

第18回 中学生向け理数一日体験授業報告

第18回となった中学生向け理数一日体験授業（ホームページ表記は「理科・数学体験授業」）は、8月30日（土）に103名（昨年は83名）の女子中学生を迎えて行われた。この体験授業は、本校への進学希望に関係なく、広く女子中学生に理数分野への興味関心を高めてもらうため1997年から実施している。昨年までは毎年12月中旬（第2回のみ10月末）に実施していたが、年末の教員の忙しさを考慮し、昨年のアンケート結果で12月以外の時期として10月に次いで希望が多かった8月末に変更した。前回12月と今回8月のアンケートで、日程的に都合がよかったと答えた者は、どちらも約8割で大きな差はなかった。参加人数全体が増えたのは2コース増えたための定員増による。参加者の割合は3年生が10%ほど増加した。入試には無関係だが、本校2015年4月入学120名の中で、今回の体験授業参加者は14名であった。理数教育推進の一助になるよう継続できればと思う。

[体験授業の目的]

- ① 中学で学習している数学・理科の延長線上の内容を中心に、講義、実習、実験を行い、理数分野への興味関心を促す。
- ② 女子のみでの数学・理科の授業を体験してもらう。
- ③ 中学生を対象とした授業の実践により、教育方法に関する実践的研究を行うなど教育活動への改善、活性化を図る。

[実施概要] 日時 2014年8月30日（土）

全体会 9:30～9:45 各体験授業 10:00～12:00

場所 附属高等学校各教室 対象 女子中学生（1, 2, 3年生）

内容 8つのコース（定員は各10名～20名程度：昨年は6コース）
でそれぞれ講義、実験、実習等を行った。

全8コースの内容：[コース名の後ろの（00名）は参加した人数]

1. 物理コース：光を見よう！？（15名） 村井 利行 教諭

光は目に見えますが、意外と見えてない！？

「白」は何もない、色もない？ でも、よ～く“見る”とそうでもない。空の青、夕日の赤もそんなところから説明できます。それに、光が波の性質をもっているなんて普段は全然“見えない”。これも、ちょっと工夫をすると“見えて”くるし、とても魅力的。

実際に手を動かして、いろいろ実験・観察をしながら、光が秘めた意外な姿を“見て”いきましょう。

2. 化学コース：『各駅停車？それとも特別急行？』－反応の速さ－（11名）

溝口 恵 教諭

化学反応には、ゆっくり進行するものや瞬時に起こるものがあります。

同じ反応でも条件を変えると反応の速さが変わるかな？

実験を通して化学反応の仕組みを一緒にのぞいてみましょう。

3. 生物コース：水玉模様のゾウリムシ－赤玉が青玉に－（10名）大戸 吉和 教諭

ゾウリムシやアメーバも私達と同じ動物です。動いたり食べたりします。

工夫するとゾウリムシに赤い水玉模様が作れます。そして赤玉は青玉に変化します。

もし携帯電話のカメラがあれば、顕微鏡写真で記録もできます。

4. 数学①コース：タイル・パズル（15名）

三橋 一行 教諭

正方形や長方形の床を、いくつかの正方形のタイル（大きなもの）を組み合わせた図形で敷き詰めることを考えます。一見、簡単なようですが、途中に柱があった場合なども考えると、頭を使います。そもそも敷き詰めは可能なのか。その見分け方から考えてみたいと思います。まずは、タイルを2つ繋げたものから初めて、3つ（トリオミノ）、4つ（テトロミノ）、時間があれば、5つ（ペントミノ）まで、考えてみたいと思います。

また、コンピューターにも考えさせてみます。皆さんとどちらが早くパズルを完成させられるでしょうか？

5. 数学②コース：折り紙で数学（20名）阿部 真由美 教諭 十九浦 美里 教諭

折り紙の中には数学がいっぱい！！計算して形を折ったり、なぜその形が折れたのかを考えたりすることで、折り紙の中に隠れている数学の世界を体験しましょう。

また、平面（2次元）である折り紙から立体（3次元）を作ることに挑戦します。

6. 数学③コース：不思議な数の列（10名）

内藤 まり 教諭

$\frac{1}{5} + \frac{1}{3}$ を $\frac{1+1}{5+3}$ としてはいけないのは常識。でも、あるルールで分数を1列に

並べると、 $\frac{1}{5}$ と $\frac{1}{3}$ と $\frac{1+1}{5+3}$ には、関係があることがわかります。計算ミスをした

ただれかが、くやしきのあまりこじつけたのか？ いやいや…この謎を一緒に考えてみませんか？

7. 情報コース：機械は石頭？（8名）

松野 翔太 教諭（情報科）

一度覚えればよくやってくれますが、初めてのことには手も足も出ない機械たち。小型台車を動かして機械制御をやってみよう！

8. 美術コース：アニメーションの科学（14名）吉村 雅利 教諭（芸術科・美術）

アニメーションは、複数の変化する絵や物による静止画像を連続して動きを作る技術です。コマ撮り撮影によって生み出される様々な運動を体験し、人間の視覚と運動の関係を科学的に考えてみましょう。

（文責 大戸吉和）

物理コース：光を見よう！？

理科（物理） 村 井 利 行

タイトルが奇妙だが、そのころはHPに載せた次の説明文で理解されたい。

光は目に見えますが、意外と見えてない！？「白」は何もない、色もない？でも、よ～く“見る”とそうでもない。空の青、夕日の赤もそんなところから説明できます。それに、光が波の性質をもっているなんて普段は全然“見えない”。これも、ちょっと工夫をすると“見えて”くるし、とても魅力的。実際に手を動かし、いろいろ実験・観察をしながら、光が秘めた意外な姿を“見て”いきましょう。

今回も実験・実習をしながら説明をしていく授業を行ったのでその概要を報告する。

(1) 白色光には色々な色が含まれている

虹の七色の話題から始めた。水を入れた小型水槽を OHP のステージに置くだけで、教室の壁面にきれいな虹が現れる。水面が揺れている間は虹も揺れる。私が歩くと虹も揺れ、それが受講生にうけて笑いが起き、雰囲気が一気に和んだ。色と屈折の関係や白色光・単色光という用語の説明をここで行った。空の虹と基本原理は同じであることを説明した。

