

# 広島の風土を題材にした理科教育(風土サイエンス)の研究(Ⅱ)

長沼 毅 狩野 彰宏 田中 伸也 林 靖弘  
平賀 博之 丸本 浩

## 1. はじめに

「理科離れ」が深刻な社会問題として語られる昨今、自然体験や実験、視聴覚的工夫等が行われる一方、この研究グループでは、「言葉の力」でメタフィジックな科学の面白さを生徒達に伝える試みに取り組み、一定の成果を挙げてきた<sup>(1)~(3)</sup>。本研究はその次なる展開として、地域の自然環境と歴史風土に根ざした理科教育の可能性を追究すべく、化学・生物・地学の融合および文系的視点をも含めた「風土サイエンス」の確立を目指した研究である。

第1年次の研究<sup>(4)</sup>では、広島大学附属福山高校の物理・化学・生物・地学の「高大連携授業」諸活動の一環として、「森は海の恋人」や「山の幸は海の幸」、「豊かな中国山地と瀬戸内海」などの話題を切り口とした授業がいかにかに生徒の好奇心と向学心を喚起するかを探った。「風土を題材とした理科教育」という取組みにおいて、興味の喚起と日々の学習が車の両輪の如く相互に補完することで、さらに効果的な理科教育の方法論を展開できるという予想に対し、確かな手応えを得ることができた。

研究の第2年次にあたる本稿では、ふだんの理科学習から「切り口」にスムーズにアクセスするために、風土サイエンスとの接点となる入り口を探り、その学習効果を検証したいと考えた。具体的には「鉄の化学」、「広島花崗岩の地質」、「カキの生産」などを候補として地域風土の特色を題材とした教材を開発し、授業を実施し、評価をおこなった。

## 2. 風土サイエンス

中国地方に古代より発達してきた「たたら」は、中国地方の風土によって作りあげられたものであり、分化した科学単独で扱うのではなく、地質学、生態学、工学、地理学、経済学、考古学、民俗学などを総合し、「風土」として捉える必要がある。すなわち、「たたら科学」は「風土サイエンス」と呼ぶにふさわしいもの

であることを昨年度の研究の冒頭で指摘した。これは本研究の基本コンセプトにあたる部分である。

科学が高度に発展し理科の内容が生活と遊離してしまっていることが、今日の理科離れを引き起こしたとの指摘があるが、「風土サイエンス」は、生活と密接に関わってきた風土という視点から科学を捉えていくきっかけを作るという点や、科学への入り口での障壁を低くするという観点から、いわゆる理科離れの現状に一石を投じる切り口であるとも考えている。

## 3. 中国地方の風土を題材にした授業の検討

今回も昨年度同様、「風土サイエンス」を意識した授業として、広島大学附属福山高等学校1年生の1クラスを対象に、試行的な授業を実施した。実施に先立って、授業を受ける生徒の学習の状況、特に中学校までに学習した内容や現在進めている授業で行っている内容を授業者が把握することに重点を置いた打ち合わせを行った。

平成18年度から当校が研究開発に取り組んでいる「中等教育における科学を支える「リテラシー」の育成を核とする教育課程の開発」(サイエンスプログラム)では、高等学校1年生で、高等学校段階の生徒すべてに最低限必要な知識や能力を育むことをねらいとして、一般の学校とは異なる教育課程を編成し、新教科「サイエンスI B」の実践研究に取り組んでいる。今回授業を実施するにあたっては、サイエンスI Bの内容や特徴について講師が理解し、どのような内容の授業が既に実施されていることをふまえた上で、授業内容を検討していった。

今回の授業では、本研究の目的をふまえた上で現段階の生徒へのインパクトも考慮し、テーマを「鉄と山河森海の生態系」に決定した。

## 4. 「風土サイエンス」を意識した授業の実際

対象クラスは4年(高等学校1年)D組、受講した



生徒は男子19名、女子21名である。授業は、平成20年11月12日（水）6限に実施した。

なお、講師紹介を兼ねた事前授業として、講師の出演したNHK番組「プロフェッショナル仕事の流儀」のVTRを視聴した。

以下に講義の内容を記述する。

「鉄と山河森海の生態系」 長沼 毅  
初めに自己紹介をします。

この写真は宇宙飛行士の野口聡一さんですが、私は野口さんが宇宙飛行士に選ばれたときに同じ試験を受けていました。野口さんとは名前があいうえお順でとなりだったので、いろいろな話をしたことを覚えています。

