

文科系志向の教員志望大学生を支援する 理科指導に関する一考察

－ Y大学授業「理科（エネルギー領域及び地球領域）」の実践を通して－

山田哲也

A Study on Science Instruction Supporting Humanities-Oriented University Students who Intend to Become Teachers － Through the Practice of “Science(Field of Energy and the Earth)” at Y University －

YAMADA Tetsuya

1. はじめに

いわゆる「理科離れ」が声高に叫ばれて久しい。このことに関する分析等についての報告は様々なされているが、中でも、経済協力開発機構（OECD）による生徒の学習到達度調査（PISA）の2003年及び2006年調査の結果は「PISAショック」などと衝撃をもって世間の耳目を集めた。「科学的リテラシー」についても、その得点の順位が2003年の2位から2006年には6位となった結果を受けて文部科学省が公表した「PISA2006の結果についてのお知らせ」において、「一番気になったところは科学に対する子どもの関心が低下しているという結果」との大臣答弁が示されるなど、我が国の科学の方途について危機感をもって捉えられ、その後の施策への反映とともに、各方面で理数教育の充実に向けた取組が加速化した。

PISAでは、対象である15歳児が、知識・技能を実生活の様々な場面で直面する課題に活用できる力を測っている。このような力を身に付けるためには、幼少・学童期での生活や学習などの場面での経験を豊かにしていくことが必要であり、折々の教育の場面で子どもたちへの支援が欠かせない。その意味でも、小学校における理科教育は大きな役割を担っていると言える。

ところで、小学校教員が感じる理科の指導の困難さについては、国立科学博物館「小学校教員をめざす文系学生のための理科講座実施報告」において、「小学校教員の多くは文系出身であり、理科の指導に苦手意識がある」と述べている（2011）。また、理科の指導における自信のなさや自信を持ってない原因として、入江ら（2008）は新規採用教員について、下井倉ら（2014）は教員教育養成系学部での小学校理科専攻以外の学生について、ともに「理科の知識」と「実験・観察の経験不足」を挙げ、理科に関する基本的な知見の必要性を指摘している。

Y大学は小学校を中心に多くの学生を教壇に送り出している。小学校においては、基本的には全ての教科を担当することとなり、理科の指導についても長い教員生活の中では避けては通れない。一方、実際に当該大学の学生から話を聞くと、「大学入学までの学校生活において理数系の授業で苦勞をしてきた」「理科の授業を受け持つことについての不安がある」との声が聞かれるなど、理科の指導に不安を感じていることが窺える。

理科や自然科学に関する大学での授業が、教壇に立ったときの学生にとって役立つものとなる

ため、本稿では、教員養成大学である当該大学学生の実際の文理志向について調査・確認し、理科の指導に不安を感じている学生や文科系志向の強い学生が理科の指導に当たる際の指導法や教材開発等の視点について、現職以前に勤務してきた高等学校や県教育委員会での理科教育・地学教育の指導経験も踏まえながら一考察を図ることとする。

2. 学生の現状

学生の現状を把握するために、授業開始前に以下のアンケートを実施した。受講学生の文科系と理科系の割合、理科のどの分野や事象に興味があるか、さらに、高等学校において理科や数学における各科目の受講（選択）の程度について確認することとした。これに加えて、各授業後に各分野の授業内容の振り返りの中での各分野に関する感想を求め、理科に関する率直な思いを聴取した。

対象については「理科」（Y大学令和5年度授業・2年後期開設）を受講する34名であり、全員から回答を得た。2年生全体（64名）の53.1%が本アンケートに答えたこととなる。

まずは「文科系・理科系の類型でいえば、あなた自身は下のいずれに当てはまると思われますか。○をつけてください」と問うた。選択肢は「文科系」「どちらかと言えば文科系」「どちらかと言えば理科系」「理科系」である。結果は図1のとおりである。当初想定されていたように、文科系の意識をもつ学生が多いが、理科系も相当数（本クラスは4分の1程度）在籍している。もちろん本授業が自然科学系の選択授業であることから、この割合を2年生全体の結果と見なすことはできないが、大まかな傾向は見て取れる。なお、本データ補完のため令和6年度と同授業で同様のアンケートを実施したところ（回答58人）、文科系と理科系の比は概ね3：1で、ほぼ同じ傾向であった。

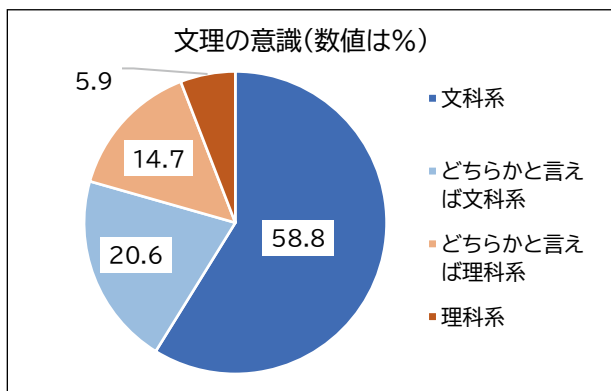


図1 学生が自認する文理の意識

次に「理科に関する内容のうち、興味・関心のある分野や事象があれば、3つ以内であげてください」と問うた。回答のあった事象を「物理」「化学」「生物」「地学」の4つの分野に分類した結果は図2のとおりである。質問1の傾向からすると生物分野が多いことは予想されたが、地学分野への興味が生物分野に近い割合で見られ、この2つの分野で約80%を占めている。一方、化学分野や物理分野についてはそれぞれ全体の14.5%、5.3%にとどまった。

