

第2章

自然と科学

第1節 自然と科学 前期

石川久美・近藤和雅
佐藤俊樹

【抄録】 自然と科学は高校一年生を対象としている特設科目である。前期は「地球の変化と生命」をテーマとして、いくつかの観点から考えた。一つは地理的な観点から、全球凍結などの地球の大きな変化や気候変動について考えた。二つめは、数学的な手法を用いて、人口の変化についてデータ分析を行った。三つ目は理科的な観点で、地球と生命の誕生、進化、生態系の変化について考えた。生徒が既有知識を使って、学際的なテーマについて多角的・長期的に深く考えることを目的としている。

【キーワード】 自然と科学 人口の変化 生命の誕生 地球環境の変遷 進化

1. 目標

「自然と科学」では、SLPⅡの概要で述べたように、「科学への興味・関心」「科学的な探究力（データの解釈・分析・理解）」「人間・自然・社会に関する科学的理解力」「論理的・多元的・批判的思考力と表現力」「課題設定・問題解決能力」を育てることを目標としている。

前期の取り組みにおいては、理科、社会などの既存の授業だけでは、十分に扱うことができない「地球の変化と生命」をテーマとして、いくつかの観点から考えた。

まず、名古屋大学博物館の足立守先生からは、鉱物と地球の関係とその変化について学んだ。地理のグループでは、天候の変化、地形の変化を地理学的に考察した。生物のグループでは、生物とは何かについて、エネルギーを得る仕組みや進化、生物多様性といういくつかの角度から考えた。数学のグループでは、人口の変動に関

するデータを解析することから今後の予想を立てた。また、気温の変動に関するデータ解析も行った。大きなテーマである「地球の変化と生命」についてこのように異なる角度から考えることで、一つ一つの教科で学んでいる現象が深く関連していることを知ることもねらいの一つとしている。

2. 学習方法

次の3の実践内容に示しているように、最初はクラス全員の授業を行い、その後3つのグループに分かれて活動を行った。最後にグループごとの発表を行うことで、知の共有をはかったのち、クラス全体でまとめを行った。名古屋大学博物館の足立守先生に3回の講義をお願いし、鉱物からみた「地球の変化と生命」について専門的なお話をしていただいた。

3. 実践内容 「地球の変化と生命」

		近藤	佐藤俊樹	石川
1回目	4月20日	オリエンテーション・事前アンケート・地球の変化（佐藤）		
2回目	5月18日	名古屋大学博物館 足立先生 特別講義		
3回目	5月25日	名古屋大学博物館 足立先生 水晶授業		
4回目	6月1日	名古屋大学博物館見学 足立先生による解説		
5回目	6月8日	地球を原子から考える（石川）・世界人口の変動（近藤）		
		選択希望調査を実施し、以後はグループ別学習		
6回目	6月22日	世界各国の人口の推移	氷河と海面変動	生物とは
7回目	6月29日	人口変動の予想①	氷期と遺存種	生物がエネルギーを得るしくみ
8回目	7月13日	人口変動の予想②	沖積平野	進化
9回目	8月31日	年平均気温の変動の予想	地球環境の変遷	生物多様性・外来種
10回目	9月7日	発表準備	発表準備	発表準備
11回目	9月14日	各グループの発表（各グループ15分）		
12回目	9月28日	振り返り・アンケート		

(1)名古屋大学博物館

足立守先生の特別講義および博物館見学

名古屋大学博物館の足立守先生に2回の講義と博物館見学の解説をお願いした。博物館での見学では、化石に関することについては大路樹生先生に解説していただいた。「」内は生徒の感想の抜粋である。実物を見ながら研究者から直接お話を聞くことで知的好奇心が掘り起こされている様子がうかがえる。

「やはり博物館で今の最先端の研究をしれたり、本物の化石をみることができたりしたことが、とても刺激になった。その上で、博物館でみたものと関連する内容の授業を受けたのでとても好奇心をそそられ、面白かった。本物を見て学ぶとやはり違うなあと感じた。」

