

第2章

自然と科学

第1節 自然と科学 前期

石川 久美・山田 孝
高松 逸朗

【抄録】 自然と科学の前期は、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である「地球の変化と生命」について、多元的・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。

初めに、名古屋大学博物館見学や鉱物の観察などの実習を行い、五感を使って実物から学んだ。その後は、数学、地歴、理科の三つのグループに分かれて探究活動を行った。

【キーワード】 自然と科学 地球 生命

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。その後、3つのグループに分かれ、化学のグループでは、生物の定義を考えた上で、生物がエネルギーを得る仕組みや進化、生物多様性という角度から地球の変化と生命の関係を考えた。社会科学のグループでは、科学的な世界観の変遷と世界地図の移り変わり、科学的な世界地図作りについて学んだ。数学のグループでは、地球の形や大きさとその測定の方法と、地図や天体図の表し方の原理について学んだ。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である。

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していただいた。また、授業時間に名古屋大学博物館に行き、足立先生に実物を見ながら説明していただいた。

3. 実践内容 「地球の変化と生命」

(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という自然科学に対する姿勢に関わるお話と、鉱物と生物のつながりなど幅広い内容であった。「3つのグループに分かれる前の授業はよく分かった。特に『自然界は動物・植物・鉱物』で成り立っているということは、生物学や自然学では最も根本的な事なのに、自分にはその考え方がなかったので、新鮮だった。」という生徒の感想にあるように、自然に対する新たな見方を身につけることができた。

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ストロマトライトなどの解説していただいた。「印象に残ったことは、名大博物館の見学。博物館にしかないものを生で見られて、とてもいい経験になった。一番印象に残っているのは、アンモナイトでした。」という生徒の感想でもわかるように、単に実物を見るだけでなく、どこに注意して見るかを説明していただいたことによって印象に残ったと思われる。(文責：石川久美)

(2)高松グループ

1) 動機

地球と科学というテーマにおける数学的側面を探索することを目的とした。そこで、ものの形の探求とその起源を探ることにし、その中でどのような数学が使われるかを調べることにした。テーマにある地球の形はいつの時代に誰が探求し始めたかを問題にすることができた。

さらに、地球自体の探求から地球の外に視点を向けてみるようになった。地球の形を探る上で、古代ギリシア人らは、月や太陽に注目したことから、我々は地球・月・太陽について考えるきっかけを得ることができた。

2) 概要

グループ別で4回の授業を行った。

1回目：地球の形

世界地図はどのように作られたのかという疑問から始まった。地図は通常紙の上に描かれたものである。我々が結果として知っているのは、地球が球体であること。ここで、問題になったのは、どのようにして地球が球体であることが分かったのであろうか。この点について、いくつかの具体例を生徒に考えさせた。また、地球が完全な球体であるのかという問題も出てきた。このことを測る量として扁平率があることを突き止めた。扁平率により地球の形と球体とにどれ程の違いがあるかを具体的に計算し確認した。

2回目：地球の大きさ

地球は球体であることを古代ギリシア人たちはいかにして理解したかを調べ、そこから地球の具体的な大きさ、特に赤道一周の長さをどのように求めたのかを探った。そこで、見つけたのがエラトステネスである。彼の検証方法を理解し具体的に計算を行った。その結果と現在得られている値とどれほどの差があるかを比較することができた。

3回目：天体の位置計算

次に、地球の外に注目し、我々が見られる様々な星の位置はどのようにしたら求められるかについて考えた。地球上の位置を表すために、緯度・経度が必要であるのに対して天体の位置を知るには赤緯・赤経が必要であることを学んだ。これにより有名な星座の一等星の位置を具体的に計算し位置を確認することができるようになった。

4回目：太陽、地球、月の位置

最後に、太陽、地球、月に注目した。古代ギリシア人に習い、月食や日食による天体の位置関係を調べることとユークリッド幾何学で知られている比例論を用いることで各天体間の距離や各天体の半径を計算できることが分かった。この計算で得られた結果と現在知られている結果とを比較することができた。

以上各回とも具体的な計算を行い、その結果を現在のものと比較することを中心に授業を進めた。計算結果については、誤差が小さい結果もあれば、大きいものもあり、それが何によるものであるかということが課題とし

