

## 言葉で伝える理科教育の可能性に関する研究 (II)

長沼 毅 高地 秀明 柏原 林造 野添 生  
平賀 博之 丸本 浩 三好 美織 山下 雅文

### 1. はじめに

「理科離れ」「科学離れ」に対する危機意識が広がり、科学技術創造立国という政策が展開される中で、科学教育の1つの方向として、教育のIT化も相まって、子ども達の関心・意欲を高め持続するために、ビジュアル的に様々な工夫を凝らした教材を活用する授業が次々に開発されている。また、サイエンスショー的な、見て楽しい・おもしろい実験を中心に生徒の興味・関心を高めようとする動きも活発である。これらの状況を否定するものではないが、その場だけ、ただ単に楽しいおもしろいで終わる危険性もはらんでいると感じている。

難解であるとされた内容が学習指導要領から削減されてきたが、本来、科学はわからないものを解決してきたことに本質があるのではないだろうか。子どもたちが「わからない」内容に直面する中で、教師が安易に内容を平易な形で示すのではなく、解決の糸口を与えながら、生徒の思考とともに難題が解決していく過程を体験させ、「わかった」という喜びを感じさせることも、科学教育に欠くべからざる方向であると考えている。

特に科学的な理解は、望遠鏡や顕微鏡などの例を持ち出すまでもなく、「見えないものを見る」ことに負う部分が大きく、「見る」ことが科学の本質に密接に関わっていると言える。「百聞は一見に如かず」と言われる所以である。しかし、これらの「見る」は実のところ「観る」(watch)であり、サイエンスショー的な「視る」(see)とは区別される。観察・視察という言葉からも、その区別が分かるだろう。視覚は五感の一つとして本来的に宿った能力であるが、「観」は意欲や教育によって身につく能力である。然るに、昨今の科学教育における「観る力」の涵養には、さらなる工夫や発展の余地があるように思える。その一つが「眼に視せず、心に観せる」という方法論であり、その具体的な試みが「言葉で伝える理科」である。

この研究では、以上のような問題意識から、生徒に科学の本質を見つめさせ、科学の内容そのものを対象として科学の楽しみを享受させる方法として、「言葉の力」で科学が本来的に指向するメタフィジックな(形而上的で目に見えない)面白さを伝えるという方法論を検討するものである。

### 2. 本研究の目的

昨年度より始まった本研究では、理科教育における高大連携の一環として、大学での研究に基づく基礎科学・先端科学の知見を伝達することにより、生徒が理科に対して抱く興味・関心をより一層喚起すること、および、その伝達手段として「言葉の力」を重視した試みを行うことを試行してきた。昨年度の報告の繰り返しとなるが、再度この研究の目的を次に示しておきたい。

図・写真・ビデオなどの視覚的手段は相応の効果を挙げる一方で、生徒が想像力(イマジネーション)を働かせる余地や機会が低減しているのではないかという危惧がある。これに対し言葉による伝達では、生徒各人の想像力が刺激・訓練されるだろうという期待が込められている。もちろん経験や体験のない事柄を豊かに想像することは難しいので、生徒の経験・体験に即した言葉遣いやストーリー性が必要である。したがって、本研究で試みる授業では、視覚的手段や実習・実験等による既習が重要であり、既習事項を中心とした授業組立てが要求される。その意味で、「言葉による理科の伝達」は、従来の「視覚的手段および実験・実習」と相補的に対をなすものと考えている。

昨今の殺伐とした世相の多くは「思いやりの欠如」に由来すると考えられる。思いやりとは他人の気持ち(意志、感情など)を察する心、いわば想像力の働きであり、それには相応の能力と訓練が要求される。この思いやり能力の涵養と弛まぬ訓練の場として、想像力を最大限に働かせる授業を行うこと、それが本研

究の究極の目的であり、その手段として選択した「言葉による理科の伝達」の実践的検討を行うことが本研究の目標である。

### 3. 「言葉の力」を重視した授業の検討

昨年度、「言葉の力」を重視した授業として、広島大学附属福山高等学校1年生の1クラスを対象に、「深海の広がり」と、その生態の特徴」をテーマに、試行的な授業を実施した。

