化するのは西暦何年頃かを予想する。 	<p>参考：気象庁>各種データ・資料>過去の気象データ検索 https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php</p> <p>机間指導を行いデータの取得、グラフの作成が正しく行われているかを丁寧に確認、フォローを行う。</p>