琉球大学学術リポジトリ

日本人学校教員への聞き取り調査の結果から考える大学卒業段階での小学校理科授業実践力と教員養成教育のあり方

メタデータ	言語:
	出版者: 琉球大学教育学部
	公開日: 2010-10-14
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 吉田, 安規良, Yoshida, Akira
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/18327

日本人学校教員への聞き取り調査の結果から考える大学卒業段階での小学校理科授業実践力と教員養成教育のあり方

吉田安規良*

Teacher Training Program and Curriculum to Acquire Teaching Ability for Natural Sciences in Elementary School Demanded at the Stage of Postgraduate

− Interview Surveys to Teachers at a Japanese School Outside of Japan for Native Speakers of Japanese −

Akira YOSHIDA*

【要約】

大学卒業段階で学校教育現場の要望に応える小学校理科授業実践力育成のための教育実践の基礎資料として，日本人学校の専任教員へ「理科に関する素養」，「大学で学びたかったこと」，「理科の教材研究・授業実践で苦労したこと」を主体とした聞き取り調査を実施した。

大学卒業段階で求められる理科授業実践力を担保するためには，「大学で学ぶ目的をしっかりと持たせる」ことや，「学校現場や現職教員からの学び」から現代的な課題を学ぶ機会と，「理科の学習を構成する知識・理解や技能等」を授業実践などの具体例を通してなるべくたくさん身につけさせることが重要である。その一方で「明日の授業ですぐ使える」ものだけでなく，身の丈にあった形や子どもの実態，学校をとりまく環境に応じてアレンジできる能力を身につけることも求められる。

1　はじめに

独立行政法人科学技術振興機構（JST）と国立教育政策研究所が実施した「平成20年度小学校理科教育実態調査及び中学校理科教師実態調査に関する報告書（改訂版）」[1] によると，小学校の学級担任として理科を教える教員の約５割は理科全般の指導に苦手意識を持っており，とりわけ教職経験10年未満の教員では60％以上が苦手意識を持っていた。分野別では，物理，地学，化学分野に過半数が苦手意識を持っていた。さらに「学習内容についての知識・理解」，「指導法についての知識・技能」，「観察・実験についての知識・技能」，「学習評価についての知識・技能」，「自由研究の指導技術」の５項目全てで小学校学級担任の過半数がその低さを自認しており，とりわけ授業の組み立てと密接に関係がある「観察・実験についての知識・技能」「指導法についての知識・技能」，「学習評価についての知識・技能」では学級担任の約７割が「不足している」と自己評価していた。また，全ての項目で８割を超える学級担任が「もっと大学で学んでおいたほうがよかった」と感じて

* 琉球大学教育学部理科教育講座・教育実践学教室 Educational Practice Major, Department of Natural Sciences, Faculty of Education, University of the Ryukyus

いた。中央教育審議会（中教審）答申「今後の教員養成・免許制度の在り方について」でも，「教職課程の履修を通じて，学生に身につけさせるべき最小限必要な資質能力についての理解が必ずしも十分ではないこと」や「実践的指導力の育成が必ずしも十分でないこと」が大学の教員養成課程（教職課程）の現状と課題として指摘されている[2]。

小学校の理科の授業では，平成10年改訂[3]で削減された内容の一部が2011年度から全面実施される新しい小学校学習指導要領[4]で復活している。今後暫くの間，学習内容が最も少ない平成10年改訂下での教育課程で学んできた学生が，教員免許の取得を希望し，教職に就くことを目指して大学へ入学してくる。つまり授業する側が小学校時代には学習していない，あるいは背景となる自然科学の専門的知識を養成段階までの間に全く学ばないまま指導しなければならない内容もある新教育課程に対応できる小学校教員を養成しなければならない。そのためには，教員養成課程のカリキュラムを工夫することや，小・中学校教員の理数教育における指導力向上を図ることが考えられる。平成21年度からJSTは，大学と教育委員会が連携し，養成プログラムの開発・実施や地域の理数教育における拠点の構築・活用などを通じて，地域の理数教育において中核的な役割を担う教員を養成する理数系教員（コア・サイエンス・ティーチャー，CST）養成拠点構築事業を実施し，教員養成・教員研修事業を支援している[5]。その一方で，CST事業のように一部の優れた教員を養成していくだけではなく，「普通の教員」の理科的素養や授業実践力を向上させていくことも重要である。中等教育を担う理科教員の養成は，教員養成系学部や理系学部で行われている。受験産業から文系と位置づけられている教員養成系学部ですら理系的な入試科目を課しており，理科に対して一定程度の素養がある者でないと免許取得が難しい。しかし，小学校教員の場合，理科だけを教える専科教員も存在しているが，特別免許状を取得して教職に就いた社会人経験者等以外の，大多数の大学で養成される普通免許状を有する教員には，教科・分野ごとに免許が授与されていない。そのため理科専科＝理科のエキスパートとは必ずしも言えない。特に教員養成系学部以外の理系学部では小学校教諭の免許を卒業と同時に取得し難いため，理科に強い小学校教員養成は，中学・高等学校の理科の免許を同時取得できる教育課程が保証されている教員養成系学部の理科系講座・教室・研究室を志望する学生に限られてくる。小学校教員養成では，各教科に関する科目と指導法に関する科目の各２単位が各大学等で最低限開講されている。しかし教科に関する科目は選択必修であり，卒業要件などでより厳しい縛りを設定しなければ，理科に関する科目を履修しなくても免許取得が可能である。二種免許に至っては，指導法に関する科目ですら選択必修となるため，「理科に関して大学時代に全く学ばない」で教員免許を取得することも可能であり，校内事情によってはそのような教員が理科専科になることもあり得る。

そのため，CST事業のように，学校現場で他の同僚から頼りにされる高い実践力や専門的知識を持った教員を養成していくことだけではなく，「理科に関して積極的に学んでもらえるような環境づくり（卒業要件の工夫など）」，と「２単位（４単位）で何をどこまで学ばせるのか」という小学校理科の教科に関する科目や指導法に関する科目の教育内容・方法の工夫を通して，小学校教員全体の力量を向上させ，中教審が求めている「最小限必要な資質能力」，「実践的指導力の育成」を具現化する必要がある[6]。

一方，こうした問題を解決するためには，養成段階ではなく教員として採用後に行う研修で対応するという方法もあり得る。公立学校に正規採用された現職教員の場合は，初任者研修や経験者研修など各種研修を受ける機会と義務がある。こうした研修の中に「理科指導」に関する研修が設定されるのであれば，学校現場の要望に応える形で開設しやすいこともあり，ある程度「最小限必要な資質能力」，「実践的指導力の育成」をカバーすることも不可能ではない。しかし，沖縄県では約9100人もいる公立小中学校教員のうち，定数内臨時的任用教員が977人，代替臨時的任用が439人，非常勤講師が400人と臨時的任用教員が全体の約16％を占め，非常勤講師を含めると約1800人が非正規雇用者である[7]。単純に考えて小学校６年間のうち１年間は臨時的任用教員が担当することと

なり，専科まで考えると約20％の確率で非正規雇用者から指導を受けることになる。専科も理科に強い教員という保証があるわけではない。さらに，彼らも教育公務員特例法の適用対象ではあるが，継続的な雇用が保障されているわけではないため研修も継続的に保障されていない。従って，大学卒業段階で「最小限必要な資質能力」や「実践的指導力の育成」を担保しないと，間接的に学力低下に寄与するような教員を養成し，彼らが学校現場での教育活動の主戦力として用いられてしまう。

そこで，筆者は大学卒業段階で学校教育現場の要望に応える小学校理科授業実践力を育成していくための教育実践の基礎資料として，日本国内以上に理科に関する教材研究が難しい日本人学校の専任教員へ，大学で学んでおくべき内容や大学への要望などについて聞き取り調査を行った。本報はその報告である。