面接試験のときに毛利衛さんに、「なぜ宇宙飛行士になろうと考えたのですか？」と聞かれて、私はガガーリンが初めて宇宙に飛んだ日が誕生日なので、宇宙へ行くために生まれてきたと思っています。と答えました。毛利さんは、だったら世界中には同じ日に生まれた人がたくさんいますね、と答えました。また、「あなたが宇宙に行くときどのようなメリットがあるでしょうか？」という質問には、私は深海6500に乗船して海の底にもぐりました。私が宇宙に行けば最も深いところと宇宙の両方を初めて体験したことになるという話をしました。私は試験に落ちてそのときに合格したのは野口さんだったのですが、その後毛利さんは実際に深海にもぐって、宇宙と深海を両方体験するというわたしの言ったことを実際に達成しています。

ところでみなさんには、NHKのプロフェッショナル仕事の流儀の番組のビデオを見てもらったと思いますが、私は茂木健一郎さんに「科学界のインディージョーンズ」という名前をつけてもらいました。今年は北極へ行ってきましたが、北極圏でも温泉を掘って入りました。この写真は最近私をモデルにして撮影したアウトドアのコマーシャルポスターで、広島のシャレオにこのスクリーンと同じくらい大きさのポスターをずらっと貼ってもらっていました。ここにもNHKで紹介された「どうせするならしなかった後悔よ

りした後悔」ということばを書いています。

今日は広島を研究する風土サイエンスの試みとして、「鉄と山河森海の生態系」という題でお話しします。

広島には豊かな海があります。瀬戸内海の地理や歴史などを含めた風土を研究しようというのが今日のお話の切り口になります。その中で鉄を通して瀬戸内海を見てみたいと思います。この本は中国新聞社が出版した「瀬戸内からの報告」という本です。公害に蝕まれる人間と自然という副題ですが、海の内容ばかりで、山や森のことはまったく出てきません。こちらは「海からの伝言」という同じ中国新聞社が1998年に出版した本ですが、こちらには海をテーマにしながらかきや山のことがたくさん出てきます。2冊の本を比較して、このような変化が起こった原因を考えると、畠山重篤さんが書いた「森は海の恋人」という本の影響だと考えられます。畠山さんは仙台でカキの養殖をしている漁師で、カキが不漁になった原因は山にあるのではないかという直感のもとに、私財を投げうって森に木を植える運動を始めました。今では全国へこの運動が広がっていています。船をこぐオール材料を見ても、いろいろな種類の木材を使って作られます。漁で使う道具もいろいろな植物が材料になって作られます。美味しんぼの46巻には畠山さんが登場して、「川は陸の栄養分を海に運んでくれるからです」ということを言っています。栄養分というのはどのようなものかを、科学者としての考えを加えていくというお手伝いを私もしています。この本は洞爺湖サミットの前に出された本の販売のために作られた小冊子からとったものですが、この本には全面的に賛成しているわけではありません。

こちらはのび太の海底奇岩城という漫画の中に出てくる場面ですが、「プランクトンを原料に作った肉」が出てきます。クジラはオキアミを一回に1トンくらい食べますが、それくらい食べてもオキアミは問題にならないくらいたくさん生息しています。オキアミは体長1cmくらいの動物プランクトンですが、オキアミは植物プランクトンのケイソウを食べています。それだけのエサが存在しているのです。瀬戸内海の生物の生産量は昔に比べるとずいぶん少なくなっています。その原因はエサとなる植物プランクトンが減少していることだと考えられます。ケイソウは植物ですが、からだの外側にガラスをまとっており、非常に微細な構造を持っています。ケイソウの珪はシリカ（ガラス）のことです。誕生したのは2億年ほど前のことですが、





現在もっとも繁栄している植物なのです。珪藻を増やすためには鉄を加えるとよく繁殖するようになります。アイデアとしては海に鉄をまけば植物プランクトンを増やすことができるのです。畠山さんの本には、山には木を植え海の生物を鉄を使って増やせば地球温暖化は防げるということが書かれています。

