

広島県の風土を題材にした理科教育(風土サイエンス)の研究(Ⅲ)

長沼 毅 嶋本 利彦 丸本 浩 田中 伸也
林 靖弘 平賀 博之

1. はじめに

「理科ばなれ」「科学ばなれ」に対する危機意識が叫ばれ、科学技術立国の基盤が脆弱化し社会基盤を揺るがすのではないかと危惧されている昨今、さまざまな分野での「理科の復権」に向けた取り組みが行われている。自然体験や実験、視覚的な工夫等がなされたり理科に対する興味・関心を高める取り組みが行われているが、この研究グループでは「言葉の力」によってメタフィジックな科学の面白さを生徒達に伝える試みを行い、一定の成果を挙げてきた^{1)~3)}。

3年間の先行研究の成果のひとつとして、「言葉で伝える理科」の取り組みでは、興味の喚起と日々の学習とが車の両輪の如く相互に補完することにより、さらに効果的な理科教育の方法論を展開できるということが確認できた。しかし、生徒達の五感をもっと刺激した方がより効果的かもしれないという、一種のもどかしさを感じていたので、その突破口として「アート(芸術)」に関係したもの、つまり「感性」に訴えかける「詩歌」を活用して「言葉で伝える理科」の効果を最大限に引き出せるという方向性を見いだすことができた。

その次なるステップとして、本研究においては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求すべく、化学、生物、地学の融合および文化系的な視点をも含めた「風土サイエンス」の確立を目指して研究を開始した。

2. これまでの風土サイエンスの研究

第1年次の研究⁴⁾では広島大学附属福山高等学校1年生の1クラスを対象として、「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、いかに生徒の好奇心と向学心を喚起するかを探る取り組みを行った。

この特別授業は、物理・化学・生物・地学の「高大連携授業」諸活動の一環として位置づけ、日頃の理科の授業の取り組みに加えて、更なる刺激と好奇心・興

味を喚起するための起爆剤となった。「風土を題材とした理科教育」という取り組みにおいて、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。

第2年次の研究⁵⁾では、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」をどこまで生徒に浸透させることができるか、というテーマで研究に取り組んだ。

そのために設定した授業のテーマは「山河森海のつながり」というもので、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である。このようなテーマを取り上げたのは、「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、生徒達に体験してもらうためである。「山河森海のつながり」について語る時、物質循環が中心的話題となることは避けて通ることはできないが、「鉄」を切り口にして、地球規模(グローバル)はもちろんのこと、中国山地から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、生徒達にうまく理解してもらえたという確かな手応えを得ることができた。この手応えこそ、「風土を題材にした理科教育」の利点であり大きな成果である。

第2年次の取り組みから、「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。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、今後の研究の取り組みにより、広島モデルともいえる「風土サイエンス」を確立して本共同研究の成果の活用を図りたいと考えている。

3. 中国地方の風土を題材とした授業の検討

今回も昨年度と同様に「風土サイエンス」を意識し

た授業を展開するために、広島大学附属福山高等学校1年生を対象として実施する計画を立てた。

平成18年度から20年度まで、当校が研究開発に取り組んできた「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成する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IB」の実践研究に取り組んできた。

さらに、平成21年度から、新たな研究開発の課題として「クリティカルシンキングを育成する中等教育教育課程の開発」を掲げて、学校全体で取り組んでいる。その取り組みの中で「現代への視座」という新教科を創設し、そのなかの1つの科目として「現代科学入門」という高等学校1年生を対象とした科目を開発している。今回の授業を実施するにあたっては、「現代への視座：現代科学入門」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のかを十分にふまえた上で、授業内容を検討した。

また、この研究に関わる過去5年間の授業では、1クラス(約40名)の生徒を対象にして実施してきたが、生徒達の反響は予想以上に大きく、授業を実施する側の思いとして、このようにインパクトのある内容であればもっと多くの生徒を対象にして授業をするとさらに大きな成果が得られるのではないだろうかという思いがあった。そこで今回の授業では、高等学校1年生全員(202名)を対象として実施することにした。