2　調査の概要

調査は，東南アジアＩ国にあるＪ日本人学校に筆者が2009年10月に訪問して行った。Ｉ国は赤道付近にあり，Ｊ日本人学校は南半球側に位置する。そのため太陽の動きや季節感が日本とは全く異なる。日本人学校は，日本の教育課程に準じた教育を施すことが求められるため，Ｊ日本人学校でも単純に南半球や赤道付近に所在する地域性を活かした教育活動だけを行うわけにはいかない。そのため教員は観察・実験を通して子ども達に理科を指導していきながらも，単純に現象から得られる科学的知識だけを習得させられない。またこの日本人学校には文部科学省が派遣している現職公立学校教員（日本国政府派遣教員）と現地の日本人学校維持会が独自に採用している教員がいる。維持会が採用する教員には大学卒業後すぐ赴任する者も多い。日本人学校および補習授業校等に対する財政上および教育上の援助を行う海外子女教育振興財団が，彼らに対して赴任前に服務や海外生

表１　調査協力者

		経　歴	所有教員免許状	備考
日本国政府派遣教員	A	国立教員養成系単科大学卒 同大学院修了	小学校教諭専修 中学校教諭専修（理科） 高等学校教諭専修（理科）	
	B	国立教員養成系単科大学卒	幼稚園教諭１種 小学校教諭１種 中学校教諭１種（社会） 高等学校教諭１種（公民）	
	C	私立大学社会系学部卒 私立大学通信教育学部単位取得	小学校教諭２種	
現地（学校維持会）採用教員	D	国立総合大学 教員養成系学部卒	小学校教諭１種 中学校教諭１種（理科）	初任
	E	国立総合大学 教員養成系学部卒	小学校教諭１種 中学校教諭１種（社会） 高等学校教諭１種（地歴・公民）	初任
	F	国立教員養成系単科大学卒	小学校教諭１種 中学校教諭１種（社会・英語） 高等学校教諭１種（地歴・公民）	初任
	G	私立大学人文系学部卒	小学校教諭１種	
	H	米国短期大学卒 私立大学通信教育学部卒	小学校教諭１種	

備考：初任とは，大学卒業後初めて教壇に立ったのがこの日本人学校である者を指す

活に関する研修や渡航への援助を行っている。しかし，そこでは教科指導等に関する具体的な研修は行われていない。そのため，日本国内の臨時採用教員と同様な扱いであると考えられる。日本国内の場合では他校の実践事例や協力なども得られやすいが，彼らは自らの力量と同僚からの援助だけで，赴任して即授業実践していくことが求められる。

今回はＪ日本人学校の小学部で教壇に立っている若手教員８名を対象に大学卒業段階，とりわけ小学校の理科の指導法に関する科目（筆者が本学部で担当している「理科教育研究」に相当）でどのようなことをしておくべきかを聞き取り調査した。

調査協力者の経歴は表１の通りである。理科に関して比較的高い専門的知識を持っていると考えられる中学校理科の免許所持者は日本国政府が派遣した教員と，維持会が採用した教員に１名ずついた。大学卒業後初めて教壇に立ったのがＪ日本人学校である者も３名いた。

調査は２名だけ用務多忙のため筆者と２対１で，他は筆者と１対１で面談する形で実施した。質問の柱は，「①回答者自身の理科に関する素養の自己分析」，「②大学時代に学んでおきたかったこと」，「③理科の教材研究・授業実践上苦労したこと」の３つとし，その回答内容についてさらに細部を質問する形で面談した。いずれの聞き取り調査も放課後に１人（回）あたり30～45分程度で行った。

3　結果と考察

3.1　回答者の理科に関する素養と授業実践・教材研究に対する影響

中学校の理科免許を所持している２名のうち１名は，高等学校までは苦手だった物理学（プラズマ物理）を大学で専攻しており，現在は物理と化学が比較的得意だと自己評価していた。その半面地学は教育職員免許法上の最低限の単位しか取得しておらず，生物に関しては苦手だと分析していた。もう１人は，実験や目に見える現象を追うような事項は好きではあるが，想像したり計算したりしながら求めるような事項は好きではなく，「生物が一番好きで，物理が一番好きではない」と回答した。

理科に関する専門教育を大学時代にあまり受けていない他の回答者は，３名が物理を，１名が化学を，２名が地学の天文領域を苦手であったり嫌いであったりすると答えた。反対に生物や，地学でも恐竜や地殻変動など地球科学に関する部分は好きだと回答した者もいた。先のJSTの調査[1]でも，物理や地学が嫌いだという認識は他の領域に比べると多かったが，なぜ嫌いになったのかまでは調べられていない。そこで，苦手や嫌いになっていった理由についてさらに質問したところ，彼らは，小中学校段階で体験した実験のいくつかは記憶に鮮明に残っており，始めは好きな方だったが，学年が上がるにつれて実験を経験する機会が減ったり，中学校で元素記号を暗記させられたりしたことなどがきっかけとなり，楽しくない授業に変化していったことが原因だと回答した。物理が苦手な原因として，「振り子や物の衝突で現象を観察したり実験・測定したりすることは嫌いではないが，そういった事象を計算で求めるというような数式で科学的現象を表現することが苦手で，そこから理科そのものが嫌いになっていった」と具体的に回答する者もいた。また，理科という教科ではなく小学校の時の理科専科担任個人に苦手意識があったことが遠因だと自己分析した者もいた。天文領域について「単純に興味がなく教材研究が楽しいと感じられない」と回答した者は，他の領域や分野の教材研究も大変だが，それなりの事を子ども達に伝えられるように努力していると自己分析していた。しかし，天文領域だけは教材研究段階からその学習内容について一歩引いてしまい，自らが納得いくまで学習内容に踏み込められないと回答した。そのため，「また星を教えるのか。早く終わればいいのに。」という感情を抱き，「教えるというよりも，みんなで観察して終わり，要するによく言われる流す授業をしてしまう」と分析していた。他方で，教える立場に立てば準備の手間等もあるが，自分が好きか嫌いかに関係なく他の教科と同様に教材研究をするように心がけている者や，「５，６年の理科では，学習内容そのものを理解するために教科書の内容を教材研究していく中で，なぜそういう現象が起こるのか深く突き止めていくことが面白い」と感じて

おり，時間があれば色々調べ，他教科に比べて理科の教師用指導書を特に隅々まで見るようにしている回答者もいた。自分自身は苦手だが，一緒に実験や勉強をしながら「おおっ」と思うことが多々あると回答する者もいた。このように，一部に苦手意識をもったりそれが影響して教材研究をなおざりにしたりすることもあるが，「教える立場としては，やっぱり準備は大変だが，単に楽しんでいるだけという感じもするが，子ども達の目が一番キラキラと輝き，興味を抱くのが理科である」ことも認識しており，「理科は教材研究のやりがいのある教科」だと感じている者が多かった。

３．２　大学で学びたかった内容

３．２．１　現職教員や学校現場での体験的な学びから学びたかった内容

理科だけに留まらず全ての教育活動全般に関連して，大学時代に学びたかった内容として多くの教員から回答があったのは，教師の仕事全般を観察するような学校現場での体験的な学びの機会と，発問や指示など実践経験から得た授業技術や教授技術的なものである。ある者は，小学校１年生の算数の学習内容「繰り上がりのある足し算」を例に，３＋８の計算を指導する際に，「自分自身が学習していた時は苦労してなかったのに，いざ指導するとなると難しい」ため，「子どもに分かってもらえる指導法，やり方は子どもの実態によって色々あると思うが，要するに『良い』と言われている具体的な実践」を学びたかったと回答した。それ以外にも現職教員に「教師として発問の仕方とか，課題の作り方とかについてはもっと細かく教えてほしかった」というものや「色々と，実際の教育現場の話とかをもっと聞けるとよかった」というのが見られた。さらには，指導要録の記入など子どもが目にすることがない事務的な仕事なども教師にはあるが，このようなことは自らが児童・生徒として体験した世界や教育実習程度の体験的な学びからは学ぶことができないので教師の業務内容全体を知る必要があると回答した者もいた。

学校現場での体験的な学びについては，本学に限らず多くの大学で既に導入されている。現職教員が非常勤講師や実地指導講師として担当する講義も多く開設されており，通常の講義以外を含めて，彼らの講話を聞く機会は数多く提供されている。それでもこれらの意見が出てくる背景には，教職に就いてから「教育実習は短期間で，表面的な体験しかできず，実際の教師が行う仕事のほとんどを見ていない」，「実際の教師の仕事は，子どもの提出物の確認やテストの採点などの丸つけ１つですら，かなりの労力が要求される」，「一週間の計画だけではなく，先々を見通した計画を立てていく事など，一年を見通して『次何があるからこうしないといけない』ということまでは教育実習では学ぶことができないため，それを知ることが重要だ」と認識したことや，「教育実習って，『教員になりたい』と意識してというより３年生の時にとりあえず単位とか，本当に卒業のために行く感覚だった」と自覚したことが関係している。