さらに「高校時代に授業を受けた理科の科目に○を付けてください」と問うて高校時において履修した理科の科目について聞いた。その結果は図3のとおりである。これによると「科学と人

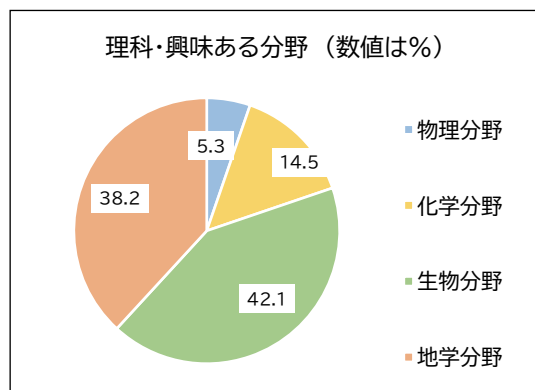


図2 理科において興味のある分野

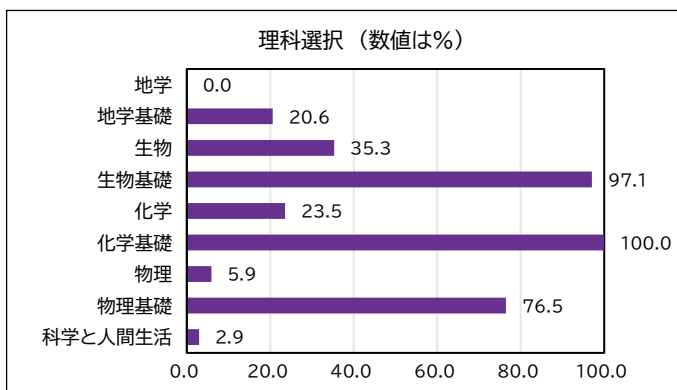


図3 高校時代に履修した理科の科目

間生活」の履修者はわずかであった。当該大学の学生の出身高校における所属学科を見ると、その多くが普通科であることからこの結果は頷ける。さらに、物理、化学、生物、地学の4領域別で見ると、化学と生物は、ほとんどの学生が学習済みであることに対して、物理についての履修は7割強、地学については2割程度と、高校時代に物理や地学を学んでいない学生が相当数いることが確認できた。高等学校の理科の選択科目において、基礎を付した科目のみの選択の場合には3科目履修が必須であるため、化学基礎と生物基礎の履修に加えて物理基礎又は地学基礎の履修を課している学校が多いことが窺える。

「高校時代に授業を受けた数学の科目に○を付けてください」と数学についても同様に問うた結果が図4である。これによると、大半の学生が、数学Ⅱ・数学Bまで履修していることが分かる。前述のとおり、当該大学の多くの学生が普通科出身であり、高等学校においては進路の選択幅を狭めないよう文科系の学生も普通科では数学Ⅱ・数学Bまで履修する傾向があり、そのことが本アンケートからも明らかとなった。

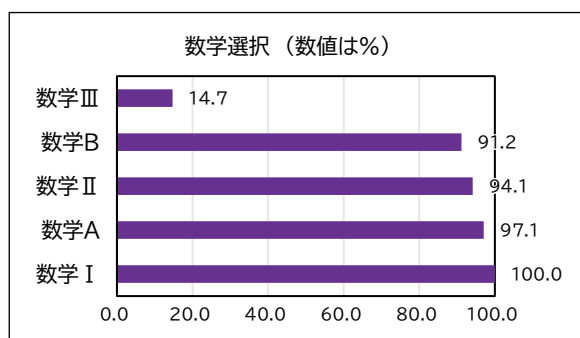


図4 高校時代に履修した数学の科目

以上のアンケートの結果から、当該大学の学生は、文科系志向を「自認」している学生が多くを占めていることが分かった。文科系志向の強い母集団に対し、大学における理科の授業をどのように展開すれば内容の理解が促進できるかということについて当該大学の理科の授業を通じた実践を行うとともに、毎時間提出を求めた学生からの振り返りも確認しながら、小学校において興味や意欲をもって理科を指導していくための大学での授業について考察をしていく。

3. 理科の指導における視点

1) 文科系志向の強い学生への理科授業

理数で苦勞しているという学生たちも、小学校の頃にはそこまでの苦手意識や興味の薄い状態にはなかったと述べている。中学校、高等学校と学年が進むにつれ内容が濃密となっていく、学習すべき内容の多さからくる授業の進度の速さも相まって、理解が十分とならず、さらにこの状況が負のスパイラルとして重なり、いつしか理科は縁遠いものとなっていくのではないかと考えられる。しかし、実験等の活動も交えながら行った本授業での様子を見ると、その表情は明らかに楽しそうに興味をもって取り組んでいた。学生の学習後の振り返りには「小学校の頃に行った実験を思い出しました」との記載も多く見られることから、これらの活動をもとに授業を構成していくと、理科のおもしろさに気づき、他者との共感により、より具体的な方策や手立ても導き出せるのではないか。すなわち、学生たちがたどってきた学校生活で経験した観察や実験を、その目的や内容を理解しながら今一度行うことで、理科のおもしろさを再認識することができる。また、指導者の視点をもって取り組んでいる今のタイミングが実験の意図や実験操作に伴うポイントや留意点についての理解が進むと考える。幸いにも、当該大学の学生は、教員になりたいという熱い気持ちをもって各授業の中でディスカッション等の話し合い活動が頻繁に実践されており、テーマについて協働して考え深める活動は多く経験している。これらの活動に加えて、指導内容を十分理解し、観察、実験を円滑に行えるようになることで、大学での学修成果が学校現場でさらに生かせるようになることと考える。