地球には現在60億人以上の人口がいて、まもなく100億人の時代を迎えます。マグロの養殖には莫大なエサを必要としますが、そのように人口が増えていく中で、食料をマグロに与えるというのはたいへんな無駄になります。マグロのえさには珪藻(プランクトン)を増殖させることを考えています。黄砂は海にたくさんの鉄を供給しています。そのあたりがわたしたち海の研究者が砂漠へ行っている理由です。太平洋には窒素やリンは豊富なのに、鉄分が不足しているため、プランクトンにとって砂漠のような状態になっているのです。中国地方にはたくさんの花崗岩が分布しています。花崗岩には黒雲母、長石、石英などの鉱物が含まれますが、黒雲母が鉄の供給源となる鉄を含む鉱物です。安芸津には赤レンガの工場がありますが、この赤い色も粘土に鉄分が大量に入っていることを示しています。西条の赤い瓦も同様です。川にも大量の鉄分を含むのは、川の水の7割が地下水を源にしているからです。鉄分は酸化すると赤錆となって沈殿します。河床が赤っぽくなっているのはそのためです。



沈殿を防ぐ物質もあります。鉄キレーターとよばれる物質があると、鉄は酸化されずに運ばれます。代表的なのはクエン酸で、キレートレモンという飲料の成分を見ても鉄キレーターにあたる物質を見ることができます。自然界でキレーターとして働くのはフミン酸やフルボ酸などを含む腐葉土で、広葉落葉樹の森にはたくさんのキレーターが含まれることになります。たたらは砂鉄と木炭を原料としますが、砂鉄は風化した花崗岩から取り出していきます。砕かれた砂を水に流すと、密度の大きい砂鉄は流れの速い場所でも沈殿するので、それによってより分けることができます。砂鉄をとるために山を崩して水に流していたので、岡山

落葉広葉樹—腐葉土—腐植質  
花崗岩から溶け出した二価鉄(Fe<sup>2+</sup>)は空気や河川水中で直ちに酸化されて三価鉄(Fe<sup>3+</sup>)になって沈殿してしまう。いわゆる赤鉄(あかがね)で、河床が赤っぽくなる。  
これを防ぐのが「鉄キレーター」(シデロフォア)。  
クエン酸鉄が有名で飲料も市販されている。  
森のシデロフォアは腐植質(フミン酸やフルボ酸など)。  
腐植質は腐葉土からできる。  
腐葉土は落葉広葉樹の森に多い。  
落葉広葉樹を「柞」(ははそ)あるいは「栲」(ゆず)という。  
森は海の恋人であると同時に、森は海の母でもあるのだ。

や倉敷、福山などは、その砂が堆積してできた平野だと考えられます。そのときに大量の鉄分が海に供給されていたので、瀬戸内海は鉄の豊かな、プランクトンの豊かな海だったのです。

現在の社会で山を崩して砂鉄を採ったりというのは考えられませんが、それに変わって森の植物を豊かにして、海を豊かにすることを考えています。また生物生産学部では微生物の力も借りて、山を、そして海を豊かにしていく方法も研究しています。

今日の話が、みなさんが海や山を見るときに、これまでと違う見方につながるきっかけになればと思います。

## 5. 生徒へのアンケート結果からの考察

授業実施後、アンケート調査を実施した。内容の理解や講義に対する興味は、昨年度と同様の傾向で、大部分の生徒が肯定的な解答である。また、今年度は事前にVTR視聴をおこなったため、その内容等についてのコメントも多く、NHKの番組の効果的な演出も相まって、生徒を十分に引きつけることができたと感じている。

このアンケートの内容と結果を、以下の表1に示す。

表1 授業後のアンケート内容とその結果

長沼毅先生の授業を聞いての感想・アンケート用紙	
2008. 11. 12	
長沼先生の特別講義を受けて、皆さんはどのような感想を抱きましたか。以下の質問に答えて下さい。今後の授業の取り組みの参考にさせていただきますので、協力をお願いします。	
1. 今回の長沼先生の講義の内容は理解できましたか。	
①よく理解できた	②まずまず理解できた
③どちらでもない	④少し理解できなかった
⑤まったく理解できなかった	
2. 今回の長沼先生の講義について、興味がわきましたか。	
①大変興味深かった	②少しは興味がわいた
③どちらでもない	④あまり興味がわかなかった
⑤まったく興味が持てなかった	
3. 2で①および②を選んだ人について、どのような点に興味を持ちましたか。	
あなたが興味を持った事項について、書いて下さい。	
4. 長沼先生の講義のメインテーマである、「鉄で地球温暖化を防ぐ」ということについて、どう思いますか。あなたの考えを書いて下さい。	
5. 大学生になって、今回のような講義を受けてみたいですか。	