今年度は、「右と左の世界」をテーマに、化学物質における左右とはどのようなものかを中心に構成することを検討した。

実際の講義の前段階として、まず「言葉で伝える理科教育」という新たな方向性について、打合せを行った。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。

広島大学附属福山中・高等学校では、平成15年度から17年度の期間で文部科学省による研究開発学校の指定を受け、「中学校・高等学校を通して科学的思考力の育成を図る教育課程の研究開発」に取り組んでいる。その中で高等学校1年生では、高等学校段階の生徒すべてに最低限必要な知識や能力（いわゆるサイエンスリテラシー）を育むことをねらいとして、新教科「サイエンス」のカリキュラム開発に取り組んでいる。

今回、「言葉の力」を重視した授業の試行を行うクラスで、どのような授業が進行しているのかについて、今回の授業の内容と関わりの深い化学的な内容を、どのように実施しているのかを、授業者に提示した。以下の表1は、高等学校1年で実施している新教科「サイエンス」の化学に関わる内容「物質と人間」の単元計画である。

この単元では、身のまわりのいろいろな物質の性質を調べることにより、原子や分子の概念、イオン概念を習得させる。化学反応とエネルギーの取り扱いにおいては、熱化学方程式にも触れ、定量的に考察するための科学的知識を育てる。テーマごとに実験を行い、物質の多様な性質を調べる力を育成するとともに、実験結果を整理しモデル化を行い考察する科学的思考力の育成をはかる。これらの展開を通して、化学物質と人間とのかかわりにおける問題点や課題について科学的に考察する力を育てることを目指している。

新学習指導要領において「イオン」は中学校より高等学校へと移行された内容であり、「理科総合A」や「化学I」で取り扱うことになっている。また、「化学結合」は「化学II」の内容となっている。しかし、物質について学習していくにあたり、イオンの概念や化学結合

を含めた基礎的な知識をしっかりと身につけることで、物質と人間、化学物質に対する理解を深めることができる。さらに、化学反応におけるエネルギー収支を考慮することにより、化学反応に対する理解を深めることができると考えられる。ここでは、学習指導要領を超えた発展的内容としてイオン概念から化学結合へ、さらに化学反応とエネルギーとの関係について熱化学方程式の扱いに到るまで、系統的に学習していくこととする。現象の羅列や物質の列挙による表面的な理解にとどまるのではなく、化学反応の背景をイオンやエネルギーなど具体的なものとしてイメージさせることで、生徒にしっかりと物質観を身に付けさせたいと考えている。

こうした授業が実施されていることをふまえた上で、今回の授業内容および構成を検討していった。

表1 サイエンスI（化学内容）の単元計画

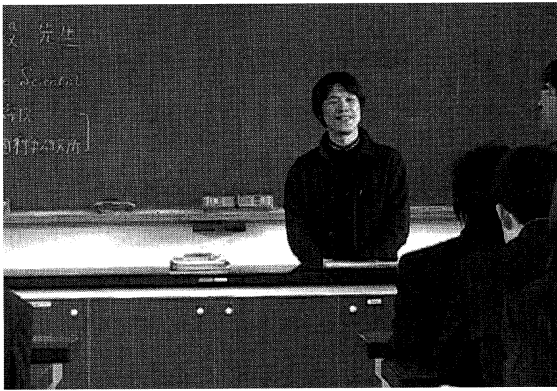
第1章 物質と原子（15時間）
1. 物質の成分
2. 原子の構造
3. 元素の相互関係
4. イオン
第2章 化学結合（10時間）
1. イオン間の結合
2. 原子間の結合
3. 分子間の相互作用
4. 金属の結合
《探究活動》
第3章 物質と化学反応式（10時間）
1. 原子量・分子量と物質量
2. 化学反応式における量的関係
第4章 物質の三態（4時間）
1. 三態の変化
2. 気体
3. 液体と蒸気圧
4. 固体の状態変化
第5章 物質とエネルギー（7時間）
1. 化学反応と熱
2. ヘスの法則と結合エネルギー
《探究活動》
第6章 エピローグ（1時間）