2) 本授業での配意事項

本授業「理科」は、以下の4点を配意した上で構成している。

(1) 学習指導要領の確認

教科書Q&A（文部科学省）によると、「教科書は、『小学校等の学校において、教育課程の構成に応じて組織排列された教科の主たる教材』として位置付けられ、（中略）教育の機会均等を実質的に保障し、全国的な教育水準の維持向上を図るため、上記の各学校において、教科書を使用することが義務付けられている」とされている。また、学校現場では教科書の記載内容をもとに授業に工夫を加えた指導を展開しており、学校における実践の場で日々接しているのは教科書である。このことは、ともすると、日常的に使われているが故に、教科書が学習指導要領に準拠しているという意識が希薄になるとも考えられる。したがって、学生の時期こそ学習指導要領を中心に据え、これが指導内容や指導方法を示す基盤であることを確実に認識させていくことが必要である。教科書ではなぜそのような記載になっているのか、指導の目的から外れないためにも学習指導要領にさかのぼって検証する意識・習慣を醸成していくことが必要と考える。

このことに鑑み、まずは、学習指導要領における小学校理科の目標（図5）に基づき、小学校理科では何を身に付ける必要があるのかという意識を常にもっておくことが肝要である。次に、各学年で設定されている、共通の視点に意識を向けることも必要である。学習指導要領には、「横の視点」というべき、思考力、判断力、表現力等における“各学年で育成を目指す問題解決の力”が示されており（図6）、学生たちには、この点についても繰り返し取り上げるべきと考える。また、「縦の視点」というべき“学年を重ねるごとに内容が深化していく系統性”についても大切な視点である。

このように、学年で共通化された視点を踏まえた指導（横の視点）と学年間の内容の関連・系統性に基づく指導（縦の視点）を意識し、俯瞰的な視点をもって指導に当たることが必要である。

自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。
(1) 自然の事物・現象についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。
(2) 観察、実験などを行い、問題解決の力を養う。
(3) 自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養う。

図5 学習指導要領における小学校理科の目標

3年：差異点や共通点を基に、問題を見いだす
4年：既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説を発想する
5年：予想や仮説を基に、解決の方法を発想する
6年：より妥当な考えをつくりだす

図6 小学校理科における“各学年で育成を目指す問題解決の力”

(2) 指導内容の系統性

① 理科学習のスタート：生活科との関連

小学校3学年に開始となる理科の学習においては、1、2学年での学習事項を踏まえていくことで、児童はスムーズに理科の学習を行うことができる。この視点で言えば、1、2学年で学習する生活科の指導内容には十分配慮する必要がある。小学校学習指導要領解説理科編にも、生活科の学習との関連を考慮して、「なお、理科の学習が、小学校第3学年から開始されることを踏まえ、生活科の学習との関連を考慮し、体験的な活動を多く取り入れるとともに、問題解決の過程の中で、『理科の見方・考え方』を働かせ、問題を追究していくという理科の学習の仕方を身に付けることができるよう配慮する」との記載がある。

そこで、このたびの実践においてもこの点をより意識できるよう、エネルギー領域での3学年の内容である「風とゴムの力の働き」「光と音の性質」「磁石の性質」「電気の通り道」の4つを提示し、これらの内容が、生活体験に基づく身近な事象について取り上げていることを指摘するとともに、4学年以降に子どもたちが学習する力学や光・音、電磁気に関する基本的な概念を形成するための重要な起点となる内容であることを概説した。さらに体験的な活動として、3学年

で行う「ものづくり」の事例について取り上げた。

② 学年を超えた指導内容の系統性

「理科」として学習する3学年から6学年までの指導内容に系統性があることは指摘するまでもないが、筆者担当のエネルギー領域と地球領域についてその系統性を占めす図7を学生に提示して、内容を俯瞰的に捉えることに特に配慮した。学生には、一連の学習の流れを意識した系統的な指導とともに、児童の学習歴やレディネスを踏まえた指導が子どもたちの円滑な理解につながることを意識させ、学生の学修を促した。

校種	学年	エネルギー			
		エネルギーの捉え方	エネルギーの変換と保存	エネルギー資源の有効利用	
小学校	第3学年	風とゴムの力の働き ・風の力の働き ・ゴムの力の働き	光と音の性質 ・光の反射・集光 ・光の当て方と明るさや暖かさ ・音の伝わり方と大小	磁石の性質 ・磁石に引き付けられる物 ・異極と同極	電気の通り道 ・電気を通すつなぎ方 ・電気を通す物
	第4学年		電流の働き ・乾電池の数とつなぎ方		
	第5学年	振り子の運動 ・振り子の運動	電流がつくる磁力 ・鉄心の磁化、極の変化 ・電磁石の強さ		
	第6学年	てこの規則性 ・てこのつり合いの規則性 ・てこの利用	電気の利用 ・発電（光電池（小4から移行）を含む）、蓄電 ・電気の交換 ・電気の利用		
校種	学年	地球			
		地球の内部と地表面の変動	地球の大気と水の循環	地球と天体の運動	
小学校	第3学年			太陽と地面の様子 ・日陰の位置と太陽の位置の変化 ・地面の暖かさや湿り気の違い	
	第4学年	雨水の行方と地面の様子 ・地面の傾きによる水の流れ ・土の粒の大きさや水のしみ込み方	天気の様子 ・天気による1日の気温の変化 ・水の自然蒸発と結露	月と星 ・月の形と位置の変化 ・星の明るさ、色 ・星の位置の変化	
	第5学年	流れる水の働きと土地の変化 ・流れる水の働き ・川の上流・下流と川原の石 ・雨の降り方と増水	天気の変化 ・雲と天気の変化 ・天気の変化の予想		
	第6学年	土地のつくりと変化 ・土地の構成物と地層の広がり（化石を含む） ・地層のでき方 ・火山の噴火や地震による土地の変化		月と太陽 ・月の位置や形と太陽の位置	