ある回答者は，教育実習を受けて，「本当に先生になりたいかな？」と感じた大学４年次の時に，近隣の小学校で学習指導補助のボランティアをする機会を得た。この回答者の同期生は先に卒業し，教壇に立っていたが，特に臨時的任用の立場で教壇に立っていた同期生から「研修がないから，凄く大変だ」という話を聞いており，「もっと現場を知っていたほうが良い」というアドバイスを彼らから受けていた。その回答者は「学校現場が大変だ」という認識が自分には欠如していることを自覚したこともあり，教育実習とは異なり「ここを知りたい」や「将来，教員になるために自分が何を欲しいのか」という目的意識をはっきりもってボランティアに参加した。このように目的意識をもって色々な授業を見てきたことを「今自分が授業実践する際に，『そういえば，あのときああやってた！』というように役に立っている」と実感しており，ボランティア先の教員の色々な実践を，大学在学中から見ることができたことを肯定的に評価していた。

別な回答者は，経験が浅い自分の方が同じ学年の他の教員より授業進度が遅くなる傾向があるため，今現在，専科担任による授業などで生じた空き時間を利用して，「同じ学年の他の教員の授業を観察し，教材とか発問，間合いの取り方とか板書・ノートの内容といった指導方法全般をまねしたりしながら学んでいる」と回答した。その回答

者は「大学在学中には，全然そこまで一所懸命に（教師に）なろうと思っていなかったが，実際やってみて，もっと附属の先生なんかの授業とか，朝からずっと行って（見て）おけば良かったなって思う。学生時代はそうは思っていなかったが，今『いつでも参観・見学可能』と授業を公開してくれる場があれば，私はいつでも見に行く。」と回答した。このように，現在は他人の授業を参観・観察する必要性を強く感じていた。

つまり，「学校現場体験」に関しては，「しっかりとした目的意識を学生に備えさせること」が必要不可欠で，そういった認識が欠如していたと自己反省していた回答者からは「実際に教壇に立ってみて今思えばもっと学校現場体験（授業観察・参観）をやっておけば良かった」という声が聞かれた。

3．2．2　学校現場体験以外からの学び

大学で学びたかった内容として，「現職教員や学校現場での体験的な学び」だけを求めているわけではなく，教科に関する科目（本学部での自然科学概論，自然科学に相当）や専門科目の講義内容そのものが十分身についていないと自己評価した者もいた。ある回答者は，「全然理科に詳しくないため，教科書教材を教科書通りの展開で実施する以外に授業展開することができない」と自己評価しており，「例えば，小学校第３学年で学習する『光の性質』に関する実験だったらこんな方法もあるし，こんな方法もある，こんな方法もあるよというようないろんな手立てや実際に小学校で行われている他の実験などのアイディアを紹介してほしかった」と回答した。実際に授業を行う際に，授業者として不足していると感じた自然科学に関する基礎的な知識は，問題集などを通して自習したり，経験豊富であったり当該分野が得意な同僚から指導法を含めたアドバイスを受けたり習ったりすると回答した者もいた。大学生の時は，講義さえ受けていれば教員免許はすぐもらえるという認識が強く，中学校や高等学校の免許を同時に取得する際にのみ特定教科についてだけ深く学ぶ機会に恵まれる。それに対して，実際に教壇に立って教材研究してみると，深く学ばなかった教科でも楽しく思えたり，興味を抱けたりすることがあるため，小学校の教員免許しか取得しない場合を含めて，深く学ぶ機会が少ない教科について，「もう少し学ぶ機会があったり触れることができれば興味をもって学ぶことができたのではないか」という声や「（今思えば）もう少し学んでおきたかったな。私自身あんまり好きじゃないっていうのもあったので，『大学で』っていうよりも，それまでの過程でもっと理科が好きになるような授業をしてほしかった。」という回答も聞かれた。

3．2．3　大学への要望

大学での講義の履修機会提供や履修指導について，次のような回答があった。大学での教職系科目には教育職員免許法上必修にせざるを得ない科目が多い。こうした必修科目で，時間割編成を容易にし，受講人数を調整するために「学籍番号（専攻）別」に機械的に初回履修クラスを割り振る形で学生教育を行っている大学を卒業した学生からは，「同じ科目でも担当者（配属クラス）によって一方では物理と化学に関する事項しか学ぶことができず，他方では全然違う地学とか何か別なものしか学べない」ということに対して，学校現場に出てから問題意識を持つようになっていた。それはただ単に，どの履修クラスでも同一内容を学んだり，満遍なく物理・化学・生物・地学に関する内容を学んだり，同一科目でも異内容の履修クラスが提供される場合に選択の余地を与えたりすることだけを求めているのではない。それに加えて，「現場で『すぐに教えろ』って言われた時には，やっぱりそれに直結できるような，何て言うんですかね。実際に事前にこういうのをやっておくとか，何かそういうのがもっとあったほうが良かった。教科書教材を前もって試してみるとか，あるいは，発展的というか，導入でボンと子ども達に興味を持たせるような内容とか面白実験とかね。やっぱり子ども達がグッと迫ってくるようなものがないから，１個でもそれを知っておれば，いいかなっていうふうに思います。」というように講義の中で，「実践に活かせるような内容がやれたら良かった」や「理科とかっていろんな実験がたくさん（あって），実験の中で自分たちが発見していくものが多いと思うんですけれども。いかに子どもを惹きつけるか。導入の段階とかで，

どうやって子どもを惹きつけて，その実験に持っていくかっていうのを知れたらと思います。」という回答が印象的であった。さらに，「教科書の扱い方をあんまり教えてもらえなかった」と感じており，「この教科書をどこまでどういうふうに教えたら良いのか」ということを難しいと感じている者もいた。それに加えて，「教科書を教えるんじゃなくて，教科書で教える」と大学で教えるのであれば，もっと具体的に「どう教科書で教えるか」や「どういうふうに授業で教科書を使ったらいいのか」を学びたかったという回答もあった。つまり，教育実習段階で初めて教科書に触れるというような形にせず，「この教科書を使って，どんな感じで授業するのか」ということも大学の授業で専門的な内容として学ぶ必要性があるというものである。

講義提供や履修指導に関しては，所属学部や課程によって課程認定上指定せざるを得ない科目を除いて，現在本学部が提供する教職系科目は学籍番号順に優先履修クラスを指定していない[8]。一方で選択必修的な形で学生の自主性に任せた形で教育課程を編成すると，「免許を取るため（単位の取りやすい）授業しかとっていない」状況も生まれる。小学校教諭の一種免許取得者の中には，理科の指導法に関する科目（本学部での「理科教育研究」に相当）しか履修していない者もおり，授業実践で上手く行かないことや問題が発生すると「授業自体を私はあまり取ってない」，「特に理科の授業は，知識ももう極めてゼロに近い」ことが原因だと自己分析している者もいた。通信教育で免許を取得した回答者の中には，通信添削の課題レポート内容が，自分自身が苦手な物理・化学系であったということと，ものすごく難易度が高いと感じて教科書をたくさん読んでレポートを書いて提出したということだけを覚えていて，具体的な内容については一つも覚えていなかった。このような状況では，単位を取得したからといって最低限の実践力保証に繋がらない。

また，理科に関する講義に積極的に参加しなかったことを反省している者からは，「理科の先生，理科を教えてくださる大学の先生と仲良くできなくて，今教壇に立って困っていることがあったら，そういった距離感を縮められていたら，もっとコンタクトが取れていたんじゃないかなんていうことはあります」という回答を得た。当該講義に積極的に参加させるような雰囲気作りも重要ではあるが，それ以上に単位を取得した学生や卒業生に「アフターケア」ができるような人間関係を醸成することも学校教育現場から大学に求められていることを示唆している。こうした「卒業後でも授業実践に際してちょっとした相談ができるような雰囲気」を大学全体でつくることができれば，学生の授業実践力全般の向上へ寄与できるだろう。