### 4. 「言葉の力」を重視した授業の実施

実際の授業は、平成17年12月7日に実施した。対象クラスは4年（高等学校1年）C組、受講した生徒は男子25名、女子13名である。

## (1) 授業の内容

以下に講義の内容を記述する。



Narrative Scientist という紹介をいただきましたが、今日は、言葉でどれだけ理科の授業ができるかを試みながら、お話をしたいと思います。

深海生物学が専門ですが、船に酔うので、最近では海底にも500mくらい潜っています。実験室を作って1000mくらいまで縦穴を掘ってそこで実験をしています。南極や北極、砂漠なども研究の対象にしています。極限の環境で生物がいかに生活しているのかに、興味をもって研究を進めています。

今日は午前中に神辺へ行ってきました。神辺は江戸時代、朱子学者の菅茶山が廉塾を開いて学問を行っていたところです。その廉塾跡でも江戸時代の歩き方が、右足、左足と右手、左手の動きが今とは違っていたことが絵などを見ると分かります。なんば歩きと言いますが、明治の始めに軍隊を編成したときに、それまでの歩き方を改めて、現在の歩き方に変えたのだそうです。

こうした右と左の問題は、学問の中でも大きな課題があり、化学でいえば分子の中にも右・左があるものが存在します。例えば味の素に含まれるグルタミン酸ナトリウムは、L-とD-があり、味の素は99.9%Lです。人工的にフラスコで作ると、1:1の割合で作るのですが、微生物が発酵によって作ると、ほぼ100%L-グルタミン酸ナトリウムになるのです。ノーベル賞を取った野依先生は、人工合成によってL-やD-を分けて合成することを研究したので有名です。L-とD-は鏡像の関係になっており、融点などの物質の特性は同じなのに、構造が異なります。人間のアミノ酸は、99%L体で、地球上の生物の特徴となっています。ハレー彗星や深海の海底火山で作られているアミノ酸は、1:1の割合でL-とD-が存在しています。この問題は生命の起源の謎に迫る、1つの課題であると考えられており、なぜL-体だけなのかは

未だに説明できていません。インターネットなどで調べるときは「キラリティ」というキーワードで検索すると、いろいろな話題が見つかると思います。私は、このような生命の起源などについても研究しています。

「最強ガッツ伝説」というガッツ石松さんの本に、「太陽は右から昇る」という表現を見つけました。この感覚はガッツさんの独特のものかもしれませんが、地球が自転することによっておこる渦巻きは、北半球と南半球で逆になっており、海流を見ると北半球の渦と南半球の渦は逆の渦を巻いています。日本付近を流れる黒潮は南から北へ流れていますが、北半球では右向きに曲がって行って、流れの向きがずれてくるのです。赤道に立っている人は、1日に地球の円周(40000km)だけ動いていることとなります。北極に立っている人は地球の自転によって動いていないことになるので、運動エネルギーに大きな差があることとなります。ドラえもののどこでもドアに、使用説明書はありませんが、赤道付近から北極へ移動するように、南北方向に移動するときには注意が必要です。このように、地球が自転していることが関係して、北半球では動いているものが右へずれるという現象が起こります。これを転向と呼んでいます。

北太平洋では黒潮やカリフォルニア海流など、大きな渦を作っています。アメリカの沿岸では、海水が南向きに逃げていく関係になっているので、それを補うように海底から深層水が湧き上がってきています。カリフォルニアではラッコが昆布にくるまって寝転がっていたり、アワビやウニをおなかの上で割って食べています。アワビやウニは昆布をえさにしているのです。こうした光景は豊かな栄養を含む深層水が上昇しているおかげなのです。日本付近ではそのようなことが起こらないのは、太平洋が東と西で海面の高さが5mくらい違っていることが影響しています。これは固体の地球の表面にある水が、地球の回転よりも遅れていくため、海の西に集まるのが原因です。大陸の西側、東側を比較すると、こうした海流の影響を受けて、サンゴ礁が発達した場所とラッコなどの成育する昆布の海という対照的な生態系が存在していることとなります。