図7 小学校理科の指導内容の系統性（エネルギー領域及び地球領域）
（小学校学習指導要領解説 理科編 より）

（3）数式等の考え方

これまでの学校生活で理数科目に苦勞した学生には、あまり数式や難解な理論に立ち入らずに進めていき、その中で学生の理解度に基づき興味の継続を確認しながら進めていくことが必要と考える。現に、小学校の理科の指導において複雑な計算や理論は必要ない。大切なのは、学生が自然に目を向け、自然に興味や知的好奇心をもち、事象の不思議を感じることで、さらに、それについて「なぜ」を感じ、調べ、様々な方法を駆使して確かめようとするところである。これらの活動を学生が意欲的に行えるよう、指導すべき内容を焦点化し、身近な自然現象や生活の中の事物や現象に目を向け、理科が難解であるという固定観念の払拭に注力しつつ、疑問に対して学生同士がともに考えようとする雰囲気を作ることが必要である。本取組においてもこの点を意識して

実践を進めることとした。

(4) 安全への意識の醸成

安全に授業を進めることはどの授業でも必要な視点であるが、理科の授業においては観察、実験を中心とした活動の場面も多くあることから特に配慮しておく必要がある。将来、指導者となる学生が安全への意識を高めて安全に授業が進められるよう、観察、実験を実施するに当たっての予備実験の重要性や授業の中に潜んでいるリスクなどを本授業にも組み込んだ。その際、教育センターや研究機関が公開している安全な観察実験の進め方に関するマニュアルは参考になるものであり、このような資料の存在を学生に紹介するとともに、これを活用しながら実践的な指導を行うこととした。

4. 授業の概要

1) 授業の目標

本授業では、当該大学が設定しているディプロマ・ポリシー4項目のうち、「(1) 知識理解と実践力：各学問分野における基本的な知識や幅広い教養を修得することで豊かな人間性や広い見識を身につけ、人間の成長・発達・学びについての専門的知見と技能をもって子どもを理解し、豊かな学びへ導く実践力を有している」を特に満足するように配慮するとともに、以下の5つの達成目標を設定し、2名の教員で分担して授業を行った。

1. 物質概念（化学分野）に関する知識を修得できる。
2. エネルギー概念（物理分野）に関する知識を修得できる。
3. 生物概念（生物分野）に関する知識を修得できる。
4. 地学概念（地学分野）に関する知識を修得できる。
5. 小学校理科における基礎的な知識の活用や授業構成を考えることができる。

このうち、筆者は上に示す項目2と4について担当するとともに、項目5についても満足できるように学習指導要領を意識しながら授業を構成した。

2) 自作テキストの作成

先のアンケート結果からも、高等学校において、化学や生物の履修率はほぼ100%である。これに対し、筆者担当授業のエネルギー領域（物理）及び地球領域（地学）に関連する高等学校の「物理」が2割強、「地学」にあっては約8割の学生がそれらを受講していないという現状がある。そこで、物理や地学に関する内容については、これに関する基本的な知見を盛り込んだテキストを作成し、これをもとに授業を進めることとした（図8）。ただし、限られた授業時間の中で全てを網羅することは困難であることから、小学校理科の指導内容に関連したことを中心に取り上げることとした。

具体的な取組として、前述にて指摘した学習指導要領への意識を高めるため、冒頭1ページ目は、学習指導要領の具体的な指導内容について掲載した。さらに、各項目・各学年での指導内容の系統性を意識させるため、一連の流れとなるよう配置した。

2ページ目以降は、達成目標にも記載されている「○○概念に関する知識」に関する内容を配置し、内容の定着がより図られるようにした。また、小学校理科で扱っている内容をよりイメージできるよう、観察、実験例を組み込むとともに、授業内での活動に取り入れ、理解の一層の深まりを試みた。

<12月13日(水)・20日(水)> 天文(月・星・太陽)、光と熱

1 小学校学習指導要領の記載

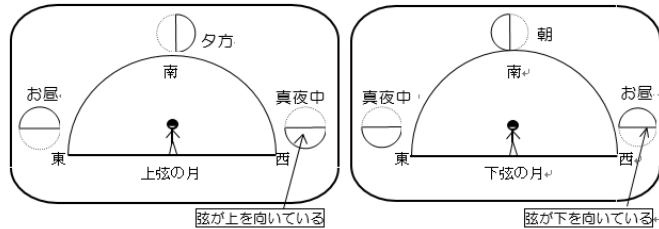
4年B(5) 月と星〔第4学年〕

月や星の特徴について、位置の変化や時間の経過に着目して、それらと関係付けて調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。
 ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。
 (ア) 月は日によって形が変わって見え、1日のうちでも時刻によって位置が変わること。
 (イ) 空には、明るさや色の違う星があること。
 (ウ) 星の集まりは、1日のうちでも時刻によって、並び方は変わらないが、位置が変わること。
 イ 月や星の特徴について追究する中で、既習の内容や生活経験を基に、月や星の位置の変化と時間の経過との関係について、根拠のある予想や仮説を発想し、表現すること。