「足立先生の鉱物の授業が印象に残った。理由は、地学はあまり面白くないな（特に地質のコト）と思っていたが、2度の授業でその考えが一変したから。地学に興味がとても湧いてきた。名大の先生の授業が受けれて本当に良かった。授業を通して、自分でも鉱物を調べてみたいと思った。鉱物の世界を深く探してみたいと考えた。」
「グループ学習も知らないことばかりでとても有意義なものだったが、印象に残ったのは足立守先生の特別講義。附属にお越しいただいたり、実際に博物館に向いたり、短い時間ではあったが他の学校では中々できないようなことだったので。そのときに取ったノート（プリント）は、今見ても“ああ、そうなのか”と思えるようなことばかり書いてあり、とても勉強になる。とりわけ好きな分野でもないのに楽しく学べた。また、（当時はまだ公開されていなかった）貴重な資料を見ることができ、附属生の特権だと思った。授業を通して、これまで興味なかったことでも糸口さえつかめれば、その知識が深まっていくと共に喜びとか更なる興味が広がっていくこと、また自分の居る場所なのに、どれだけ無知なまま生きてきたかが分かり、今後の参考になった。」

(2)近藤グループ

このグループでは、自然界における数値の変化を過去のデータと現在のデータを基に数式化することを考えた。第1講では、総務省統計局が発行している「世界の統計2010」のデータを基に、世界各国の人口の推移を調べさせた。そこから気づいたことを小グループごとに発表させ、さらに2050年の世界の人口を1人1人に予想させた。第2講では、人口の増える速さは、現在の人口に比例すると仮定（マルサスモデル）し、1960年から2050年までの人口の変化をグラフで表した。この仮定では、「世界の統計2010」のデータと2010年以降大きくずれてしまうことに気づかせ、その理由について考察させた。第3講と第4講では、世界の気温の変動を1次関数で近似することを考えさせた。第3講で世界のある地点の年平均気温を30年ごとに4つ与え、そのデータに

最も適する1次関数を求めることを夏休みの課題とした。第4講で小グループごとの最優秀者に発表させ、最後に私から最小二乗法で近似する方法を紹介した。

以下は、この講義を受けた生徒の感想を抜粋したものである。

1) 「数学」と「自然と科学」、どうつながるのだろうと思った。（中略）僕はこれと数学を自分なりにどう結びつけたか。それは、数学は過去のデータから未来のことがある程度予想できるということ。“予想する”というのが自然や科学の持つ問題を解決する手助けになると思った。だから、改めて数学の重要性を知った。

2) 「人口変動について」が面白かった。マルサスモデルは、「世界の統計2010」の過去のデータとは一致しているが、将来の予測値は一致していない。食糧不足や少子化などが原因となるらしい。また、人口には限界があるらしい。そこるところをもっと詳しく調べてみれば、予測値がもっと正確になっていくかもしれない。人口変動について、もっと調べてみたい！！

3) 「世界の気温の変動を式で表してみよう」の授業が印象に残った。理由としては、一つの問題を考えるときに、人によって様々な考え方が出たからです。大ざっぱに計算したり、こと細かに計算したり、よく分からない数式が出てきたりと、全く違う考え方だったのに答えは大差なかったっていうのも面白かったので、印象に残っているのかと思った。一つのことについて多面的に考えられるものだと実感した。

1) の生徒は、この講義を通して科学的探求力を身につけるためには、数学の力が必要なことを改めて認識し、2) の生徒は、一つのモデルの考察をきっかけとして、科学への興味・関心を強く表している。3) の生徒は、グループ学習を通して、考察には多面的な思考力が必要であることを実感している。この講義は、まだまだ数学の知識が不十分な高校1年生には難しい内容を含んでいたが、生徒の感想を読ませてもらい、受講した生徒の多くは、科学的思考力や科学的探求力を身につけることは興味深いことであると感じてくれたと思っている。

