

## 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」をテーマとした。最初に、名古屋大学博物館見学や水晶の観察などの実習も含めて、科学的な見方を学び、高校では分けて学ぶ理科の科目が深く繋がっていることを実感する機会を設けた。

その後は、三つのグループに分かれて探究活動を行った。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天候の変化について考えた。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 地球環境の変化 進化

#### 1. 目標

「自然と科学」では、SLPⅡの概要で述べたように、日常生活で必要となる科学的知識と科学的思考力の基礎を身につけさせることを目的としている。

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、主に4つの角度から考えた。

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、自然環境の変遷について、いくつかの事例をあげながら考察した。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2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いただいた。また、同じく名古屋大学博物館の大路樹生先生に博物館見学の解説をいただいた。

#### 3. 実践内容 「地球の変化と生命」

		近藤和雅	佐藤俊樹	石川久美
1回目	4月19日	オリエンテーション・事前アンケート・世界人口の変動(近藤)		
2回目	4月26日	地球の変化(佐藤)・地球の変化を原子から考える(石川)		
3回目	5月10日	名古屋大学博物館 足立先生 水晶授業		
4回目	5月24日	名古屋大学博物館見学 解説		
5回目	5月31日	名古屋大学博物館 足立先生 特別講義・希望調査 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7日	世界各国の人口の推移	氷河と海面変動	生命とは
7回目	6月14日	人口変動の予想	小氷期	生物がエネルギーを得るしくみ
8回目	6月28日	年平均気温の変動の予想①	全地球凍結	進化
9回目	7月12日	年平均気温の変動の予想②	氷期の遺存種と海底林	生態系・生物多様性
10回目	7月19日	発表準備	グループ内発表	発表準備
11回目	9月6日	発表準備		
12回目	9月13日	2グループの発表		
13回目	9月27日	1グループの発表・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回の講義をお願いした。1回目は科学的な物の見方についてのお話で、五感を使って自然を見ることや下記の生徒が書いているように、鉱物と生物のつながりなど幅広い内容であった。2回目は、多くの鉱物の観察を行い、水晶については、右水晶、左水晶の見分け方についても学んだ。博物館では、アンモナイトの化石や生きた化石であるウミユリが水槽の中で動く様子の観察を行い、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今までと異なる見方を学んでいる様子がうかがえる。下線は筆者が付けたものである。

「鉱物を探するときには、石を探そうとするのではなく、探している鉱物の近くにあるはずの植物を探す。なぜ植物かという、動物は自分の好きな場所に移動できるけれど、植物はできないから。その植物にとって有益な石のあるところに根をはったら、そこで大きくなる。例えば、ブドウにとっての有益な成分はカルシウムである…このことを聞いてまず最初に思ったのが驚きでした。私の頭の中には鉱物を探するという行為から、石・地層などへは矢印が繋がっていましたが、鉱物を探するという行為から、植物へは繋がっていませんでした。鉱物と植物は何のつながりもなく全く別のもので、共通点があるとしても“地球上に存在している物体”というくらいのことしか思いつかなかったと思います。だから、鉱物を探るときに植物を探すというのは、とても予想外でした。一見、全く関係のなさそうなことも実は細い線で結ばれている、いや、太い線で結ばれているというようなもの・ことはきっと知らないだけで世の中にはたくさんあるんだろうなと思い、そういった意外なことに触れたかと思いました。」

「実際に大学内の博物館へ行って、見学をしながらお話を聞くことができたのが印象に残っています。特に生きたウミユリを実際に見ることができたことや巨大なアンモナイトの化石など、一人で見学するよりもより詳しい話が聞けたり疑問に思ったことをすぐに尋ねることができたり、友人と話し合いながら見学できて楽しかったです。また時間をみつけて博物館に足を運びたいと思いました。」

(文責：石川久美)