次に、各受講生に配った回折格子（これはおみやげ）で、蛍光灯の光が分光される様子を観察。原理の説明はせず構造のみ説明し、CD と似ていると付け加えた。簡単な実験プリントを配り、直線フィラメント電球を用いて、白色光の分光（赤と紫の波長の比を測定）と、セロファンによる色の吸収の観察を行ったが、例えば緑のセロファンを通った光でも赤や青が入っていることに受講生達は驚きの声をあげていた。

続いて、トマト、ピーマン、レモンを Na ランプの黄色い単色光の中で観察。レモン以外は普段とはまるで違ったモノになってしまうのだが、そこに照明用の白熱電球の光をチラッと当てると、トマトもピーマンも蘇る！大きなどよめき（安堵の声？）が起きた。

以上の実験・説明をもとに空の青、夕日の赤についての説明も付け加えた。

(2) 偏光現象の紹介

偏光板を2枚ずつ配り（これもおみやげ）、2枚を重ねる定番の実験からはじめ、反射光の偏光、空の偏光、複屈折に伴う干渉色、液晶画面・・・偏光現象が身近にあることや蜂などの動物は偏光を利用していることを紹介した。ここで光は波の性質をもち、ロープを伝わる波のイメージと似ている（横波）ことを伝え、モデル実験によって偏光現象の描像と偏光板の働きについて説明した。「黒板が光って字が見えないとき、偏光板が威力を発揮するから、筆箱に入れておくといい」と言ったところ、皆がにこやかにうなずいていた。

反射光の偏光に関するやや定量的な実験も用意してあったが、時間切れで実施でき

なかった。16名の受講者は1～3年の混成であった。特に今年の体験授業は8月という早い時期に実施していることを考えて、1年生にでも理解できかつ楽しめて、3年生でも新鮮な刺激を受ける、という内容と展開を心掛けた。満足のいく結果だったと感じている。

化学コース：各駅停車？それとも特別急行？

— 反応の速さ —

理科（化学） 溝 口 恵

今年度の理数体験授業化学コースは、中学理科では扱っていない反応速度をテーマに実施した。高校では新課程科目の「化学」にある単元であり、本校では3年生で学習する。

今回、条件を変えて反応速度がどのように変化するか、3種類の実験に取り組んでもらう中で、中学生でも高校で学習する化学反応の仕組みを理解できるかどうか試みた。

授業の項目は以下の通りである。

1. 化学変化（反応）ってなに？
2. 物質は何からできている？
3. 原子の構造
4. 原子の種類の違い
5. 原子の分類
6. 化学反応が起きること
7. 条件を変えて反応の速さを比較しよう
《実験1；物質の表面積の影響・・・鉄（釘と鉄粉）と希硫酸との反応》
《実験2；物質の濃度や温度の影響・・・
チオ硫酸ナトリウムと希硫酸との反応》
*温度とは
*活性化状態、活性化エネルギー
《実験3；触媒の影響・・・過酸化水素の分解反応》
8. 解説とまとめ

今回の参加者は中学1年が1名、2年7名、3年3名と近年の傾向と同様に高学年が多かった。高校3年生で扱う内容ということで授業スタート時は全員緊張の面持ちであったが、中学低学年生徒も参加している状況を踏まえ、基礎知識について時間をとり、段階的に実験を組み込んで解説しながら授業を進めていったところ、笑顔と納得の表情が次第に多く見られるようになった。中学1年生理科の物質の状態変化の単元において、物質を粒子でとらえることを学習するので、化学反応の仕組みについて物質の構成粒子の運動やエネルギーの関係も含めて理解することはそれほどハードルが高くなかったのではないかと推察する。「実験をするだけでなく、その現象が起きる仕組みや理由もわかったところが面白い」というコメントが受講生徒から挙げられていた。理科は決して暗記科目ではなく、中学理科の謎解きが高校の学びのできるのだと感じてくれたら幸いである。

生物コース：水玉模様のゾウリムシ？

理科（生物） 大戸 吉 和

生物コースは今まで同様、顕微鏡観察を行った。第1回から同じ内容に改良を加えながら同じ担当者が実施しているのは、このコースだけである。年間を通して継続培養しているゾウリムシ等の活用と、中学の授業では一人で顕微鏡を使う経験はあまりないと考え続けてきた。実際の内容は、ゾウリムシにコンゴレッドで染色したコウボを食べさせ、できた食胞が、消化によるpH変化で、赤から青に変化することを中心に観察した。1人1台の顕微鏡を使い、顕微鏡の準備から片付けまですべて1で行った。他に、食胞がポスターカラーを食べて黄色や青色になったゾウリムシの観察や走電性を確認する実験も行った。またアメーバなども観察できるようにした。うまくできたプレパラートは携帯電話やコンパクトカメラを使って顕微鏡写真を撮ったり、テレビ顕微鏡を使い大きなスクリーンに映して観察した。テレビ顕微鏡のカメラはハイビジョンになり解像度が上がったが、希望者にディスクなどに録画して持ち帰ってもらうことは、今年もできなかった。

今回の参加者は10名で、中学3年生が8名、中学2年生が1名、中学1年生が1名であった。3年生が多いが、夏休みの進路選択の一環と考えているのかもしれない。本来の高校理科の授業体験という意味ではもっと1,2年生に参加してほしい。授業の難易度は、アンケートで全員がちょうど良いであった。また、参加の動機（重複回答）については、内容に興味を持った者が8名で、学校を見てみたかった者4名であった。例年は在校生にお手伝いをお願いしていたが、今年は夏休みの最後ということもあってお願いしなかった。

〔実施状況〕 手順等は2007年度紀要参照。

ゾウリムシの動きの止め方（塩化ニッケル法）は2008年度紀要参照。

授業内で行った10名のアンケートによると、顕微鏡使用の経験は、レンズの着け外しなど、組み立て片付けを自分でしたことがある者が5名、正しい使い方を知っていると答えた者5名であった。意外に経験者が多いと思った。

〈観察のために用意した生物〉（年間を通して継続培養しているもの）

◎ ゾウリムシ *Paramecium caudatum*（培養方法は2006年度紀要参照）

◎ アメーバ *Amoeba proteus*

◎ ブレファリスマ（赤ゾウリムシ） *Blepharisma* sp.