従来の授業場所は理科教室であったが、今回は情報教育棟のマルチメディアホールで実施することになった。5クラス202名の生徒に対峙して、「授業者が何をどう伝えるのか?」、「伝えたいことをうまく伝えることができるのか?」「昨年までの手応えを5クラスに拡大したことで伝わるべきものがうまく伝わらないのではないか?」という課題が想定されたので、授業者との打ち合わせもこの課題を乗り越えることを重視して行い、その対策を十分に検討して授業に臨むことにした。

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て、テーマを「風土サイエンスから宇宙生命学への挑戦 あるいは 試論(あるいは愚挙)」に決定した。

4. 「風土サイエンス」を意識した授業の実際

実施した授業の概要を以下に記す。

風土サイエンスから宇宙生命学への挑戦

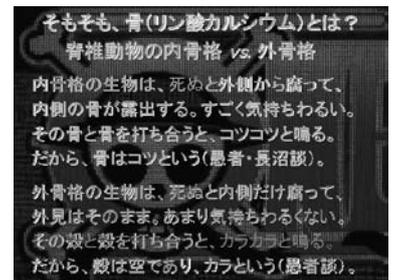
あるいは 試論(あるいは愚挙)

広島大学生物生産学部 長沼 毅



土地に根ざした営みを風土といいます。風土を材料に理科を勉強しようというのが風土サイエンスです。宇宙生命とはどう考えても結びつかないのですが、今日はそういうお題をいただきましたので、そういう話しをします。私は極限の状態の生物たちを研究してきたのですが、極限状態を突き詰めていくと生命の起源にたどり着くことができると考えています。宇宙人に合いたい、そんなことを念頭に置きながら聞いてください。

サイエンスカフェというのは日本発の試みで、その始まりのころである5年前に、宇宙飛行士の毛利さんと一緒に僕も出ました。とうことで、今日はカフェからお話しに入りたいと思います。カフェといっても僕のカフェはCa・Feです。第4周期のカルシウムと鉄を中心にお話しします。風土ということで福山とのつながりは、これらの元素とのつながりを探ってみましょう。これは元素の周期表を中国の漢字で書いたものです。この宇宙は水素に始まり鉄に終わるといわれています。137億年±2億年前に宇宙が誕生し、それから水素が作られ、その後いろいろな元素が作られてきました。宇宙が進化を続けていくと、最終的にはすべて鉄に行き着きます。小さいものは核融合して鉄になる。大きいものは核分裂して鉄になる。なぜこの宇宙では鉄が一番安定なのか。科学ではなぜかを聞いてはいけないというのは夏目漱石のことばです。whyではなくhowを問うのが学問です。宇宙の歴史の中でいろいろな元素が作られ、これがその結果としての現在の元素の存在度です。圧倒的に水

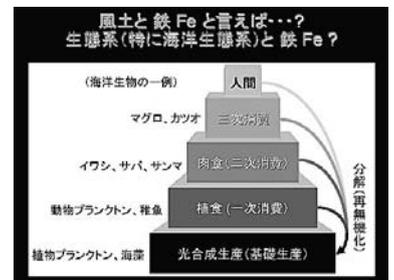


素が多いのがわかります。ヘリウムは水素の10分の1、鉄はまわりの元素に比べて突出しているのがわかります。宇宙は年をとるごとに鉄が多くなるのです。我々のからだを作っている元素もやがては消えて鉄に変化していきます。そうすると生命は消えます。