①ぜひ受けてみたい                      ②少し受けてみたい  
 ③どちらでもない                        ④あまり受けてみたくない  
 ⑤まったく受けてみたくない

6. 今回のような講義を聴いて、サイエンス（理科）に対する興味がわきましたか。  
 ①大変興味がわいた                      ②少しは興味がわいた  
 ③どちらでもない                        ④あまり興味がわかなかった  
 ⑤まったく興味がわかない

7. 最後に、今回の特別講義に対する感想を自由に書いて下さい。

4年D組（                      ）番                      名前（                      ）

長沼毅先生の授業を聞いての感想・アンケート集計結果  
 2008. 11. 12  
 アンケートの対象：4年D組 40名（男子19名，女子21名）

1. 今回の長沼先生の講義の内容は理解できましたか。
- |               |     |       |
|---------------|-----|-------|
| ①よく理解できた      | 20名 | (50%) |
| ②まずまず理解できた    | 20名 | (50%) |
| ③どちらでもない      | 0名  | (0%)  |
| ④少し理解できなかった   | 0名  | (0%)  |
| ⑤まったく理解できなかった | 0名  | (0%)  |
2. 今回の長沼先生の講義について、興味がわきましたか。
- |                |     |       |
|----------------|-----|-------|
| ①大変興味深かった      | 28  | (70%) |
| ②少しは興味がわいた     | 10名 | (25%) |
| ③どちらでもない       | 2名  | (5%)  |
| ④あまり興味がわかなかった  | 0名  | (0%)  |
| ⑤まったく興味が持てなかつた | 0名  | (0%)  |
3. 2で①および②を選んだ人について、どのような点に興味を持ちましたか。下の欄に興味を持った事項について、書いて下さい。
- ・ケイ藻がガラスでおおわれていること。
  - ・鉄が海に関係しているという点、山が鉄を海に運びやすくするという点。
  - ・ケイ藻が生態系のもとになっているということ。
  - ・海を守るためには広い視野で山や森や川も守らなければならないということ。
  - ・自分の誕生日が先生と2日違うこと。
  - ・鉄で植物プランクトンが増え海を豊かにするというサイクルが自然にできていることに驚いた
  - ・クエン酸で鉄が沈まないようにし、海に運ばせること。
  - ・海の川や山との関連性。
  - ・主に海のことを研究しているのに、山に登ったり、果ては砂漠まで行ったりするという先生の考えに興味をもちました。
  - ・昔の人が深く考えずとも海を育てる手助けをしていた点。
  - ・ケイ藻と鉄の関係。
  - ・ケイ藻の表面がガラスで覆われているということ。
  - ・プランクトンの多さに驚いた。
  - ・鉄分が必要な生き物は血のある動物だけだと思っていたけど、実は植物にも必要だったという意外な点。
  - ・鉄・クエン酸・自然。
  - ・海を良くするのに、山や黄砂までもが関係しているという見方を今まで知らなかったから、興味深かった。
  - ・鉄が微生物の繁栄に大きく関係している点。
  - ・海の魚の量が減ったことから、森の状態が悪化しているところまでたどりつき、どのようにしたらいいか解決策も考えていて面白かった。
  - ・空気中にプランクトンがいるということは初めて聞いた。とても興味深いと思う。
  - ・「鉄」は栄養だというのが、普段見かける鉄って水に溶けそうじゃない。<疑問か？>
  - ・空気中にもプランクトンがいること。鉄が海中の植物を支えている。
  - ・「鉄」の重要性について。プランクトンの成長に「鉄」が大きく関わっているのは知らなかったのでもって驚きました。
  - ・鉄の役割。
  - ・海と森が深い関係にあることは以前から知っていましたが、鉄が具体的にどのような役割を担っているのがわかりました。
  - ・環境問題対策として今まではあまり化学とか生物とかという面であってなかったので、そういう所など。腐葉土の影響も、もっといろいろ知りたい。
  - ・視点の広さ。海なのに山、川、森といろいろな所で関係があること。
  - ・鉄でプランクトンが増え、魚が増えたり、光合成が増えたりと、いろいろなことがつながっている点。
  - ・楽しかったです。どこで掘った温泉が1番気持ちよかったのか気になります。

