

小学校プログラムの学生たちとの学びから 見えてきたもの

「覚えておこう」から「学んでおもしろい」へ
そして、リビングテーブルに置かれた「空気砲」と「ストロー弓矢」

玉 井 裕 和*

What We Found Through Teaching the Students in the Course for Elementary Teachers.

Instead of Letting Students Say to Themselves “Let Us Memorize This”
, Why Don't We Let Them Say “It's Fun to Learn Science”.
An Air Cannon and a Straw Bow and Arrow Left on a Living Room
Table.

(TAMAI Hirokazu)

1. はじめに

近畿大学は、13学部48学科の総合大学である。教員免許課程認定についていえば、中学校・高等学校におけるほとんどの教科・科目で文部科学省の認定を受けている。

概略として、近畿大学教職課程に学ぶ学生たちの全体像を押さえておく。本学での教職課程は、毎年入学する約7000名の1割強、およそ800名を超える新入生が受講を始める。4年間の教職課程を経て、450名前後が免許を取得し、毎年200名を超える卒業生が、何らかの形で教職に就いている。実は、こうした教職課程を履修する新入生の内、1割程度の学生からは、小学校教員免許の取得も希望する声があったと仄聞している。本学では、そうした学生の声に応え、提携大学の通信教育課程と連携した小学校（免許取得）プログラムを設け、各学年20から30名の学生を教職教育部が支援している。

今年（2016年）度、姫路大学との第8期小学校プログラム（以下、小プロと略す）は、19名の学生たちとスタートした。私は、前期の補習（理科と体育理論）を担当した。その学生たちとの半期の歩みの中から見えてきたものをまとめておきたい。

* 近畿大学教職教育部助教

〔キーワード〕 小学校理科教育、理科工作、教職課程
理科の授業づくり、自然科学の学び

私が小プロで大切にしていることは三つある。その第一は、当然ながら、単位取得の課題である。二番目には、レポート設題と試験問題の補習に関わる中で、学生たちが高校までの学校教育で学び残してきたであろう自然科学そのものの学習や小学校の理科の教育課程についての指導にも配慮している。そして、第三に、一般学生に比して倍する努力が求められている彼らに対して、理科教育に特有の「モノづくり」を取り入れ、学生たちに素朴に童心に戻って「モノづくり」を楽しませながら、絶えず新鮮な感覚で学びを持続させてゆくことである。

この小論では、第二と第三の二点について、8期の学生達と学んできた過程をふりかえり、来期以降の発展方向を探ってみたい。

2. 近畿大学教職教育部ならびに小学校プログラム

我が国における教員免許状取得に必要な教職課程は、大学を卒業して学士認定を受けるとともに、「教科に関する科目」「教職に関する科目」「教科又は教職に関する科目」と「免許法上の基礎科目」（含む「介護等体験」）で合計59単位必要である。

教職課程を履修する学生は、卒業に向けて学部での単位取得に加えて、教職課程での単位取得が必要となる。そのため、中学校・高等学校教員免許状取得に向けて、通常の卒業要件に必要な時間数の1.3-1.5倍の講義の受講が求められている。

加えて、小学校免許取得を希望する学生は、免許取得要件として、本学での中学校教員一種免許取得をめざすとともに、提携大学の通信教育部にも所属する。よって、一般の教職課程（59単位）での受講に加えて、通信教育でのレポート提出や科目試験の受験、スクーリングの参加等を通して、2-4回生の間に、45単位の取得が必要とされている。単純に加算して、他の一般学生より104単位多く履修・修得が必要となり、相当な努力が求められる。一般に、通信教育で教員免許を取得しようという場合、個人の努力のみで行うとその成就率は4%程度であると聞く。

そこで、受講する学生たちのプログラムの達成をめざすべく、近畿大学教職教育部では、2回生と3回生の時期に水曜と木曜6限2コマの「補習授業」を設け、学生たちを支援している。こうした取り組みの結果、本プログラムの学生の免許取得率は、每期8-9割と相当に高い。

本プログラムは、学生たちが学部本科や教職課程での授業になじんできた頃、第2セメスターの途中の1回生の秋からプレスタートを開始する。というのも、本来の近畿大学に収める学費に加えて、提携大学に納める相当額の学費の負担を求める以上、プログラム途上での挫折が起

小学校プログラムの学生たちとの学びから見えてきたもの
「覚えておこう」から「学んでおもしろい」へ そして、リビングテーブルに置かれた「空気砲」と「ストロー弓矢」

こらぬよう、学習スタイルを身に付けさせ理解させるためのリハーサル期間を設けて指導するためである。

すなわち、秋に募集ガイダンスを行い、希望者に必要な学習スタイルと経費を説明し、さらに、プレスタート期間として、通信教育の本科で求められる「設題レポート」内の2教科を、事前にリハーサル受講させてレポート提出を求める。そして、プレスタートの期間に限り、添削指導の後、改めてレポートを再提出するなど必要な指導を通過した者に限って、プログラム受講を認め、本学でいうところの第3セメスター開始時点の2回生から小学校プログラム生として正規にスタートを切る。

第6セメスター終了時までの2年間をかけて、必要な単位の取得に取り組ませる。本学での最終学年の4回生では、教育実習とそれまで取りこぼした単位取得に励ませる。こうして、大学卒業時に中学校一種免許と共に小学校一種免許の取得をめざす。

このように、種々の配慮やプログラム実働前にさえ、段階的な受け入れ態勢を設けているのには、先にも触れたように、学生たちが安易な気持ちで参加した結果、本来の学部・学科の卒業要件さえも危うくなるような事態や、多くの単位を取得せねばならないプレッシャーや混乱から却って意欲を減退させてしまいかねない不幸を回避するためでもある。そのためのプレスタートの形式を設けて、学生たちに覚悟と決意を求めるのである。

3. 小学校プログラムでの自然科学の学びとモノづくり

(1) 小プロでの自然科学の学び

本学における小学校教員免許状取得に至るまでの簡単な概略はひとまず措くとして、ここからは、私が2016年度に実際に担当した今期の小プロでの補習や課題について、毎時、学習進度に応じつつ必要な観点としての「自然科学の学び」について話してきたこと等、学習テーマとその概要を整理しておく。

① 小プロ準備段階 2/08(月) (「体育理論」設題2「ヒトの成長曲線」)

「体育理論」の設題2は、ヒトの成長について成長速度とその加速度をグラフに表現して考察する課題である。これに関わって、一般的な物体の等加速度落下現象と、空気抵抗を考慮したときに現れる重力加速度が相殺された場合の等速度落下現象(ex.雨の水滴)とをとりあげ、両者の違いを比較検討させることで、自然科学(物理学)でいう「速度」と「加速度」の違いを考えさせた。

② 第3回 4/21(木) (「理科」設題1「小学校理科学習指導要領」)

小学校理科の学習指導要領の核心について、文科省資料「すぐにわかる新しい学習指導要領のポイント」(文科省HPより)を使って解説する。

また、理科の学習指導に困難を感じている小学校現場の若い教員などを対象に作成された「小学校理科の特性と観察、実験の意義」「観察・実験の手引き」(文科省HPより)を示して、小学校理科の特性、小学校理科の内容区分、観察・実験についての基本的な考え方、理科の学習展開と観察・実験の位置づけを解説した。また、資料として、「小・中・高 理科の学習内容系統表」(啓林館)を配布した。

③ 第5回 5/12(木) (体育理論の試験問題「筋収縮の5つの様式」)

ヒト(動物)は、筋肉を収縮することでしか力を及ぼすことができない。また、ミミズや昆虫などと違って、内骨格である動物は骨の役割も重要である。「体育理論」の試験問題に関わって、テキストにある「筋収縮の3つの様式」について、更に2つ補充し、「筋収縮の5つの様式」として解説した。

④ 第6回 5/19(木) (理科の設題2：小学校版「星や月の動き」)

小学校では、「星や星座、星座早見盤の使い方、月の動きと見え方」などの天体教材を4年生と6年生で学習する。ここでは、それらを踏まえたうえで、地球と宇宙全体を俯瞰できることをめざして、『地球・月・太陽・星・宇宙』の世界』のプリントを作成し、大学生として基本的に知っておきたい天文現象の事実やそこでの基礎・基本となる知識をまとめた。(4/28に配布しておき予習を求めた。授業は5/19に行った。)

⑤ 第8回 6/02(木) (理科の試験問題「食物の消化と吸収」「受粉と結実」)

ヒトの消化管の中の食物は、消化されたものであっても吸収されない限り、実は身体の外なのである。このことを扱った拙著「実践記録 消化管から出て人間の体内に入る!? 小5-「ヒトの体」消化と吸収」※1を紹介し、消化と吸収の意味づけをとらえさせるひとつの実践例を示した。

また、小学3年生との授業で筆者が考察してきた『植物と動物』その共通点と相違点』の学習と、「どんな生物にもある5つの共通点」の学習課題を大学生にも考えさせた。

次に、植物の花は、人の目を楽しませ心を慰めてくれるものでもあるが、植物それ自体は、おしべとめしべを備え受粉し結実することで、「花それ自身が繁殖器官」であり、静態でありながら擬人化すれば、必死になって種の保存のために咲いている。そのことを、中庭に咲いてい

小学校プログラムの学生たちとの学びから見えてきたもの
「覚えておこう」から「学んでももしろい」へ そして、リビングテーブルに置かれた「空気砲」と「ストロー弓矢」

るアジサイを教室に持ち込んで、「アジサイの花は(どこが)花か?」を、学生たちに考えさせた。
一見しただけでは見当たらないアジサイのおしべとめしべを探させた。あわせて、完全花と不
完全花、両性花と単性花について解説した。

⑥ 第9回 6/09(木) (理科の試験問題「ものの溶け方」)

小学校での化学の授業は、5・6年生で、溶解と酸・アルカリを学ぶ単元がある。拙著「化学
の授業と私の教育課程」※2を用いて、溶解の授業で基幹となる「物が水に溶けるとはどうい
うことか」を把握させるとともに、「水溶液の性質」ではなく、「酸の水溶液のはたらき」とい
う視点で単元をとらえ直し、授業を再構成することの意味を考えさせた。

⑦ 第10回 6/16(木) (理科の試験問題「物質を大きく3つに分ける」)