## (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未来の予想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2011」のデータを基に、1950年から2050年までの世界各国の人口の推移について気づいたことを小グループごとに生徒に話し合わせた。また、気づいた点について、なぜそのような現象が起こるのかも考察させ、そのことをさらに詳しく調べるために必要なデータも考えさせた。最後に、世界の人口は2050年以降どのように変化していくかを生徒一人一人に予想させた。この講義では、先進国と開発途上国の人口変動の違いに気づかせたかったのだが、生徒はそれ以外にも各国の男女比の違いや地域ごとの特徴の違いに興味を持っていた。さらに、産業革命や戦争なども考慮し、多面的に物事を捉えていた。

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し(マルサスモデル)、人口増加の割合を年1.8%として人口の変動を求めさせた。まずは、1960年の人口を30億人とし、50年後までの人口を10年おきに求めさせ、その次に2000年の人口を61億人とし、同じように50年後までの人口を10年おきに求めさせた。さらに求めた2つの表をグラフにさせ、前回用いた「世界の統計2011」の世界人口の推移のデータと比較させた。そして、そのことから気づいたこととその理由について小グループごとに考察させた。講義で仮定した条件で作成した人口変動のグラフは、1960年から2010年までのものは「世界の統計2011」とほぼ一致し、2000年から2050年までのものは一致せず、講義で仮定したもののほうが増加数が多くなってしまった。これは「世界の統計2011」では、少子化による人口増加率の低下などを考慮して予想が立てられているためであるが、そのずれについて生徒は、少子化が原因となること他に、人口増加による食糧不足や戦争による人口減少などを理由として考えていた。

第3講と第4講では、世界のある地点の年平均気温を30年ごとに4つ与え、世界の年平均気温の年ごとの上昇率を一定と仮定し、年と年平均気温の関係を1次関数で示させた。さらにその結果から、その地点の100年後の年平均気温を予想させた。第3講では、生徒一人一人に考えさせ、第4講では、小グループごとに生徒一人一人の考え方をそれぞれ説明させた。最終的には各グループの中で代表者を決め、全体の前で発表させた。最後に、私の方から最小二乗法を用いた方法を紹介した。この講義では、どのような関数が実験結果にもっとも合うかを考えさせたかった。将来的にはいろいろな関数を組み合わせることで考えることになると思うのだが、高校1年生の段階でそこまでは困難なので、1次関数という単純な仮定の下で行った。ほとんどの生徒はある1点を基準点として考え、傾きについてはそれぞれの増加率の平均を取るものが多かった。そのような中、求める1次関数と実際のデータの差は絶対値で考えるより二乗して考えた方が

良いというヒントを与えただけで、最小二乗法の考え方に行き着いた生徒がいたことには驚きだった。

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) 未来のことなんてわからないし、予想してもそれが当たっているかは誰も知らないけれど、私が調べた「100年後の人口」とか「気温の変動を予想してみよう」とかはすごくこれから生きていくのに役立つと思いました。なぜかと言うと、自分が暮らしている地球の問題とかを知らずにいると、もし何か大変なことが起こったとしても気づかずにもっと深刻になっていったり…という状況にもなり兼ねないからです。」

2) 私が最も印象に残ったのは、“世界の人口の推移”についてです。(中略) グループで話していくうちに、中国の人口の変動には「一人っ子政策」の影響が反映されていたり、ウクライナの女性の割合が1950年とかには57%とかなり大きいのは戦争によって男が駆り出されたから、などの推測ができるようになりました。このように普段の授業で習った内容で、変動の理由をちゃんと解いていけるのがとても楽しくて、だから印象に残りました。人口はその国の社会情勢や歴史などを色濃く反映するものなんだと知りました。

3) 人口変動の理由について、なぜ増加率は増え続けないのか、という間は、今まで私の頭で考えたことはなかった。でも、どうして増え続けないのか興味をもった。この間に対して、私は少子化や高齢化・医療技術の発達など教科書で習うことしか頭に浮かばなかった。しかし、友達の意見や先生の意見を聞いたりして、こんな考え方もあるのかあと思った。それと同時に自分の考えの浅さや狭さがわかって、もっといろいろな考え方ができるようになりたいと思った。

1) の生徒は、数学を用いて将来を予想することの大切さを知り、科学的探求心を身につけるためには数学の力が必要であることを実感している。2) の生徒は、数値の変化を他教科で学習した内容を踏まえて考察し、教科の枠を越えて多元的に考察することができている。3) の生徒は、今回の講義で科学への強い興味・関心を示しており、さらにグループ学習を通して、様々な発想や考え方を持つことが必要であると実感している。