調査時のような学習指導要領改訂に伴う移行期間の場合，年度によって新設単元や学習順番に変更が生じる。それに対応するための情報不足や授業の進度との関係から不安に感じている者も多かった。教師用指導書[9-13]には移行期の月別計画が掲載されているが，「何月にはこうして，っていうのがいきなり入ってくると，やっぱり先が見えないんですよね。どこでどう入れたらいいのかとか，どの時期にやったらいいのかとか，そこがやっぱり経験が無い分，かなり調節には苦労している。」や，「新たにどの時期に何が入ってくるっていうのも一切把握していない状況の中で，その単元が入ることによって，他の単元をもっとこの時期にやっておけばよかった」というような各単元の学習順番の工夫に対する反省の声が聞かれた。また，別の回答者は，「（子ども達）全員が全てを理解することはもちろん無理だとは分かっているが，自分が想定している到達度に，果たして子ども達が本当に到達しているのか」と評価する時に，「授業をこのままの進度で進めていいのかどうか」と不安を感じていた。つまり，教育課程の編成の意義や意味を学ぶだけでなく，具体的に編成し，その計画通りに授業実践したり計画を変更したり修正したりすることの必要性や重要性，その対応策の具体的方法や事例を学ぶ必要があることを意味している。教育実習など学習指導案（細案）を作成する段階では，単元の指導計画も詳しく記載するため，ある程度の見通しを立てるが，実習そのものが短いため計画を最後までやり抜くことは少ない。また大学の模擬授業などの場合，単元全体の計画を立てても実際に行うのはその中の１時間だけであり，計画そのものが机上の空論の場合もある。しかし，実際に教壇に立つと先を見越して

動く必要がある。そのため，「大体この月にここまで進んでないと，残りの期間にこれだけのことをこなす」というのが分からなくなると，授業進度の見通しが立てられなくなり，「子どもの学習状況の評価結果からこの進度で大丈夫なのか？」という心配を抱きながらも，その一方で「限られた期間に予定された学習内容を進めないとならない」という焦りを抱いてしまうのである。結果として，「その単元の学習を進めるときに，どこに重点をおいて（時間をかけて）指導するのか，進度が遅れている時に，どこを早く進めることができるのかなどといった時間配分の仕方を工夫できない状況である」と自らの日常を分析した者がいた。また，移行措置によって学習内容が増えたことへの対応として，単元終了後に行う業者が作成している教科書に準拠している到達度テストの進度表だけを頼りに授業進度を調整している現状を不安視している者もいた。

学校現場体験や現職教員から「具体的な対応や指導事例」を学びたいというものや，「子どもの興味を誘う観察・実験教材」について学びたいという意見が多い中，即応可能なものだけを学ぶことを危惧する意見もあった。ある回答者は，学生時代の自身に対する教育実習の評価の妥当性を疑っていたが，評価が芳しくなかった理由を，「派手さばっかりを求めていて，あんまり学習内容に即していないような感じの実験を，最初の導入の時にやってたんですよね。ただ，それが子どもの思考を掴む上では有効だったかもしれないけど，途中の思考の流れに沿っていたかっていうと，全然ねらいに達していなくて，多分そういうところの授業組み立てみたいな事がまずかったからだろう。」と当時を振り返って自己評価していた。その回答者は，新卒２年目の時に小学校３年生の太陽の動きについての授業実践をした。その際，３年生の子ども達にとって太陽の日周運動を空間的に捉えさせることが難しいと考え，懐中電灯を太陽の代わりにして動かして，影に合わせながら，太陽の動きを見ていく教具を取り入れた授業を構想した。しかし，実際には自分自身の求めている授業像と子どもの気持ちや能力との間にはギャップがあり，経験の少なさから授業の流れ自体を子どもに合わせた形へ修正していくこともできず，上手く指導できないことを経験した。その際，失敗の原因を子どものせいにしてしまった。その経験から授業実践事例や教材実験などが掲載されている参考書に書いてあることをただ単に行うのではなく，それらを参考にしながら自分の身の丈にあった，そして，子どもの実態に即した授業をつくっていくことが資質として重要だと認識し，自身の授業も徐々に変化していったと実感していた。

さらに，大学の講義や実験・演習で教科書に掲載されている実験教材をただ追試的に体験したり，子ども達の興味や関心を喚起するための「面白教材」について学んだりするだけではなく，教科専門教育や理学の専門的な研究をすることを肯定的にとらえている回答もあった。回答者中唯一の専修免許取得者は大学，大学院とプラズマ物理についての研究をしてきたことについて，学問としてプラズマ物理の研究から得た知見そのものは直接的に小学校の理科の授業実践に全く役に立っていないと評価しているが，先生（大学教員）の手を離れて，最初の課題設定から，それを確かめる実験を自らが考え，得られた結果から考察し，自分で考えて結論を導くという一連の研究の行為そのものを学べたことを良かったと評価した。また，そのプロセスが教材研究をする時や，子ども達に何か教えたいという思いが強く生じた時に，とても役に立っていると感じていた。

これは，安易に「楽しい授業」を構成するための授業技術や具体的な授業実践を教えることだけでなく，それとは直接関係していなくても，例えば卒業や修了に際して何らかの課題について研究を深め，それを卒業論文や修士論文などにまとめるという作業（課題研究）を体験することも重要であることを意味している。それを通して１つの課題を解決していくという体験そのものが学びであり，その後の教材研究や教師として進む生き方に大きな影響を及ぼしていると言える。大学で教員免許を取得する際の良さとして，現場実践や教育現場での体験的な学びからだけでなく，専門教育や専門的な研究課題にとりくむことは，直接的に授業実践に影響しなくても間接的に役立つことを実感していた回答者のような姿勢を多くの学生に抱いてもらえるようにすることが大学には求められている。小学校で教える全ての教科・領域・

単元について詳細に学ばせることは困難であるが，教材研究するための前提能力として研究に関する能力を身につけることが，中長期的に見て質の高い教員養成，子どもに分かる授業を提供できる教員を養成していくためには重要であることを示唆している。

３．３　観察・実験指導に関して

理科の授業実践において，観察・実験が占める割合は大きい。そのため理科の授業実践で苦労していることとして，教材研究の中でも観察や実験の準備や指導に関することが寄せられた。ある回答者は，小学校５年生の「ものの溶け方」単元の最後の場面で，子どもの科学的思考の深まりを確認するために「溶液を冷却して結晶が析出する実験」を評価に用いている。この段階で子ども達は，測定した各温度での溶解度は理解している。それよりも低温になった場合を，グラフを外挿（補外）することでその温度での溶解度を予想し，溶解度以上溶けている溶質が析出してくるのではないかと仮説を立てて検証実験を行うことができれば，「子ども達は十分に理解している」と判断している。その際，「一回の授業時間中にちょうど実験から考察までの一連の学習を終えるために最適な条件を揃えるのがとても難しく，とりわけ化学分野に関しては児童が実験するための実験条件（この場合，適当な飽和度の水溶液の準備）に苦労している」と回答した。この回答者は，実験を取り入れた授業の成功要因の80％は授業者の準備であり，最適な結果を導き出すための準備が難しいと指摘している。

また，上級学年を担当するにつれて，準備物が増え，それに伴って教材研究しなければならない事項が増えてくることに困惑している者もいた。ある回答者は，「理科でこういうのが小学校の実験であるから，こういう時にはこういう実験をやるといいっていう，何か実験の準備物であったりとか，こういう実験があるんだよ」といった具体的な事項を学ぶ機会が少なく，そういうことを学べる機会を欲しがっていた。特に経験が浅い若手教員のうちは，毎年担当する学年が異なるため，「今年は５年生，来年は４年生」というように一から教材研究をしなければならないことを負担に感じやすい。その際，経験者や理科に詳しい同僚から的確なアドバイスを得られる恵まれた環境で授業ができるとは限らない。これが「大学の時に前もってというか，こういう実験があるからこんなふうにしたらいいよとか，そういうのも教えてもらいたかった」という回答の背景に存在していた。