物質は、原子が結合した分子で出てきている。原子の中には、陽子と電子が同じ数だけある
ので、電気的にはすべての原子が中性である。しかし、電子には電子軌道があり、最外殻に電
子の存在できる数が決まっている。それゆえ、100余りの原子の中には、最外殻電子軌道に存在
している電子を小さいエネルギーで容易く放出できる原子(金属原子)や、簡単に受容できる
原子(非金属原子)が存在することになる。(もちろん、電子が電子軌道に収まっていて不活性
な原子もある。)

この原子相互間の電子のやりとりが化学変化に他ならない。依って、原子の結合は、余った
自由電子を金属同士で持ちあう金属結合と、不足分を補い合う共有結合、ならびに、電子の過
不足を相補してイオンになった物質が結合するイオン結合の3種類となるのである。この原子
間結合の様式が大別されるために、物質が大きく3つに分けられる所以を説いた。これらにつ
いて、参考文献「現代人のための中学理科 新しい科学の教科書」※3を使って解説した。

⑧ 第11回 6/23(木) (理科の試験問題「メンデルの遺伝」)

遺伝の中の変異の様子とその意味について、「生物多様性」など種々の参考文献※4を使い、
解説した。そこでは、メンデルの法則の理解だけにとどまらず、「親と同じ子ども」と「親と変
異のある子ども」をつくるという矛盾を克服して子孫を残し続けている遺伝の姿をとらえさせ
た。

⑨ 第13回 7/07(木) 小学校理科の学習展開の特徴について その1

⑩ 第14回 7/14(木) 小学校理科の学習展開の特徴について その2

⑪ 第15回 7/21(木) 小学校理科の学習展開の特徴について その3

⑨～⑪については、後述する。

(2) モノづくりのいろいろとその自然科学的意味

次に、自然科学の学びと同様に、今期の小プロでの講義や学習課題に応じて行った「モノづくり」を扱い、その実践活動から見えてくる自然科学的意味についての解説もした。解説の多くは、小学校での科学クラブなどで、筆者が理科専科として実践・活用してきたものを学生たちに提示するのであるが、彼らも、小学生の頃を思い出す様で、素朴に童心に戻って楽しみ、小学校の理科教育に求められる教科観や教材観を具体的に想起する、そのようなフレッシュアップさせる時間となったようである。理科の教科学習から小学校教員への意欲を喚起させている諸点に関しては、感想カードに記入された学生の声を、一部指導記録の章[5-(3)]で掲載した。

① 第1回 4/14(木) 「すっ飛びロケット」〈衝突・力学的エネルギーの保存・慣性〉

ビニールテープを巻いたストローを、スーパーボールにさした竹串に通して、目の高さから落とす。ストローは床で弾けたボールに衝突され、元の位置よりはるか高くロケットのように飛び上がる。これを「すっ飛びロケット」という。

放たれたスーパーボールと竹串とストローは、一体となって落ちる。目の高さという位置エネルギーを持っていたが、落下によって運動エネルギーに転化して、床と衝突する。ここまでは、力学的エネルギー保存の法則である。

そして、床で弾かれたスーパーボールが、ストローと弾性衝突をする。ここで分離した二つの物体は、その質量の違いに反比例して、飛行速度に違いができる。運動量保存の法則である。ビニールテープを先に巻かれたストローは重心が飛行方向に偏っているので、まっすぐに、そして落とされた位置より2倍以上、高く飛びあがる。

② 第3回 4/21(木) 「プラコプター」〈重心・慣性・回転・揚力〉

竹とんぼの翼を、竹ではなくPPバンド(プラスチックの荷造りテープ)で製作する。PPバンドは丈夫で耐久性に優れているうえ、取り扱いが簡単である。

竹串の回転軸と翼とは両面テープとステプラーで固定する。翼の先にビニールテープを巻き、羽根の重心を先に移動させている。そうすると、慣性で回転が維持され、しっかり高く飛ぶのである。

③ 第4回 4/28(木) 「ポケット星座早見盤」〈地球の自転と公転・銀河系宇宙〉

理科の設題問題2は、星や星座、月や星の動きの課題である。これに合わせ、ポケットサイズのA6版の星座早見盤を全員に制作させた。喜々として完成を喜ぶ学生たちに、できれば手

小学校プログラムの学生たちとの学びから見えてきたもの
「覚えておこう」から「学んでももしろい」へ そして、リビングテーブルに置かれた「空気砲」と「ストロー弓矢」

元に置いて日常の活用を望んだ。

星座早見盤を制作することができる所以を解説する。すなわち、相互の位置関係を変えない星々が、地球の自転と公転によって日周と年周の周回運動をしていることである。

④ 第5回 5/12(木) 「アルソミトラ」〈植物の繁殖の多様性・グライダー〉

植物は、それぞれの繁殖戦略を持っている。種の散布のさまざまな形態もそのひとつである。タンポポの種のように綿毛で飛ぶものもあるが、中には、グライダー型の翼をもったものもある。熱帯雨林の植物「アルソミトラ」もそのひとつである。植物の繁殖の多様な姿について語る。

⑤ 第7回 5/26(木) 「宙返りネコ」〈重心・落下・空気抵抗〉

A4の紙を落とす。ヒラヒラと舞いながら落ちる。次に、ネコの絵を描いた紙を落とす。ネコの絵が描かれていても何ら変わりなく落ちる。ところが、ネコの絵を切り抜き、四足を直角に開かせたネコを落とすと、着地のときスッと立つ。背中や頭を下にして落としても、ちゃんと宙返りして足で着地する。ただの一枚の紙とどこが違うのか。ネコの絵が描かれているからではもちろんない。

質点は等加速度で自由落下する。形のある物は、当然、空気抵抗を受ける。そのとき、重心を質点とみなして自由落下しているが、直角に開いた足が翼の働きをして空気抵抗を受け、全体の重心との偶力により、「ネコ」は姿勢を正して着地することになる。自由落下と空気抵抗を紙一枚の工夫によって小学生たちに理解させられることを指導した。

⑥ 第9回 6/09(木) 「スライム」〈溶解・飽和水溶液・高分子物質〉

理科の試験問題3は「ものの溶けかた」である。溶解の授業の肝要な観点は、「物が水に溶けた」とは、いったいどのようなことになることを認識できることである。

物が水溶液になったとき、その溶液は、均一で（有色であってもなくても）透明である。透明であること、すなわち、溶質は目に見えないほどの小さな粒に分解されている。小さいから、水の分子と絶えず衝突して、溶けた溶質は沈殿しない。しかし目に見えないほど小さくなっても無くなったわけではなく、重さは保存されている。溶解にも限度があって、溶質である物質によって決まっている。溶解限度まで溶けている水溶液を飽和水溶液であると認識させる。ただし、水溶液の溶媒である水の量においては溶質の溶解限度は比例するが、水温の違いにおいては比例することがなく、水温が上がると溶解限度が小さくなる例外もある。これらのことをスライムの制作を通じて理解させた。

⑦ 第10回 6/16(木) 「空気砲」〈空気物質性・圧力〉

第10回の課題は、「三大物質」である。中・高校の化学の内容である。「空気砲」は、直接にはテーマに関わりはない。日頃レポート作成に追われている彼らに、たまには息抜きの一つとして疲れた頭を癒すモノづくりである。しかし、すべての物質には重さと体積がある。目に見えない空気も例外ではない。日常、空気の体積や重さを感じることはほとんどできないが、「空気砲」では体感することができる。

ペットボトルを半分に切って、切り口にゴム風船を切ったゴム膜をかぶせる。ゴム膜をつまんで放すと、中に閉じ込められている空気が圧縮力を受けて縮んだあと弾性によって膨らむ、これが伝わっていき空気のかたまりが飛んでいくように見える。

⑧ 第11回 6/23(木) 「ストロー弓矢」〈弾性・運動方程式・慣性〉

第11回の課題は、「メンデルの遺伝」である。この「遺伝」も中・高校の生物の内容であって、弾性・運動方程式・慣性を扱う「ストロー弓矢」とは関係性が薄い、閑話休題として、素朴・簡便な材料で魅力的なモノづくりができる。

ゴム鉄砲など飛び道具で遊ぶことはなかなか楽しい。しかし普通のゴム鉄砲は、せいぜい3mも飛ばせば合格だろうが、この「ストロー弓矢」は、真っ直ぐに10mも飛ぶ。

紙コップなどを発射台として、内径6mmのストローを輪ゴムで固定する。そこに外径4mmの細いストローを矢にして飛ばす。矢には、先に半分に切った綿棒を付けている。矢の重心を前にしてまっすぐ飛ばす工夫でもあるし、的に当てたときの安全性を高めることにもなる。ストローの輪ゴムをかけるところをくさび形に切っているの、矢を100%番えることができる。

⑨ 第12回 6/30(木) 「強力電磁石の体感とモーターを作って回す」〈フレミングの左手の法則〉

理科の試験問題6は、電磁石の作り方とその強さを変える実験である。これに関連して、単一乾電池1個で子どもを吊り下げることができる強力電磁石を紹介する。

また、60cmのエナメル線で、コイルモーターを作らせたり、10cmのアルミニウムの針金1本でハート型モーターを作らせたりする。自分で作ったモーターが目の前で回することで、フレミングの左手の法則をまる裸にして捉えることができる。

⑩ 第13回 7/07(木) 牛乳パックで作る「ブーメラン」〈揚力と回転〉

水平に飛ぶグライダーを90度回転させて縦に飛ばすと、翼にはたらく揚力によって機体が上に揚がる代わりに円を描いて戻ってくる。「ブーメラン」の原理である。

小学校プログラムの学生たちとの学びから見えてきたもの
「覚えておこう」から「学んでももしろい」へ そして、リビングテーブルに置かれた「空気砲」と「ストロー弓矢」

牛乳パックを切って組み合わせた三枚を翼にして反りを入れる。スナップを効かせて回転させて飛ばすと「ブーメラン」になって戻ってくる。

⑪ 第15回 7/21(木) 「電気パン」を作って食べよう 〈電流と電力、発熱〉

前回の電気学習を補って、電流による発熱は、 $\text{電流} \times \text{電圧} \times \text{時間} = \text{電力量}$ に依ることを解説する。そして溶液中に電解質があれば、通電することの実証実験としてパン生地を電気を通じ発熱させてパンを焼く。