〈おみやげ〉 ◎ セイロンベンケイソウ *Bryophyllum calycinum*

（葉縁から直接芽の出る面白い植物として、葉を持ち帰ってもらった。）

数学①コース： タイル・パズル

数学科 三 橋 一 行

1. はじめに

内容は前年度のものを少々改良した授業であったが、今回はパソコン・実物投影機を用いて、授業方法を変えてみた。

2. 授業について

内容はペントミノパズルを題材にしたものであったが、板書を行わず、プレゼン用ソフトと実物投影機を用いて授業を行った。その理由は普段の授業の反省点をもとに、次の利点をねらったからである。

- ① 板書のスピードによってテンポを悪くすることなく授業ができる。
- ② 数学者のエピソードなどが出た場合は、その数学者の写真・絵やプロフィールを見せることでよりイメージ豊かに説明できる。
- ③ パズルなどの操作を見せるときに、黒板上ではやりにくいが実物投影機を用いれば、実際の動きを見せながら説明できる。
- ④ コンピュータプログラムを用いて図形を動かしながら例示できる。

実際に授業を行ってみると非常に流れがスムーズであり、説明もわかりやすいものであったことが参加生徒の感想からうかがえる。

授業者としても授業の流れが大変良く、パソコンの映像に沿って内容を付加して話すことが出来てよかった。ただ、このように機器を用いて授業をする際に次の点が課題となる。

- ① 機器の操作に慣れ、事前準備を万全にしておく。
- ② 生徒にとってこのスピードで授業するとノートをとる時間がない。したがってあらかじめプリントなどのレジユメを用意しておいた方が良い。
- ③ 万一、機器の故障などが発生した場合を考えての対策を立てておいた方が良い。
- ④ とにかく準備に時間がかかる。どうやって準備の時間を捻出するか。

3. 今後の課題

授業への効果は大きいですが、準備に要する時間と労力が多くなる。筆者は、出来れば通常の授業にもこのような授業を増やし、プレゼン用ソフトを用いた授業を毎回行いたいと考えている。しかし、準備をする時間が圧倒的に不足している。しかも、授業の効率が良くなり、進度も上がるため、次の授業の準備も急がなければならないというさらに厳しい事態を引き起こす。ICTを用いた授業の効果は大きいですが、日常化にはかなり大きな課題があり、今後も研究を進めていきたいと考えている。

数学②コース： 折り紙で数学

数学科 阿 部 真由美
十九浦 美 里

1. はじめに

今回は、多角形を折るという課題を中心にグループワーク形式での授業を行った。1年生から3年生までという3学年が混在する20名を、学年がばらけるよう4名ずつ5グループにわけた。さらにグループワークといえども初対面であり、学年も異なり既習事項も違うということから個別対応の必要性も考えられたので、卒業生（大学1年生1名）の協力も得て、教員2名と合わせて3人で課題解決の支援を行うこととした。授業は、各課題ごとにクリアできたグループの誰かに前にでてきてもらい全体に向けて発表してもらった上で、ポイントの確認、次の課題に向けての示唆などを教員が話すという形で展開した。

2. 授業の流れ

① 折り紙を三角形に折る。

折り紙（正方形）を半分に折ってできた直角二等辺三角形を分析する。

- ・ 45° の直角二等辺三角形ができる。
- ・辺の長さの比は $1 : 1 : \sqrt{2}$

→ $\sqrt{2}$ とはどのような数か参加者に質問したところ、参加生徒から「2乗して2になる正の数」という答えが返ってきた。すなわち $a^2 = 2$ を満たす正の数 a のこと。図形的に解釈すると「面積が2の正方形の1辺の長さ」であることを確認。

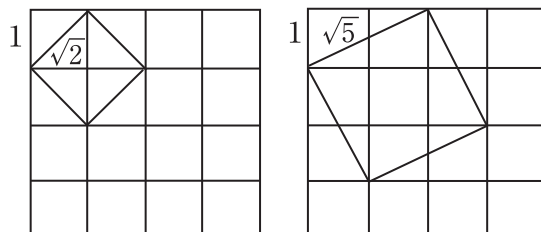
② 折り紙で格子を作り、 $\sqrt{2}$ の意味を確認。

応用として $\sqrt{5}$ の長さをつくる。

→面積2の正方形はすぐに作ることができた。面積5の正方形については、1辺の長さは

2（面積4の正方形の1辺）よりは長く、3（面積9の正方形の1辺）よりは短い。

格子点を利用して斜めに線分を作る、というヒントをもとに、少し時間がかかったが全員作ることができた。 $\sqrt{5}$ の長さについては、生徒に、黒板に図を書かせ、面積の考え方をういて説明させた。



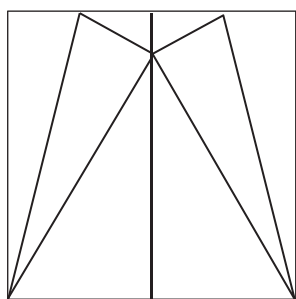
$\sqrt{2}$ や $\sqrt{5}$ の小数值、わざわざ $\sqrt{\quad}$ という記号を使う意味（無理数であること）を確認した。

③ 折り紙で正三角形を折る。

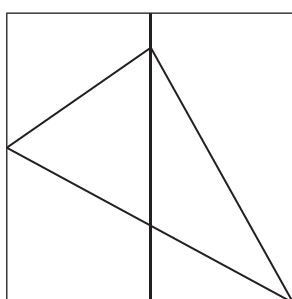
→正三角形の性質を確認し、コンパスで正三角形をかくときのイメージをヒントとして伝えた後は、自由に考えさせた。一つの方法で折ることができたら、別のできるだけ折る回数が少ない方法を考えるように指示。グループで共有させ全体で3通りの解法を発表してもらった。解Ⅰ、Ⅱは詳しい説明がなくても正三角形となることは理解できたようだ。解Ⅲは3回折るだけで完成する方法。「正三角形ができている」ことは辺の長さや角を調べて確認できるが、「なぜ正三角形になるのか」という問いに、的確に答えるのは、中学生には難しかったようだ。グループごとに話し合わせ、何が論点となっているかが理解できたところで、授業者がリードして証明を行った。