次にカルシウムと生命の話ですが、生命にとって骨だよねということで鉄骨飲料という飲み物もありますね。生物研究者にとって骨とはからだの外にあるもの、中にあるものという区別をします。中のものはリン酸カルシウム、外にあるものは例えば貝類では炭酸カルシウムを材料としています。昆虫類や甲殻類などの外骨格は、単に体の支持や防御だけなら炭酸カルシウムでなくても鉄（硫化鉄鉱物）を身にまとってもよいのです。ウロコフネタマガイ（巻貝）はこのような鉄のよろいをまとって海底火山の噴出孔に生息しています。単に骨格ということだけを考えれば、リン酸カルシウムを使う必要はないのに我々はリン酸カルシウムを使っています。内骨格の生物は死ぬと内側から腐り、骨が露出する。だから骨が見えると気持ち悪くあるいは恐ろしい気持ちを抱きます。外骨格の生物は違う感情を持つでしょう。宇宙人に出会ったとき、その宇宙人は外骨格性の宇宙人かもしれません。宇宙生命学にはそうした創造をする楽しみがあります。リン酸カルシウムは硬いから、我々のからだを支えてくれます。重力に対抗してからだを立てるためには骨が必要です。しかし、生物が陸上に上がる以前の魚類などから、骨を持っていたのはなぜでしょう。生物は細胞と細胞のコミュニケーションにメッセンジャーとしてカルシウムを利用しています。カルシウムを体内に、ある一定濃度保持するために蓄えたのが骨だと考えられます。骨はカルシウムの貯蔵庫なのです。骨は絶えず作られて壊されています。カルシウムを血液中に放出し、細胞間のメッセンジャーとして働き、また骨に蓄えられる。いったん炭酸カルシウムに合成すると、分解しにくく再利用しにくいので、利用しやすいリン酸カルシウムを使っていると考えられるのです。しかし、カルシウムはいつも宇宙のどこでもそうした働きをするのでしょうか。宇宙での必然なのか、地球における偶然なのか。それはわかりません。周期表の便利な点は、縦方向に見ると性質がにていることです。カルシウムとにているマグネシウムでもメッセンジャーになるかという点、それはなりません。宇宙生命学では、それがローカルの話なのか、全宇宙に通用する話なのかを考えていきます。

これは炭酸カルシウムが見られる帝釈峡の鍾乳洞です。岡山県の西部にも鍾乳洞があります。このあたりは石灰岩に富んだ土地なのです。私たちの社会の中で

石灰岩と鉄は密接な関係があります。福山といえば製鉄ですが、製鉄には石灰岩が使用されているのです。石灰石は製鉄所の高炉に、鉄鉱石やコークスと一緒に投入され、鉄原料中の不純物を吸着してスラグを作るのに必要で、製鉄の重要な原料なのです。福山という製鉄の町は、岡山と倉敷を合わせ



ると日本一の粗鋼生産量を誇る地域です。その理由は3つの原料を得やすいという土地柄と関係しています。鉄鉱石や石炭を輸入する港と、背後の産地から供給される石灰石。そして歴史的には、この土地には近代製鉄が始まる前から「たたら」という製鉄の風土があったのです。たたらは山林破壊なので、環境破壊の代名詞でもあります。実は私もたたらをやっていて、風土とつながったたたら製鉄を体験しながら研究しています。

鉄は生命にとって重要です。植物に鉄を適量与えるとよく育つことがわかっています。この写真のイネの場合も、実験によってそれが明らかにされています。生態系と鉄を私が大学で教えている海洋生態系に当てはめて考えると、生態系の生産者である植物プランクトンや海藻などの植物が海の生命を支えていることに大きな意味を見出しています。これから地球上の人口がさらに増えていくとき、食料の不足が起こることが心配されています。しかし、海は鉄が不足した状態なので、鉄を海に補給することで、海の生産者は急激に増えると考えられます。プランクトンにはケイソウやオキアミとか、動物・植物いろいろな種類があります。ケイソウは単細胞または、いくつかの細胞がつながった生物ですが、鉄分があるとよく増えます。ケイソウがたくさんいるとイワシやサンマが増えます。カキも増えます。鉄は山以外には供給源がありません。中国山地の花崗岩にはたくさんの鉄を含む鉱物があり、それらが風化して赤さびになり、それが海に入ると海に鉄分が供給されるのです。たたらは砂鉄をとるときに「鉄穴流し」という方法で山肌を削って砂を大量に沢に流して砂鉄を選別していました。中国地方の

山の中には、 かなな流しで谷が埋まった地形がたくさん存在します。福山や岡山・倉敷の平野も、 かなな流しで流された砂が堆積してできた土地なのです。同時にたくさんの鉄が瀬戸内海に流れ込んで、瀬戸内海の生物を豊かにしてきました。瀬戸内海が生命豊かな海である原因はこんなところにもあるようです。たたらは環境破壊とともに、海には真砂を供給し、海の豊かさを与えてくれました。

さて、Ca・Fe そして 宇宙生命 と言えば・・・?