ある回答者は，５年生で学習する「電磁石の強さを調べる実験」で，本来なら「電池を増やすことによって，流れる電流が大きくなるにつれ（磁力が増し）クリップがたくさん付く」はずなのに，実験結果としてそのような現象を上手く再現できなかった。また，予備実験段階から，教師用指導書に書かれている結果と異なる結果が得られた時も困るが，それ以上に予備実験では指導書通りの結果を得たのに，子どもの目の前で実験した本番の授業で結果が違った時のほうがより一層困ってしまい，動揺してしまう回答者もいた。実際にその回答者の授業を筆者が参観した時に，電流の流れる方向と電磁石に生じる極の関係を調べるグループ実験で，「電池の極を入れ替えると電磁石の極が逆転する」という事実は全てのグループで観察できたが，予備実験（教師演示）の結果と同じ結果（コイルの両端に生じた極が完全に一致）を得たグループと，反対の結果（教師の結果でＮ極が生じた側にＳ極が生じた）を得たグループにクラスが二分してしまった。これはコイルの巻かれている方向を配慮して子ども達にコイルを配付したり，コイルの中を流れる電流の向きに注意して実験したりせず，ただ電池の向きだけを見て電流の向きを考えたのが原因である。このように子ども達によって得られる結果が，科学的には正しい結果が得られていても，教師の予備実験の結果と完全一致しない時にその原因が何だかよく分からないまま45分間の授業時間が終わってしまうことがある。その時に，つい「宿題ね」と言ってしまうが，授業者自身もその理由（正答）がよく分からないため「次の日どうしようか」というような状況を招く。そのような時は，中学部の理科担当教員や小学部でも理科を専門（中学校や高等学校の理科の専修・一種免許取得者）とする同僚や，今までにその単元を指導した経験のある同僚に聞いたりしながら解決するが，解決できないこともあっ

たとのことである。別な回答者は，児童実験で全員が実験失敗という経験があまり無いため，例えば８グループで実験したとしても，そのうちの２グループが失敗して原因が分からない時は，「どこが悪かったんだろうね」と言ったりしながらも多数派の結果を指して「本日はこっちの方，この子達のグループが正解」と言ってしまうとのことである。時間的な余裕があれば次時以降にその原因を解明することもあるが，他教科との兼ね合いもあり時間が確保できない時には，そのまま結論だけを言って終わりにしてしまうのである。このように子ども達に正答を伝えた時に，失敗したグループの子ども達は「えーっ，何で失敗したんやろう」という反応を示すことはあっても「えーっ，もう１回やりたい」，「もう１度やりたい，もう１度やりたい」というように，どうしても原因を追究したいという感じではなく「ああそうなんだ」っていうような感じで終わってしまうとのことであった。こうした子ども達の反応は，教員自身が失敗した原因を究明しなくなる原因になり得る。一方で，子ども達が「ああそうなんだ」と冷めた対応をとる理由には，原因究明や明確な説明をしない教員の授業をそれ以前に受けたことが遠因となっている可能性もある。

その一方で，初めて教壇に立った頃は，違う結果が出た時には「違ったね，間違えたね」というような形で授業を進めていたが，経験を積むにつれて「教科書と違う結果が出たっていうところからも，学びというのはできるという事」に気づき，「何でこの教科書と違う結果が出たのかなというのから，本来教科書と同じ結果が出るはずだという事で，そういう事を考えさせるのも１つの学び」としてとらえ，試行錯誤しながら実践している回答者もいた。このような「実験に失敗した時にどう対処するか」という問題を解決できる能力を育成していくために，単純に失敗しないような指導をするのではなく，前述の学校現場からの学びとあわせて，準備した指導案通りの「予定調和的な授業展開」をさせるだけではなく大学教員が児童役で参加して「予想しないような事態」を模擬授業であえて発生させてその対応策を考えさせるような経験も必要であろう。

ある回答者は，４年生の「電気の働き」のところで，教具としてモーターカーのキット教材を用いて実践した。学習事項を活用したものづくりを取り入れることは指導要領にも明記されている[14]。しかし「モーターカーを早く走らせるにはどうするか？」というような学習課題を通して乾電池の数やつなぎ方を変えることによるモーターの回り方の変化を電流の強さと関係付けながらとらえられるように，身につけるべき内容を探究していきながらモーターカーを組み立てるような授業構成とせず，「モーターカーを組み立てる」という製作活動そのものを単元の導入段階からの学習課題にしたのである。つまり，モーターカーという教材・教具をなぜ「電流のはたらき」単元で取り上げるのかという意味付けをはっきりと意識したり理解したりしないまま授業実践したのである。結局，順序を追って乾電池の直列つなぎや並列つなぎを学習していく過程とあわせてモーターカーをつくる（課題を達成するために改造していく）活動で授業が展開されるべきところを，活動を通して知識として理解させるべきことや関係性を気づかせることがない，「モーターカーをつくって終わり」という授業になってしまった。その結果，「子ども達同士の教え合いの過程から，子ども達の意外な一面をとらえることができた」という意味で，学級の子どもの状態把握で得るものがあったが，理科の授業としては失敗したという評価をしていた。これは，前述の要望であったような教科書に掲載されている観察・実験教材を事前に体験したり，授業に有効な教材実験情報を習得させたりするだけではなく，観察・実験などの学習活動と学習内容との関係（目的）を理解して授業を構成していくことを大学で学ばせる必要があることを意味している。

一方，日本人学校での授業実践では「外国のため教科書教材が入手しにくいこと」が重要な問題だと回答する者も多かった。筆者は，調査期間中に３年生の「風やゴムの働き」単元で，ゴムで動く車を作成する授業を１時間実践した。その際，補助教材[15]に掲載されている発射装置に必要な「目玉クリップ」を実践前日に入手してもらうように依頼したが，このような一般的な文房具ですら入手困難であった。これは日本国内でも，離島・へき地などの場合には必要な個数を前日では準備

できないことがあるため，とりわけ新出単元や初めて指導する単元の「教材研究（教科書に掲載されている実験教材研究）」は，事前に計画的に行わなければならないことを意味している。

修学旅行で火山地帯のそばを見学する機会があり，その際「あっ地層だ！」という子ども達の反応は見られたものの，旅行前に学習した６年生の地層観察の単元では，身近に観察しやすい露頭がないため見て触ったり，スケールの大きさを実感させたりするのが困難であった。さらに砂，粘土，石といった実物が入手困難なため，それらを見たり触ったりして感覚を使いながらその違いを理解させたりすることも難しかった。その結果，「教科書の内容を流す授業」を展開してしまったとの回答を得た。さらに日本ほど視聴覚教材やインターネット環境が整っていないため，ビデオなどでそれを補うことも難しい。結局，学校図書館が所蔵する図鑑や資料を活用しての授業展開となる。学生時代からレポートや課題作成にインターネットを活用してきている世代にとっては，実物を子ども達に提示できないだけでなく，視聴覚メディアやインターネット環境が未整備な状況下での授業づくりが難しいことを示唆している。

また，南半球に存在する学校で日本の学校に準じた教育活動を行っていく上で，指導が困難だと感じる地学単元の一つが「天体」である。小学校３年生では，「太陽と地面の様子」の単元で，太陽の日周運動を観測する。その際，日本では観察を通して太陽が東から南を通って西に動くということを理解する[16-17]授業が展開されるが，南半球では太陽は東から北を通って西に沈むためその軌跡に差がある。さらに南北回帰線に挟まれている赤道付近での太陽の動きは地平線に対して垂直に近い軌跡となる。しかし単純に観測事実から太陽の動きを理解させても，単元末に行う到達度テストは，日本での太陽の動きについて問われる。つまり，観測事実と学習すべき内容「太陽が東から南を通って西に動くこと」に差が生じる。そのため単元終了後の到達度テストで問われている内容が日本での動きであるため，「観測事実＝正答」とならず「どっちだ，どっちが，どっちだったっけ」と混乱する子どもの姿が見られた。その違いにあまり触れずに「日本はこうだけど，Ｉ国ではこうなんだよ」という事実説明だけをしても，子どもは混乱していた。さらに子ども達から「何で？」と聞かれても，授業者自身がその理由をよく理解していなかったり，理解していたとしてもそれを説明することを難しいと感じていたりするため，「南にあるからだよ」って言って授業を終えた実態があった。