証明には、①正三角形（二等辺三角形とみる）の対称性、②紙を折り返す→線対称な図形→対応する辺の長さや角の大きさが等しい、③正方形の一つの内角が 90° であることから 60° を折ると 30° も同時に作れる、といった性質を用いる。

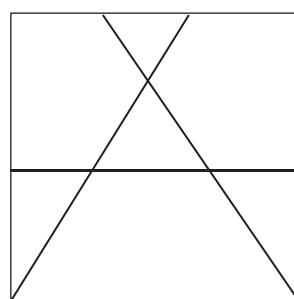
関連して、三角定規の三角形や $\sqrt{3}$ の紹介も行った。



解Ⅰ



解Ⅱ



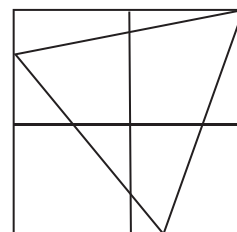
解Ⅲ

④ 折り紙でつくれる最大の正三角形を折る。

→折り紙に完成形のイメージを書いてから、折ってみる。

次の2点についてポイントの確認

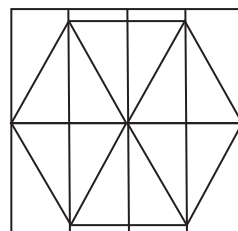
- ・折り線が垂直二等分線であること
- ・ 15° を折る (30° の半分) →角の二等分線



※最大の正三角形

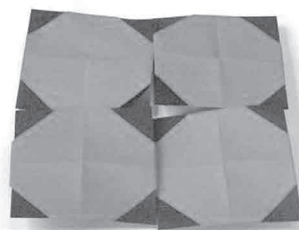
⑤ 正六角形を折る。

- ・折り図を配布し、それにしたがって折る。
- ・正六角形の構造(正三角形が6つ)を黒板に図をかいて確認
- ・折り方が正しいことを確認する。



⑥ 正八角形を折る。

→正八角形をかき、特徴(向かい合う頂点を結んだ対角線のなす角 45° 、正方形の四隅を切り落とした形。)を確認。また、向かい合う頂点を結んだ対角線に関して線対称な図形である。



このことを用いて先に対角線を折らせ、それを用いて正八角形を折った。また、折り図に従って、同じ大きさの2枚の折り紙を用いて正八角形を折り、グループごとにモザイク模様を作った。これも、正三角形に比べて理解しやすく、中学生には簡単だった様子。正八角形でモザイク模様を作り、写真撮影。

⑦ ⑤でつくった正六角形から正四面体を折る。(折り図をみてつくる)

ここで時間が来てしまい、以下⑧⑨⑩の折り図を配布のみ。

- ⑧ 正六角形から正八面体を折る。
- ⑨ 正三角形から正四面体を折る。
- ⑩ 正方形から立方体を折る。

3. さいごに

平方根も未習である1年生にとってはなかなか難易度の高い課題であったとは思いますが、折り紙、多角形という馴染みのあるものを通しての作業であったこともあり、学年問わず興味をもって根気強く課題に取り組んでいた。

立体についても、実際に模型をつくった後にそれを眺めながら構造についてなど確認をしたかったが時間切れとなってしまった。

ただ、完成した多角形を嬉しそうにお土産に持って帰る中学生もおり、折り紙多角形を通して、これまでより少しでも数学を身近なものと感じてくれていたら嬉しい。

参考文献：

シリーズ手づくり選択数学5「折り紙で数学」堀井洋子+折り紙サークル著

数学③コース：不思議な数の列

数学科 内藤 まり

ファレイ数列を用いて、楽しみながら数学への興味を引き出すことが目標である。

2014/8/29 実施 中学3年生 9名 中学1年生 1名 於 社会科室

体験授業の流れ	ねらいと実際の様子
<p>①長さ1の線分を n 等分する点を作図</p> <p>② $n=11$ と 12 のときを比較し、増加する等分点の個数を考える。</p> <p>③等分点を書き出し、気付いたことを自由に発表</p> <p>④ファレイ数列の紹介</p> <p>⑤ファレイ数列 F_{12} において $\frac{5}{9}$ の両隣の分数を求める。</p> <p>⑥左隣が $\frac{1}{2}$ でない理由を考える。</p> <p>⑦ F_{100} において $\frac{17}{66}$ の両隣の分数を求める。</p> <p>⑧ファレイ数列の個数を考えるためにオイラー関数の紹介。 F_n の個数を表す。</p> <p>⑨ファレイ数列と関連する図形の紹介</p> <p>⑩中心の x 座標が $\frac{1}{2}$ の場合の円を作図</p> <p>⑪色分けした等分点プリントを配布</p>	<p>後半で図形の関係を説明するために敢えて作図から導入。2等分, 3等分を生徒が発表。$n=2,3,4 \dots$ などから具体的に始め、$n=11$ の場合もともに考えると数名が12と互いに素な数の個数を求めればよいことに気付く。一つの n に対して (分母の和) = (分子の和) $\times 2$ や対称性などに気付く。</p> <p>ヒントを追加して連続する2つの分数, 3つの分数についても答えを生徒から得られた。</p> <p>右隣を $\frac{y}{x}$ とおき立式したが、適切な自然数を求める段階は数値を代入するに留めた。さらにもう一步深めて正答を導いた。</p> <p>⑤との違いを理解する。各自確認する。式は難解であるが、素因数分解ができれば求められる。</p> <p>ある法則に従って円をかくと、中心の x 座標がファレイ数列になっている。</p> <p>円と接線の関係などを復習。①の線分の2等分の解法も確認。</p> <p>ファレイ数列を利用して次々に同一条件の円をかけることを確認。(利用しなくても可能であるがやや難解。)</p>

