

第2章

自然と科学

岡村 明・斉藤 瞳・都丸 希和
大羽 徹・山田 孝・西川 陽子

【抄録】自然と科学では、理科や数学などの既存教科の授業だけでは、十分に扱うことができない学際的なテーマについて、多角的・長期的視野に立って深く考える機会を設けた。既存の知識を使って大きなテーマについて考えることで、一つ一つの教科で学んでいる内容が深く関連していることに気づくことができる。前期・後期ともに3つのグループに分けて探究活動を行った。

【キーワード】自然と科学 学際的

前期

1. 目標

「自然と科学」では、日常生活に必要な、科学的な知識や科学的な思考力の基礎を身につけさせることをねらいとしている。前期では、理科（生物）の授業だけでは、十分に扱えない内容について、数学・美術の教科の特色を生かして、数値・数式を使ってものごとを筋道を立てて考えたり、実体験を通して身近な現象について科学的に考えたりする糸口となるような合同授業を試みることにした。

2. 実践内容

担当者	美術(岡村)	理科(斉藤)	数学(都丸)	備考
4月14日(火)	ガイダンス			SLPII概要説明 各教員説明 アンケート
4月21日(火)	火おこしの科学	生き物とは	じゃんけんの確率	各クラス単独
4月28日(火)				各クラス単独
5月19日(火)				各クラス単独 希望調査実施
5月26日(火)	もの見えるしくみ		講演① 男女の出生率	美術、理科： 合同授業 数学： 単独授業
6月2日(火)	錯視の科学	視界とは	データを提示する手法	単独授業
6月9日(火)	遠近法	眼ができるまで	中間発表	単独授業

担当者	美術(岡村)	理科(斉藤)	数学(都丸)	備考
6月16日(火)	前期中間試験			
6月23日(火)	数学と美(自然)の法則	生物の形	講演② 条件付き 確率	単独授業
7月7日(火)	硬貨の科学	進化と大数の法則		斎藤、浅井： 合同授業 岡村：単独授業
7月14日(火)	Powers of Ten まとめ 課題説明	まとめ 課題説明	まとめ 課題説明	
9月1日(火)	発表1	発表1	発表1	宿題発表
9月15日(火)	発表2	発表2	発表2	宿題発表
9月29日(火)	発表3 アンケート	発表3 アンケート	発表3 アンケート	宿題発表

(1) 全体授業

前期の自然と科学の授業では、美術・理科・数学のグループ別授業に入る前段階として、生徒個々がどのグループの授業に適しているかを判断する機会とするために、それぞれの担当教員がクラス全体に対して授業を行った。数学は、「じゃんけんの確率」について、美術「火おこしの科学」では、火が起きる原理と方法を分類し、実体験をさせた。理科分野では「生き物とは」というテーマで、生物と無生物の違いについて考えた。

全体授業を終了したあと、希望調査を行い、1クラス40名を12～14名の3グループに編成した。

(2) 2グループ合同授業

1) 美術グループと理科グループ

「もの見えるしくみ」

光は電磁波の仲間であり、電磁波の身近で利用されている例（x線、紫外線、赤外線、電波）を取り上げ、目に見えない電磁波と視細胞にとらえられる可視光線について理解をさせた。さらに、可視光線が物体に当たり吸収・反射される光によって目にうつり、形・色を認識する過程を図解し、目に届くまでの光についての理解を深めさせた。

生物の教員からは、目の視細胞でとらえた光が電気信号に置き換えられ、視神経を経て脳の視覚野に届き、視覚野と大脳各所で情報処理を行い、視覚野に戻され、目で見ていた物体の色や形を認識する仕組みについて理解させた。さらに、錯視などの例を用いて目で見ることから脳で見るということへの理解を深めた。

2) 理科グループと数学グループ

「男子と女子のどちらが多く生まれているのか」をテーマとし、遺伝子学上優勢であるのは、いくつかの事例より女性であるが、一方、統計を取ってみると、男性の方が多く生まれていることを調べた。ここから、理論値と実際に調査をして得られる値や結果が異なることを確認した。また、どうしてこのようなずれが生じるのか考えることで、調査の背景について理解を深めた。

(3) グループ別授業 (実践例)

1) 美術グループ

「数学と美（自然）の法則」（6月23日実施）

「数学は自然界の法則を解き明かす学問であり、物事のパターンを探し出す学問であること」を押さえ、数学が苦手な生徒にも、数学のおもしろさを体感させる数列のクイズを行い導入部とした。

クイズは、6つの数列のパターン（等差数列・等比数列・階差数列・三角数と円周上の点とそれを結んでできる直線が作る領域の数・素数・フィボナッチ数）を探し、空欄に入れる数字を予測させる問題とした。フィボナッチ数列については正方形にコンパスで螺旋を描き込む作業をしながら理解させ、さらに、自然界