（文責：近藤 和雅）

(3)佐藤グループ

私がS L P II「自然と科学」に関わって4年目になる。1年目には、特定の教科書のない教科であるため、

毎回の教材開発に多くの労力を割いたが、4年目ともなるとこなれてきて、生徒への話題の提供がスムーズに行えるようになってきた。

講義のキーワードは、「氷河性海面変動」「縄文海進」「氷期と間氷期」「地球の歳差運動」「全地球凍結（スノーボールアース）」「小氷期」「太陽の黒点活動」「遺存種」「埋没林（海底林）」「扇状地」「年代測定法」などである。7月までの3回の講義を聴いたあと、生徒は1つずつテーマを定めて、夏休みに自学自習を深めてレポートにまとめた。さらに、9月にはレポートを持ち寄り、10名前後の受講生が約20分間の発表に向けてその内容の検討を行った。講座の最終回に行ったアンケートからおもな回答を下に取り上げてみる。

『私がこのグループで最も深く学習したと思うことは、遺存種についてです。一度授業で取り上げた時にとっても興味を持ち、夏休みのレポートのテーマにもしたのですが、私が今までに全く出会ったことのない課題だったので、新鮮な気持ちで取り組むことができました。自分から遺存種について図鑑や本で詳しく調べてみて、今の日本の絶滅しそうな動物や、また逆に多様化しつつある動物について分かり、もっと生物を守って大切にしていく姿勢や、その進化・成長を助けていく姿勢を学び、自分なりにそれを目標として学習を進めていました。様々なテーマの中で、この遺存種というテーマについて深く知ることができたのを何かのきっかけとして、今後も機会があればもっと調べていきたいと思います。』

『富山湾とその周辺の地形・海底林については、今までに全く聞いたことのない内容だったこともあり興味深く、印象に残った。私は以前、立山のアルペンルートを旅行したことがあり、その時、弥陀ヶ原のホテルから夜、はるか下に富山市街の夜景と真っ暗な富山湾を望んだ。その時は何も分からなかったが、今思えば雲の上から海をかなり近くに見たあの体験は、立山-富山湾の急斜を体感したことだったのだと分かる。授業で地理的に学んだことで、ただの「景色」からその理由、それが及ぼす影響まで考えることができるようになった。とてもよい経験だったと思う。』

『自分の選択したグループの内容で、スノーボールアースや氷河期、歳差運動が面白くて印象にも残りました。理由は、何億年も前のできごとが地形や地層などからわかったり、そこから様々なことを予想することもできて、すごいと思ったのと、今は地球温暖化と言われて騒がれているけれど、長い目で見てみると地球は寒くなったり暖かくなったりある周期ごとに変わるという話を聞いて、「もしかしたら、今の温暖化も

それらのサイクルの一部なのかな」と思い、地球の歴史から見てみると私たちの不安に思っていることもちっぽけなことの様に思えて、少しほっとしたからです。』

これらの意見のように、地球の営みというような大きなスケールの“自然”と自分という“人間”とを比較して考察できるような態度を形成できる一助となれたことは、担当者として手応えを感じることができるものであった。

（文責：佐藤俊樹）

(4)石川グループ

生物の定義から授業を始めたが、最初に個人で考え、グループで考えて発表して、どのような実験や調査を行えば実証できるかを考えた。このため、最後の感想に、この初回の授業が印象に残ったと書いた生徒がかなりいた。次の文は生徒の感想の一部である。

『生物の定義（特に、ウイルスは生物か生物ではないか）→基準を持って生物について考えたことが無かった。“モノ”で無ければ生物だと思っていたから。人間の祖先は何なのか等、調べる実験の方法→様々な視点からの実験で調べられることがわかった。これから物事を考えていく上で、“様々な視点”の大切さを感じたから。1つの事について知りたいと思ったら、それに関連する沢山の事について知識や理解を深めていかなければならない。』

進化についても同様に、教えるのではなく、資料を紹介して各自が考える時間を設けた。このため、次の生徒のように、深く理解する機会となった生徒もいる。

『進化について、最も深く学習したと思います。地球の誕生の所からカンブリア爆発まで時間をかけて学べたからです。また、たくさんの資料に載った様々な定義なども見ることができて、自分で考える時間が多かったので深く学習ができたと思います。』