なぜこのような性質があるかを考えることは、高校数学Ⅱの「式と証明」の理解が必要であるのでここでは取り扱わなかった。図形との関連を含め、数値に親しみ、柔軟な発想が生まれることを期待したい。誘導にうまく乗り、発言し、黒板の前で説明するなど積極的に参加した生徒が多かったが、1名いた中学1年生には難解であったようだ。

情報コース：機械は石頭？

— ビジュアルプログラミングによるロボット制御 —

情報科 松野翔太

1. はじめに

コンピュータやロボットという言葉はずいぶんと身近になってきた。しかし、それらに能動的に働きかけることは稀である。今回はビジュアルプログラミング言語 Scratch を用いて、ブロックで組み上げたロボットを制御することを目指す。

2. 使用物品

ビジュアルプログラミング言語 Scratch およびその開発環境は MIT メディアラボが開発し、代表的な教育用ビジュアルプログラミング言語の地位にある。そのとっつきやすさから、初等教育や貧困地域におけるコンピュータ教育にも利用されている。現在のバージョン 2.0 は Web アプリケーションとして提供されており、事前準備の手間なく利用できる。

制御対象のロボットにはアーテック社の Robotist を利用する。Robotist はブロックおよびブロック化されたパーツを組むことで、好みのロボットを作ることができるキットである。さらに組んだロボットに Scratch ベースの開発環境で作成したプログラムをロボットに書き込むことでモーターや LED を制御することができ、ロボットの操作が可能になる。同種の製品として LEGO Mindstorms があるが、Robotist は価格の面で優位にある。

今回は制御対象のロボット教材として Robotist を使い、同梱の Scratch ベースの開発環境で動作を制御するプログラムを作成する。

3. 授業の流れ

ふだんは意識しないものの身の回りにはコンピュータやロボットと呼べるものが数多くある。まず初めに、それらの存在や特性を説明する。

次に3つのステップでロボット制御に挑戦する。まず制御対象となるロボットを設計図通りに組み立てる。次にコンピュータと接続しモーターを回転させるプログラムを書き込み、モーターを動かす。最後にライントレーサーとして動かすため、フィールドを走行させながらプログラムを改良する。なお、ライントレーサーとは、フィールドにひかれた線の上を外れないように走行するロボットのことである。

4. おわりに

今回は中学生を対象に、ブロックでライントレーサーを組み制御する実習を実施した。ブロックが固くはまってしまい組み間違いの修正に時間がかかったこと、線に沿ってうまく曲がるまでに時間がかかったことから、定刻では未完成が目立ったことが反省である。

美術コース アニメーションの科学

— 映像制作で運動を学ぶ —

美術科 吉村雅利

本授業の目的は、コマ撮り撮影による映像制作をとおして運動を理数的に考え、映像上の運動と理数的な思考を関連づけて体験する事です。体験は、二三人を一組のグループとし、「被写体役」、「振り付け役」「撮影役」に分かれて、被写体の移動とポーズの変化を三脚に固定したiPadで『KOMA KOMA for iPad』というソフトウェアを使用し撮影しました。一コマずつ撮影した写真を連続的に再生して動画を作り、それを鑑賞して、表現された運動を確認するというプロセスで行いました。その結果、被写体の一コマごとの移動距離による速度や加速度の変化や、コマ数の増減による運動のなめらかさの変化などを確認することができました。この実験は、時間軸を等分割して一コマ時間ごとの映像の変化を体験することであるので、数学で区分求積や積分の学習に用いられるグラフや図形の等幅分割を理解するヒントになり、物理で運動を学習する際に静止画像や図から運動をイメージする助けにもなるのではないかと考え、理数体験授業として美術の映像制作授業を行いました。

映像上の運動は、1. 被写体の移動（位置、回転）、2. 被写体の変形（拡大縮小、形態変化）、3. 被写体の点滅（透明度）、4. カメラの移動（位置、回転、焦点移動、画角変化）、5. 光源の変化（位置、明度、形状）によって生じます。この事をふまえて動画の一コマ一コマを順番に撮影します。アニメーション制作の経験がある人には簡単なことですが、たとえば被写体の移動による運動であれば、カメラを固定して被写体の人を画面の右端に立たせ撮影①、画面中央に立たせ撮影②、画面左端に立たせ撮影③と3枚の写真を撮影し、順番に表示させると、右→中→左に移動したように運動して見える動画となるという事です。一コマごとの画面上の移動距離を同じにすれば等速で移動する映像ができました、変化させれば速度が変化して見えますので、二次関数的に移動間隔を変化させれば、自然な加速度が感じられる映像ができます。これは簡単ですよ。では画面上を右から左へ移動しながら、カメラから遠ざかる方向に45度の角度に等速で移動した場合は、カメラの撮像面と並行に同じ速度で移動した場合と、画面上の移動距離や速度はどう違うのか、三平方の定理を使って計算してみましょう。「簡単簡単45度ならルート2分の1じゃーん。」と思った方、何か忘れていますので考え直しましょう。カメラから遠ざかると像は縮小し、2点間の距離もカメラから遠ざかるにつれ短縮していきますから、被写体がカメラから遠ざかるにつれて画面上の像の移動速度はだんだん遅くなるように写ります。

この文章を読んだだけで、なるほどと理解できる人は、講義を聞くだけで充分かもしれませんが、実際に撮影して映像を比較してみると、説明だけでは解からない人も、三平方やルート2さえ解からない人も、なるほどと実感できる喜びが体験できるのです。違いを体験し実感した上で、「なんでそうなるの?」と疑問を持つことができれば、数学的に計算し証明したいという意欲も生まれるはずです。また、映像の2次元平面状の動きと実際の3次元空間での動きの関係を考える事は、天文学者のケプラーが火星の見かけ上の逆行運動から地球と火星の相対的な位置関係を導き出した物理的思考にもつながるものだと思います。本校では、この理数体験授業に限らず、美術は理数的思考をも内包した総合的な学習であると考えて、教材研究をし授業実践をしています。