- ・先生はまわりにながされない先生なんだなと思いました。面白かったです。キレートレモン飲もうと思います。(笑)ありがとうございます。
  - ・とても楽しかった!!! 分かりやすく、何も分からなかった私も最後は土の大切さや川の役割がわかり、とても楽しく講義をうけました。何にでも挑戦する、その気持ち大切にしたいです。
  - ・海と川と森はつながっているということ。
  - ・人間の開発は自然を脅かすものとはばかり思っていたけれど、たたら製鉄など鉄を海に流出するはたらき（無意識に？）していた時期があったのだと驚いた。
  - ・自然は全てつながっているんだ! という点。
  - ・生物が鉄を利用して多く繁殖する点。今まではどっちかという鉄は身体に悪いことだとだと思っていた。
  - ・「地球温暖化」や「海」というキーワードに対して、「鉄」というキーワードが出てきたことが、私にとっては意外であり、知らなかった鉄の一面に興味を持ちました。
  - ・小さなプランクトンが地球を支えること。
  - ・私は金属は海に良くないのでは、といった無知ならではの感覚を持っていたので、先生の解説の中のプランクトンが何を食べているのかななどの話に大変興味を持ちました。
  - ・鉄が持っている力。
  - ・そもそも温暖化で何が困るのか。
  - ・切り口が鉄であるというところからすでに面白そうだったのですが、そこからいろいろな方向に網目のように考えていくところが興味深かったです。(黄砂についてやケイ藻という視点も)
  - ・鉄と、海や川などの自然に関わりがあるということ。
  - ・プランクトンと自然との関わりについて。
  - ・海と森が密接に関係しているというのは、学校の授業で知っていたのですが、それが、まだ最近、しかも一人の小さな動きから始まったということは、驚きであって大変興味がわきました。
  - ・ある一つの分野でも様々な関連性があるって成り立っており、視点の変え方で幅広い世界が見えるようになると思った。
  - ・1つのことに関していろいろな原因があるということがわかって、そうすると、なんで? と自分から知りたいと思えた。
  - ・ケイ藻をみつけに南極等に行っていってらっしゃるのでしょうか? (T)
  - ・そのケイ藻は鉄が無くても増えるのでしょうか? (T)
4. 長沼先生の講義のメインテーマである、「鉄で地球温暖化を防ぐ」ということについてどう思いますか。あなたの考えを書いて下さい。
- ・鉄と考えるよりは地球は全てにおいてつながっていると考えた方がよいと思った。
  - ・地球上のどこかに異常が発生すると地球上全体に異常がおこると思う。
  - ・鉄を海にまくだけで地球温暖化が防げると聞いてびっくりした。
  - ・今までの単に木を増やそうということじゃなく、海のケイ藻を増やすことをするのは、これまでの考えより新しいと思いました。
  - ・もとの自然な状態に戻すという点で重要だと思います。
  - ・最初に参考資料を読んだときに、鉄を海にやればいいと書いてあるけど鉄は鉄でいるんじゃないのかなと思っていました。しかし、今日の講義を聴いて、川底に沈んでいるような鉄分をクエン酸などで沈んでしまわないようにして、海に運ぶというのは納得できました。
  - ・様々な視点から環境を考えることはよいことだと思う。
  - ・植林で地球温暖化を防ぐというのはよく聞くけど、鉄で防ごうというのは新しい発想ですごくいいと思いました。
  - ・すごいなと思った。
  - ・他に挙げられている温暖化を防ぐ方法よりずっとシンプルでやりやすいのではと思った。
  - ・鉄を供給すれば、海の植物プランクトンが増え、豊かになるということなので、どうやって海に鉄を供給するかを考えていくのが大切だと思った。
  - ・ぜひ実行してみたいと思った。
  - ・聞いたこともない斬新な考えだと思った。
  - ・そういうことを発見したのがすごいと思うし、防げたらすごいと思う。
  - ・人が目をつけなかった視点からの取り組みなのでいいと思う。
  - ・鉄を増やすために森林を増やす。森林を増やすことで地球温暖化を抑制することができる。鉄と地球温暖化が直接ではない関わっている。
  - ・どのくらいの量の鉄でどのくらいの効果があるかはわからないけれど、鉄が足りるのかどうか疑問に思った。
  - ・実際、どれだけの効果が得られるのか分からないので何とも言えない。緩和ではなく防止するくらい（効果があるの）ならやった方がいいと思う。
  - ・ケイ藻はどうやって鉄を食べて（？）活かすのかが気になる。
  - ・今日の話聞いたかぎりでは確かに一理あるのかなと思いました。が、もっと根本的な部分を正していけないといけなのでは? と感じました。