本学部では小学校理科の指導法（理科教育研究）で，天球儀を使った演習を取り入れている[18]。天球儀を用いると天体と地球との相対的な位置関係を立体的にとらえることができるため，太陽の動きも地球上の位置によって観測結果が異なるということをとらえられる。理科教育研究の演習で用いている天球儀は北半球の任意の地点での天体の動きを調べることができるので，緯度を変化させた時の星の動きの違いに気がつけば，天球儀で直接確認できない南半球についても推測する力を身につけることが可能である。単純に「日本の太陽の動きを教える方法」を教えるのではなく，このような天体のみかけの動きを立体的に捉え，「南半球ならどうなるか」というような発問を通して天文学の基礎的な素養を身につけさせて，それをどう子ども達に理解させるのかということまでを学生に考えさせたり教えたりすべきだということをこの回答は示唆している。

地学と同様に生物でも指導が難しい単元が見られた。５年生の「動物の誕生」の単元では，実際に魚を育てて卵の変化の様子などを観察しながら動物の発生や成長についての学習を行う[19]。ここでは魚の卵を観察し，内部の変化の様子を詳しく調べ，魚の卵の中の変化や孵化の様子をとらえることがねらいである[20]。指導要領やその解説には具体的な種は明示されてはいない[19-20]が，どの魚でも良いのではなく，内部の変化の様子をとらえやすい魚の卵が教材として必要不可欠である。そのためどの教科書[21-33]でも「メダカ」を教材として取り扱っている。Ｊ日本人学校付近では，メダカを手に入れることができず，またメダカを日本から輸入するのも容易ではない。そのため，メダカ以外の魚で学習を展開する必要がある。メダカ程度の大きさの淡水魚やメダカの近縁種も入手可能ではあるが，比較的簡単に飼育できることがこの単元の教材として必要不可欠であり，教材とし

て求められる内部の変化の様子をとらえやすい卵を産む魚はかなり限定される。このような代替教材についての情報がないため授業実践で苦労していた。大学時代に代替教材の情報や代替教材を使用することについて学ぶ機会を提供することも授業実践力の担保という点では重要であることが示唆される。しかし，到達度テストは教科書[22-33]に準拠して作成されるため，そこで問われるのは魚の一般的な発生や成長についてではなく，「メダカの発生や成長」である。どんなに代替教材で観察しても，テストで問われるのは「メダカ」についてである。テスト問題を自作し，実際に学習した事項に合わせて児童の理解度・到達度を測定することも１つの方法ではあるが，子ども達が日本の学校へ進学することを考え，「日本の学校と同じ内容の教育」を求める保護者の要望は無視できない。そのため，メダカ以外で学習を進めることも難しい。また，気候や環境が日本と異なるため，同様のことは昆虫を採集して飼育したり，植物を採集したり栽培したりする他の単元でも起こり得る。

例えば，同じく５年生の「植物の発芽，成長，結実」の単元で，インゲンマメを用いて発芽条件を制御する実験教材がある。インゲンマメ自体はＩ国でも入手可能であり，発芽しやすい植物である。この単元では種子が発芽するための養分としてデンプンを扱うことになっているため，インゲンマメは最適な植物教材の１つである。しかし，彼らから「インゲンマメの発育の仕方が教科書の結果[34]と全く異なったり，まるっきり発芽しなかったりした」ということが聞かれた。そのような状況下で，彼らは「日本はこうだよ，教科書ではこうなっているんだけど，Ｉ国はこうだよ」というような説明で授業を展開した。その結果「どうしても子どもって目から見たものの方が強いので，テストと，あと実際に見たものが違うっていう事で，混同したりだとかはありました」というように前述の天体の単元と同様の混乱が子ども達に見られたのである。

筆者が訪問した時には，実際に栽培されたインゲンマメの発育状況がどのようなものだったのかを観察することはできなかった。そのため回答内容のみからしかその違いを把握することしかできないが，インゲンマメの発芽と成長に関する指導についての具体的な回答として，クラス間で結果に差があり，発芽も成長も順調に進むクラスもあれば，うまく発芽しなかったり成長しなかったりしたクラスがあったとのことである。また，順調に進みすぎて，授業の進度を調整できずに発芽後の種子を植えかえて育ち方を比較する実験の機を逸してしまったとのことである。

教師用指導書[35-37]によると，インゲンマメの発芽温度条件は最低10～15℃，最高35℃，最適20～30℃であり，Ｉ国の平均気温から考えて極端に発芽し難い条件であるとは考えにくい。例示されている実験結果[34]が約20℃のものであり，35℃では15℃～30℃の時よりも発芽率が悪くなる[37]ことや，その後の成長速度にも違いがあったことから，日本とＩ国との気候の違いによる差が影響していることは否定できない。しかし，発芽すべき条件で発芽しなかった原因として，入手前の種子の保存状態が影響していることも考えられる。種子の保存状態によっては，食用には問題がなくても発芽能力を失うことがある。インゲンマメは，室温で乾燥貯蔵したものの寿命が約２年と，野菜の種子のなかではやや短命の部類に入る[38-39]。低温で適度な乾燥状態（相対湿度25～30％）で貯蔵するとインゲンマメの種子はこれより長く寿命が保たれる[40]。反対に高温多湿なところで放置すれば寿命は短くなる。一般に寿命が１年程度である台湾でも，北部の台北と南部の屏東でも大きく異なり，屏東の室内に放置したインゲンマメは３カ月で発芽力が急減したという報告もある[41]。Ｉ国のＪ市は低地の高温多湿な地域である。特に温度や湿度を配慮せずに保存していた種子であれば，そう長い寿命は期待できない。即ち，種子の外観で発芽能力を判断できないのであれば，そもそも発芽しにくい状態の種子を入手して実験してしまった可能性がある。「水・空気・適当な温度」という発芽の３条件が満たされていた中で発芽しなかったということは，この実験に用いた種子がもともと発芽力を持っていなかったことを示している。日本国内だと種苗店等で販売されている種子や教材会社から購入したものであれば，低温・乾燥の状態で保存されていたものである。包装にも工夫が施され，採種地，採種日，発芽力，播種期限等

が記されている。従ってこの単元のように発芽の有無を確認する実験の場合では，種子の発芽率に特段の注意を払わないでも良い。しかし，結果論ではあるが回答者の用いた種子の場合，発芽力を保持していたのか否かを事前に確認する必要があったことを意味している。発芽力の差のような量的な比較をする対照実験でなくとも，本来ならば授業前の教材研究の段階で発芽率を調べておく必要があった。それに加えて，理科に関する素養が低いと自覚しており，前述した電磁石に関する実験など，他の実験でも教科書と違う結果が出た場合に，授業者本人の実験方法・指導方法に起因することが多かった経験から，種子に原因があるとは考えられず，回答者本人が実験方法を誤ったと思い込んでしまった可能性がある。簡単な栽培実験であっても必ずしも成功しない時，どのように問題を解決していくのかを知っておくことは授業を進めるための重要な能力だと言える。理学部や農学部の生物系学科の専門教育とは異なり，教員養成段階で教科内容に関する事項を学ぶ際には，このような事象を解決したり回避したりすることや，最適な教材の入手，判別法を身につけておくことを学校教育現場は求めている。さらに，必要に応じて予備実験するなど教材研究のために必要な資質，能力を身につけておくことも，授業実践力を保証する上で重要であると言える。