て残った。

数学グループでは、地球と科学のテーマのもと、ものの形の探求とそこに現れる数学について学んだ。ものの形について、古代ギリシア人らは、地球の形をいかにして探求したか。また、地球の外にある太陽や月についてどのように考えていたかを学んだ。さらに、彼らが得た様々な測定結果が現在のものとどれ程の違いがあるかを調べた。

(3)山田グループ

古代バビロニアや中世ヨーロッパの「世界地図」を読み解いて、「世界観・地球観」がどのように変遷したか学ぶ。まず、ヘレニズム時代の自然哲学者エラトステネスが、どのように地球の子午線を計測したか、グループで話し合う授業を行った。このことから、古代社会でも地球が球体であったことを知ることもできた。その後、中世ヨーロッパを世界において地球が平面であるという「世界観」が確立し、17世紀科学革命を経て今日の「地球観・世界観」が確立する流れを学び、「科学的」に世界をとらえるとはどういうことか考える授業を行った。

(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に発表を行い、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った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、印象に残ったこととしてあげている生徒が多かった。また、次の生徒のように“わかっていない”ことを知り、大学での学びへとつなげて考えた生徒もいた。(以下、下線は筆者による)

『『生命』について学んだのですが、一番ヒトと深くかかわっている生命についてでもあまり分かっていないんだということに驚きました。また、生物の授業では学べないような知識について学べて、みんなで自由研究をしているようで楽しかったです。(中略)現代においても生命や地球は進化しているのか知りたいと思いました(温暖化も進化の一環なのではないか?という見方もできるようになりました)『生命の誕生』というとても大きく大きなテーマで学習(といっても少し触れただけにすぎないのでしょうか)できたことは、大学へ行ってするような勉強に近づけた気がします。大学ではこのような大きなテーマについて学ぶのかと思うと、大変だろうが少しワクワクしてきました。」

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っ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、次の感想にあるように、次々と新たな疑問や興味を持つ生徒も多かった。

「カンブリア紀の大爆発」という、生物がいきなり多様化したできごとについて興味を持ちました。その時代には、面白い形の生物がたくさんいました。今は存在しないような形の生物もいました。この時代は、生物が自分の生きていく姿を模索していた時だと聞き、今の形はそのような努力の結果だったんだな、と思いました。今が結果であるだけとは思いませんし、これからそのような努力が続いていこうと思いますが、今の私の姿も、その頃の生物たちの進化によって作られたと思うと、不思議な感じがしてきます。逆に、その頃からほとんど姿が変わっていない“生きた化石”と呼ばれる生物にも興味を持ったので、なぜその生物が進化をしていないのか、他の生物はなぜ進化してきたのか、などを知ってみたいと思いました。」

「驚いたのは、我々動物の起源がカイメンではないかということ。また、ヒトの祖先がナメクジウオではないかということ。この2つを知って、私たちが生きている今、そしてその過程・時間がすごく神秘的で、生命というものがとても素晴らしいと思うようになった。起源から今までに、何があったか、進化の過程について調べてみたくなった。」

「現在の生命について 絶滅や生態系の破壊、特に外来種については、もっと理解を深めると共に、それに対する対策や、それを進行させないために行動しようと思った。また、もっと事例を調べ、パターンなどが知りたい。古代の生命について カンブリア爆発で誕生した生命がどのように進化していった恐竜や人間につながったのか。また、ハ虫類やホ乳類などはどのように誕生したか、またはなぜ生まれたか、どのように生きてきたのかなどを調べていきたい。」

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。本校を訪問していたノースカロライナ高校の生徒を交えて意見交換を行ったこともあり、日本だけでなく、地球規模でかつ長期的に考えなければならないと自分で気づく生徒も多かった。

「今期のS L P IIの授業で印象に残ったのは、外国の方との交流です。(中略)英語の授業で外国の学生との交流会がありました。しかし、S L P IIではそれ以上に授業として、難しい「外来種」の問題について意見を交わし理解を深めると共に外国の方々と交流をすることができました。このような機会は他校ではなかなかできな