写真1) 黄金角分度器による植物の葉の付き方の作図

に表れる現象（オーム貝・台風・枝分かれ・マツボックリ）を紹介した。次にフィボナッチ数列から黄金比を求めさせ、1:1.61803…の作り出す美しいプロポーションを名画や建築物やプロダクトデザインに当てはめながら解説した。最後に、黄金角（137.5度）を求めさせ、黄金角の分度器を使って植物の葉の付き方を作図させた。

自然の法則（葉の重なりをさけて太陽光を効率よく吸収して光合成する葉の付き方）とフィボナッチ数列の関係を理解させた。（文責 岡村 明）

2) 理科グループ

生き物の形について考察し、必然的に現在の形をしていることを考察した。実践例として、与えられた地理的・気候的条件からその地域に生息する生物を予想することをおこなった。

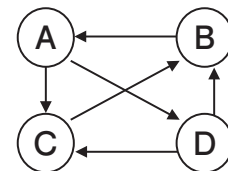
例えば、気温が常に氷点下であるような地域では、一団体の体重当たりの表面積を減少させるために巨大な姿になるなど、一つ一つの条件を考察して1つの個体を予想した。同様な試行を、植物においてもおこなった。高山地域には低木が多いのは何故かなど、林間実習などの自身の体験に照らし合わせることをおこなった。同様にある特定の地域における、環境変化に適応するためにどのような個体の形状変化が起こる、かについても考察を行った。

この授業の実施により、進化の過程や絶滅する要因にはどのようなものが考えられるかということ、また現状の生物もその形状を変化させ続けているということを考えさせた。（文責 齊藤 瞳）

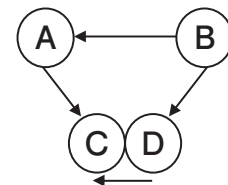
3) 数学グループ

単独授業では、確率・統計を題材として授業を行った。全体授業では、「4つの手のじゃんけん」を理論的に考察し、その後実際に実験を行い、その差異について理解を深めた。

「4つの手のじゃんけん」では、手がA, B, C, Dと4種類あり、以下の図のような関係性がある



このとき、次の図のように考えると、



となり、理論的には、Dのような無意味な手が存在する。

一方、実際に実験を行うと、次のような結果が得られた。

勝ち手	A	B	C	D
勝ちの割合	0.51	0.28	0.27	0.48

これは、実際に行うと、人の心理が影響するため、理論値とは異なることを表している。生徒たちは、その原因について考察し、理論値と実験値の違いについて学んだ。

その後の授業では、「5つの手のじゃんけん」について仮説検証型のレポートを作成した。また、独自のテーマを設定し、データ収集を行い、仮説検証を行った。(文責 都丸希和)

3. 成果と課題

(1) 美術グループ

今年は、遠近法とフィボナッチ数列の授業を、美術グループ単独で行った。遠近法は図形の証明を、フィボナッチ数列は計算の作業を授業に取り入れた。生徒の感想として「数列や遠近法の証明を通して共通するのは、今まで感覚的にわかっていたことを万人が分かるように一般化して言うことだと思います。そんな原理や法則を発見することが科学のおもしろさの一つなのだと思います。」にあるように、美術や自然の中に潜む秩序や法則を論理的に解き明かしていくことに興味を持つ生徒が見られた。

昨年度は、身近なものや現象を科学的に解明することが中心となり話題提供に終始した感があったが、今年はフィボナッチや黄金比など数値で割り出す作業を取り入れ、全体を通すと美術と科学の関係性をよりわかりやすく生徒に伝えることができた。計算や公式の活用などの作業を適時に取り入れることで、授業にメリハリができ、生徒にとっては、数値で表すことができたという満足感・達成感を味わうことができたと思われる。今後、科学と美術の接点を探るような話題を提供するとともに、生徒に論理的思考を促すための作業を効果的に配置して、美術グループとしてより達成感を味わわせる授業になるよう工夫していきたい。(文責 岡村 明)

(2) 理科グループ

現在の自分自身を含めた生物の形について学習し、生物の形の必然性について興味関心を高めた。また、分子生物学的に分子の移動による生体の変化や生息している地域の環境による影響について考え、過去から現在の生物について進化の過程について考えさせることができた。

今後も様々な生物の模様や形について考察し、生物間の相互作用の影響や、生物多様性が求められる理由、人と環境の関わり方について多角的な視点から、幅広く考察する素地を構築させていきたいと考える。

(文責 斉藤 瞳)

(3) 数学グループ

生徒たちは、自分で実験をしたり、各自データ収集を行ったものを分析することで、データ収集の留意点や提示されたグラフへの着眼点などを学んでいたように思われる。しかし、元のデータの収集方法については、どういったアンケート項目にするかにもよって変わってくる。今後は、アンケートの取り方などについても考察を深めていきたい。