6年B(5) 月と太陽〔第6学年〕

月の形の見え方について、月と太陽の位置に着目して、それらの位置関係を多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。
 ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。
 (ア) 月の輝いている側に太陽があること。また、月の形の見え方は、太陽と月の位置関係によって変わること。
 イ 月の形の見え方について追究する中で、月の位置や形と太陽の位置との関係に

- 月の形と位置の変化〔4年2次〕「月は日によって形が変わって見え、1日のうちでも時刻によって位置が変わる」
 - ・ 1日での動きと形・・・東から南を通過して西へ/月の形は変わらない(1日=地球の自転(1回転分))



<参考>上弦の月と下弦の月
 月を弓に見立て、その「弦」にあたる欠け隙が上を向く場合を上弦の月、下を向く場合を下弦の月と呼ぶ。ただし、これは、月が西に沈みかけた頃の形を表したものである。

- ・ 月の見えるおおよその方位 ※ 表中の × は地平線下で見えないことを示す

月の形	新月	三日月	半月(上弦)	満月	半月(下弦)
日の入り(18時頃)	(西) ◯	南西～西 ◯	南 ◯	東 ◯	× ◯
夜半(0時頃)	× ◯	× ◯	西 ◯	南 ◯	東 ◯
日の出(6時頃)	(東) ◯	×～東 ◯	× ◯	西 ◯	南 ◯
お昼(12時頃)	(南) ◯	南東～南 ◯	東 ◯	× ◯	西 ◯

※ 表において、例えば「西」と表記してあっても、その折角により西北西から西南西程度の範囲に位置している。

<実習例> 月の形はなぜ変わる

ボールを月、ライトを太陽に見立て、以下の2つの方法で月の見かけの形について確認しよう。

準備するもの ボール、ライト、回転いす

手順

方法1 (見たままの太陽の動きを意識した方法)

固定したボールに、自分から見て次のa～hのように光を当てたとき、ボールが光っている部分の形を観察する。

- a ボールの手前から光を当てる
- b ボールの斜め右手前から光を当てる
- c ボールの右首尾から光を当てる
- d ボールの斜め右向きから光を当てる

(中略)

観察記録とまとめ

実践例

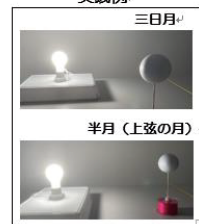


図8 テキストの構成(抜粋)

3) 「やまぐちっ子学習プリント」の活用

山口県教育委員会が所管するWebページ「やまぐち学習支援プログラム」には、評価問題として「やまぐちっ子学習プリント」が公開されている。本授業ではこれを活用することとし、授業後の課題として提示して学生に解くよう指示した。その結果、例えば、豆電球の構造が十分理解できていない学生が見られるなど、学生の日々の生活では意識されない内容については回答率が芳しくない傾向があった。そのような内容を丁寧に掘り起こし、学生に課題意識をもたせ高めていくことの必要性を感じた。これについては追加の解説を行うとともに、日々の生活体験や何気ない事象から様々なことに気付くことが理科の指導にはとても大切であることを指摘した。

加えて、「問いを解く」こともさることながら、本プリントには「問題」という形をとりながら取り上げるべきポイントや留意すべき点が出ている、とみることができる。

このことを踏まえ、学生に「分析」の視点をもたせるため、良問の抽出を行うとともに、その理由についてクリティカル・シンキングを働かせながら挙げていく活動を組み込み、問題を評価していくという視点を養うこととした。解答者の視点から出題者の視点への移行、すなわち、学生の立場から指導者の立場へ変えていくことが教員養成を担う機関としては重要な視点である。授業においては、実際教壇に立って評価問題を作成するとき何がポイントとなるかを気付かせるよう、これについてのレポートを課し、学修を促した。

5. 授業実践の具体

以下、15回実施の授業のうちの3回分を取り上げて、授業の様子を示す。

1) エネルギー領域「ものづくり」に関する実践

まずは、エネルギー概念の中の力学、電気に関する概念を理解するための授業である。ここでの達成目標は「エネルギー概念（物理分野）に関する知識を修得できる」である。

本時では、特にエネルギー領域での指導場面の多い「ものづくり」についての効果とその重要性に鑑み、小学校3学年が学習する「風とゴムの力の働き」におけるゴムの働きについての理解のため、「ゴム自動車をつくって走らせよう」と題し、ものづくりを実践した（図9）。

「ものづくり」をできるだけ取り組みやすくするには、題材は簡便にできるようなものとするとともに、身近で安価な材料を活用することが有効である。本時においても、これに基づいて「ものづくり」を行った。当初、学生にとって難しい工程はないと考えていたが、実際の活動においては、タイヤ（紙）の中心に車軸（竹串）を通す工程などでは多くの学生の苦労している姿が見られ、繰り返しの体験が必要であることが明らかになった。

学生からは、「作成につまずくことも、活動内で友人と試行錯誤をすることでよりよい活動を行うことができた」「身近のものを使い、ゴムの性質を利用して車をつくれ、楽しく学ぶことが大切だと思う」「班の皆でつくったゴム自動車を他の班と競争することで楽しさを覚えた」などの振り返りがあり、エネルギー領域に