３．４　新出教材の指導や新しい教育課程について

新しい小学校学習指導要領では，小学校３年生の理科で「風とゴムの働き」という単元が新設された[42]。ここでは，風の強さやゴムのもとに戻ろうとする力（弾性力）を変化させることによって物体の運動の様子に違いがあることを追究する活動を通して，現象の違いを比較する能力を育てることをねらいの一つにしている[43]。これについて，比較的経験豊富な教員は「３年生の『風とゴムの働き』って，５年生の目標である，変化の規則性についての見方や考え方を養う学習の素地になり，条件制御の能力を養うことにもつながる」と認識しており，「条件統一みたいな形で，風っていう１つのものがあって，その働きとして，遠くまで動かすには，結局どういう条件が必要なのかっていうことを学ぶことがねらいであり，３，４年生では事象そのものや自然の中でたくさん体験をしてそこから何かを見つけて，科学的知識の理解へとつなげてくっていうふうな流れを，普段の授業でもよくやっているので本当の理科的な道筋の素地みたいなものがあると，３年生でも本当の理科みたいな授業ができて良い」と評価していた。しかし，別な教員は「移行教材の『風とゴムの働き』は学習内容が結構簡単で，他の単元に比べて易しい気がする」と述べ，「指導要領にも風で物が動くって分かればいいって，そんなの実験しなくても分かるような事が書いてあるので，簡単な，ちょっと考えれば分かるような事を，どうやって楽しく，子どもが飽きないように教えたらいいのか」というところに疑問を感じていた。つまり子ども達にとって難しい学習内容で噛み砕く努力のしがいがありそうなものなら教材研究しやすいが，「風とゴムの働き」については生活経験からすぐに分かりそうな内容であり，あまりにも当たり前すぎる事を学習させる感じがして，噛み砕きにくく，中身が易しすぎるため「どう授業していいかが分からない」というのである。

このように，理科が苦手であっても大人にとって「当たり前だと思っている」ことを教えることを困難に感じ，どう教えていいのかがわからないということは，ともすれば子どもの理解度をよく確認しないまま授業を進めるようなことにもつながる。理科が嫌いな理由の一つとして，「既に知っていることばかりでおもしろくないこと」もあるため[44]，授業実践力を育てる上で，「授業者にとって当たり前のことを，当たり前だと認識していない子どもにどう教えていくのか，当たり前だと思っている子どもにどのような課題を与えるか」について具体的事例をあげながら大学段階で学ばせる必要があることを意味している。

また，新しい学習指導要領に基づく理科の教育課程や学習内容について不満の声も聞かれた。ある回答者は，自分自身が小学生だった頃の教育課程[45]と比較して，自身の経験として小学校５，６年生の頃に，太陽の動きを透明半球に記録していった観察実験を記憶しており，「今まではあんまりつながってないところが多かったなと思っていて。例えば，３年生で，今，日なたと日かげとかの勉強をしていて，そしたら次いつ出てくるか

というと，結局中学まで出てこなかったじゃないですか。小学校３年から，いきなり次は中学３年まで飛んで，ようやくまた自転とか公転が出てくるっていう方が，子ども達にとってはかわいそうな話。」であり，「あの中学年の発達段階で，そういう三次元の捉えをするって凄く難しいから，何回か繰り返しながら，前の学習事項が活きてくるっていうのが多段階あった方が，望ましい」と不満を漏らしていた。

また，授業における教科書の使い方に関連して，「教科書会社の違いによって，同一内容を学習するための実験でも，異なる教材実験器具を使用しなければならないこと」について問題意識を持っている者もいた。観察・実験教材は，目的を達成できるのであれば現有する実験器具に合わせて当該教科書教材をアレンジすればよい。しかし例えば，教科書ではステージ上下式の光学顕微鏡でしかピントの合わせ方の記載がないのに，学校の備品が鏡筒上下式の光学顕微鏡であった場合に，対物レンズとステージとの間隔を一旦ぎりぎりまで狭くした後に徐々に広げていくことでピントを合わせるという本質的な差がないのにもかかわらず，器具の見た目の違いだけで混乱が生じるとのことである。これを予防するには，「両方の顕微鏡」を実際に使用する場を提供するしかない。

また，「なぜこの実験器具でないとダメなのか」というように感じられる器具の例として「気体検知管」を回答した者もいた。気体検知管は６年生の「燃焼の仕組み」単元や「生物と環境」単元で酸素や二酸化炭素を測定・検出する実験器具として例示されている[46]。この回答者は「教科書に書いてあるし，使わざるを得ないところもあるんだけども気体検知管でしかできない実験ではないと思う」と感じていた。しかし，ろうそくを集気瓶中で燃焼させた時や呼吸によって空気中の酸素の全てが消費されたり体内に取り入れられたりしないことを確認することは，単純に二酸化炭素の存在を確かめる石灰水の実験だけでは証明できない。二酸化炭素の生成を定性的に確認するためだけなら気体検知管を使用する意味はあまりないが，定量的な考察まで踏まえたい場合には気体検知管が最も簡便な方法の１つである。代替としてピロガロールを用いた実験[47]なども考えられるが，ピロガロールの取り扱いのほうが注意すべき事項が多い。一方で，小学校の平均的な消耗品費を考えると気体検知管自体が比較的高価であるため，子ども達が操作に失敗した場合を考えると簡単に使用できない[48]。これが「気体検知管を使用する必要性が理解できない」という回答の背景にある。この単元では酸素と二酸化炭素の変化量を調べる必要があるため，気体検知管を使用する意図を十分に理解する機会を提供することが求められる一方，代替生物教材に関する知識と同様に，代替案を提示できるような学校現場の実情に対応や工夫できる教員を養成することも求められていることを示唆している。

４　まとめ

今回の回答者の理科に関する素養の自己分析では，理科を苦手に感じたり嫌いになった理由として，学年が上がるにつれて実験する機会が減ったり，元素記号の暗記や，数式で現象を表現したりしていったことがきっかけとなり，楽しくない授業へ変化したことがあげられた。理科嫌いの理由として「暗記をしなくてはならないという意識」や「考えることの多さ」，実験する機会が減り「活動の楽しさを実感できないこと」から理科学習の意味を見いだせずにいた可能性[44]が各教員の小・中学校時代の経験にも存在していたと推察できる。一方，授業者個人に苦手意識を抱いたため理科が嫌いになるという負のハロー効果が原因となっている者もいた。これは，授業の構成や授業者との人間関係が理科嫌いに関与していることを示唆している。また，自分自身に興味がない領域の指導では教材研究を楽しいと感じられない者もいるが，総じて子ども達は理科が好きで，教材研究のやりがいがある教科であるとも認識していた。

回答者の意見を総合すると，「具体的な実践」を通して学ぶべきであるということに特徴がある。「現場で『すぐに教えろ』って言われた時」への対応策として教員養成段階から「教科書を教えるのではなく教科書で教える」というような抽象論だけで終わるのではなく，教科書教材そのものに触れる機会，子ども達の興味や関心を引き寄せる

ための「面白教材」や教科書教材以外の教材，さらにそれらを有効に活用した授業展開事例などを求める意見が多かった。その一方で，電磁石の実践のように，教材研究や実験指導の前提知識は中学校で学習する程度の内容であるにもかかわらず，「なぜそうなるのか」を理解していなかったり，「実験結果が異なったとき，何が原因で異なったのかが分からない」「どうしてその結果が得られたのか（失敗したのか）が分からない」というような状況も見られた。単純に実践事例だけを学ばせる「即応的な部分」だけではなく，それらの実践事例を通してその教材の背景にある，授業者として理解しておくべき自然科学の知識を深めることも重要である。しかし，理学部の専門教育のように個別科学について深く学ばせるようなことをすると，「授業自体をあまり取らない」といったことや「ものすごく難しいことを学んだことだけは覚えているが，具体的に何を学んだかは覚えていない」ということになる可能性が生じてしまう。「先生（大学教員）の手を離れて，最初の課題設定から，それを確かめる実験を自らが考え，得られた結果から考察し，自分で考えて結論を導くという一連の研究の行為そのもの」を学べたことが教材研究などに有用だと評価された半面，専門教育の内容が「直接的に小学校の理科の授業実践に全く役に立っていない」と評価されたことも，講義を行う大学教員側の認識と講義を受けている学生側との認識の差を示す端的な例だと思われる。これらの問題を改善していくためには，受講学生に実感できるような方法で「実際に行われている理科の授業」との関連を意識させ，小学生レベルの知識を理解させるのではなく，指導者として必要な資質を担保できる科目を大学が提供することが求められる。例えば，物理領域で数式を用いるメリットは「精密化」と「厳格化」（いつでもどこでも成り立つ関係を表すこと）と，様々な法則を互いに関連付けそれらの役割を明確にすることである。そのため，事例や体験を素材として，単純に「数式を用いない授業」を行ったり，「数式を暗記させる授業」を行ったりするのではなく「数式で表す意味をしっかりと考えさせること」[49] とあわせて物理現象について大学生レベルで求められる専門的知識・技能などの深い学びを提供していくことが求められる。