たとえば同じ2族元素でも
Mg は 遺伝子DNA組み
Ca は メッセンジャーだ。

それは宇宙の必然としてそうなのか、
あるいは、地球における偶然なのか?

生物生産学部では食糧生産のことを教えています。4月からは放送大学で宇宙生命のことを教えることになっています。宇宙人も鉄やカルシウムを必要とするのか考えてみましょう。物理や化学の成果は、宇宙に普遍的に当てはめることができると考えられますが、生物学は宇宙に普遍的に当てはめることができるのでしょうか。我々は地球生命しか知らないのです。追試による再現ができません。そういう意味では、生物学はサイエンスといえないのです。宇宙人を発見しない限り、生物学は地球にとどまるのです。宇宙探査において、火星では土の中から生命の痕跡を見つけることができませんでした。そのため、NASAは火星探査の方向を生命探査から水の痕跡探査に方向転換しました。Ca, FeではなくてH₂Oなのです。現在の火星は地表に水がありませんが、かつては大量の水があったと考えられています。フェニックス探査機は、火星の北極には地下に氷があることが発見しました。火星の北極で穴を掘ったら、氷が出てきて、そのかけらは4日後には昇華して消えてしまいました。昔は液体の水が流れた跡も見つかります。火星の表面では火星探査車オポチュニティとスピリットの2台の探査機が現在も調査を続けていますが、その結果、ブルーベリーと呼ばれる水と鉄の相互作用でできる物質を発見しました。この物質は鉄鉱物のヘマタイトで、鉄硫酸塩鉱物の中に発見されました。このようすは、鉄と硫酸が化合した鉄硫黄たんぱく質をも連想させます。

水があればよいのであれば、最近発見された太陽系外の惑星では、地球型でかつ水のある惑星「GJ1214b」

が発見されました。ここには生命が存在する可能性も高いと考えられます。太陽系内の天体では、エウロパやタイタン、エンケラドスなどの衛星に水が存在します。これらの衛星の海に、生命は存在するのでしょうか。ここを探査するのは皆さんの世代です。

ぜひ興味を持って勉強を続けて、こうした研究を成し遂げてもらえたらと思います。こうした宇宙の生命に関する本も何冊か書いていますので、ぜひ参考に読んでみてください。

5. 生徒との質疑応答からの考察

授業が予定より長くなったため、質問をうける時間がなくなった。そこでマルチメディアホールでの授業終了後、次の授業時間を使って、1クラスのみを対象に質問を受け付け、授業者がそれに答えた。質問の内容は、鉄による植物の活性化についてや宇宙生命に関するものなど、的確に内容を捉えていることが伺えた。また、15分という時間設定の中で途切れることなく質問が出て、生徒の興味を喚起することができたことが感じられた。



6. 生徒へのアンケート結果からの考察

以下に、授業後に実施したアンケートの結果を示す。
長沼毅先生の授業を聞いての感想・アンケート集計結果
2010. 1. 15
アンケートの対象：4年E組 40名（男子19名、女子21名）

- 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	6名	(15%)
②まずまず理解できた	28名	(70%)
③どちらでもない	4名	(10%)
④少し理解できなかった	2名	(5%)
⑤まったく理解できなかった	0名	(0%)
- 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	11名	(28%)
②少しは興味がわいた	16名	(40%)
③どちらでもない	11名	(28%)
④あまり興味がわかなかった	2名	(5%)
⑤まったく興味が持てなかった	0名	(0%)
- 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。
 - ・鉄の貝殻をもつ貝などの多種多様な生物に興味があいた。
 - ・どんな話が盛り上がって行って、知らなかったことと結びつけていったのがおもしろかった。
 - ・宇宙にまで目を広げていて、とても夢のあるお話だと思った。
 - ・僕も宇宙人に会ってみたいと思いました。
 - ・外骨格の生物と内骨格の生物とでは人生観や死生観が違うかもしれないという点。
 - ・まだまだわからないことがたくさんあるという点。
 - ・宇宙のこと。