電気を流すパン生地には電解質が含まれていること。生じた発熱によって、パン生地の成分が熱分解して気体ができ、パン生地を膨らませること。やがて、水分が蒸発して溶液で無くなり不導体に変化するので、通電が自動的に収まることなどが「電気パン」の原理である。

(3) 小学校理科の授業づくり

先の「自然科学の学び」と「モノづくり」に並んで、全15回の終盤に当たる3コマを通じて、小学校理科の授業を組み立て展開する工夫。その面白さと難しさを実感させるべく、限られた時間で小学校の理科の授業づくりを扱った。

具体的には、小3の「物と重さ」、小4の「電気の働き」、小6の「水溶液の性質」の三つの単元についての授業である。レポート担当の3人の学生には次の課題を与えた。

(三つの単元について、それぞれ)「啓林館と東京書籍の理科教科書を比較検討し、学習指導案のアウトラインを提案しなさい。その際、『小学校理科の観察・実験の手引き(文科省HP)』を参照すること。」と示唆した。

学生たちは、2年生であるから、もちろんまだ教育実習の体験前である。教職課程での教科教育法の授業も開始直後ゆえ、まだ本格的な学習指導案の作成を求めることはできない。そのため、学習指導のアウトラインのスケッチで構わないと指示した。指導のポイントは、二社の教科書と文科省が作成した「小学校理科 観察、実験の手引き」などとの比較検討にある。教科書を比較すると、微妙に違うものだということが実感できる。教科書を比較することで、教材研究が始まるのだということを感じさせたいねらいもあった。その際、拙著数編を紹介し、科学教育研究協議会など民間教育研究団体の財産に学ぶことの意義もあることを伝えたいという願いもあった。

① 第13回 7/07(木) 小3「物にはすべて重さがある」という認識を創る授業

学習指導要領の改訂から、小学3年生では、「物の重さをくらべよう」という学習単元が設けられるようになった。教科書での指導は、「ねん土のおき方や形をかえると、重さはかわるのでしょうか。」「体せきが同じとき、物によって重さはちがうのでしょうか。」など問いかけ活動させるものではあるが、教科書に取り上げられている学習に留った場合、「すべての物に重さがある」という認識の形成が覚束なくなる可能性が高い。

なぜなら、拙著『物にはすべて重さがある』という認識を創る学習内容※5で明らかにしたように、小学3年生あたりだと、手で持つことができない物や、手で持ってもその重量感を感じることができない物、そして目に見えない物などには重さがないと思っている実態があるからである。

このとき、上皿天秤の針も動かず、電子天秤でも重さが計量できないような穴あけパンチの紙一枚にも、ストロー天秤を使えば、重さがあることを実証できる。このような実証実験を伴う授業などを通して、「すべての物に重さがある」という認識を促すことは、高学年で、「溶解」の授業における、砂糖や塩が水に溶けて見えなくなったとしてもなくなったわけではないという認識形成の土台になり、物質不滅の法則への入り口として成立する授業となるからだ。

② 第14回 7/14(木) 「豆電球が明るく灯るのは電流が大きくなったからである」

電気の学習は、小学校では3年から6年の四年間をかけて学習する。3年生では乾電池と導線で回路ができると豆電球が灯ることを学ぶ。また、回路の間に物をはさんで、電気を通す物と通さない物があることを学ぶ。4年生では、乾電池と豆電球を直列につないだり並列につないだりして、回路の学習をし、加えて太陽電池も扱う。5年生では、電磁石の極の性質を調べたり、強さが変わる条件を調べたりする。6年生では、手回し発電機を用いて発電の仕組みや、コンデンサーを用いて蓄電を扱い、ニクロム線を用いて発熱させたりして、電気の利用について学ぶ。

ここでは、拙著「親子でひらく科学のとびら あたらしい理科の教科書 小学4年」第3章「電流と回路」※6を使って、4年生の回路学習を基盤に、回路に流れている電流の大きさは、豆電球が灯る明るさを指標にして捉えられることを、机上の認識に留まらせることなく、実験を通して実感を促す。次に、その豆電球の明るさの指標を基にして、回路の形態と流れる電流の大小の関わりを探究させ、電流は回路の途中で減ったり消えたりしないという電気のふるまいの法則性を指導する。

小学校プログラムの学生たちとの学びから見えてきたもの
「覚えておこう」から「学んでおもしろい」へ そして、リビングテーブルに置かれた「空気砲」と「ストロー弓矢」

③ 第15回 7/21(木) 「酸は水溶液になってはじめてはたらく」

「水溶液の性質とはたらき」という単元において、教科書では、5,6種ほどの透明な水溶液の仲間分けをさせ、さらに、金属に水溶液を注ぐとどうなるかと問いかけ、アルミニウムと鉄に希塩酸を注がせる実験をしている。

教科書では、水溶液の中にある酸の実体がつかめているかのように展開させているが、この直接目に見えない透明な水溶液から扱うと、酸物質の実体を子どもたちに把握させることは難しい。小学校理科教諭としてこの難点と出会ったとき、固体の酸物質を水溶液にして自ら水溶液をつくることから始めると、水だけとは違う酸の水溶液の特別なはたらきを可視化することで、子どもたちが酸物質の水溶液であるという実体をとらえやすくなることを知った。そして、酸物質には固体だけでなく、液体や気体もあるという認識を順々に広げていくと、自然界の酸物質とその水溶液の仲間分けという操作において、水溶液を働きかける対象物として認識するという意味が生じてくる。たとえば、酸を打ち消す物質としてのアルカリの登場で、単に水に薄めるときとは大きく異なる中和の機構の一端に子どもたちが触れることになり、化学変化の単元を学ぶその入り口に立つことができる。こうした内容を、拙著『『酸のはたらき』の授業ーより深い科学的認識を育む授業を創るための一考察ー』※7を使って指導する。

4. 小プロ8期の指導記録（資料）

.....

平成28年度 小プロ2年生対象 木曜6限補習実施報告 2016年7月21日現在

小学校プログラム第8期生（平成28年度の新2年生）へ

以下の予定で、4月から前期の木曜日6限に新2年生対象の補習があります。小学校プログラムの理科と体育理論のレポート課題・試験問題に対応しながら、小学校理科教育と体育科教育を探究していく補習です。積極的・主体的な出席を希望しています。（4/14の呼びかけより）

<平成28年度前期>

第0回 4月07日（木） 大雨警報による休講

第1回 4月14日（木） 新2年生、木曜6限補習のスタート 第3回用テキスト配布

① 自己紹介

② 前期の計画の確認とレポート担当者19名の役割分担の確認

③ 体育理論設題2の再提出

解説：速度と加速度の違い(等速落下と等加速度落下)

すっ飛びロケット① (運動量保存と運動・位置エネルギーの話)

(ゴシックは、玉井が補った説明や配布資料と、モノづくりの製作など)

第2回 4月20日(水) 新2年生へのレポート印刷説明会

会場：38号館2階 共同利用室予定(新3年生がチューター役を担当。)

第3回 4月21日(木) 小学校理科 設題1 (レポート字数1200~1600字)

第4回用テキスト配布

1. 小学校学習指導要領(2008)に示された理科の目標や特徴について、それが出てきた背景(前回の学習指導要領(1998)=ゆとり教育)から説明せよ。

2. 小学校学習指導要領(2008)に示された理科の領域構成について説明せよ。

—レポート作成の手引き—(設題に添えられた注意書き)

ワープロ書きは不可になります。必ず鉛筆書きか黒ボールペンで書いてください。

1. 理科の目標をただ列挙するのではなく、目標設定にいたる改訂のポイントは何か、どのような学力の育成を重視しているか、授業時間や授業内容はどうか変化したかを書くこと。
2. 理科の領域構成については、設題1との関連で、どのような改訂がなされたかを踏まえて書くこと。テキストに載っていることを超えて、調べて書くことも大切である。

……発表者2名(1.〇〇さん、2.〇〇さん)

「すぐにわかる新しい学習指導要領のポイント」(文科省HPより)

「小学校理科の特性と観察、実験の意義」「観察・実験の手引き」(文科省)

「小・中・高 理科の学習内容系統表」(啓林館)

プラコプター② (PPバンド製竹とんぼづくり 重心と回転の話)

第4回 4月28日(木) 小学校理科 設題2 設題1レポート全員提出

- (1) 小学校で教える夏の星座にはどのようなものがあるか? また、小学校でそれぞれの星座を観察して、子どもに気づかせたいことは何か、説明せよ。
- (2) 星座早見の使い方及び星の観察で子どもたちに伝えることを説明せよ。
- (3) 月の動きに関して小学校4年と6年で学ぶ内容が違う。その違いについて説明せよ。
また、小学校6年で月の満ち欠けを教える場合、教材をどのように工夫したらいい

小学校プログラムの学生たちとの学びから見てきたもの
「覚えておこう」から「学んでおもしろい」へ そして、リビングテーブルに置かれた「空気砲」と「ストロー弓矢」

か。具体的に説明せよ。

(4) 星の動きを東、西、南、北の違いで説明せよ。

—レポート作成の手引き— (設題に添えられた注意書き)

ワープロ書きは不可になります。必ず鉛筆書きか黒ボールペンで書いてください。

小学校で授業をする際、図絵を板書して説明します。子どもたちに実感を伴った理解をさせる上で、適切と思われる図絵を入れてレポートを作成してください。

……発表者2名 (1. 2 ○○さん、3. 4. ○○君)

「ポケット星座早見盤」③ A6サイズの制作 (星座の形と傾きの話)

5月10日 (火) 体育理論・社会科 設題レポート

第5回 5月12日 (木) 体育理論 試験問題1と2 理科設題2 レポート全員提出

- 1 運動時の体内環境(体温調節、血液配分、水分調節)の維持について説明しなさい。
- 2 3種類の筋収縮について説明しなさい。

……発表者2名 (1. ○○君、2. ○○君)

筋収縮の5つの様式

「アルソミトラ」④ (グライダー型植物の種 植物の繁殖の姿について)