今回の講義は、高校1年生を対象としたため使える関数が限られていた。自然界の変化は指数関数で表させる

ことが多いので、今度はそれを学習した後に同じような講義を行ってみたい。また、小グループで活動させることが多かったため、理解度の高い生徒中心で進んでしまい、講義についてこれられない生徒が出てしまったのも反省点の一つである。しかしながら、ほとんどの生徒は今回の講義を通して、科学的思考力や科学的探求力を養ってくれたと感じている。

参考文献等

- ・総務省統計局「世界の統計2011」  
<http://www.stat.go.jp/data/sekai/index.htm>からダウンロード
- ・気象庁ホームページ「世界の年平均気温」  
[http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/temp/an\\_wld.html](http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/temp/an_wld.html)

(文責：近藤和雅)

(3)佐藤グループ

地理という科目では、他のいくつかの教科・科目同様、環境問題を学習内容として取り上げる。具体的には、地球温暖化、酸性雨、熱帯林破壊、砂漠化などの問題を、その地域的特色と関連づけながら現状、原因、解決方法等を学ぶ。しかし、長年地理の授業に携わってきて感じていたことがある。現状の授業で触れられることは表面的でしかなく、生徒が環境問題を考える際の態度形成としてやや心許ないということだ。地球の営みの壮大さを学習指導要領の枠を超えて伝えることで、生徒自身がより深く自分たちの住む星である地球を守ろうとする意識を高めたいという目標を掲げた。

とはいうものの講義回数は4回しかなく、触れられる内容にも限りがあるので、毎時1つの4テーマに絞った。それらは、第1講「氷河と海面変動」、第2講「小氷期」、第3講「全地球凍結」、第4講「氷期の遺存種と海底林」で、時代のスケールは数百年前(第2講)、数千～数万年前(第1、4講)、数億年前(第3講)とまちまちにした。これらの講義を通じて、数億年前には地球表面が完全に凍っていた時代があったとか、現在は全地球凍結とまではいかなくても氷河が拡大したり縮小するという現象が数万年単位で繰り返している時代にあたるとか、もっと最近に限っていえば14～19世紀はやや寒冷な小氷期にあたり、フランス革命など歴史で学ぶ出来事が少なからず関係しているとか、なるべく生徒が興味を持ちそうなことを学ばせた。その上で、4回の講義のなかで最も興味を持った話題についてより深く調べるレポートを課し、さらにその内容について1人2分の持ち時間で全員に発表させた。全部で44名の受講生中スノーボールアース(全地球凍結)を調べた者が6人と最多であったが、「アイソスタシー」「ナキウサギ」「マウンダー極小期」「ミランコヴィッチサイクル」のように講

義中に副次的に触れた程度の項目に関心を寄せた者も数名いた。夏休みが明けて9月には各グループごとの発表が行われた。生徒たちは各自のレポートの発表をつなぎ合わせ、20分間の持ち時間内で学んだことを他グループの人たちに伝えた。

前期の最終回には半年にわたる取り組みの成果を問うアンケートが行われた。おもな記述の抜粋を以下に記す。まずは、「学習活動の中で印象に残ったこと、興味関心が持てたこと」という項目から。

- ・「自然科学や地球科学はそれだけの分野のことばかりにとらわれていても進んでいけない。何をやるにしても多面的な見方をすることが必要だ。」
  - ・「地球という惑星に住む以上、自然との関係を知っておくべきだと私は考える。」
  - ・「SLPⅡは過去を調べて、未来へ活かす教科ですよ、きっと。」
  - ・「授業を通して、生命の誕生がどれだけ複雑で難解なことなのかがわかりました。」
  - ・「これからの生活にも気をつけていかなければならないと思った。昔のことを勉強すればこの先活かせるということも学べた。」
- 次に、「SLPⅡの授業を終えて、今後、自分が実行しようと心に決めたこと」という項目から。
- ・「パッと思いついたことは、エコ精神の促進です。地球の歴史を知り、今の状態があるのは様々な奇跡が重なったことだと感じました。また、人間は過酷な状況から選ばれて生き延びたんだとも思いました。だからこそ人間が地球を壊すなんてことは許されません。」
  - ・「私は理科が一番苦手な授業でした。だからSLPⅡは嫌だったのですが、やってみると授業と違って興味が持てました。でも、それは普段の勉強で基礎がわかっていないとダメだと思います。授業と関連を持ち、ニュースなどでの話題ももっとちゃんと見ようと思いました。」