ところで言葉だけで上下左右・東西南北を確認しあう方法があるでしょうか。絵を使えば示すことができる内容でも、言葉だけで示すことは極めて難しいということが研究されています。左右を明らかにすることができる物質の特徴として、原子や素粒子のレベルで左右が存在するという理論がたった1つだけ存在しています。左右対称性の破れ理論という名前では呼ばれる理論は、宇宙人と左右を表すただ1つの方法になる

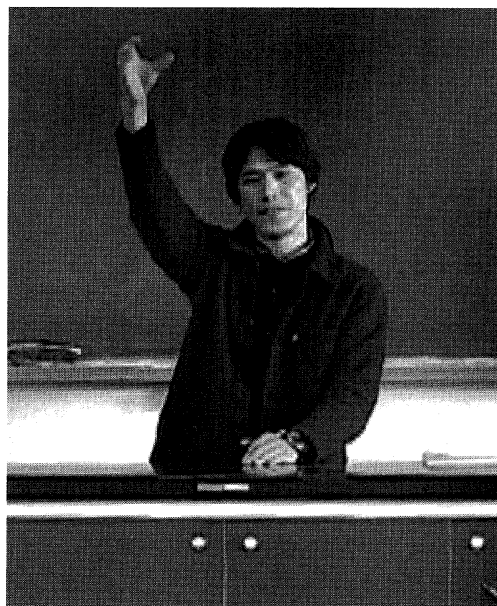
かもしれません。

むかし昭和30年代にサリドマイドという事件が起きました。この事件はDとLを間違えたために起こった事件です。生理食塩水は0.85%の食塩水ですが、ブドウ糖には左右があり、なめてみると左右で甘みが1000倍も違うのです。

現在、長沼研究室では、反対のアミノ酸を持った生物を探しています。よその研究者からは無駄だといわれながら、左右の比が1:1の生物が存在することまでは発見してきました。これが、逆のアミノ酸からなる生物が見つかる、生命の起源に迫る研究になると期待しています。

質問 昆虫に右利き左利きはあるか

ヒトのつむじの向きは、右まき、左まきはどのようにして決まるのか



## (2) 生徒へのアンケート

授業実施後、受講した生徒を対象に表2に示す内容のアンケート調査を実施した。

このアンケートの結果を、以下の表3に示す。特徴的な結果としては、50分間の授業をすべて言葉で実施したが、生徒の理解や興味関心が高い数値を示している。記述内容にも、「ほとんど身ぶり手ぶりで説明して下さったので、具体的なイメージにしばらくのことなく頭の中で考えをまとめることになった。大変わかりやすかったし、思考訓練にもなったと思う。」など、実施のねらいを的確に捉えた生徒もあり、授業のねらいがある程度達成できたことを示していると考えられる。

表2 授業後のアンケート

### 長沼毅先生の授業を受けての感想・アンケート用紙

昨日の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。下の欄に興味を持った事項について、書いて下さい。
4. 長沼先生の講義の趣旨である、むずかしい数式を使わないで自然科学の講義をすることについて、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C組 ( ) 番 名前 ( )

また、以下は自由記述による、代表的な感想や質問である。

- ・また受けたい。50:50のアミノ酸を持つ生物を知りたい。
- ・黒板に何も書かず、プリントもなしで口頭でのみ説明を行うというのはとても新鮮だった。しかし、興味をひかない内容だと少々つらいかもしれない。
- ・太平洋の海流の流れなどは高校受験で丸覚えしていたけど、理由などもわかって大変おもしろかった。
- ・話だけでわかりやすかったけど、数式も少しは使った方が良かったと思う。
- ・やっぱり話だけじゃ限界があると思った。  
※どうして右きき、左きき、両ききってあるんですか？  
※ごくたまに内臓とかが左右逆の人がいるそうですが、どうしてですか？
- ・やっぱり1時間板書とかなしでずっと聞きっぱなしっていうのは少し集中力がもたなかった。