第6回 5月19日 (木) 体育理論 試験問題3と4 第7回用テキスト確認

- 3 3種の「てこ」について説明し、それぞれを利用した代表的な動きを挙げなさい。
- 4 わが国の健康対策について説明しなさい。

……発表者2名 (3. ○○君、4. ○○君)

「地球・月・太陽・星・宇宙の世界」(プリント)

第7回 5月26日 (木) 体育理論 試験問題5と6 第8回用テキスト確認

- 5 体力を分類し、それぞれについて説明しなさい。
- 6 現代のこどもの身体発達上の問題点を示し、あなたの考える対策を述べなさい。

……発表者2名 (5. ○○さん、6. ○○君)

「宙返りネコ」⑥ (落下と重心、空気抵抗の話)

5月31日 (火) 理科 (家庭・国語) 設題レポート

第8回 6月02日 (木) 理科 試験問題1と2 第9回用テキスト確認

- 1 「食物の消化と吸収」でだ液のはたらきの実験をしたい。①ねらいと②方法、③結果、④実験結果から子どもたちに学ばせたいねらいを説明しなさい。

- 2 (1) カボチャの花とアブラナの花の違いは何か、図絵で違いを示しながら説明しなさい。

- (2) カボチャで受粉と子ぼうの育ちに関係があるかどうか調べる実験をしたい。その方法を説明しなさい。

……発表者2名(1. ○○君、2. ○○君)

「植物・動物、そして生物」(プリント) (近小3年生のノートを使って)

「アジサイの花は花か?」⑦(アジサイの花を1株持ち込んで)

(完全花と不完全花 両性花と単性花について)

第9回 6月09日(木) 理科 試験問題3 第10回用テキスト確認

- 3 「ものの溶けかた」でミョウバンの性質を食塩と比較しながら学ばせるために必要な実験の①準備物、②方法、③実験結果から子どもたちに学ばせたいねらいを説明しなさい。

……発表者1名(3. ○○君)

「化学の授業と私の教育課程」(近畿科教協研究集会レポートを使って)

「スライムを作って遊ぼう」⑧(飽和水溶液とは)

第10回 6月16日(木) 理科 試験問題4 第11回用テキスト確認

- 4 (1) 物質を大きく3つにわけ、それぞれ原子(金属原子と非金属原子)の結合の仕方を言いなさい。
- (2) 上記の3大物質について、①水の溶けやすさ、②電気の通りやすさ、③加熱による融けやすさ、④たたいたときの延伸性について書きなさい。
- (3) 紙粘土モデルに金属の通電性と延伸性が金属の同じ構造によることを説明しなさい。

……発表者1名(4. ○○さん)

「物質を大きく三つに分けよう」「原子の構造とイオン」

(文一総合出版「新しい理科の教科書」より)

「空気砲」⑨(目に見えない空気の体積と重さ)

第11回 6月23日(木) 理科 試験問題5 第12回用資料確認

- 5 メンデルの遺伝について次の問いに答えなさい。
- (1) 遺伝とは何ですか。

小学校プログラムの学生たちとの学びから見てきたもの
「覚えておこう」から「学んでおもしろい」へ そして、リビングテーブルに置かれた「空気砲」と「ストロー弓矢」

(2) メンデル遺伝の優性の法則について説明しなさい。

(3) メンデル遺伝の分離の法則について説明しなさい。

……発表者1名(5. ○○さん)

「メンデルの遺伝の法則」(「生物多様性」本川達雄著中公新書より)

「遺伝と変異」の授業 テキスト

「ストロー弓矢」⑩(重心と安全性 矢を番える工夫)

「理科試験問題 1-6 まとめのプリント」

第12回 6月30日(木) 理科 試験問題6

6 電磁石について次の問いに答えなさい。

(1) 電磁石の作り方(準備物と方法)を説明しなさい。

(2) 電磁石の強さをかえる要素が何かを調べる実験の準備物と方法を説明しなさい。

……発表者1名(6. ○○君)

この日までに、第13-15回の発表学年と単元名を確定させておく。

「強力電磁石の体感」⑪(乾電池1個で子どもを吊り下げられる電磁石)

「クリップモーター・針金モーターを作ろう」(電磁気の法則を裸にする)

第13回 7月07日(木) 小学校理科の学習展開の特徴について

小学校3年の「物と重さ」の単元について、啓林館と東京書籍の理科教科書を比較検討し、学習指導案のスケッチを提案しなさい。その際、「小学校理科の観察・実験の手引き(文科省HP)」の「1ねらい」「2単元の内容」「5観察、実験例」を参照すること。

……発表者1名(○○君)

小3 「物にはすべて重さがある」という認識を創る学習内容

近畿大学教職教育部 紀要 第25巻第1号(2013年)より

ストロー天秤の威力とその作り方

牛乳パックで作る「ブーメラン」⑫(揚力とは)

第14回 7月14日(木) 小学校理科の学習展開の特徴について

小学校4年の「電気の働き」の単元について、啓林館と東京書籍の理科教科書を比較検討し、学習指導案のスケッチを提案しなさい。その際、「小学校理科の観察・実験の手引き(文科省HP)」の「1ねらい」「2単元の内容」「5観察、実験例」を参照すること。

……発表者1名(○○君)

「電流と回路」テキスト (「親子でひらく科学のとびら

新しい理科の教科書 小4」第3章(2004年)より)

第15回 7月21日(木) 小学校理科の学習展開の特徴について

小学校6年の「水溶液の性質」の単元について、啓林館と東京書籍の理科教科書を比較検討し、学習指導案のスケッチを提案しなさい。その際、「小学校理科の観察・実験の手引き(文科省HP)」の「1ねらい」「2単元の内容」「5観察、実験例」を参照すること。

……発表者1名(〇〇さん)

小6 「酸のはたらき」の授業

ーより深い科学的認識を創るための一考察ー

近畿大学教職教育部 紀要 第24巻第1号(2012年)より

「電気パン」を作って食べよう^⑬(電解質と電流・発熱、熱分解)

小学校プログラム 2年生木曜6限 全体のまとめ

.....

5. 小プロの授業の中での「自然科学の学び」の発展

「自然科学の学びに」について、講義や授業で、学生たちに学びの深化・発展を求めて指導することは指導者としての責務であると自覚している。それと同時に、今回の小プロでの授業では、授業者である私の学習指導観についても、深化・発展を得ることができた。

その理科指導者として深化・発展しなければならないとこれまで以上に自覚した事例として、二つの授業で具体的に振り返ってみたい。5月19日の第6回の授業と7月14日の第14回の授業とを比較検討してみる。

先にも述べたが、小学校では、「星や星座、星座早見盤の使い方、月の動きと見え方」などの天体教材を4年生と6年生で学習する。また、通信教育小学校理科の設題2として、星や星座・月の形や動きについての課題もあった。

そこで、月や星だけでなく地球と宇宙全体を俯瞰することをめざして、大学生として基本的に知っておきたい天文学上の基礎的事実や基本となる知識をまとめた『地球・月・太陽・星・宇宙』の世界』のプリントを、4月28日(木)に配布し(予習を求めた上)、5月19日(木)に授業をした。このときのプリントを次に示す。

小学校プログラムの学生たちとの学びから見てきたもの
「覚えておこう」から「学んでも面白い」へ そして、リビングテーブルに置かれた「空気砲」と「ストロー弓矢」

(1) 第6回の授業で扱った「地球・月・太陽・星・宇宙」の学習プリント (資料)

.....

20160428 地球・月・太陽・星・宇宙 (斜字部分は、配布プリントでは空白)

地球:地球は (46 億) 年前に誕生した。

大きさは、1 周 (40000) km → 赤道から極まで (10000) km → 1 m 原器

地球の半径 約 6400km (古代エジプト: 夏至の日に井戸の底まで届く日光)

世界最古の石は、約 40 億年前 現カナダ アキスタ片麻岩

(古石の年代測定法は、ジルコン石で、ウラン-鉛年代測定法 -放射壊変半減期)

日本最古の石は、20 億年前 現 (岐阜) 県上麻生礫岩

[内部構造] <地殻> (火成) 岩と (堆積) 岩 厚み 30-40km → 地球半径の 1/200

最深海底 (日本海溝) から地表の最高地 (エベレスト) の差は 20000m

→ 地球半径の 1/300 = リンゴの皮 1 枚より薄い

マントル 厚み 2900km 岩石 (ケイ素・マグネシウム・鉄・酸素) の液体

核 厚み 3500km 外核: 金属鉄の液体 内核: 金属鉄の固体

<プレートテクトニクス>

熱対流 14 枚のプレートの内、4 枚が日本近辺に 地震と火山 (温泉) の国

海嶺 (噴出) と海溝 (沈み込み) 環太平洋火山帯 活断層 (200 万) 年前以降

プレート海溝型地震 (東北・南海・東南海)

内陸直下型地震 (阪神・熊本)

<生命の進化>

古生代 (カンブリア紀) 生命の大爆発 54200 万年前から (三葉虫・フズリナ)

先カンブリア紀 ストマトライト (酸素生成)

中生代 25100 万年前から (恐竜) 6500 万年前 (巨大隕石の衝突) で絶滅

新生代 第三紀 181 万年前まで (猿) 人→(人) 人誕生

第四紀 現在まで マンモス絶滅 (20000) 年前 現生人類誕生

<地球の日周運動> 地球の (自転) で起こる 西から東へ 1 日の変化

太陽・月・星の見かけの動き 360 度/24 時間 = 15 度/時 東から西へ動く

月は 1 ヶ月で一回りするから 360 度/30 日 = 12 度/日 1 日当たり 12 度 = 48 分遅れる

<地球の年周運動> 地球の (公転) で起こる 1 年の変化

地球の自転軸が(公転)面に対して23.4度傾いているから日本に四季がある

月:地球の(衛星) 地球から(380000)km

[大きさ] 約1/(4) 空気は(ない) 隕石衝突の跡が(クレーター)

[月の海(黒い岩石)] 月の模様:うさぎが餅つき ヨーロッパでは美女またはカニ

模様が変わらないのは、月も自転していていつも同じ顔を地球に見せている

[月の満ち欠け] 新月→(三日)月→(上弦)の月→(満)月→(下弦)の月→26日の月

(満月の後、右から欠けて右から満ちる)