<実習> 「ゴム自動車」をつくって走らせよう

① 「ゴム自動車」をつくらう

準備するもの
 工作用紙、竹串、ストロー、輪ゴム、セロハンテープ、はさみ、定規、コンパス（ペットボトルのふた）

自動車の大きさ
 車体の大きさ：長さ8cm、幅6cm
 車輪の大きさ：直径3cm

作り方

- 工作用紙を切り抜き、「車体（8cm×6cm）1個」と「車輪（直径3cm）を4個」を作る。
注意：机に傷を付けないようにする。
- ざら紙の方にチームの目印をかこう。
- 車輪の中心に穴を空ける（車輪（=竹串）と同じ大きさ）。
注意：手を怪我しないようにする。
 机に傷を付けたら穴を開けたりしないよう、工作用紙で保護して作業しよう。
 ……（中略）……………

② 「ゴム自動車」を走らせよう

- 滑走用の工作用紙に留めてある「ホッチキス」の芯の片方を少し起こす。
注意：手や爪を傷めないようにする。
 起こした後の芯に手などを引っかかないこと。怪我をしないよう気を付ける。
- 起こしたホッチキスの芯に輪ゴムを掛ける。
- 後方に引っ張り、手を静かに放す。・・・自動車は走り出す…はず。

③ ゴム自動車レースをしよう **最も遠くまで走ったのはどの自動車？**

- 引っ張り**2cmの幅**

班 ^o	車体名 ^o	記録 ^o	平均 ^o
		cm ^o	
		cm ^o	

図9 「ものづくり」のワークシート（一部）

おける「ものづくり」の重要性を理解できたようである。

2) 地球領域 (大地の変化) に関する実践

次に、地学概念の中の地球内部の構造、地層・岩石などについて理解する授業である。ここでの達成目標は「地学概念 (地学分野) に関する知識を修得できる」である。

本時では、はじめに小学校学習指導要領の地球領域 (雨水の行方と地面の様子 (4年)、流れる水の働きと土地の変化 (5年)、土地のつくりと変化 (6年)) の系統性を概説し、その後、岩石や地層に関する基礎的概念について自作テキストをもとに概説した。その後、**図10**に示す流れにより、真砂土と畑の土の2種類についてふるいにかけて、粒度が概ね礫、砂、泥である碎屑物をそれぞれ観察した。

この授業後、学生は以下のような感想を示していた。いくつか抜き出してみる。

- ・ 地表に関する学習は教科書やビデオを見ることが多く、今回のような実験が室内でできることを知らなかった。
- ・ ふるいを使って礫、砂、泥の3つに分ける実験を始めて行ったが、とても分かりやすく、実際にどのくらいの大きさかということがよく分かった。
- ・ (水に浮遊する) 泥を目視することで、なぜ泥が遠くまで運ばれるかを改めて納得することができた。
- ・ (礫、砂、泥を) 触ったり見たりして違いを感じることができてよかったです。
- ・ (粒の大きさが) 礫、砂、泥の順になっていることは知っていましたが、土をふるいにかけて粒の大きさを調べることで、それぞれの粒の大きさのイメージが変わりました。

(下線は筆者による)

学生たちは、土砂を扱う実験を室内で行うことができることに、まずもって大きな驚きをもったようであった。さらに、下線の部分に注目すると、学生は、「『実際に』どのくらいの大きさか」「違いを『感じる』」「イメージが変わる」など、「体験する」ことにより、実感を伴って理解することで、より強く自らのものとしていたことが分かる。とかく地学分野の実習は野外でないとできないように思われる向きがあるが、工夫により、室内であっても様々な活動ができる。また、様々なモデル実験も開発されており、これらを紹介することで、地学がより身近になると考える。

また、泥がとても細かく粉っぽいことや砂が意外と粗いことなど、観察してはじめて気付けることがあり、このたびの観察の場面においても、学生たちは実際に体験することにより興味をもって事物に見入り素朴な感動を得ていた。平素の生活では碎屑物を改めて凝視する機会は少ないが、これらを細かく観察する活動により、興味の種が身近なところに隠れていることに気付くことは、理科に触れる機会の少ない学生たちにとって意義深いことと考える。

なお、本時は、時間の制約上、実体顕微鏡での観察まではできなかったが、拡大して碎屑物の角張り方や色調や光沢について観察することで、より理解が促進するものとする。

次に、**図11**に示す流れにより、身近なカップと色調の異なる2種類の土 (本時では真砂土と畑の土) を用いて、地層の形成をイメージする活動を行った。

本時の活動は水の入ったカップの中に土を入れて粒子 (碎屑物) の沈積していく様子や堆積後の堆積物を観察する、という極めて単純な活動であるが、粒度の大きいものから先に堆積していく級化層理の形成の様子が容易に観察できることに加え、地層は下が古く上が新しいという地層累重の法則を感じ、理解することができる効果的な実験と考える。

この授業後、学生は以下のような感想を示していた。いくつか抜き出してみる。

- ・（地層の形成を）透明な容器と土があればできるということを知り、実際に行うと層がきれいに分かれていてとても驚いた。
- ・土で地層をつくったときあんなにもキレイにわかれるもんだなあと思った。土は（水の中を）降っても降ってもあとからあとから粒の大きさごとの層になるので、見た目が美しいと思った。
- ・（水の入ったコップに）土を加えていくと、（堆積後の土の層の）色が違ったり、粒の大きさが違ったりしていた様子をはっきりと見る事ができたので、おもしろかったです。