表3 授業後のアンケート結果

長沼毅先生の授業を聞いての感想・アンケート集計結果

アンケートの対象：4年C組 38名（男子25名，女子13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	7名	(18%)
②まずまず理解できた	25名	(66%)
③どちらでもない	4名	(10%)
④少し理解できなかった	1名	(3%)
⑤まったく理解できなかった	1名	(3%)

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	13名	(34%)
②少しは興味がわいた	16名	(42%)
③どちらでもない	8名	(21%)
④あまり興味がわかかなかった	1名	(3%)
⑤まったく興味が持てなかった	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。

- ・生命の誕生がわかるということについて。
- ・太平洋の不思議
- ・右と左を宇宙人に伝えるにはどうすればいいかということ。
- ・太平洋の渦のしくみや黒潮など。
- ・L：D=50：50までは発見したということ。
- ・地球上のものはたいいていのものが左右対称であり，左右非対称のものがごくわずかある。
- ・宇宙人に上下左右を伝えるのに，キラリティが使えるかもしれないということ。
- ・地球の運動がものすごいエネルギーをもっているということ。
- ・原子などの自然の法則は絶対だと思ふのに，その法則を壊すような事例があること。
- ・地球の自転による海水の移動や，アミノ酸の鏡像対について興味を持ちました。
- ・右手左手が逆になっただけで，実際，科学的な性質も変わらないのに生体に対しては大きく影響を与えること。生体のアミノ酸がほぼ全部L体なこと。
- ・左・右があるという点。
- ・いろいろな地域で研究をされている点。
- ・どこでもドアには取扱説明書が必要だということ。
- ・左右対称生がない素粒子が発見されたとか，左側分子，右側分子とか，生物のほとんどが左側のアミノ酸で構成されているとか，わかりやすくおもしろかった。
- ・海流の動きが地球の自転とかに関係しているということ。
- ・どんな講義をしたのか内容が気になる（欠席者）
- ・地下1000mやL体とD体など。
- ・1000mのエレベーターや潜水艦に乗ってもぐること。
- ・赤道から北極へ一気に行くか飛んでしまうということ。
- ・どこでもドアの話がすごく興味深かったです。1000mもぐるエレベーターに乗ってみたいです。
- ・どこでもドアって便利だと思ってたけど，そんな危険があったとは…！
- ・エネルギー保存の法則で，どこでもドアで北極・南極に行くとか大変なことになること
- ・人間という生物にはD体が少ないということ。
- ・LとDがあつて，ほとんどの生物はLでできているのがお

もしろいと思った。

- ・現在生きている生物のうち大半は，種が違つても同じL型の分子で体ができているという点。
- ・物理・化学・生物・地学って高校ではわかれているけど，実は深く関連しあっている部分もあるんだってことが，具体的にわかつた点。
- ・赤道から北の方へいくとビュンッと前に進むこと。
- ・化学（生物？）で宇宙まで測ろうとする姿勢がすごいと思いました。
- ・アミノ酸，D（って聞こえましたがあつていますか？）でできている人間とか生命体はいないって所です。探してみたい気もします。