[太陰暦:閏月] 太陽暦:閏年 閏秒

[上弦と下弦の月の区別] 沈む時の弦の位置



《月の見える方位と時刻と欠け具合の三者は厳密に対応している》

1.満月が真南にあるのは、(午前0)時

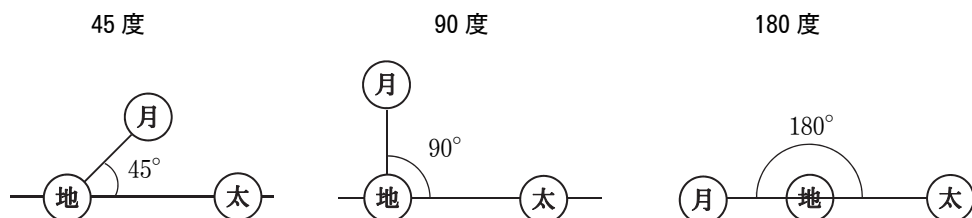
2.(三日)月は夕方に西の空にしか見えない

3.タヌキが出歩いている空には三日月が(ある・〇ない) タヌキは夜行性

4.午前中にも月が南西の空に見えるときがある その月は(下弦)の月

○満ち欠けの原因:月が地球の周りを(公転)しているから

○月と太陽と地球の作る角度



[公転の周期] 27.5日

[満ち欠けの周期] 29.5日

《二つの周期がずれているのは、地球も太陽の周りを公転しているから》

小学校プログラムの学生たちとの学びから見てきたもの
「覚えておこう」から「学んでおもしろい」へ そして、リビングテーブルに置かれた「空気砲」と「ストロー弓矢」

[月食] (満) 月が地球の影になって隠される 地球照 (2.5 年に 1 回位)

<月の日周運動> 地球の(自転)で起こる 西から東へ 1 日の変化

[月の見かけの動き] $360 \text{ 度} / 24 \text{ 時間} = 15 \text{ 度} / \text{時}$ 東から西へ動く

東の地平線から出て南の空に上がり、西の地平線に沈む

→ 地平線を右上へ上がり 右へ移動し 右下へ沈む

太陽: 直径は地球の 109 倍 (月の約 400 倍)

重さは地球の 33 万倍 (月の 3300 万倍)

天動説から地動説へ (ガリレオの発見 木星の 4 つの衛星を望遠鏡で観測した)

恒星 (自ら光を出す 水素原子が核融合してヘリウム原子に)

表面温度 6000°C (プロミネンス コロナ 黒点 4000°C) 自転している 11 年周期

100 億年前に誕生 (現在寿命の半分経過)

地球からの距離は (地球→月の 400 倍 15000 万 km 1 天文単位〈パーセク〉)

光の速さでも 8 分 20 秒 よって、地球からの見かけの大きさはほぼ同じ

日食 (太陽が(新月)の影になって隠される 〈12 年に 1 回位〉)

太陽系:地球の仲間を(惑星)という。

水・金・地・火・(小惑星帯)・木・土・天王・海王・(冥)

内惑星の金星には月と同じように満ち欠けがある(明けの明星・宵の明星)

銀河と恒星: 銀河の大きさ (長径 10 万光年 単径 1.5 万光年)

太陽系は銀河系の中心から 3/5 離れたところに

銀河系の中心方向=(天の川)=ミルキーウェイ

太陽の次に地球から近い恒星は、4.3 光年のプロキシマ

夜空に見える恒星はすべて銀河系の中

たとえば北極星は 800 光年 シリウス 9 光年 デネブ 108 光年

星の色:(表面温度) スピカ青白 18000°C ・シリウス白 10000°C ・アンタレス赤 3000°C

星の明るさ:見かけの上で

1 等星約 80 個 (2 等星の 2.5 倍の明るさ 6 等星の(100)倍)

2 等星 (3 等星の 2.5 倍の明るさ)・・・

6等星 肉眼で見える最も暗い星

[日周運動] (地球の自転・西から東へ・1日の変化)

星の見かけの動き (360度/24時間=15度/時 東から西へ動く)

南の空では、東から西へ → 地平線を右上へ上がり 右へ移動し 右下へ沈む

北の空でも 東から西へ → 北極星を中心に反時計回り

北極星と北斗七星・カシオペア座 (夏の夜は北斗七星が北極星の左)

[年周運動] (地球の公転 1年の変化)

地球の自転軸が公転面に対して23.4度傾いているから日本に四季がある

季節によって見える星座が違う (←地球の公転を理解)

夏:(さそり)座 (アンタレス)

夏の大三角 (白鳥・(こと)・わし)座 ((デネブ)・(ベガ)・アルタイル)

冬の大三角 ((オリオン)・おお犬・こ犬)座

(ベテルギウス赤・(リゲル)青白・シリウス白・プロキオン白)

宇宙:(137億)年前 (ビッグバン)で誕生

太陽では水素から核融合してヘリウムに(全宇宙の中で、太陽型の核融合では鉄原子までしかできない)

平安時代の「明月記」→超新星爆発の記録が存在する。

宇宙には、そして人間の体には鉄より重い原子もたくさんある。

超新星爆発で中性子星ができたときに、鉄より重い原子群が形成されて

全宇宙に散らばり、地球の構成粒子にもなり、人の体の中にも存在している。

ヒトも全宇宙の進化の賜物。

.....

(2) 「地球・月・太陽・星・宇宙」のプリント作成の視点

学生たちには、夜空を見上げて月と星の学習を進める前に、地球そのものの大きさや形も意識させたい。たとえば、身近な長さの単位である1mは、どのようにして決められたのか。現代では、ある原子の振動する距離を基に定められているが、有史以来、人間の生の営みの中で祖先が築きあげてきた文化遺産でもある。

小学校プログラムの学生たちとの学びから見てきたもの
「覚えておこう」から「学んでももしろい」へ そして、リビングテーブルに置かれた「空気砲」と「ストロー弓矢」

古代エジプトの話である。夏至の日にのみ、井戸の奥底まで太陽光が差し込む井戸があった。そのときその地の南中高度は90度になる。その位置と冬至に90度になる地を調べ、二つの中間地点を赤道と定める。赤道と先の井戸との距離を測り、太陽との角度を三角測量して演繹することで、赤道から極地までの距離を求める。これを私たちの先輩たちは1万kmとした。だから、地球一周はキリの良い数字で4万kmなのである。よって、地球の半径は、 $4万 \div 2 \div 3.14 \div 6369km$ となる。

地球には、とてつもない高い山・エベレストがある。一方で、たいへん深い海溝・日本海溝もある。二つの高度差は約20000mにもなる。ところが、地球の半径6369kmと比べると、1/300より小さい。リンゴの皮一枚より薄い。それ程地球は丸いのである。

人間の一生は、昔は人生50年と言われたが、現在でもせいぜい80年。そして、現生人類は誕生以来2万余年。人類の祖先猿人でも約700万年。それに比して、昆虫のゴキブリは、恐竜の生きていた時代を貫いて約3億年も生きてきたという。

地球と宇宙のテーマについては、こうした、時間と距離のスケールの認識を持ち、イメージを拡げて学ぶことで、身に付けた知識を活かしていくことを求めたい。

古代エジプトやメソポタミアの人たちは、天空の星座やその進行を見て季節を読んだ。それほどまで遡らなくとも、明治や江戸時代の庶民は月の形を見て方位と時刻を読み取ることができた。現代に生きる私たちも、これらを身に付けても無駄にはならない。放念するには惜しい自然とのつきあい方のひとつではないかと思う。

そのような夜空に見える星々も、すべて銀河系の中に存在している。銀河系は短径約1.5万年・長径約10万年光年だと言われているが、宇宙の果ては約137億光年なのである。

こうしたロマンに満ちた「地球・月・太陽・星・宇宙」の学びを、義務教育の中ですべての国民の素養としたい。しかし、実際の学生との授業では時間不足で十分に語れなかったところが残念であった。

(3) 「地球・月・太陽・星・宇宙」の授業を受けての学生の想いを感想カードに見る

5月19日(木) 第6回補習より

MRST: 高校で習った記憶のあるものばかりだった。でも、実際に現在は全く思い出せないで、せっかく覚えたことなのに (~~~~線は筆者、以下同じ)、もったいないなあと思います。月の満ち欠けや、日食・月食あたりは、実際に目で見て体験できることなので、習っ

た知識を体験して、「ああ～たしかに」と実感するのをしてみたいなぁと思いました。

U S I : 高校で習って以来でほとんど抜けていました。すべてにおいてしっかり復習し、しっかり理解しておきます。

K T Y M : 今まで知らなかった事柄や予想以上の数値などが多く出てきて驚いた。また、レポートで使える内容も多々あり、良かった。以前よりは宇宙に関しての興味は持てたと思う。

S S K : 地球・月・太陽の三つによる月の満ち欠けは、6年生から学ぶことを言われてみて気付いた。(納得した)

O K D I : とても想像つかない次元の内容で、なかなか聞きなれないことが多く、興味深いものが多く、また自分で調べてみたいと感じた。

M Z G T : 月や天体に関係することはとても好きだったので、とても入りやすかった。

S M Z : 小・中学校で詳しく勉強していたが、今はもう忘れており、いろいろ思い出せてよかった。宇宙に関して調べるとまだ知らないことがあると思うので、興味が沸いた。

I S I : 地球の誕生の仕方が何年前に起こったのか理解した。地震は急に起こるものであるので、念入りに対策しなければならないことを実感した。

I T Y : 銀河系を横から見たときに、なぜ天の川があんなにも星がたくさん見えるのかが分かった。

K I : 教える立場になっていくのだから、確かな知識が必要になるので、空欄の箇所はすぐにも覚えようと思う。

K D M : 自分ではまったく想像がつかない、実感がわかない数字が並んで、すごい大規模で神秘的な世界だと思った。

Y S M R : 言葉を埋めていって、太陽系がちっぽけな存在であることを知りました。また、地球には生命の誕生で必要であったはずの酸素が、実は酸化の原因であって、そのために生命の誕生を妨げていたということも知ることができました。

K W S K : 昔、全て学習したことなので、思い出していきたいです。教員には欠かせないところなので、学習を怠らないようにしたいです。数字を見ると、どうしても難しく感じてしまうのですが、星は面白い分野なので頑張りたいです。

N S K W : 地球・月・太陽・星・宇宙について、それぞれの基本的な知識を確認できてよかった。また、知らない事もたくさんあったので、とても勉強になった。覚えようと思う。

小学校プログラムの学生たちとの学びから見てきたもの
「覚えておこう」から「学んでも面白い」へ そして、リビングテーブルに置かれた「空気砲」と「ストロー弓矢」

OKDN： 意外と知らないことが多かった。この知識を活かして、レポートや試験に臨みたい。

MT： 地球や宇宙に関することは高校ではやっていなくて、忘れていたことがいくつもあった。しかし、今回のプリントの中でやっていくと、思い出すことができた。月や太陽に関する話は私は苦手だったが、これを機会にもう一度学びなおしてみようと思うことができた。

IKB： 苦手な分野なので、頑張って勉強しようと思いました。忘れがちのところだが、とても重要なところなので復習することができて良かった。

(4) 7月14日 第14回の授業で配布した「電流と回路」のプリント

.....