- ・宇宙生命について。
- ・鉄がこの世界において重要なものということ。
- ・「生物」と「金属」が結びついたサイボーグのような生物がいること。
- ・生物にはH₂OだけでなくCa, Fe, Sなどが深く関わっていること。
- ・すべてが鉄になってしまうこと。
- ・宇宙の生命・宇宙人
- ・全体的に面白かったです。宇宙人についてはもちろんでしたが、私としては鉄やカルシウムといった身近な存在にある物質の特徴が面白かったです。
- ・Feの突出。
- ・地球外の知的生命体のいる可能性について。
- ・宇宙人の話や、鉄で生態系を操作できるという話。
- ・鉄でプランクトンを増やすという、化学が生物のためになっているところ。
- ・火星とか宇宙とかの話。
- ・宇宙人の予想図や火星の写真。
- ・ブログをのぞいてみたいと思った。
- ・鉄でできたよろいを持った生物がいる、みたいな話題のところ。
- ・水素から始まって鉄で終わる点。鉄で終わる地球を見てみたい。
- ・火星に生物は？水は？といった他の星についての話が面白かったです。
- ・宇宙人。
- ・食料を増やすための海洋の研究。
- ・宇宙人についてのこと。
- ・特にないです。普段の理科とは違う感じだったので。

4. 長沼先生の講義のメインテーマ（主題）についてどう思いますか。あなたの考えを書いて下さい。

- ・身近なものとも最も離れたものをつなぎ合わせた、変わっているけど興味の持てる主題だった。
- ・よく結びつけたなあ（なんか印象悪い書き方かもしれないけど）
- ・やや難しいとは思ったが、夢があってすてきなテーマだと思った。
- ・とても難しい題名だと思った。
- ・身近な事から全宇宙の話へとつながるすばらしいテーマだった。
- ・福山ならではのテーマだと思った。
- ・興味深い。
- ・人類のまだ踏み入っていないことなので、とても興味深い。
- ・自分ではあまり理解できなかった。
- ・主題はおもしろく、自分には想像不可能なものだったので大変興味があった。
- ・自分で研究したいことを見つけて進めているのはすごいと思った。
- ・壮大な話だと思った。
- ・難しい。そんなことを考えて答えが出せるのか？
- ・分りにくい。
- ・地球上における生命の部品を宇宙で探すということをやっていると、地球型の生物しか見つからないのではと思う。
- ・身近にあるものと宇宙がつながることは可能なんだと興味があった。
- ・宇宙という新たな場所に足を踏み入れるのはいいことだと思う。
- ・むずかしかった。
- ・少し難しかったですが興味がひかれました。
- ・身近なことから全体へ広がっていくのはとても難しいことだが、人間が変化して行くうえで必要なことだと思った。
- ・限界を調べるのはとても面白そうだと思う。私も調べてみたい。
- ・一見、つながりがなさそうに思えた。
- ・難しそうだった。
- ・難しかった。
- ・鉄が大切ということがいいかかった？
- ・少し難しかったです。
- ・正直あまり好きな分野ではなかったので特に何も感じませんでした。ただ、ああ、ややこしそうだな、と。
- ・難しそう。「一は全。全は一。」って言葉を思い出した。科学に限らずどんなことも通じているのではと思った。

- ・かっこいいけどすごい難しそうな雰囲気だった。
- ・難しかった。けど、あんなにテーマから話を広げてたからすごいなあと思った。
- ・風土と宇宙は遠くて、なかなかつながらないけど、今日話を聞いて、1つのサイエンスとして少し考えられたかなと思う。
- ・風土と宇宙をつなぐという難しそうなタイトルだったけど、分かりやすいように説明してくださったので、少し理解しやすかったです。
- ・誰でも考えたことがある宇宙人についての話にすごくひきつけられた。
- ・難しかった。理科って深い。
- ・風土サイエンスと宇宙という2つのテーマでお話しされて、どちらの観点からでも面白いなあと思った。
- ・おもしろいなとは思いましたが、ちょっとうまくつながっていないなあと思いました。