- ・今まで聞いたことがなかったので驚きました。
- ・先生がおっしゃった様に、具体的にに行った場合どのような変化が生じるのかちゃんと調査してから、実行して+（プラス）な点ができると判断すべきかな、と思いました。
- ・今日はじめてこういう話をききたので、うまくいかないところもあります。温暖化と鉄（なで）の関係をもっとよく知り、いろいろと役立てていけることを見つけたいです。
- ・少し大きいなどは思うが、地球温暖化を防ぐ為以外にも、良いことがあるので、すごいなと思った。
- ・鉄をまいて温暖化が防げるならいいと思う。鉄をまくことの欠点も考えてみたい。
- ・意外だと思いました。
- ・全くその通りだと思います。
- ・「赤潮」などの原因にならないのか不安だ。プランクトンが窒息すると聞いたことがあります……。
- ・すごいなと思う。鉄ってかっこいいなって思う。
- ・地球上の森、海、川はそれ単体でなくて互いに働きかけあっている。鉄で温暖化が防げるという様なのは凄い事だと思った。
- ・鉄で地球温暖化を防ぐことは、できないわけではないと思うけれど、少し難しいのではと、と思う。私自身がもう少し鉄に対する知識を増やしてからでないかこのテーマについてははっきり述べられないのでは……。
- ・まだ疑わしいけど（笑）、もっと知ってみたい。
- ・思いもよらないような斬新な研究をされているのに驚きました。一つの研究をたくさんのごとにつなげる試みには興味がありました。
- ・があったりきれいな川があったりと、今までの自然のサイクルが環境にとっても効率よく働いていて、今まで気づけなかった視点からの温暖化対策だと感じ、面白いと思った。
- ・地球温暖化についても見方によっていろいろあるんだと思った。今まで排気ガスばかり考えていた。おもしろかった。
- ・クエン酸を作る微生物を山に増やすのでしょうか？（T）

5. 大学生になって、今回のような講義を受けてみたいですか。

①ぜひ受けてみたい	30名	(75%)
②少し受けてみたい	8名	(20%)
③どちらでもない	2名	(5%)
④あまり受けてみたくない	0名	(0%)
⑤まったく受けてみたくない	0名	(0%)

6. 今回のような講義を聴いて、サイエンス（理科）に対する興味がありましたか。

①大変興味があった	26名	(65%)
②少しは興味があった	12名	(30%)
③どちらでもない	2名	(5%)
④あまり興味があなかった	0名	(0%)
⑤まったく興味がない	0名	(0%)

7. 最後に、今回の特別講義に対する感想を自由に書いて下さい。

- (※)あわせて、長沼先生に対する質問があればどうぞ。
- ・全てのことに興味を持ってばよい。ただ全ての中から選ばなければならぬ時もあると思った。
  - ・鉄を実際に海に蒔くというのは難しいわけで、元をたどっていき腐葉土が大切であるという事に至り、やはり植林が必要だと考えた。
  - ・漁師が山に木を植えるという話は社会の教科書でよく見るが、今回、理由を教えてもらってよかった。
  - ・普段受けている授業とは違う壮大なテーマの授業だったので、すごく興味をわきました。
  - ・鉄と海のサイクルや関係がよくわかりました。元々の自然を壊さないことが重要だと感じた。
  - ・今回は丁寧に説明してもらって、このテーマについて理解ができました。
  - ・自分たちが普段あまり触れない分野からの視点からのお話はとても新鮮で興味深かった。
  - ・壮大なテーマを楽しみながら少しずつ進めていくという生き方を、これからどのように生きていくにしろ目標にしたいと思いました。
  - ・自分達の住む地球が鉄の元である「クロウンモ」が多く含む土壌であるということに少しびっくりした。鉄で生物が増えるというところにまだ少し疑問が……。なんで鉄で植物プランクトン（ケイ藻）が増えるのかな？みたいな（笑）。
  - ・普段聞くことのできない最新の科学や生物などのことを聞くことができて本当に充実した時間を過ごせて良かったです。
  - ・プランクトンなど興味深くて貴重な話がたくさん聞けた。いろんな研究があるんだなと思った。
  - ・三価鉄を二価鉄に戻すのではなく、二価鉄が三価鉄になるのを防ぐということだったのかな？
  - ・各地を旅している人がわざわざ自分たちに講義してくれたのでありがたいと思った。長沼さんはユニークな方だと思った。これから