20160714

電流と回路

(資料)

学籍番号：

氏名：

問題 1 ソケットにねじ込んだ豆電球を乾電池で光らせてみましょう。次に、ソケットから抜いた豆電球を、裸の導線2本で光らせることができますか？

(裸の豆電球をセロテープで机に固定すると良いでしょう。)

予想：(私は) 自分一人で光らせることが、 (できる、できない) と思う。

(全員の手元に道具が揃ってから、ヨーイ・ドンで始めます。チャレンジタイム1分)

試してみると、 (できた、できなかった)

<わかったこと・思ったこと>

多くの学生は、裸銅線で灯すことにてこずっている。

絶縁体の意味・回路ができてフィラメントに電流が流れると灯ることを再認識する。

ショート回路には抵抗体がないので電流大⇒「アチチ」と思わず声をだし大きな発熱に驚いている。

問題 2-1 豆電球の中の光っているところを「フィラメント」と言います。

上の「 」の部分に電気が流れるためには、

そこに電気を運ぶ必要がありますが、隠され

ていて目に見えません。

その部分を右に絵に描いて示しなさい。



<わかったこと・思ったこと>

豆電球の中は見えないが、結線されている。

やはり回路ができてフィラメントに電流が流れると灯ること。

問題 2-2 回路図では、乾電池・

<乾電池>

<豆電球>

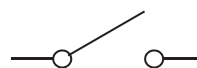
<スイッチ>

豆電球・スイッチなどは記号で

描きます。

どんな記号ですか？

右に書きなさい。



次の問題では、2-3人組を作ります。

問題 3-1 乾電池を増やして（3個まで）、豆電球をより明るく光らせることができますか？

どんな回路を作ればよいでしょうか？ 回路図を書きなさい。

<予想する回路図>

<明るく光ったときの回路図>

<わかったこと・思ったこと>

乾電池の+極に-極を繋ぐ=乾電池の直列つなぎをすると、電圧大⇒電流大⇒

$W=IE=I^2R$ よって、明るく灯る

問題 3-2 豆電球をさらに明るく光らせることができるでしょうか？ 実験は教卓でします。

予想：どこまでも明るく光らせることは（できる、できない）と思う。

<実験で見たこととその結果>

一瞬明るく灯るがすぐ消える。

<わかったこと・思ったこと>

乾電池4個の直列つなぎでは、フィラメントが焼き切れる。

焼き切れたので、乾電池を減らしても灯らない。流せる電流の限度を超えた。

次も、教卓で実験します。

問題 3-3 乾電池3個を、豆電球が明るく光ったつなぎ方でつなぎます。乾電池のつなぐ向きを、3個目の1個だけを反対向きにつないだとき、豆電球は光るでしょうか？ 光る場合、

小学校プログラムの学生たちとの学びから見えてきたもの
「覚えておこう」から「学んでおもしろい」へ そして、リビングテーブルに置かれた「空気砲」と「ストロー弓矢」

その明るさはどうなると思いますか？

予想：豆電球は（○光る、光らない）と思う。

光るという予想の場合、その明るさは、(乾電池1個で灯すとき)と同じだと思う。

<実験を見た結果>

キャンセル回路になっていて、乾電池1個で灯すときと同じ明るさ。

<わかったこと・思ったこと>

乾電池1個を反対につなぐから、上げた電位を下げてキャンセルしている。

流し続けると液漏れなどを起こすので、試したらすぐやめる。

問題 4-1 乾電池3個を、先の「直列」つなぎでつなぎます。それぞれの極から針金導線を引いて、2本の導線を平行に固定します。この2本の導線に（ソケット付き）豆電球をぶら下げて、電球Aを光らせます。

1個の電球Aが光っているとき、乾電池より遠いところの導線の部分で、電球Bをぶら下げます。電球のAとBは、それぞれどうなるでしょうか？

予想：Aは（○ついたまま、きえる）

ついたままならその明るさはどうなりますか？ 同じ明るさ

Bは（○つく、つかない）

つくならその明るさはどうなりますか？ 同じ明るさ

<実験を見た結果>

豆電球Bが増えても、Aは元と同じ明るさでBと共に灯っている。

<わかったこと・思ったこと>

回路が豆電球AとBの二つでできている。乾電池は電流を2回路分とられている。

問題 4-2 先ほどの回路の

回路図を右に描きましょう。

問題 4-3 先ほどのAとBをぶら下げた回路で、AとBの間の導線部分に、裸の針金導線をつなぎます。電球のAとBは、それぞれどうなるでしょうか？ 教卓で実験します。

予想：Aは（ついたまま、○きえる）つくならその明るさは？（ ）

Bは(ついたまま、○きえる)つくならその明るさは?()
<実験を見た結果> ()
<わかったこと・思ったこと>

導線でショート回路ができた。

導線部分に大きな電流が流れ、豆電球にはほとんど流れないので灯らない。

問題5-1 豆電球4個と乾電池1個を直列につなぎます。これを、「豆電球の直列つなぎ」と言います。教卓で実験します。4個の豆電球は明るく光るでしょうか? 理由もあれば下に書きましょう。

- 予想: 1. 4個とも明るく光る
2. 乾電池の+極に近い方が明るく、遠い方は暗く光る
3. 乾電池の-極に近い方が明るく、遠い方は暗く光る
4. ○どの豆電球も光らない

<予想の理由> ()
<実験を見た結果>

問題5-2 4個の豆電球に電気は流れていないのでしょうか? 教卓で実験します。

予想: 電気は (流れている 流れていない)
そう思うわけは、()
<結果> 電気は (○流れていた 流れていなかった)
<わかったこと・思ったこと>

4個の豆電球が直列に繋がれているので、電流は流れている。

4個の豆電球(抵抗)に電圧が分けられるので、電流も小さくなって豆電球を灯せない。しかし、電流は、方位針の検流計で調べると流れている。

問題6 二階建ての家で、「階段スイッチ」があります。このスイッチでは、階段の電球を、下のスイッチでも上のスイッチでも、どちらからでも自由に点灯や消灯ができます。ソケット付き豆電球、乾電池、導線(何本か)、クリップのスイッチで、「階段スイッチ」を作ってみましょう。回路図が描けますか? 実際に「階段スイッチ」を作れますか?

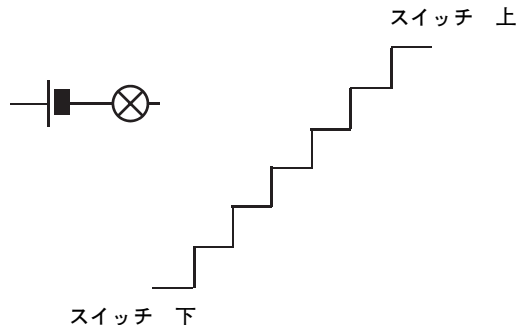
小学校プログラムの学生たちとの学びから見えてきたもの
「覚えておこう」から「学んでおもしろい」へ そして、リビングテーブルに置かれた「空気砲」と「ストロー弓矢」

予想：私は回路図を描くことが （できる、できない） と思う。

私は、「階段スイッチ」模型を作ることが （できる、できない） と思う。

まず、回路図を描いてみましょう。 （ ）

階段スイッチの図と絵



チャレンジした結果、

私は回路図を描くことが （できた、できなかった）

私は、「階段スイッチ」模型を作ることが （できた、できなかった）

.....

(5) 「電流と回路」プリント作成の視点

ソケットを使えば、大学生ならだれでも乾電池で豆電球を点灯できる。しかし、ソケットを使わないとされたら、とたんにできなくなってしまう。こんな例を挙げるまでもなく、現代人は、携帯電話やスマホを筆頭に、様々な電気機器を使いこなしているが、その機器の中での電気のふるまい（電流・電子の動き）について、小・中学校で学ぶ初歩的な理解でさえも危ういのではないか。電気は目に見えない。静電気の放電に伴う指に感じる痛みを想像するだけで、もう「電気はキライ」と遠ざけられてしまわれている。しかし、電気の世界でも、基礎的・基本的なことから始め、身に付けておきたい法則性は確かにある。

私の考える小学4年生の電気の回路学習における「到達目標」は次の4つである。そして、それらの観点を支える「学習内容」を丸数字で示す。

1. 電気の通り道(回路)ができると豆電球が点灯する。

①乾電池の＋極と－極をひとつながりになるようにつなぐと、豆電球が点灯する。

②豆電球の中も電気の通り道になっている。

2. 電気が多く流れるほど、豆電球が明るくなる。

①乾電池を直列につないで数を増やすと、電気の量が多くなり、豆電球を明るくすることができる。

②豆電球を並列につないだときも、電気が多く流れるほど明るくなる。

③豆電球を直列につなぐと明るさは暗くなるが、流れる電気の量を多くすると明るくなる。

④ショート回路ができると、そちらにたくさんの電気が流れる。

3. 電気の通り道(回路)にスイッチをつけると、電気の流れるのを切ったり、入れたりできる。

4. 乾電池を電源にした電気のおもちゃをつくることができる。

これらは、単に言葉や図版で学ぶだけでは身につかない。これまでに学んだこと、知っていることを基にして、新たな問題設定では「どうなるか?」という予想を抱きつつ、手に乾電池と導線を持ち、自分で試して検証し、結果と分かったことを総合していくことで科学的な理解が進み、確かな認識を持つことができる。これは、小学生のみならず、大学生でも同じではないかと思う。