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	15名	(38%)
②少し受けてみたい	21名	(53%)
③どちらでもない	3名	(7%)
④あまり受けてみたくない	1名	(2%)
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）に対する興味がわきましたか。

①大変興味がわいた	12名	(30%)
②少しは興味がわいた	25名	(63%)
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まったく興味がわかない	1名	(2%)

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。

- ・時間を2時間とるなどした方が、よりわかりやすく、詳しいことが聞けたらと思う。
- ・宇宙とかの話が好きだったのでとても楽しかった。
- ・鉄と生物にはとても深い関連があったのでおどろいた。これから福山にほこりを持って生きようと思う。
- ・生命体には色々な者が存在し、現在でも日本の科学者の人達はたくさん例外や希少種を発見しているのだと思い感心した。
- ・火星人はいなかったのでもう一度は金星を探して欲しい。
- ・貴重なお話を聞いて大変興味を持ちました。また、先生の本が機会があれば読んでみたいと思います。
- ・考えが深すぎて今の自分では少し理解できないところが多々あったが、大学生になったら、またこの講義の内容を学んでみたいと思った。
- ・地球の外に生物がいるとしたらそれはうれしい。生物がいなくても地球に似た星があったら、そこで地球の生物が住めると思う。
- ・やはり自分が今まで触れたことのない内容についての話を聞くのは楽しかった。このような機会をこれからもつくって、いろんな人の話を聞いてみたい。世界観が広がった。
- ・NHKや爆笑問題の番組に出ていたとおっしゃっていたので、そんだけすごい人なんだと思った。
- ・宇宙人はいると思った。化学や生物などリンクしているものが多い。各教科ともまんべんなく勉強して理解度を高めたい。
- ・「生物」と「金属」はつながっているようないないような、そんな感じがしていたけれど、今日の講義を聴いて、やはりつながっているのかな、と思った。

<質問>宇宙「人」というより、宇宙「生物」に近いものがいたら、(虫みたいなものからゴジラみたいなまで) どうなさいますか？

- ・広い宇宙に対して、まだ僕たちは分からないことだらけで想像することがほとんどだが今の研究で確実に進んでいて夢がふくらんだ。
- ・地球外生物の話をもっと聞いてみたいと思った。

・宇宙人もそうだけど、まだこの世には分からないことがたくさんあるのだとあらためて思った。いつか宇宙人に会ってみたいと思った。

<質問>鉄の殻はどのくらいかたいですか？

・理科に興味を持てた。
・カルシウムと鉄、宇宙の生命体のどちらの話も興味深かった。福山の製鉄の歴史も聞くことができて良かったと思う。

<質問>地球外のどの生物にも水が必要なのですか？

・鉄と生態系に関連があっただろう。
・内容が私には少し難しかったけれど、丸本先生がおっしゃったように、化・物・生地すべてつながって、私たちを支えてくれているということがわかっておもしろかった。
・風土と宇宙生命のつながりは分かったようなわからなかったような……。けど、色々な種類の話がまざっていておもしろかった。
・興味こそわきませんでした、こういうことを毎日考えて自分の知識が思いを広げていくというの、ないんとかロマンがあっただけいいなあと思いました。
・私も宇宙人はいると思う。私ならまず握手をしたい。
・難しい話の中にもダジャレとかがあって、楽しかったです。
・先生はさまざまな風土に触れて、その上で言っていたから説得力があった。
しゃべっている途中、ずっと目が輝いていたから、長沼先生は本当に好きなことを思いっきりしてんだなあと思った。
・今まで学んできた理科はバラバラなものではなく1つのものなんだと実感できたので
これからの理科を学ぶときにもその事を忘れずにいたいと思う。
・理科は分かれているように見えるけれど、全部つながっているんだと思いました。
・生態系や宇宙について、生物学的・化学的にいろいろな角度から研究されていて、考えたこともないようなおもしろい話が聞けた。海洋生物学などは最近よく耳に聞くから、これからどんどん発展して行くと思う。もっと深く学びたい。
・宇宙人というものが存在するだろうとは思っていたけれど、形まで分かっているなんてすごい。
・貴重な講義を受けて、サイエンスはひとつののだと感じられた。
・生物は「サイエンス」じゃないという表現に驚かされた。宇宙人に会ってみたいと思った。宇宙人に会えるといいですね。
(イラストで宇宙人の絵付き)
・平賀先生のむちゃ振りだったのに、よくこんな話ができるなと思った。