- も調査をがんばってほしい。
- ・鉄のように、他にも意外なものが地球温暖化を防いだりするのかなと思った。
- ・生物学は化学などの理科の他の分野と大きく関わり合っていることを知って良かった。僕は生物でも特にこういう微生物に興味があるから是非勉強してみたい。
- ・腐葉土じゃないと鉄が酸化・沈殿するのを防げないと知り、難しいと思った。
- ・先生が自分がやっていることが好きなのだとよく伝わってきた。おもしろかったと思う。
- ・やはり鉄の「栄養」としての面がよくわからない。多分「プロフェッショナル」での入浴シーン、ほとんどきわどいところがあったと思う。
- ・森を助けることが結果的に海中の植物にも影響を与えるというのに驚いた。好きな題材でとてもおもしろかったです。
- ・今回の授業は自分の興味をすごく引きつけたものだったのでとても楽しかったです。
- ・大学を卒業したら長沼先生と一緒に仕事をしたいと思いました。
- ・自分の住んでいるところから拡張して、思いもよらない所につながった、関係が結ばれていたり、すごくドキドキします。おもしろかったです。
- ・サイエンスは授業的には苦手ですが、植物動物系の話は幼い頃から好きなので、それらに通じると思うと興味をもって聞くことができました。生物も化学も（おそらく物理も）互いに関係していると思うと、やはりおろそかにはできないと思いました。これからも頑張ろうと思います。ありがとうございました。南極お気を付けて。
- ・長沼先生（島山先生）の他の人にはないような発想がすごいと思った。いろいろと自分のためになることをたくさん教えてもらえたと思う。ありがとうございました。
- ・初めて聞いたことばかりだった。クエン酸で聞いたことがありましたが、こんなことに役立っているとは知らなかった。広い視点は大事だと思う。
- ・なかなか聞けないようなおもしろい話だった。とても興味があった。
- ・わかりやすかったです。
- ・海と山は関係なんてないと思っていたから、驚き、感心いたしました。
- ・生物・地学を来年履修しようと思っていたのですが、とても興味をもつきっかけになりました。南極や北極、先生が訪れた場所についての話をもっと聞きたかったです。
- ・たのしかった。生き方がすごいなって思った。尊敬しました。（スマイルマーク）
- ・クエン酸は酸っぱい。腐葉土からは鉄を守るような酵素が発生するみたいだけれども、食べてみたらやっぱり酸っぱいのだろうか。資料の方ではあるけれども、タコやイカ、昆虫の血の青い理由がわかって楽しかった。ういえば硫酸銅は青い。
- ・誰も気付かない、やろうとしない発想によって地球というのは大きく変わるのだと感じ、温暖化に対してもそのような発想があるのかとびっくりしました。
- ・そう簡単にいかないと思った。
- ・こういう風に考えてみると、「鉄で地球温暖化を防ぐ」はとても興味深くて私も考えてみたいと思いました。
- ・意外な視点で大胆で面白かった。
- ・鉄が環境問題に関わりがあるなんて思ってもみなかったのが驚いた。
- ・鉄を海に入れたときのメリットばかり話されていたけど、デメリットはないのかと思った。鉄を入れてプランクトンが増えて魚が増えるのは長くかかりそうなので、温暖化対策になるのだろうかと思った。
- ・初めて知ることがたくさんあったし、とても楽しかったです。講義以外にも長沼先生の人生から学ぶことがいっぱいありました。
- ・鉄には人工的なイメージがあったけど、自然とこんなに深く関わっていると知って驚いた。
- ・先生がおもしろい人で楽しかった。
- ・とても楽しかったです。ありがとうございました。
- ・改めてサイエンスのおもしろさを知り今後もっと考えていきたいと思った。
- ・普段あまり聞けない話で、大学で生物について学びたいと思っていたのでその気持ちがいよいよ大きくなった。とても楽しかった。
- ・私も南極・砂漠・火山に行きたいです。（T）

代表的な記述として、「切り口が鉄であるということからすでに面白そうだなと思ったのですが、そこからいろいろな方向に網目のように考えていくところが興味深かったです。（黄砂についてやケイ藻という視

点も)」や「自分の住んでいるところから拡張して、思いもよらない所につながったり、関係が結ばれたり、すごくドキドキします。おもしろかったです。」など、生徒たちが暮らす地域の風土という題材が、生徒の好奇心を掘り起こす効果が確認できた。また、「誰も気付かない、やろうとしない発想によって地球というのは大きく変わるのだと感じ、温暖化に対してもそのような発想があるのかとびっくりしました。」などのように、科学者の実際の研究の一端に触れることで、興味関心を高めることにもつながったと考えられる。