また、様々な説があることによって、理解が困難ですっきりしないという生徒もいたが、この学年は、次の生徒のように、いろいろ考えられるから面白いと受け取る生徒が多かった。また、さらに知りたいという好奇心を持つきっかけにもなっているようである。

『生命の進化について、いろんな人がいろんな説をあげて、各々賛否両論あって、それが面白かったです。生命を定義するというのは本当に難しいし、生命の存在やその進化について完璧な説をつくることは無理なんじゃないかなと思いました。そういう意味では、生命というのはまだまだわからないことだらけで、でもそこがとても神秘的だと思う。生命の成り立ちについて、まだいろいろ調べたい。』

今年度はC O P 1 0 が名古屋で開催された年であり、

生物多様性という言葉自体はメディアよく耳にする機会があった。しかし、その語句のみを理解するのではなく、今までの長い時間の流れの中での変遷を理解した上で考えることで、次のような感想を書く生徒もいた。

「今まで生物の誕生を地球という環境の過程から見て、さらにその種が増え進化し多様化していくというその長い間のことを学習した上で、絶滅のことや外来種のことを勉強するのは重みが違う気がしました。また、それによってより身近に考え、理解できたのではないかと思います。特に授業の中で先生が“今、生物多様性を守ろうと言っているのは人間が絶滅しないようにするため”というのを聞いて、すごく衝撃を受けたと同時に、とても納得できました。そういった考え方が、自分なりに絶滅を防ぐことや外来種を増やさないためにはどうしたらいいのかを深く考えるきっかけになったと思います。」

4. 成果と課題

目標としている項目の中で、「科学への興味・関心」「科学的な探究力（データの解釈・分析・理解）」「人間・自然・社会に関する科学的理解力」「論理的・多元的・批判的思考力と表現力」については、生徒の記述アンケートやS L P IIの概要で紹介した数値データから、一定の成果が出ていると考えられる。時間不足のために不十分ではあるが、限られた項目に絞れば、生徒の認識が向上している様子が見える。

以下のデータは、最初の授業と最後の授業で同じ質問に対して答えてもらった数値の平均値である。→の前後のように、平均値が変化した。

*今現在のあなたの考えや状態を1～5で答えてください。

5：とてもそう思う 4：そう思う 3：どちらでもない 2：あまりそう思わない 1：そう思わない

(1)地球が誕生してから現在までに、地球の地形や気候がどのように変化してきたかをおおよそ知っている。

2.7→3.3

(2)地球の環境（地形、大気組成、気候など）と生物の変化の関係について知っている。

2.7→3.4

(3)生物の起源についてどのような説があるかを知っている。

3.1→3.7

(4)生態系とその変化について知っている。

2.7→3.6

(5)地球の人口がどのように変動してきたかを知っている。

2.9→3.5

(6)地球の人口や気温などの今後の変化を、過去や現在のデータを基に予測できると思うか。

3.4→3.4

「地球の変化と生命」という身近なテーマを3つの角度から、長い時間軸で考えることによって、次の生徒の感想にあるように、地球を改めてとらえ直す生徒もいた。

「私が今回の活動の中で印象に残ったことは、地球上ではとても大きなスケールで歴史が動いているんだなということです。あんなマグマの熱が冷めたら今度は全地球凍結し、地上の形も大きく変化していくことを考えると、人間の歴史なんてちっぽけで、地球の方がよっぽど波乱万丈な歴史を経験してきたのだと思います。私はその事実には圧倒されました。しかし、私は今までそんなことはつゆ知らず、地球にこんな過去があったなど考えてもみませんでした。今回の学習で私はそのことを知ることができたので、これからは地球を尊敬したいです。」

同じ内容を学ぶ場合でも、どれだけ広く、深く考えるかによって理解度が変わる。このS L P IIで身につけた“学び方”を他の教科にも応用していってくれることを願っている。

(文責：石川久美)