7. 授業者からの評価

今回はあるクラスを対象とした「授業」というより、4年生（高校1年生）の全員を対象とした「講演」あるいは「サイエンス・カフェ」という性質が強かった。そこでより多くの生徒が興味を持てるよう、「僕の夢は宇宙人に会うことです」と、荒唐無稽に聞こえるが多くの人のために幼少時からの関心事であるテーマでスタートした。これにより、科学に対する知識や理解度、関心などが異なる大人数の生徒が、パッと講演に没入できたと感じた。

今回は「風土サイエンス」を「サイエンス・カフェ」のように実践するというので、「カフェ」という言葉をもじって「Cafe」すなわち「Ca・Fe」（カルシウムと鉄）をを切り口にした。ここで、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「風土と生命」分野横断的なテーマをあえて取り上げた。その理由は、「風土と生命」という、一見すると結びつかない2つの事柄をあえて結びつける思考プロセス、つまり、科学者はこう考えたという過程を赤裸々に示すことで、生徒たちに科学的なクリティカル・シンキングの現場を追体験してもらおうと企図したためである。

「風土」について語る時、その土地の自然環境とともに、それに依存あるいは利用してきた人間の営みの歴史への言及を避けて通ることはできない。つまり、いわゆる理科学科だけでなく、地理や歴史、そして、産業活動やそれを支える社会制度などの側面にも触れなければならない。このような文理融合的なテーマは説明が難しく、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、世界規模（グローバル）ではなく備後地域というローカルな視点から説明することで、うまく理解してもらえたという手応えがあった。これぞ「風土サイエンス」の利点であると思われる。このとき、備後地方の風土を代表するものとして「カルシウム＝石灰岩」、「鉄＝製鉄業」を紹介することで、生徒たちに親しみをもってもらえるよう工夫した。

この短い授業では生徒が完全に理解してくれることを期待していない。特に、宇宙生命に至る論理の飛躍には困惑もあることを予想していた。しかし、生徒はよく食らいついてくれた。むしろ、この授業では「一見すると結びつかないこと」にでも「つながり」があり、それを追究することで新たなサイエンスが興りえるという、クリティカル・シンキングの一面を知ってもらい、また、サイエンスそのものに興味を持ってもらうことを期した。その意味で、この「風土サイエンス」というアプローチは、現場の理科教諭の不断の御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。

8. 研究成果と今後の課題

本研究も3年次を迎えて最終年度となった。今回の取り組みにおいても、広島県の風土を題材とした「風土サイエンス」を実施する際の適当な「切り口」や「入り口」の提示や試みは、生徒の感想から十分な手応えを感じた。そこで生徒に対して喚起した好奇心・向学心を維持するための方策として、今回の授業では、風土サイエンスの科学的および社会的意義（出口）を提示し、学習効果を検証することによって、一定の成果を挙げることができたと考えている。

今後、「風土サイエンス」という切り口をさらに効

果的に活用して文理融合型サイエンスの構築を目指していきたい。そこで期待される能力としてはクリティカルシンキングの技法を取り入れた思考力・考察力の育成を行い、「自然」をとらえる「サイエンス」という分野をさまざまな角度から検証することができる力を育成するため、日々の授業の地道な取り組みを継続しつつ、生徒の知的好奇心を触発する授業実践を行いたい。

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」, vol33 (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」, vol34 (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」, vol35 (2006)

4) 長沼他, 広島 of 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」, vol36 (2007)

5) 長沼他, 広島 of 風土を題材にした理科教育(風土サイエンス)の研究(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」, vol37 (2008)