<実習1> 土をふるいにかけて粒の大きさを調べよう（粒度分析）

堆積岩を構成する粒（碎屑物）は、その大きさ（直径）により「れき（2mm以上）」・「砂（0.06~2mm）」・「泥（0.06mm以下）」に分けられます。それらがどのくらいの大きさなのか、実際に観察してみましょう。

【4年B(3)ア】イ)水のしみ込み方は、土の粒の大きさによって違いがあること。

準備するもの

試料（真砂土又は畑の土）、新聞紙、黒い画用紙、ふるい（孔の大きさが2.00mm、0.15mm（=150μm）の2種類）、ハンマー、セロハンテープ

操作

- 1 試料を新聞紙の上に置き、ハンマーで軽くたたいてくっついている粒同士を離す。
- 2 それぞれふるいにかける。
 - ・ふるいを孔の大きい順に重ね、一番上のふるいに試料を流し込む。
 - ・（ふたをして）重ねたまま、よく振る。

表 碎屑物の粒度

名称	粒径
れき	256mm以上
大れき	256~64mm
中れき	64~4mm
細れき	4~2mm
粗粒砂	2~1mm
粗砂	1~0.5mm
中粒砂	0.5~0.25mm
細粒砂	0.25~0.13mm
極細粒砂	0.13~0.063mm
泥	シルト 0.063~0.0039mm 粘土 0.0039mm以下

- 3 分けられた試料を、それぞれのふるいから黒い画用紙の上に移す。このとき、右から左へ大きい粒となるように少量置く。



- 4 粒同士を薄く広げ、大きさを見比べる。
- 5 置いた試料の上からセロハンテープを貼り、試料を固定する。

振り返り

- 1 ふるい分けしたそれぞれの碎屑物は何か。表をもとに、その名称を以下の枠内に記入しよう。併せて、各碎屑物の特徴やあなたが感じた印象を記入しよう。

0.15mm以下 名称	0.15mm~2mm以下 名称	2mm以上 名称
特徴・印象	特徴・印象	特徴・印象

図10 本時のワークシート①

<実習2> 地層を作ろう

透明な容器を利用して地層モデルをつくりましょう。

準備するもの

透明な容器、任意の土くA；真砂土(黄土色)、B：畑の土(黒っぽい色)、水

操作1

- 1 容器に7分目ほど水を入れる。
- 2 用意した土Aを少量ほど容器に入れ、しっかり攪拌する。
- 3 静かに放置する。粒が堆積する様子を観察する。

操作2

- 4 1~3でできた層の上に、用意した土Bを少量ほど容器に入れる。
- 5 静かに放置する。

操作3

- 6 1~5でできた層の上に、用意した土Aを少量ほど容器に入れる。
- 7 静かに放置する。
- 8 1~7でできた層の上に、用意した土Bを少量ほど容器に入れる。
- 9 静かに放置する。

観察のポイント

- 1 操作1でできた層について、
 - ア 早く堆積した粒は、上下どちらに位置しますか。
 - イ 粒の大きさと堆積する順序とはどんな関係がありますか。
- 2 上の操作では4回に分けて土を入れましたが、そのことは地層中のどの部分に着目すれば知ることが出来ますか。

図11 本時のワークシート②



図12 層状の堆積物

この活動では、色調の違う2種類の土を交互に投入することにより、見た目の美しさも相まって「ミルフィーユみたい」との感想をもつ学生もいるなど、層状の構造をより視覚的に確認させることができる（図12）。学生のインパクトは大きかったようで、土を構成する碎屑物が水の中を降り積もっていく様子に見とれる者、浮遊し続ける泥の粒子の様子をじっと観察している者など、熱心に観察する学生が多く見られた。このような興味や感動を授業で感じる事が、昨今、生活体験の少ないと言われる学生たちにとって必要なことであると身をもって感じた。

このように、粒径の異なる碎屑物を触り、粒度の同質な碎屑物が静かに沈積して様子を見るなどの触覚や視覚などの五感を働かせる本時の実践は学生の興味や感動を呼び起こし、さらに、ここで感じた素朴な感動を子どもたちに伝えることでの教育効果は大きいものと考えられる。

3) エネルギー領域 (電気分野) に関する実践

最後に提示するのは、エネルギー概念の中の力学、電気に関する概念を理解するための授業である。達成目標は、「エネルギー概念 (物理分野) に関する知識を修得できる」である。

4年生で学習する「電流の働き」では、「乾電池の数やつなぎ方を変えると、電流の大きさや向きが変わり、豆電球の明るさやモーターの回り方が変わることを」理解するとともに、観察、実感に関する技能を身に付けることをねらいとしている。

本時では、オーソドックスではあるが、乾電池と豆電球、導線等を用意し、回路を実際に組んで、豆電球の明るさを確かめた (図13)。なお、乾電池の数やつなぎ方にとどまらず、豆電球の数やつなぎ方も変えることで、発展的な取組を促した。

電気の世界は理学や工学を専門にしている学生にとって身近であっても、文科系の学生にとっては、あえて意識を向けることは少ないようである。だからこそ実際に体験させることが大切であり、本時においても、学生たちは配線の違いによる豆電球の明るさの違いの程度を肌で感じ取っていた。