い体験だと思います。そのため一番印象に残りました。そして関心・興味を持ったことは、「外来種」問題です。上記の通り、討論をしたことで外国の外来種問題についても考える機会にもなりました。この授業を行う前は、外国にも外来種問題があることを全く知りませんでした。しかし、他国でも日本同様に問題が起きていて困っていることを知り、この問題は世界共通であることを認識しました。それから、日本にどのような外来種が存在していて、どんな被害を発生させているのか、日本から外国へ持ち出され外来種として困らせている生物はどのようなものなのか、気にするようになりました。」

「生態系・多様性 普段よく耳にはするものの、その定義(のようなもの)を知ることができた。世界の国々がそれぞれ他の国に影響を及ぼされ、及ぼしている、という事実が印象的だった。自分の国だけの視点からだけではなく、幅広い範囲で問題を見渡さなければならぬということに気付いた。」

「印象に残ったことは地球は、すごく長い年月をかけて今の状態になり、また豊かな生態系を作り上げてきたのに、そんなすばらしい環境を私たち人間は、地球規模でみたら一瞬の時間で壊そうとしていること。なぜなら、ビデオで見た、地球誕生から最初の生物が生まれるまでの歴史の長さには驚いたし、たくさんの奇跡が重なって今の地球があると思うから。」

4. 成果と課題

時間数が少ないこともあり、多くのテーマを扱うことはできなかったが、学んだことについて詳しくなると生徒がとらえていることが感想から分かる。これは、考えたり、話し合ったり、発表のために調べるなどの活動を通して、深い理解が得られたことによると考えられる。S L P IIにおいては、多くの場面で協同的探究学習の学習法を利用している。つまり、第1章と第2章の協同的探究学習の項で述べてあるように、「多様な解答があるオープンな発問」「多様な考えを比較検討する場を設け、生徒が解答の多様性や因果関係を知る機会がある」「生徒が自分の考えを整理して発言したり、考えを深めたりすることができる個別解決時間を設定する」といった特徴を持つ授業が多くの場面で見られた。この方法を用いたことで、「何となく知っている」だけでなく、次の生徒のように、「掘り下げて考えた」といえる生徒が増えたと考えられる。

「『生物』というとても広く定義しづらい言葉に対して、論理的に考えどのように定義したらよいかを考える、などの授業がおもしろかった。理由は、普段はそこまで深く考えないことを掘り下げてそこまで考える、という経験をすることがあまりなく、とてもためになると感じた。」

第1章のS L P IIの概要で述べたように、生徒のアン

ケート結果では、「答えの出にくい問題について学習することは大切である。」に対して、5件法で平均4.3、「SLPⅡでは、様々な視点から知識が得られると思う」に対して平均で4.1、「他の人の考えを聞くことは、自分の理解深めることの助けとなると思う」は4.3と非常に高い値になっている。このことは、次の感想にも現れている。

「答えはただ1つではなく、逆に考えるとどのような結論になるのかを時間があれば考え、自分の考え方の幅を広げてより深くなるような考え方をしていきたい。」

「多くの人と交流し、現在この地球で起きている問題や良いところも含め、討論をし、考えを共有しようと思いました。また、一つの物事についてあらゆる角度から考えてみることを実践してみたいと思います。」

明確な答えがない課題を考えることは、ともすると中途半端な思いだけが残る。しかし、多くの生徒はそれが無意味ではなく、大切なことだととらえていることが分かる。また、次の生徒のように、知的好奇心が向上している生徒も多かった。

「教科書内容よりもさらに深いことも考えてみようと思いました。」

「今まで分からないことがあると、けっこうそのままにするってことが多かったけど、今後は、もっと深く調べていこうと思います。そこから色々発見するだろうし、おもしろいことも沢山あると思うので、そういう所で知識をふやしていきたいと思いました。」

「実験のときは五感を使うこと。どんなことにも『どうしてかな?』と疑問を持つことが大切。どんなことにも疑問をもって自然からヒントをもらうこと。」

時間数が少ないため多くの内容は扱えないが、SLPⅡで身につけた科学に対する姿勢と科学的思考力は、生徒の今後の学びにつながると考えている。

(文責：石川久美)