## 6. 授業者からの評価

今回は3年度計画の2年次であり、当初の目的であるサイエンス・リテラシーに関連し、かつ、文理融合を目指した「風土サイエンス」がどこまで生徒に浸透するかの研究をおこなった。そのため、こちらの狙いが容易にイメージできることを特に考慮して「山河森海のつながり」を講義の切り口にした。また、導入部には、生徒が聞き入りやすいように、授業者の経歴と最近の研究トピックスを紹介した。

本研究で「山河森海のつながり」という、ふだんの理科（物理・化学・生物・地学）の授業では言及されない分野横断的なテーマをあえて取り上げた理由は、「つながり」という、目には見えないがわたしたちのライフ（生命、生活、人生）を支えてくれている「何か」を知るための認識論的なチャレンジの現場を、生徒たちに体験してもらうためである。このとき、2007年9月18日にNHK総合テレビ「プロフェッショナル」、2008年7月13日放映に朝日放送系「近未来×予測テレビ ジキル&ハイド」などで放映された内容を取り上げることで、生徒たちの興味をさらに増すことができたと感じた。

「山河森海のつながり」について語る時、物質循環が中心的な話題になり、避けて通ることはできない。物質循環は大学生にも説明が難しい概念であり、はたして高校生に理解してもらえるのだろうかという不安があった。しかし、「鉄」を切り口にすることで、地球規模（グローバル）はもちろんのこと、中国山地从瀬戸内海というローカルな視点まで多彩にカバーすることで、うまく理解してもらえたという手応えがあった。これぞ「風土を題材にした理科教育」の利点であると思われる。これに生徒たちが食いついてきてくれたのは、理科教諭の指導の賜物であろう。

この長くない一回の授業では生徒の完全理解は期待できない。本研究ではむしろ「身近な風土に面白いサ

イエンスの種がある」と興味を持ってもらうことを期した。そこから本当の勉強（学習）に入ってもらえば良いからである。その意味で、本授業は、現場の理科教諭の日々の努力に便乗しているとも言える。ここで改めて関係各位に深く感謝する。

## 7. 研究成果と今後の課題

3年計画の第2年次にあたり、「風土を題材とした理科教育」とテーマにより、生徒の興味の喚起と日々の学習が車の両輪の如く相互に補完することを期した。その結果、その両輪は相互補完、いやそれ以上の相乗効果を生み、効果的な理科教育を展開できるという手応えを得ることができた。

この取組みの先行研究「言葉で伝える理科教育の可能性に関する研究」（平成16～18年度）では、「五感をもっと刺激した方がより効果的かもしれない…その突破口はアート（芸術）に関連したものだろう…詩歌により理性・知性ととも感性を刺激し涵養することで、言葉が伝える理科教育がさらに充実することを期し、今後はそれを念頭に置いた取り組みを試みたい」と結語した。今回は「風土には子供の好奇心を喚起し、継続的に学習に取り組ませるだけの力がある」と結語したい。そして、理科離れとは「理科と風土の乖離」であるという観点から、今後は広島モデルともいえる「風土サイエンス」の確立を通して、本共同研究の成果の活用を図りたい。

最終年度となる次年度は、適当な「切り口」「入り口」で喚起させた好奇心・向学心を維持するための方策として、風土サイエンスの科学のおよび社会的意義（出口）を提示し、その学習効果を検証する予定である

### 引用・参考文献

- 1) 長沼他, 言葉で伝える理科教育の可能性に関する研究 (I), 広島大学学部・附属学校共同研究機構「学部・附属学校共同研究紀要」, vol.33 (2004)
- 2) 長沼他, 言葉で伝える理科教育の可能性に関する研究 (II), 広島大学学部・附属学校共同研究機構「学部・附属学校共同研究紀要」, vol.34 (2005)
- 3) 長沼他, 言葉で伝える理科教育の可能性に関する研究 (III), 広島大学学部・附属学校共同研究機構「学部・附属学校共同研究紀要」, vol.35 (2006)
- 4) 長沼他, 広島風土を題材にした理科教育 (風土サイエンス) の研究 (I), 広島大学学部・附属学校共同研究機構「学部・附属学校共同研究紀要」, vol.36 (2007)