2014 理数体験授業アンケート集計結果（設問1～9及び11）

1 所属中学校

	物理	化学	生物	数学①	数学②	数学③	情報	美術	合計	%
国立附属	4	1		1	4	2	1	5	18	17%
東京公立	3	2	4	4	4	3	1	3	24	23%
埼玉公立	3	3	3	7	4	3	1	4	28	27%
千葉公立		2	1	1	7		3	1	15	15%
神奈川公立	3	1	1	1		1			7	7%
茨城公立									0	0%
栃木公立						1			1	1%
不明公立		2		1				1	4	4%
私立	2		1		1		2		6	6%
合計	15	11	10	15	20	10	8	14	103	100%

2 学年

	物理	化学	生物	数学①	数学②	数学③	情報	美術	合計	%
1年	2	1	1	4	5	1	1		15	15%
2年	5	7	1	4	9		2	3	31	30%
3年	8	3	8	7	6	9	5	11	57	55%
合計	15	11	10	15	20	10	8	14	103	100%

3 授業内容

	物理	化学	生物	数学①	数学②	数学③	情報	美術	合計	%
難しい		1		4	1	3			9	9%
やや難しい	6	5		4	10	3	3		31	30%
ちょうどよい	8	1	10	7	9	4	5	13	57	55%
易しい	1							1	2	2%
易しすぎる									0	0%
その他									0	0%
(回答無し)		4							4	4%
合計	15	11	10	15	20	10	8	14	103	100%

4 授業時間

	物理	化学	生物	数学①	数学②	数学③	情報	美術	合計	%
長く感じた	2			2		1		1	6	6%
ちょうど良い	12	4	6	12	14	8	5	11	72	70%
短く感じた	1	6	4	1	6	1	3	2	24	23%
その他									0	0%
(回答無し)		1							1	1%
合計	15	11	10	15	20	10	8	14	103	100%

時間 数学②：3時間くらい

美術：3時間くらい

5 コースの人数

	物理	化学	生物	数学①	数学②	数学③	情報	美術	合計	%
ちょうど良い	14	6	9	13	18	8	6	12	86	83%
その他		1				2	1	2	6	6%
(回答無し)	1	4	1	2	2		1		11	11%
合計	15	11	10	15	20	10	8	14	103	100%

6 この企画をどのようにして知ったか（複数回答可）

	物理	化学	生物	数学①	数学②	数学③	情報	美術	合計	%
本校のホームページ	14	8	9	10	17	5	6	14	83	79%
学校説明会	2		1	1		2	1		7	7%
兄弟の紹介									0	0%
友人・知人の紹介		1			3	3		1	8	8%
願書受付窓口									0	0%
学習塾での掲示、紹介	1	1		2					4	4%
その他				2			1		3	3%
合計	17	10	10	15	20	10	8	15	105	100%

7 8月末の土曜日の開催について

	物理	化学	生物	数学①	数学②	数学③	情報	美術	合計	%
都合がよい	11	9	9	8	15	8	7	13	80	78%
少し無理	4	2	1	7	3	2	1	1	21	20%
かなり無理					2				2	2%
その他									0	0%
合計	15	11	10	15	20	10	8	14	103	100%

別の時期なら

	物理	化学	生物	数学①	数学②	数学③	情報	美術	合計	%
4月		1		1	1				3	5%
5月		1	1	1				2	5	8%
6月	1		2	2	1	1	1	1	9	15%
7月	4	2	5	4	3	1	1	4	24	40%
8月				1					1	2%
9月				1			1	2	4	7%
10月	1	1		1				2	5	8%
11月	1			1					2	3%
12月	1			1	1		1		4	7%
1月	1								1	2%
2月									0	0%
3月	1			1					2	3%
合計	10	5	8	14	6	2	4	11	60	100%

物理：長期の休みのとき（春休み、冬休み等）

8 開催曜日（複数回答可）

	物理	化学	生物	数学①	数学②	数学③	情報	美術	合計	%
日曜・祝日	4	1	2	3	8	4		5	27	25%
土曜日	3	1	6	1	3	4	3	3	24	22%
春休み	1	1	1	2	2	1		2	10	9%
夏休み	8	8	1	9	10	2	5	4	47	43%
冬休み	1								1	1%
その他									0	0%
合計	17	11	10	15	23	11	8	14	109	100%

9 参加の動機（複数回答可）

	物理	化学	生物	数学①	数学②	数学③	情報	美術	合計	%
内容に興味	8	9	8	8	13	5	6	9	66	53%
親のすすめ	2	1		2	1	2	3	2	13	10%
学校を見たい	6	2	4	7	8	3	1	9	40	32%
中学校の先生のすすめ								1	1	1%
塾の先生のすすめ								1	1	1%
その他	1			1	1			1	4	3%
合計	17	12	12	18	23	10	10	23	125	100%

物理：高校の授業を受けてみたかった

数学①：文化祭の日、中学の方で忙しく説明会に行くことが不可能なため。

数学②：友人の強い勧め

美術：知人に「すごくいいよ」とすすめられたから。

11 学校説明会参加の有無

	物理	化学	生物	数学①	数学②	数学③	情報	美術	合計	
参加した	8	3	7	6	4	4	2	6	40	39%
参加していない	7	8	3	8	15	6	6	8	61	59%
未回答				1	1				2	2%
合計	15	11	10	15	20	10	8	14	103	100%

2014 理数体験授業アンケート集計結果 (設問 10 及び 12)

10 体験授業として「あったらいいな」と思うものがありましたら書いてください。

- <物 理>・部活見学や授業見学等も一緒にできたら良いと思います。
 - ・実験は楽しかった。　・たくさんの実験。　・体育，歴史。
- <化 学>・分子の構造　・放射性量計測や性質を調べる
- <生 物>・人の体の仕組みについての講座。
- <数学①>・文系の体験授業。
- <数学②>・数列や数の規則性に触れるもの　・文系科目の授業（社会など）　・英語
- <数学③>・理科で地学の授業もあったらいいと思います。
 - ・英語の授業とかもうけてみたいです。
- <情 報>・数学をもう 1 講座増やす　・歴史や地理
- <美 術>・もう少しコースがあると選ぶ時に，もう少し選べたかなと思います。
 - ・部活体験，先輩方が教えてくれる授業　・音楽の授業