4. 長沼先生の講義の趣旨である，むずかしい数式を使わないで自然科学の講義をすることについて，どう思いますか。あなたの考えを書いて下さい。

- ・難しいのに50分しゃべり続けるのは素晴らしいと感動した。
- ・なかなか
- ・いやでも集中するのでよいと思う。
- ・お話のみっていうのもたまにはいいですね。
- ・もしできるのなら，数式自体が不必要なものではないか。
- ・難しい数式で訳がわからなくなって萎えていくより，大まかにわかりやすい説明があつたのでそっちの方がよかつた。
- ・ほとんど身ぶり手ぶりで説明して下さつたので，具体的なイメージにしばられることなく頭の中で考えをまとめることになつた。大変わかりやすかつたし，思考訓練にもなつたと思う。
- ・受けていて大変おもしろいが，むずかしい数式を使って講義をするのにも利点はあるだろうから，その点をどうやって補うのかよくわからない。
- ・言葉だけで記憶に残りにくい。黒板を使ってくれた方がわかりやすい。
- ・講義というよりは講演会のような印象を受けました。
- ・わかりやすかつたと思う。
- ・身近な例から話が進むのがわかりやすい。
- ・物理や化学が苦手な人が興味を持ついいきっかけとなるので大変よいと思います。
- ・斬新だなあつて。
- ・まずはふつうの講義も受けなくてはいけないと思う。
- ・知識がない人にもわかりやすくて，こんな授業を展開する長沼先生はスゲーエエエエエエエ!!!!と思った。
- ・難しい式を知らなくても講義を聴けるところはいいと思った。
- ・難しい式を使わないのは楽しそうです。（欠席者）
- ・少しおおざっぱだけどよかつた。
- ・しゃべるだけだと自分たちは何もしないのでつらい。
- ・いいと思うけど，話だけならもう少し短い方がいい。
- ・よくわからない。
- ・いいと思います。
- ・実際書いた方が分かりやすかつたと思った。
- ・いいと思う。
- ・とてもおもしろい話でした。難しい話を易しい言葉で話してくださつたので，理解とはいかなくても，フムフムと思えました。
- ・興味がある人にとっては良いと思うけど，ない人は寝るのに絶好だと思います…。あ，でもコレって別に，むずかしい数式を使つてもそうですかね…？
- ・素敵だと思ふます。
- ・毎回でなく，時々そういう授業を取り入れてみたらいいと思う。

- ・いいと思います。数式がないとわかりやすくなる。
- ・聞きやすく興味をわいた。
- ・その方が特別に身構えずに楽な姿勢で聞けるのでいい。
- ・概要について理解することに关しては、非常にわかりやすいと思うけど、もっと内容が深くなるにつれて、一般的な授業も必要になってくると思う。2つのスタイルを併用するといいと思う。
- ・むずかしい数式を使わなかったら、わかりやすいと思う。
- ・いいと思う。実験的なものがあつたらもっと好きになれたと思う。
- ・その点についてはわかりやすかつたと思います。
- ・話はおもしろいんですが、どうしても眠くなると思うので、何か聞いている人にやってもらおう、というのを間に入れると退屈しないのではと思います。

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	12名	(33%)
②少し受けてみたい	16名	(43%)
③どちらでもない	6名	(16%)
④あまり受けてみたくない	3名	(8%)
⑤まったく受けてみたくない	0名	

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	8名	(21%)
②少しは興味がわいた	15名	(39%)
③どちらでもない	8名	(21%)
④あまり興味がわかなかつた	1名	(3%)
⑤まったく興味がわかない	6名	(16%)

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。

- ・また受けたい。50:50のアミノ酸を持つ生物を知りたい。
- ・少しは興味がわいた。
- ・すごい人だと思った。
- ・ぜひもう一度お願いしたいですね。
- ・是非 L : D = 0 : 100 を発見して下さい。
- ・黒板に何も書かず、プリントもなしで口頭でのみ説明を行うというのはとても新鮮だった。しかし、興味をひかない内容だと少々つらいかもしれない。
- ・太平洋の海流の流れなどは高校受験で丸覚えしていたけど、理由などもわかつて大変おもしろかつた。
- ・わかりにくかつたが、普段の授業と違う話が聞けて
- ・SPP(サイエンス・パートナーシップ・プログラム)ほど専門性は高くなく、聞いていて興味を持てるような話題でけっこう楽しかつた。
- ・話だけでわかりやすかつたけど、数式も少しは使つた方が良かつたと思う。
- ・突然の講義ではあつたが、楽しめたと思う。
- ※彼のトーク・テクニクにほんろうされた。あの話を考えるのにどのくらいの時間を必要とするのだろうか。
- ・おもしろかつた。
- ・左側と右側アミノ酸の比率が1:1の生物がなんなのか知れたかつた。
- ・難しかつたけど、生物の体に興味を持てたので良かつた。