また、事後のアンケートより、共通の題材に対しても各自で仮説を設定し検証を行ったため、同じデータでも着眼点が異なると、結果も異なってくることに驚いたことや、グラフは作成者が意図をもって作成しているため、そのまま信じてはいけない、ということが記載されていた。8割以上の生徒より、統計や確率というものに対する見方が変わったという回答が得られた。

今後は、他分野とのつながりをより意識し、様々な場面で活用できる視点を養っていきたい。

(文責 都丸希和)

後期

1. 目標

「自然と科学」では、日常生活に必要な、科学的な知識や科学的な思考力の基礎を身につけさせることをねらいとしている。後期では、様々な視点から「人間原理」について考える。

2. 実践内容

		社会	数学	理科
		「物理学と神」を中心にクリティカル・シンキングに取り組む 「科学的に考えるトレーニング」	人間原理という考え方	遺伝子
1	10月13日	ガイダンス		
2	10月20日	数学 大羽「インフレーション宇宙論」		
3	10月27日	社会 山田「物理学と神」を流し読み		
4	11月10日	理科 西川		
5	11月17日	クリティカル・シンキング練習 「血液型性格診断」について考える	テグマークのマルチバースとインフレーションが予言するマルチバース	遺伝子からタンパク質合成をカードゲームで理解しよう
6	11月24日	理科と合同	真空のエネルギー	岐阜大学 永井 淳 助教 「血液型の話」
7	12月 8日	「物理学と神」より「人間原理」を読む	マルチバースと人間原理	岐阜大学 鈴木康之教授 「身近な遺伝の話」
8	12月15日	「物理学と神」より、「神」の変遷を考える	人間原理について考える	岐阜大学 永井 淳 助教 「髪の毛1本で自分がわかる!? —DNAと個人識別—」
9	1月19日	発表準備	発表準備	発表準備
10	2月 2日	発表準備	発表準備	発表準備
11	2月 9日	発表		
12	2月16日	発表		
13	3月 8日	まとめ、アンケート		
14	3月15日	まとめ、アンケート		

3. 成果と課題

(1) 社会グループ:「物理学と神」を中心にクリティカル・シンキングに取り組む～科学的に考えるトレーニング～

「物理学と神」、「宇宙論と神」の中から「宇宙論」の部分を読み解く。また、「科学技術をよく考える-クリティカルシンキング練習帳」を参考に、クリティカル・シンキングにも取り組んだ。生物グループとの合同授業では、血液型について外部講師をお招きして学ぶことができた。社会科グループでは、「クリティカルシンキング練習帳」を参考に「血液性格診断」について科学的考察を行った。物理グループとは「宇宙論」について合同授業を行って、理解を深めることができた。特に「人間理

論」については、各グループで調べ学習を行い発表も行った。今回のSLPⅡの授業では、「宇宙論」を哲学の側面から取り上げる「人間理論」を学ぶことに重点的に取り組んだ。

参考文献

- 池内 了 著 2002年「物理学と神」集英社新書
- 池内 了 著 2014年「宇宙論と神」集英社新書
- 戸田山 和久 著 2011年「科学的思考のレッスン」NHK出版
- 伊勢田 哲治他 著 2013年「科学技術をよく考えるークリティカルシンキング練習帳」名古屋大学出版会

- 伊勢田 哲治 著 2005年「哲学思考トレーニング」
ちくま新書
羽澄 昌史 著 2015年「宇宙背景放射『ビッグバン
以前』の痕跡を探る」集英社新書
佐藤 勝彦 著 2013年「宇宙は無数にあるのか」集
英社新書

(文責 山田 孝)

(2) 数学グループ

今日、科学的に広く受け入れられている宇宙は、宇宙誕生 10^{-36} 秒後から 10^{-34} 秒後に真空のエネルギーによって急激な加速膨張、インフレーションが起きたと考えられている。その証明は難しいと考えられていたが、観測技術の進歩によってインフレーションの痕跡の観測が可能になった。インフレーションは宇宙の始まりを説明するだけでなく、無数の宇宙、マルチバースが生まれていることを予言する。では、「宇宙は人間が生まれるように作られている」のか？科学者の間でも人間原理への評価はさまざまに分かれている。本授業では、冬休みの課題で人間原理について考えさせた。様々な意見があり、冬休み後の授業では議論を行った。人間原理を考えるきっかけになったと考える。(文責 大羽 徹)

(3) 理科グループ

血液型やDNA鑑定など様々な角度から「遺伝子」という大きなテーマについて学び、生徒たちは、遺伝子は奥深いものだと感じていた。また、事後アンケートより興味関心が増えたという意見も多くみられ、今後は、身近な存在である「遺伝子」について、その興味関心を広げていきたい。(文責 西川陽子)