12 感想その他，自由に書いてください。

<物理>

- ・高校の学習の体験を，難しい話でなく理解しながら受けれたので楽しかったです。
- ・偏光板の実験も回折格子の実験もやったことがありましたが仕組みが分かって良かったです。
- ・実験を通して光の楽しさをたくさん味わえました。道具を少し使うだけでこんなにも光のことがはっきりわかるのだと驚きました。高校生の理科の授業は中学校で学習したあいまいな部分を自分で解決し理解できるとても充実したものだと思感することができました。ありがとうございました。お土産も嬉しかったです。
- ・今まで不思議に思わず，何気なく接していたものに，たくさんの現象が関係していることを知り，改めて理科の楽しさが分かりました。また，高校で習う理科は，中学校のものよりも興味深いことが分かり，とても楽しみになりました。たくさんのお土産もありがとうございました！！
- ・高校の授業を受けられる機会があつてすごい嬉しかったです。実際に受けてみてすごいおもしろくて興味を持ちました。もう一度受けてみたいと思いました。
- ・私たちの周りにある食べ物などが色鮮やかなのは，白色光のおかげだと分かりました。これからは，身の回りの色々な光を探してみたいと思います。ありがとうございました。
- ・とても身近なものに，色々な細工がしてあり，私は普段だまされているということが分かり，面白かったです。回折という現象と屈折の現象は違い，回折という新しい用語を覚えられて面白かったです。色というのは，とても奥深いものだ改めて感じられ，

とても良かったです。

- 先生が分かりやすく、面白く、授業がとても楽しかったです。光の屈折の実験がたくさんできて楽しかったし、難しい用語も知ることができて良かったです。
- 実験がとても興味深く楽しかったです。あまり難しい話もなくて分かりやすかったです。光は苦手だったけど身の回りのことだったので関心を持って取り組みました。
- 少し難しかったけど、実験ができて良かった。楽しかった。
- なんとなくしか知らなかったことを勉強できて良かったです。
- たくさん実験を行うことができて良かったです。少し物理が苦手でしたが、先生の説明が分かりやすく好きになりました。またこういう機会があったら参加してみたいです。
- 物理は1番苦手な教科ですが、興味を持って取り組みました。1年後に、ここで授業を受けられるように頑張りたいと思います。

<化学>

- 白衣を着て実験をやったのが良かったです。(普段着る機会がないので)最初は高3の内容と聞いて身構えしてしまうような感じでしたが、実際はとても楽しく、リラックスしてできました。高校の授業を体験できたのはとても貴重に感じられました。
- 難しいことがたくさんできたので楽しかったです。
- 化学反応に対する知識が深まりました。ありがとうございました。
- 中学校では習わないような難しい内容を楽しく学習することができました。ありがとうございました。
- 色々な実験が協力してできて、先生の説明もすごく分かりやすくて楽しかった。化学について学校で習うことより深く学べてよかった。
- とても楽しかったし、先生の説明も分かりやすかったです。特に物質の温度との関係が楽しかったです。有難うございます。
- 2時間がとてもあっという間で楽しかった。高校3年生で学習する範囲なので少し難しく感じたが分かりやすい授業だった。また、何種類かの実験もとても興味深かった。
- 少し難しかったけど、分かりやすく説明してもらったので理解することができました。実験は大変だったけど楽しかったです。
- レベルの高い実験でとても興味深かった。貴重な体験ができて良かった。

<生物>

- ・新しいことを知れて楽しかったです。初めてゾウリムシやアメーバを見ることができ、とても貴重な体験ができたので良かったです。有難うございました。
- ・中学校では出来る機会がないことばかりだったので楽しかったです。
- ・自由に観察させてもらい、顕微鏡の使い方なども改めて確認することができ、大変有意義な時間を過ごす事ができました。ありがとうございました。
- ・ゾウリムシの体が様々な色の水玉模様になると分かって驚きました。自分で全てのことをやる実験は初めてだったので、とても楽しかったです。今回はアメーバを見ることが出来なかったのですが、次このような機会があれば見てみたいです。
- ・分かりやすい授業でした。ありがとうございました。
- ・とても面白かったです。アメーバを見られなかったのは少し残念でした。あつという間だったので、もっと時間を使って観察してみたいです。有難うございました。
- ・ゾウリムシが色を付いたものを食べることによって、水玉模様のゾウリムシができるというのはとても面白いと思ったし、これからこのような実験をすることはあまりないかもしれないけど、ずっと思い出に残るような体験だったと思います。今日は本当に楽しかったです。ありがとうございました！！
- ・アメーバとゾウリムシを見るのは初めてだった。2つとも動くとは思わなかった。
- ・学校では今回のような観察が出来なかったのですが、今回非常に貴重な経験が出来ました。他の生物では、どのようになるか自分の家でも観察したいです。

<数学①>

- ・少し難しいと感じることもありましたが、楽しい授業でした。
- ・こういう体験授業をやっている学校は少なく、貴重な体験をさせて頂きました。今後の志望校決めに活かして行きたいです。ありがとうございました。
- ・難しいことが多かったけれど、だからこそ興味をそそられるものがあるのがいくつかあり、面白いと思いました。コンピュータがそこまで進んでいては怖いと思いました。
- ・今まで考えていた数学と全然違った。すごく頭をつかいました。
- ・すごく面白かったです。数学って深いと感じました。
- ・難しかったけど楽しかったです。ありがとうございました。
- ・内容がとても面白く、楽しく授業に参加できた。
- ・数学とは何か、という根本的なことから理解することができ、より一層興味を持つことが出来ました。
- ・難しい内容でも、分かりやすく説明してくれるので、とても良かったです。
- ・去年は化学を受けさせて頂き、今年は数学を受けさせて頂きました。難しい内容も多かったのですが、頭をひねると様々な答えが出ることが分かったのでいい体験が出来ました。ありがとうございました。