(6) 「電流と回路」の授業を受けての学生の想いを感想カードに見る

7月14日(木) 第14回補習より

KTYM: 電流の流れを理解するためには、回路図を描くと分かりやすい。また、直列・並列など様々なつなぎ方があることに驚いた。

OKDI: 小学生の時に学んだことで忘れていた部分も多く、今もう一度学んでみて、しっかり考えることができた。階段スイッチなど身近なものの回路など、意外と簡単な回路なんだなと感じた。

MZGT: とても難しかった。でも、とても面白い。やはり体験して学ぶ方が分かりやすいと思った。

SMZ: 電気には回路があり、それによって電球が光っていることが分かった。また、電流が強すぎるとフィラメントが焼切れることを知った。ショート回路も知った。

ISI: 「電流と回路」の内容が苦手なのでもっと知る必要があると実感した。一般知識も身に着けたい。

小学校プログラムの学生たちとの学びから見てきたもの
「覚えておこう」から「学んでもおもしろい」へ そして、リビングテーブルに置かれた「空気砲」と「ストロー弓矢」

I T Y : 実際に豆電球を用いた実験が楽しかった。直列つなぎ、並列つなぎなどとても懐かしいなと思った。

K I : 自分が予想したものと答えが違っていて理科のおもしろさを改めて感じた。

K D M : ショート回路によって、電球がつかなくなった実験。電球4つ（の直列回路）では光らなかった実験が驚いた。ショート回路の理屈が少し難しかったが、理解できてよかった。おもしろかった。

Y S M R : 初めて電気を扱う授業を受け、電流が流れる回路と流れない回路、大きさが違う電球の光り方がわかりました。

K W S K : 科学はとても深いものだと思いました。電気パンをしたいです。

N S K W : 大学生の私でも、電流と回路についてわからないことがいっぱいあったし、実際に光らせてみたり、光るかどうかなどの実験をしたり見たりしたら、とても覚えやすいし、楽しかった。なので、小学生にやってみたら、とても楽しんでやってくれるだろうと思った。予想と全然違うことがたくさんあったので、それはそれで面白かったし、ためになった。

O K D N : 電気の流れ方が分かった。小学生の時に習ったのに、意外と忘れていたんだなと思った。

M T : 「電流と回路」の授業では、自分の予想とは違うことが多くて大変驚いた。特に、電池の向きを逆にしても（電球は）光るということについては非常にびっくりした。また、階段スイッチの仕組みを初めて聞き、これを考えた人はすごいと思った。

I K B : 知らないこと、忘れていたことがたくさんあった。特に階段スイッチは「どうなっているのだろう？」と小さい時から疑問に思っていたので、解決して良かった。来週の電気パン楽しみです。

T Z O K : 豆電球は乾電池3個までが限度であること。フィラメントがもえることに注意する必要がある！銅線のビニールを剥くのが難しかった（笑）結局、最後まで剥けなかったので、実験を子ども達とする際は気を付ける！

6. 「覚えておこう」から「学んでもおもしろい」へ

(1) 第6回「地球…宇宙」の感想が「覚えておこう」になったわけ

第6回「地球…宇宙」の授業についての学生の感想文（21-23ページ参照）を読む。その中に

は、「太陽系がちっぽけな存在だった」というように、宇宙空間のダイナミックな認識への架け橋を述べているものもあるが、多くの学生が「確かな知識」として「覚えておこう」と書いている。

これは、私の作成したプリントが、そもそも知識を問う形式であるからだ。加えて、学生たちがこれまでの学校生活で体験してきたであろう理科の学習（のみならず、多くの教科学習）では、大切とされる事柄をひたすら暗記し、たくさんの「テスト」の場において、正しく出力するという学習形態が主流であったことの反映でもあろう。

また、さらに言えば、もともと、この「地球…宇宙」というテーマが、教室での実験などできょうもない学習対象の持つ特性がある。理科の授業の強みの一つ、認識を実験（実践）で検証することは、「地球…宇宙」の領域では難しいのである。

しかしながら、「仮説実験研究会」の授業書「宇宙への道」など、『イメージ検証授業』と名付けているようなものもある。そこでは、子ども達の素朴に持つイメージに対して、象徴的な事実を改めて気づかせイメージそのものを改変していくという授業形式もあったはずである。

こうした反省を生かして、次年度には、単に知識を伝える形式から脱皮して、地球においては「地球の大きさと形、そして歴史」、月においては「月の見え方と宇宙空間内の運行」、太陽での「核融合反応と鉄までの原子誕生」、銀河系では「星座と天の川」、宇宙では「人体内に見る超新星爆発」などのテーマを重点にして、来期の補習にとりこんでみたい。

いずれにしても、学びの対象が大学生であっても、物を対象にして物そのものに働きかけ、物の運動やその変化を探究する授業が展開できるところに、理科の面白さや醍醐味がある。この反省を活かし、第14回「電流」の授業の場面で、大学生たちとの『理科のアクティブな授業を探究してみよう』ととらえ直した。

(2) 第6回の「伝え・語る」から第14回の「考え・学ぶ」への授業の発展

当初、「電流と回路」の学習では、拙著「親子でひらく科学のとびら 新しい理科の教科書 小4」(文一総合出版、2004年)を基に、第3章「電流と回路」を補助テキストとして配布・解説することが念頭にあった。しかし、小学生に6時間をかける授業を、大学生相手とはいえ、30-45分で語り解説することは難しいものであり、それだけに終わってしまったのは、学生に「電流と回路」の核心を伝えきことは難しいと思い至った。

そこで、用意した印刷テキストは、授業での学習後、自宅などで復習に供してもらうことを

小学校プログラムの学生たちとの学びから見てきたもの
「覚えておこう」から「学んでもおもしろい」へ そして、リビングテーブルに置かれた「空気砲」と「ストロー弓矢」

期待して、講義終了後に配布して済ますことにした。授業の核心は、学生に、豆電球と乾電池、導線を手に持たせ、回路を自ら作りながら、学習課題に実感を持たせつつ格闘してもらうことに据え、授業プリントを作成した。

ソケット付き豆電球を乾電池で点灯させることは、多くの小学3年生でもできることから、大学生にとってはたいへんたやすい。しかし、次のソケットから抜きとった裸電球を、裸の導線2本で点灯させる課題では、早速、大学生でも多く者がつまずいた。

学生たちの多くは、豆電球の「ネジ」と「へそ」を意識していない。よって、どちらか片方だけに2本を結線して、ショート回路を作っているが、その意識もない。乾電池と裸導線を指で押さえるように指示していたので、あちらこちらから、「アチチ」「熱い」とつぶやきが聞こえる。「セロテープで乾電池に留めてもいいですか?」の声も出るが、「ダメ」と応える。中には、アツいのは嫌だからと、トライを人任せにする学生もいる。

そのうちにうまく点灯できる学生も出てきた。そのとき、うまく点灯できる方法を見せて示すのではなく、言葉だけで説明するように求める。そこで「ネジ」と「へそ」の部位名を教え、使わせる。このあと、フィラメントに電気を運べて「回路ができると点灯する」と抵抗体を通らないショート回路には大電流が流れて熱くなるわけを語る。

乾電池3個までの直列回路では、つなぐ乾電池の数と豆電球の明るさの定性的な「比例」関係がよく分かる。学生たちを教卓に集め、乾電池を4個に増やす次の課題を示す。実験事実は、瞬間的に発光してすぐ消える。つなぐ乾電池を減らしても消えた後は灯らない。この現象を見せ、「なぜか」と問うても、学生たちから答えがすぐには出てこない。消えたことに驚き、考えが停止している。それだけ、実験で見た事実は衝撃的なのである。

これらの小学生でも行う理科実験の基礎的・基本的操作の事象でさえ、単に書物で読み聴かせ伝えるのではなく、自分たちの手と頭を使い、(演示実験であっても)実際に実験して示したり試したりさせることが、彼らの眠っていた素朴な思い込みを紐解き、目の前の現象と格闘する場面を作ることになる。科学的概念の一端にわずかでも近づいていく過程で、学生たちが、意外な事実を前にして「考え悩み」つつ、悩みながらも「学ぶことの楽しさ」を味わえたのではないかと考える。

学生たちも予想を持って実験を見るから、ときには主観的な思い込みも手伝って頑迷になることもある。豆電球の並列回路の問題で、本来、同電圧がかかり、同電流が流れているはずではあるが、「乾電池に近い側の回路の豆電球が明るかった。」と主張して譲らない学生も出た。

「豆電球4個を乾電池1個に直列につないだ時、豆電球は灯るか」という課題を出す。乾電池1個を逆向きにしたキャンセル回路での学習の後だから、「回路が大事」、「回路ができていれば電球は灯る」という認識が形成されつつあるので、ほとんど全員が「灯る」という意見を出す。しかし、実験事実とは灯らない。

以上のように、予測可能な課題で、素朴な予想を持ち、それに対する具体的な検証をする。そこでの意外な実験結果に直面する。このような『認識のほりおり』の連続的な学習過程を持つ授業が、学生たちの「自分の予想とは違うことが多くて大変驚いた」とか、「予想したものと答えが違って理科のおもしろさを改めて感じた。」という感想につながったのであり、(むずかしくても)「学びは楽しいもの」という受け止めを生んだのであると考える。

7. リビングテーブルに置かれた空気砲とストロー弓矢

7月21日(木)の第15回補習は、今期の最後の授業である。授業を終えるに当たって前期の授業の全体を思い返してもらった。

そのテーマのひとつは、小プロの全15回の授業を振り返って、「①『アクティブに学べた!』とか『良かった!』などと思えた授業とモノづくりを、順位を付けて」それぞれ3つ挙げることである。もうひとつは、「② 来年の小プロ9期生に『玉井』を紹介」することである。以下、学生の記述を紹介する。

なお、小プロ8期の学生たちは19名である。全授業回数にすると、19名×15回=285が全学生の出席回数となる。延べ266の出席で、学生たちの出席率は93%であった。