- ・昨日学校を休まなければ良かつたなあ。(欠席者)
- ・太平洋は北と南で流れが違つてすごいと思つたし、深海と少し地味だけど、いいと思つた。
- ・地下1000mについてみたい。
- ・世界の自然に興味を持てて良かつた。
- ・やっぱり話だけじゃ限界があると思つた。
- ※どうして右きき、左きき、両ききつてあるんですか？
- ※ごくたまに内蔵とかが左右逆の人がいるそうですが、どうしてですか？
- ※なんで宇宙人は(イラスト参照)こんなイメージになつたんですか？
- ※「0パーツ」に興味があるのですが、メソポタミア以前の超高度文明について、先生はどう思われますか？
- ・人間の限界つてまだ発展中なんだなあと思つた！とてもおもしろかつたです。
- ・どこでもドアは、たとえ開発されても使いません。
- ・おもしろかつたです。
- ・おもしろかつた。地底の研究所に行つてみたいです。
- ・またこんな授業が受けたい。
- ・学校の授業で理科4科目とつてみたい気持ちになつた。
- ・あまり興味がなから自分で調べようとは思わないけど、こういう風に話を聞くのもいいかな、と思つた。
- ・やっぱり1時間板書とかなしでずっと聞きっぱなしつていうのは少し集中力がもたなかつた。
- ・最初にいわれたように、少し眠かつたです。(失礼)
- ・左右の話に始まつて生命の起源にまでさかのぼつていけるのはサイエンスならではのどと思つた。難しいことでなく、周りの当たり前のことから科学に親しめて、なかなか面白かつたです。

(3) 授業者による評価

今回は化学内容の授業の一環ということで、化学に関連し、かつ、言葉だけでも容易にイメージできることを特に考慮した上で、「生体分子におけるキラリティ(左右問題)」を講義の切り口にした。また、導入部には、地元(神辺)の名士であつた管茶山の話から、江戸時代の歩き方は右手右足・左手左足が同時に動く「なんば歩き」であることを例示して、「左右問題」をまず身体的に捉えてもらうよう工夫した。その後、キラリティをもつた生体分子の代表例としてアミノ酸に着目し、ごく一般的な調味料の主成分であるグルタミン酸に言及することで、左右問題が日々の生活に密接に関わつていること、それが生命の起源という深遠なテーマにも結び付いていることを、直観的に把握してもらえるよう考慮した。その結果、大方の生徒には左右問題を身体レベルで捉え、そこから垣間見える化学および生物学のテーマに興味をもってもらえたことと

思う。  
キラリティ、すなわち分子構造における立体異性の問題は、高校化学では必ずしも重点的に扱われてはいないが、化学の面白さ、ひいては科学の楽しさに直観的にアクセスできる優れた切り口であると考え。附属福山高校では、この重要性を念頭に置いて日々の教育に当たられてきた。そのおかげで、キラリティとい

う必ずしも受験対策的ではないテーマにも関わらず、生徒さんがよく理解し食いついてきてくれたことに感謝するとともに、教育陣の高邁な意識と努力に敬意を表する。

本研究では敢えて「言葉の力」を検証し、その力を発現する方法論を模索することを目的としている。しかし、これはビジュアルを用いた方法論を否定するものではなく、むしろ、日々の効果的なビジュアル教育があって初めて可能になる試みである。決して「言葉」単独で理科教育ができるわけではない。その意味で、現場教育陣の日々の努力に便乗して「言葉の力」を試しているとも言えるので、改めて感謝する。

##### 5. 今年度の成果と次年度以降の計画

今年度の研究は、研究第2年次となり、直接研究員同士が顔を合わせて論議したり、電子メールなども利用しながら、意思の疎通を十分に図りながら進めることができた。

3年次に当たる平成18年度は、引き続き理科等で“高大連携”を行い、過去2年間で検討した「切り口」に至るまで、そして、そこで喚起された好奇心・向学心

を維持するため、どのような勉強をすべきかを、一人の高校生の生活や人生という観点から掘り下げる。つまり、高校以前の学習における要点を提唱したいと考えている。

ビジュアルと言葉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は、今回（二年目）の試行でさらに確かな手応えを得ることができた。しかし、何かスパイスというか、五感をもっと刺激した方が効果的かもしれないという、一種のもどかしさも感じている。そして、それはおそらくアート（芸術）に関連したものだろうという予感がある。つまり、感性に訴えかけるということだろう。理性・知性ととも感性をフルに刺激し涵養することで、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考えている。

##### <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）