このような感想を読んでいると、「地球を守ろうとする意識を高めたい」という目標は概ね達成できたといえそうである。

(文責：佐藤俊樹)

#### (4)石川グループ

グループ学習の1回目は、自分たちで生物の定義を考えるとところから始めた。最初に各自で考え、4人ほどの小グループで考えた後発表を行い、いくつかの資料を参考にしながら、最後に各自でワークシートに自分の言葉でまとめるという協同的探究学習の手法を用いた。1時間かけてじっくり考えたため、次の生徒のように、印象

に残ったこととしてあげている生徒が多かった。(以下、下線は筆者による)

「私が一番興味・関心をもてたのは、自分たちが調べていた生命の定義と生命の誕生などです。生命の定義は、特に考えたことがなくて、でも授業を受けてからはウイルスとかはどっちなんだろうと考えるようになりました。また、研究してる人によっても考え方が違って、まだまだ定まっていないことも多いんだなと思いました。さらに、生命の誕生は地球の昔の環境と深く関わっていて、酸素がない環境で誕生したということは本当に驚きました。また、その生命が誕生した頃のことがわかるような生物がまだいることにもびっくりしました。」

この生徒も書いているが、様々な説があり、今なお生物と無生物の境目ははっきりしないことについて、改めて認識する生徒が多かった。このため、次の生徒のように、おもしろいと思いつつも、すっきりしないという気持ちも持ったようである。

「授業全体を通して、“生物とは何か”という答のない抽象的な“もの”を考えることで、その楽しさ・辛さ両方を理解できたと思う。」

2回目には、生物のしくみをエネルギー代謝の面から考えた。3回目には、進化について学んだが、非常に長い視野にたつて地球の変化を見直す機会となった。日常生活の中では考えも及ばない圧倒的なスケールでの地球の変遷を知ることで、次の生徒のように、自分はほとんど何も知らないと考える者もいた。

「私が面白いと感じたのが『進化』の授業です。私たち人類が出現するまでの大まかな流れは知っていましたが、詳しい内容をかじってみたら、思っていたよりも楽しんでいました。ヒトの祖先は実は“ナメクジウオ”なんじゃないか、というのに意外だなと思ったり、案外、動物の歴史は浅く、人間の歴史は本当に短かったことに驚いたり、わくわくしながら考えることができました。また、進化論には何種類かあって、ずいぶん昔からそれは唱えられています。それでもまだどれが正しいのか分かっていないし、他分野でも未解明な部分が多いと思います。全てを解明しなければいけないという訳ではないけれど、ちょっと気になります。私はSLP2の前期授業を通して、自分は殆ど何も知らないんだな、と思いました。色々な授業や講義を受ける度に思うのですが、本当の所は何も知らず、表面の片面ぐらいしか見えてないんじゃないか、と思います。特に生命の歴史や成り立ちなどです。うん億年間の歴史を数年で学ぼうなんて無茶な話ではあるけれど、やっぱりある程度は知っておくべきだろうな、と感じました。」

4回目には、ヒトの生活によって大きく変化している生態系について学んだ。生物多様性や外来種という言葉は知っていても、きちんとした定義や現状を知る生徒は意外と少ないため、多くの資料を見ながらワークシート

に基礎知識をまとめる活動も行った。また、現在の生物の状況と今後の変化を考えるためには、今までの地球と生物の変化を知る必要があることを学んだ。

#### 4. 成果と課題

3.の(1)の生徒の感想に、「一見、全く関係のなさそうなことも実は細い線で結ばれている、いや、太い線で結ばれている」とあるが、このように、様々な現象が繋がっていること、大きなテーマを考えるには、多くの教科の内容が必要であることを再認識している生徒が多かった。