さらに、ワークシートを整理する場面では、「明るい」「暗い」といった感覚的な文字での表記に加え、客観的に記録する方法として、所持しているスマートフォンのカメラ機能を用いて画像

<実習1> 電気の回路をつくってみよう

乾電池と豆電球で電気の回路をつくり、乾電池と豆電球の数や並べ方を変えて電気を流すことにより、豆電球の明るさを比較し、流れる電流の大きさを確認する。

準備するもの 乾電池 (2個)、豆電球 (2個)、導線 (数本)、カメラ

手順・記録

① 乾電池1個、豆電球1個 のとき

回路図	画像	観察結果	電流の大きさ
		この明るさを「基準」とする。	

② 乾電池2個、豆電球1個 のとき

回路図	画像	観察結果	電流の大きさ
直列 		「基準」より明るい	
並列 			

③ 乾電池1個、豆電球2個 のとき

回路図	画像	観察結果	電流の大きさ
直列 			
並列 			

図13 画像貼付前のワークシート (一部)

<実習1> 電気の回路をつくってみよう

乾電池と豆電球で電気の回路をつくり、乾電池と豆電球の数や並べ方を変えて電気を流すことにより、豆電球の明るさを比較し、流れる電流の大きさを確認する。

準備するもの 乾電池 (2個)、豆電球 (2個)、導線 (数本)、カメラ

手順・記録

① 乾電池1個、豆電球1個 のとき

回路図	画像	観察結果	電流の大きさ
		この明るさを「基準」とする。	

② 乾電池2個、豆電球1個 のとき

回路図	画像	観察結果	電流の大きさ
直列 		「基準」より明るい	
並列 		「基準」と同じ	

③ 乾電池1個、豆電球2個 のとき

回路図	画像	観察結果	電流の大きさ
直列 		「基準」より暗い	
並列 			

図14 画像貼付後のワークシート (一部)

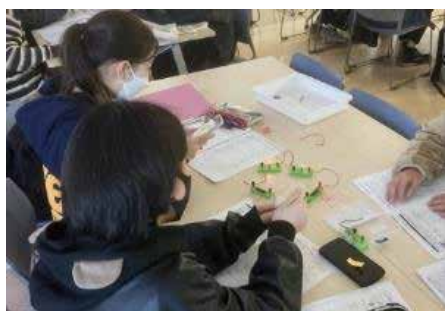


図15 記録のためスマートフォンで撮影する学生

を撮影し、その画像をワークシートに貼付した。これらの活動により、一目で明るさの違いを理解することが可能となる（図14、図15）。学生たちの反応もよく、学生からは、「豆電球の明るさを比べるためにスマートフォンで写真を撮って比べることで、明るさの比較がとても分かりやすかった」の振り返りに続き、「最近では小学校でも1人1台タブレットが配付されているので、教育現場でも写真を撮ったらいいなと思った」など、学校現場でのコンピュータの利用にも言及するなど、学生はこの方法に有効性を感じていた。

このように、基本的な実験を行う中でICT活用について具体的なイメージをもたせることができたことは、これからの学修の中で活かされていくものと考えられる。

6. おわりに

多くの卒業生が小学校教員となっているY大学において、学生に向けて自らの文理志向の意識についてのアンケート調査を行うことを通して、一般に言われている「小学校教員は比較的文科系志向の教員が多い」ことが類推できる結果を得た。また、学生へのインタビューから、これまでの学校生活で理科や数学において複雑な数式や難解な法則を扱うことなどにより苦手意識が先行し、内容の面から理科の指導を不安視する一因となっていることが窺えた。

このことを踏まえ、本稿では、「指導内容」に着目し、これに関して感じている学生の不安の払拭に向けて、小学校理科の指導内容を学習指導要領の記載をもとに体系的に捉えることや指導の基本的なポイントを適切に示すこと、代表的な観察、実験例を取り上げ実践により課題を解決することなどの試みを述べてきた。また、授業の実践に当たっては、子どもたちが自然を実体験により感じ、その様子に感動したり、不思議や疑問を抱いたりしていくこと、そこから生じた疑問等の課題を解決する方策や確かめる方法を他者と協働して議論して思考を深め、判断していく姿勢をもつことを、学生たちが意識するよう配意した。これらの取組や実践が学生の主体的な学びと指導内容の理解の醸成を促し、学生たちが教壇に立ったときの意欲と自信につながっていくことを期待したい。

<引用・参考文献>

- 入江薫・尾竹良一・小林辰至：小学校新規採用教員の理科指導に関する実態－理科の有用感・探究的態度・理科指導の自信等の観点から、理科教育学研究,第48巻第3号,2008, pp.13-23
- 下井倉ともみ・土橋一仁・松本伸示：理科を専攻としない学生を対象とした「小学校理科を教える自信」に関する調査－理科内容学の視点から－,科学教育研究,第38巻第4号, 2014,pp.238-247
- 独立行政法人国立科学博物館：小学校教員をめざす文系学生のための理科講座「明日の先生へおくる理科のコツ」実施報告,2011
- 文部科学省：OECD生徒の学習到達度調査（PISA2006）の結果についてのお知らせ, https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/information/071205.htm,2025年1月7日掲載確認
- 文部科学省：小学校学習指導要領（平成29年3月告示）解説理科編,2018
- 文部科学省：教科書Q & A,https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kyoukasho/010301.htm#01, 2025年1月7日掲載確認
- 山口県教育委員会：やまぐち学習支援プログラム
<https://gimukyo.ysn21.jp/gakushi/>,2025年1月7日掲載確認