KTYM: ①てこ・健康対策、だ液の消化・受粉と結実、酸のはたらき。スライム、電気パン。

授業内容については、今まで知らなかったことや常識と思っていたことが、実は異なった知識だったなど、意外性があった面白かった。モノづくりについては、子どもの頃に作った懐かしのモノや、目の前で反応があらわれる実験などが面白かった。

②レポート・設題の詳しい補足と、それに関連した身近な知識を教えてくれる「タメになる先生」

SSK: ①だ液の消化・受粉と結実、体内環境・筋収縮、電磁石。すっ飛びロケット、プラコプター、宙返りネコ。

モノづくりが楽しかった。小学生のいここにあげたら喜んでいた。

小学校プログラムの学生たちとの学びから見えてきたもの
「覚えておこう」から「学んでも面白い」へ そして、リビングテーブルに置かれた「空気砲」と「ストロー弓矢」

②小プロに「でんじろう」みたいな先生がいて面白い。

SMZ： ①溶解、だ液の消化・受粉と結実、三大物質と周期表。スライム、すっ飛びロケット、
ポケット星座早見盤。

ミョウバンの溶け方の実験のレポートをととても作りやすかった。アジサイの花にも花卉があることを知った。すっ飛びロケットを作った時は、大学生ながら、驚いた。6年生のいところに見せると喜んでいた。

②毎回、レポートなどの相談にのってくださるやさしい先生。毎回やる実験が楽しみだから、6限でも楽しく感じる。実験はどれも楽しかったです。

TYO： ①月と星・宇宙、三大物質と周期表、溶解。空気砲、ストロー弓矢、スライム。

主にモノづくりが楽しかった。授業に関しては、自分の興味のある分野や分かりやすかったものを選んだ。

②理科に対して熱心な先生。

ISI： ①だ液の消化・受粉と結実、月と星・宇宙、溶解。スライム、空気砲、ポケット星座早見盤。

授業について、「だ液の消化」は、自分がレポーターで、見直しする良い機会になったこと。玉井先生のアドバイスで、より内容を理解した。2位3位にあげたものも同様である。モノづくりについて、スライムはみんなの気を引きつけていたので、9期生にもしていただけると良いなと思った。そして、みんな喜んでいたので、おそらく子ども達も喜ぶと思う。空気砲は楽しかったし、ポケット星座早見盤はためになったので選んだ。

②理科に対する熱意がすごい方。発表にあまり神経を使わなくて良いので補習が気楽。毎回実験をされるので、今後の図工や理科の授業づくりに参考になる。発表のアドバイスをして下さる。質問にしっかり答えてくださる。

KI： ①だ液の消化・受粉と結実、電流と回路、物と重さ。ストロー弓矢、スライム、プラコプター。

モノづくりは毎回新しいことにチャレンジできて楽しかったです。

②わかりやすい説明に、楽しいモノづくりができて、充実した時間が過ごせます。

KDM： ①月と星・宇宙、だ液の消化・受粉と結実、溶解。ストロー弓矢、空気砲、スライム。

星座が一番忘れかけていた小学校の内容を学びなおし、懐かしい気分になったというか、アクティブに集中できた。モノづくりは、ストロー弓矢が一番遊んでいて楽しかった。ス

ライムも楽しかったが、なかなかうまく固まらなかったのも、目分量でなく、できるだけ具体的な分量の指示があったらやりやすかったと思った。電気パン、美味しかったです。

②実験やモノづくりのために準備をたくさんしてくれて、授業が盛り上がる先生。

KWSK: ①てこ・健康対策、だ液の消化・受粉と結実、電磁石。スライム、クリップモーター、ポケット星座盤。

小学校の内容に加えて、教育関係の内容は難しかった。が、これから覚えなさいといけない。スライムは大学生でも、作るの楽しい。乾電池と豆電球を使った授業(実験)が、単純ではなくおもしろい。まさか、星座早見盤を作れるとは思っていなかった。

②最初はとても怖そうでしたが、熱心に見てくださり、良い先生なので、どんなことでも相談ののってもらおうと良いのではないかと思います。前期はありがとうございました。今後よろしくお願いします

NSKW: ①だ液の消化・受粉と結実、月と星・宇宙、遺伝。スライム、プラコプター、ストロー弓矢。

アジサイの花だと思っていた部分がまさかのがくの部分だという衝撃が大きく、とても面白かった。月と星・宇宙は、自分が発表した時だったし、星の観察が好きだから、ワクワクしていた。スライムを自分で作れる嬉しさがすごかった。とても簡単にできたからよかった。プラコプターは、思ったよりとても飛んだのでびっくりした。飛んだときの達成感がすごかった。

②玉井先生は、子どもと理科が大好きな見かけ通りのやさしいかわいい先生です。

MT: ①溶解、電磁石、物と重さ。ストロー弓矢、クリップモーター、すっ飛びロケット。

授業内容については、実際の授業レポート(玉井の授業実践報告)を使って行われたものが、実際の場で行われた授業を知ることができて、とてもためになったので、とても良かったと思いました。モノづくりに関しては、特に、ストロー弓矢のインパクトが大きかったので、1位にしました。2位のクリップモーターは、特に自分がうまくいって、よく回ったことが楽しかったです。その他については、特に中学校を出てから忘れていたことが思い出せたので、良かったです。

②実際の小学校の場での授業が分かり、たくさんのモノづくりがあったこと。

IKB: ①溶解、だ液の消化・受粉と結実、てこ・健康対策。ストロー弓矢、すっ飛びロケット、空気砲。

小学校プログラムの学生たちとの学びから見てきたもの「覚えておこう」から「学んでも面白い」へそして、リビングテーブルに置かれた「空気砲」と「ストロー弓矢」

ストロー弓矢がモノづくりで一番面白かった。毎週、授業の度に親に、「今回は何を作ってきたんや」と聞かれて、ストロー弓矢が家族の中ですごく好評で、現在でもリビングの机の上に、空気砲と共に置いてあり、よく使っている。ぜひ、来年もやってあげてください。授業内容では、発表者の内容が足りないところをわかりやすく補って来て良かった。

②僕自身、小プロが始まる前の体育理論のとき、すごく怖そうな先生だと思ったが、4月になって補習が始まると、とても優しく、説明が分かりやすく、さらに、毎週、実験があり、毎週の木曜日がすごく楽しみでした。

T Z O K：①月と星・宇宙、だ液の消化・受粉と結実、酸のはたらき。スライム、ポケット星座早見盤、クリップモーター。

授業内容では、月と星・宇宙で、実際に星座早見盤の使い方を体験・実践したので、理解でき、レポートが書きやすかった。受粉と結実の授業では、アジサイの花びらがぐであったことが衝撃的すぎて!!友達にメチャ言いまくった(笑)。酸のはたらきの授業では、実際に実験を目の前でしてくださって、目でも理解できた。モノづくりでは、スライムで、いろんな色を作れて楽しかった！また、液体の分量により柔らかさが異なり、自分だけのスライムを作れたことが良かった！ポケット星座早見盤を、実際に空の晴れた日に使ってみようと思う！クリップモーターでは、苦手とする分野だったが、作ることによって、電気の仕組みが少しわかった。月と星・宇宙の授業の時のK君とNさんの発表がメチャ良かった！

②毎回、レジュメの解説と補足の後に、おもしろい実験をしてくれます。どの実験・モノづくりも玉井先生がしっかり準備してくれ、めっちゃ面白いし、また、レジュメ(レポートや試験)と関連するため、理解しやすいです。小学校の先生になったら、きっと児童の興味を引き付けさせる実験・モノづくりが必要になると思うため、本当にモノづくりは役立つと思う。また、昼休みに訪れると、お茶やコーヒーをいれてくださって、楽しい話をしてくれます(笑)。

8. まとめにかえて

今期、小プロ8期生の学生たちと学びあった私には、5月中旬の第6回の授業では、「覚えておこう」とある意味消極的な記述を残していた学生たちが、わずか2か月後の第14回目で、「学んでも面白い」と学ぶ意欲を積極的に示し始めたことが、学生たちの「受動的な学びから能

動的な学びへの発展」を示しているようで、彼らから手向けられた補習講義者である私に対するプレゼントであると受け止めている。

加えて、最終授業のリアクションペーパーで、I K B君が書いていたこと、すなわち、両親から「今回は何を作ってきたんや」と毎回のように尋ねられ、家族の集うリビングテーブルの上に、いまだに「空気砲」と「ストロー弓矢」が置かれているそうだ。大切な我が子が作った道具とはいえ、さほど値の張るものでもない手づくりの教材を、家族みんなが集うリビングで、共通の会話のひとつとして珍重され、同時に家族(大人)も、わが子の作った教材・教具を通して、「自然科学の学び」を体験しているエピソードとその光景は、宝石のように輝いて見える。今期の小プロ8期生たちとの授業で、ささやかながらも「アクティブ・ラーニング」の実践ができたことをここに記録しておきたい。

脚注

- 1 玉井裕和著「実践記録 消化管から出て人間の体内に入る!? 小5－「ヒトの体」消化と吸収－」（新生出版、『理科教室』2000年12月号）
- 2 玉井裕和著「授業実践記録『化学の授業と私の教育課程』（科学教育研究協議会近畿研究集会、2016年6月）
- 3 左巻健男編著「現代人のための中学理科 新しい科学の教科書」第1分野（化学・物理編）第1章「物質と原子・分子」第2節「物質を大きく3つに分けよう」第6章「原子の構造とイオン」第1節「原子の構造はどうなっているか」（文一総合出版、2004年5月）
- 4 本川達雄著「生物多様性」第7章「メンデルの遺伝の法則」（中公新書、2015年2月）
左巻健男・杉山栄一編著「最新中学理科3年の授業」第10章「生物の細胞とふえ方」第2節「生物のふえ方遺伝」第5項「遺伝と変異」（民衆社、2002年5月）
- 5 玉井裕和著「『物にはすべて重さがある』という認識を創る学習内容」（近畿大学教職教育部「教育論叢」第25巻第1号、2013年9月）
- 6 玉井裕和著「親子でひらく科学のとびら あたらしい理科の教科書 小学4年」第3章「電流と回路」（文一総合出版、2004年6月）
- 7 玉井裕和著「『酸のはたらき』の授業－より深い科学的認識を育む授業を創るための一考察－」（近畿大学教職教育部 「教育論叢」第24巻第1号、2012年11月）