S L P IIの概要のところにデータをあげたように、「S L P IIで学習したことに関連する既存の教科学習の内容についても深く学ぶきっかけとなった。」という問いに対しては、自然と科学が3.4とあまり高い値ではない。しかし、次の生徒たちのように、教科の学習に力を入れようと考えた生徒もいた。

「まず、普通に勉強しようと思いました。だって！基礎知識がないと本当にこの授業で学んだ事が活かせないんですよ！！ だから、今までサボってきた分の勉強をがんばります。」

「どのテーマ分野においても、普通科目（数学・理科）など、調べる・研究することにおいて、必ず必要になってくることもあると思うので、研究をする前に、その研究など様々なものにおいて通用する学力を身に付けておかなければならないと思う。」

次の文は最終授業を終えてから生徒が書いたものであるが、すでに文系と思っている生徒にとって、改めて科学のおもしろさを発見する機会となったことがわかる。さらに、科学的視点が経済を考える上で重要であることも発見している。また、単に教科や自然現象のつながりだけでなく、自分の将来の進路にどのように科学が関連してくるのかを具体的に考えている。

「僕は高校に入ってから“自分は文系だ”と決めつけて、以前のように授業以外で理科系の研究をすることは無くなっていった。そんな中で今回、授業では太陽活動や地球の様子など様々な理科系のテーマを扱い、科学の楽しさを再発見することができた。このことから僕が感じたのは、現在、社会で起きている問題を解決するためには、『人間活動』からの視点（国際政治学・国際関係学などの文系の研究）と、『自然と科学』からの視点の双方から考えていく必要があるということだ。（中略）僕は将来的に、この例のような全地球をまたぐような問題に取り組んでみたいと思っているので、この授業を通して、片方の視点からしか頭を働かせようとしていなかった自分に気付かされ、かけがえのない経験が得られたと思う。また、ガルシアマタやシャフナーの論文からは今回の授業で扱った『自然』というテーマと僕の好きな『経済』というテーマが驚く程きれいに相関するデータ

を発見した。まだ真相がつかめていない僕は、今とても気分が悪い。一刻も早くこの真相が知りたい。授業はもう終わってしまったけど、まだ僕は調べたいことがたくさんある。」

協同的探究学習の特徴の一つはお互いに学び合うことであるが、次の生徒のように、同級生からの学びを最大限に活用している生徒もいた。二人目の生徒のように、同級生が理解できた内容であるから、自分も頑張ろうとしており、同級生からの学びは、教員から学ぶより、不確かな部分があるが、同級生からだから学べる部分もあることがわかる。

「私は基本的に総合人間科でも他の学習でも一人で自分の好きなことを進めていくのが好きですが、今回のS L P 2で久しぶりにグループ学習をする機会をもちました。今回の方式だと、自分の好きなことを調べつつ、他の分野でグループの子が吸収してきたことも身につくのでよかったです。また、自分のレポートの考察に対して他の子が意見を言ってくれたりもしたので多面的に、いろんな方向からテーマを見るきっかけになりました。」

「数学をもっと頑張って、人口調査の式を理解できるようにしたいと思った。」

次の文は、「授業を終えて実行しようと思ったこと」について書いてもらった文である。

「何か物事を考えるとき、固定観念にとらわれるのではなく、多面的な見方ができるようになりたい・しよう、と思った。また、日頃あまり興味が無い分野の本とかも読もうと思った。」

「何でも、深く考えてみようと思いました。身近なことでも、興味がわいたら、将来につながるかなと思いました。」

「自分で進んで疑問を抱き、それを解決することを考えるのが大事だとわかった。これからも、それを実行できるようにしたいと思った。」

これらの中には、今後物事を考えるときの姿勢について書いてある。同じ内容を学ぶ場合でも、どのような姿勢で取り組み、どのような観点から考えるかで、理解度は大きく変化する。S L P IIで身につけた科学的思考力や学びに対する姿勢を今後に生かしていってくれることを願っている。

（文責：石川久美）