- ・授業の始めでやった、数学の概念についてが、理解するのがとても難しかったです。でも、高校でこのような論理的な発想をもとに数学を勉強するのだとしたら、今の中学校とでは大きく違ってくるんだなと思いました。

<数学②>

- ・とても楽しかったです！
- ・一枚の折り紙でいろいろな立体が作れておもしろかった。
- ・コース選びの時点で素敵なコースばかりだったので迷いましたが、今回は数学②のコースに参加しました。折り紙と言うと、幼稚園生も扱うものですが、使い方を工夫すると数学の授業を分かりやすくするものになるのだと分かり驚きました。まだ様々な折り方もあると思うので、自分で考えたいと思います。高校の授業が楽しみになると同時に中学の範囲をしっかりと押さえておくようにしたいです。
- ・楽しかったです。
- ・おり紙を使って図形が作れたことにびっくりしました。
- ・頭を使う内容だったけれどわかるととても嬉しく、次の内容に応用できるとさらに達成感が増し楽しい時間でした。
- ・少し難しかったけれど、とても頭を使う授業で楽しかったです。ありがとうございました。
- ・楽しく数学を学ぶことができました。ありがとうございました。
- ・とても楽しかったです。説明も分かりやすかったです。来年も来てみたいと思いました。
- ・分かりやすい説明で、ふだんの勉強に役に立ちました。来年は受験なので、もう参加できませんが、とても楽しかったです。
- ・折り紙の折り方など、初めて知ったことがたくさんあって面白かったです。
- ・たくさんのことを考えることができて、楽しかったです。ありがとうございました。
- ・最初は「おり紙って数学と関係あるの？」と思いました。折ったりしていく内に数学とのつながりも見えてきて、とても楽しかったです。図形に対する理解がとても高まりました。
- ・グループでやる学習で皆で協力しながら作ったり考えることができて良かったです。
- ・色々な折り方があり、なぜそれができるのかを考えるのが楽しかったです。
- ・先生方の話し方がうまくて、どの授業にも興味を持ちました。授業の教え方もわかりやすくて、とても楽しかったです。
- ・楽しくて、1時間半があつという間に感じました。まだ、習っていないくて難しい所もありました。ありがとうございました。
- ・折り紙で、立体が作ることができて、すごいと思った。とても楽しめた時間だった。
- ・違う学校の違う学年の人と話したりして、協力してできたのがよかった。

<数学③>

- ・習ってないと意味不明 8割わからん 1年コース用意してほしい と中であきらめたもつとわかるようにやってほしい おもしろいけど…
- ・分数って奥が深いんだなーと思いました。とても楽しく、有意義な時間を過ごすことができました。
- ・先生方が優しく、親しみやすかったので授業も楽しかった。
- ・すごく楽しく興味を持つことができました。また色々知りたいです。とても貴重な経験になりました。
- ・1つ1つの説明がとても分かりやすかったです。
- ・通常は高校生で習うようなものをわかりやすく習得できて、とても嬉しいです。ファレイ数列で、「数字で遊ぶ楽しさ」を学びました。わかりやすく教えて頂き、ありがとうございました。
- ・数学は好きでしたが、苦手意識があり、周りのみんなは頭がいい子そうな人ばかりだったので、緊張と不安でいっぱいでした。しかし先生が丁寧に優しく教えて下さったので、楽しく授業を受けることができました。やはり高校の内容は難しいなと感じました。でもとても楽しかったです。ありがとうございました。
- ・数式や計算が好きなので、数列の中に発見があったりしたときは嬉しかったです。もつと数学の楽しさを感じました。高校になって、このことや新しい公式を学べるのが楽しみです。ありがとうございました。
- ・数学って不思議だなと思いました。私は数学があまり好きではありませんでしたが、少し好きになりました。ありがとうございました。
- ・内容はとても難しかったけど、興味深くて面白かったです。先生も分かるまで優しく教えて下さって、分かりやすかったです。お茶高に来れるようにがんばろうと思えました！ありがとうございました。

<情報>

- ・なかなか体験できないことができて、とてもよかったです。
- ・ほんとうは数学コースがいいなあと思って来ましたが、今はロボットで楽しい時間を過ごすことのできた情報コースで良かったと思っています。はじめて、ロボットについてたくさんの視点からふれてみて、学ぶことも多かったです。
- ・楽しく授業を受けることができて良かったです。
- ・初めての体験で、とても楽しかったです。ありがとうございました。
- ・すごく楽しかったです！ありがとうございました。

<美術>

- ・ 2時間があっという間に過ぎてしまいました。すごく楽しかったです。
- ・ 動きがなめらかできれいな映像を作るのは難しかったけど、楽しかったです。
- ・ ペアワークで新しい友達をつくり、ますますこの学校に行きたい気持ちが強くなりました。今日は楽しい授業ありがとうございました。
- ・ コマ撮りをとるのは生まれて初めてだったのですが、すごくおもしろかったです。もう一度自分でやってみたいです。ありがとうございました。文化祭ぜひ行きたいと思います。
- ・ 高校の美術と中学の美術の違い（iPadを使うところなど）が分かりました。とても楽しかったです。高校の授業が楽しみになりました。またお茶高の授業を受けたいので、受験勉強を頑張りたいと思います。本当にありがとうございました！
- ・ 詳しくて、分かりやすい授業で、受けていて、本当に面白いと思いました。初めてのメンバーとすることによって、仲も深められ、コマ撮りの魅力を知りました。お茶高の授業の様子もわかり、楽しそうな学校だなと感じました。
- ・ 楽しかったです。ありがとうございました。
- ・ 初めて来ましたが、授業の内容も充実していて施設も見ることができて良かったです。ありがとうございました。
- ・ もともと映像に興味があったので、今回の授業はとてもためになりました。帰ってからもスナップモーションをとってみたいと思いました。
- ・ 分かりやすく面白い授業でした。学校説明会、文化祭も来たいです。
- ・ 普段できないような体験ができました。わかりやすくとてもよかったです。

以上