一方で，授業で扱う内容に関する知識が不足している事項への対応だけではなく，「自分自身が学習していた時には苦労していなかったのに，いざ指導するとなると難しい内容」や「当たり前だと思われる，実験しなくてもわかるような簡単そうな内容」についても「どう授業していいのか分からない」ということがあるため，そういった内容へ対応することも求められる。また，現職教員や学校現場を体験する諸活動から学べることがたくさんあり，それを大学で学びたかったという回答も多かった。しかし，それと同時に「目的意識が希薄なままでは意味がない」ことも聞かれた。安易に体験の回数や現職教員からの学びの機会を増やすだけに留まらずに，「それを学ぶ意味」をしっかり理解させる必要が大学に求められていることを意味する。

小学校程度の内容の理科の場合，物理・化学に関しては，方法さえ間違わなければ，再現性の高い実験結果を得られるが，生物・地学は学習を進めていく際に，その地域の環境による影響を考慮しなければならないことが授業実践の際に難しいと感じられていた。生物では目的に合致する代替生物を探すことが必要となり，地学では，観察に最適な場所や実物教材を確保することが困難であるだけに留まらず，教科書に書かれている事実と観測事実との相違をどう結びつけていくのかも重要になってくる。回答者からは「大学で理科に関して学ぶ機会を増やして欲しい」ことや「『大学で』よりも『大学まで』の間に理科が好きになるような授業をやって欲しい」という声があった。子ども達は，一旦理科を嫌いになってしまうと，どんな活動でもネガティブに捉えるようになってしまう可能性もあるため[44]，科目提供の工夫もさることながら，「理科を嫌いになる子ども」を教員が養成してしまい，その子どもが教員となってまた理科を嫌いになる子どもを養成することがないようにする工夫も求められている。観察・実験についての知識技能のみならず理科に関する知識・理解や技能等について，半数を超える小学校の学級担任がその低さを自認しており，その８割以上が「もっと大学で学んでおいたほうが良かった」と思っている現状や，それらが教職経験年数

の短い教員ほど多い傾向が見られること[1]も踏まえると，大学でより一層理科指導の背景となる個別科学など理科授業実践を支える事項に関する学習機会を増やし，それを積極的に（目的意識を持たせて）学ばせることが重要であると言える。また，授業に行き詰まった時には，同僚からの助言を求めることが多いことから，CST 事業のように「理科の授業実践に関して高い専門性を持った」教員を養成していくことも重要であり，特定教科指導に長けた教員を養成し，適切に配置される人事異動上の工夫も同時に求められることを意味している。

小学校３年生の太陽の動きに関する授業実践がうまくできなかった回答者は，２年連続で３年生を担当した。その際，「もうちょっと去年の反省を活かして，うまいことやれば良かったなって凄い感じてます。もうやってしまったけど，なかなか反省点を活かしきれなかった。」という感想を述べた。同僚による教材研究支援のみならず，大学自体も卒業生の授業実践への相談に応えるという短期的な解決策の提供も重要ではあるが，授業者自身の能力と子どもの実態に即した授業をつくる力や改善していく力を身につけることが資質として求められている。さらに授業者自身が反省を活かし，それを次の実践でどう改善していくのかというところまで踏み込んだ教育も大学での教員養成段階に求められていることをこの感想は意味している。

以上のことを踏まえると，大学卒業段階で求められる理科授業実践力を担保するためには，「大学で学ぶ目的をしっかりと持たせる」ことや，「学校現場や現職教員からの学び」から現代的な課題を学ぶ機会と，「理科の学習を構成する知識・理解や技能等」をなるべくたくさん身につけさせることが重要である。その一方で「明日の授業ですぐ使える」ものだけでなく，身の丈にあった形や，子どもの実態，学校をとりまく環境に応じてアレンジしたりできる能力を身につけることも求められる。これを２単位もしくは４単位という最低限の履修科目の中でどのように教員志望学生に具体的に身につけさせていくのかが今後の筆者の課題である。

【謝辞・附記】

調査に際して，Ｊ日本人学校の皆様から多大なる御協力，御支援を賜りました。この場を借りて御礼申し上げます。また，論文のとりまとめに際しまして，琉球大学教育学部理科教育教室の松田伸也教授ならびに杉尾幸司教授，同じく自然環境科学教育教室の立石庸一教授から貴重な御示唆を賜りました。この場を借りて心から感謝申し上げます。

本研究の一部は，科学研究費補助金若手研究(A)「子どもにわかる小学校理科授業に必要な教師の実践力研究－物質・エネルギーを中心に－」(課題番号21683009）の助成事業である。

【文献・注釈】

１）独立行政法人　科学技術振興機構　理科教育支援センター：「平成20年度小学校理科教育実態調査及び中学校理科教師実態調査に関する報告書（改訂版)」，pp.35-40，2009，独立行政法人　科学技術振興機構　理科教育支援センター

２）中央教育審議会：「今後の教員養成・免許制度の在り方について（答申）　Ⅰ．教員養成・免許制度の改革の基本的な考え方　４．教員養成・免許制度の現状と課題」，http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/06071910/005.htm，2006（2009年８月現在）

３）文部科学省：「小学校学習指導要領（平成10年12月）改訂版」，pp.51-61，2004，国立印刷局

４）文部科学省：「小学校学習指導要領」，pp.61-71，2008，東京書籍

５）採択された事業内容の詳細等については http://rikai.jst.go.jp/cst/に掲載されている公募情報を参照のこと（2010年１月現在)。

６）小学校教員養成における理科教育の課題や展望，現状に関しては日本理科教育学会第59回全国大会（宮城大会）でシンポジウムが企画され，具体的なとりくみ事例が発表された。詳細は日本理科教育学会全国大会発表論文集，７，pp.33-37，2009を参照。

７）琉球新報2009年11月27日付朝刊１版34面：

「教員約２千人非正規雇用に　沖教組が小中調べ」
８）実際には，必修科目や優先的に履修すべき科目が同一時間帯に開講されているために事実上特定クラスでしか履修できない状況がある。
９）使用されていた小学校理科教科書は大日本図書のものであった。
10）増田和彦ほか：「平成21，22年度版　新版たのしい理科３年　移行教材　教師用指導書」，pp.８-22，2009，大日本図書
11）増田和彦ほか：「平成21，22年度版　新版たのしい理科４年　移行教材　教師用指導書」，pp.８-22，2009，大日本図書
12）増田和彦ほか：「平成21年度版　新版たのしい理科５年　移行教材　教師用指導書」，pp.８-22，2009，大日本図書
13）増田和彦ほか：「平成21年度版　新版たのしい理科６年　移行教材　教師用指導書」，pp.８-24 2009，大日本図書
14）前掲書４），p.65
15）増田和彦ほか：「新版たのしい理科３　平成21年度移行教材」，pp.８-11，2009，大日本図書
16）前掲書４），pp.62-63
17）文部科学省：小学校学習指導要領解説理科編，pp.30-31，2008，大日本図書
18）江尻有郷ほか：「小学校教員免許科目『理科教育研究』カリキュラムの改善，琉球大学教育学部紀要，55，175-206，1999
19）前掲書４），pp.66-67
20）前掲書17），pp.50-51
21）調査時は移行期間のため，平成10年改訂の学習指導要領に準拠した内容の教科書（平成16年２月検定済）が使用された。
22）三浦登ほか：「新編新しい理科５上」，pp.26-31，2005，東京書籍
23）新編新しい理科編集委員会，東京書籍株式会社編集部：「平成21年度用補助教材　新編新しい理科５　21プラス」，pp.２-５，2009，東京書籍
24）戸田盛和ほか：「新版たのしい理科５上」，38-47，2005，大日本図書
25）増田和彦ほか：「新版たのしい理科５　平成21年度版移行教材」，pp.１-３，2009，大日本図書
26）日高敏隆ほか：「みんなと学ぶ小学校理科５年」，p.30，pp.32-33，pp.36-39，2005，学校図書
27）学校図書株式会社：「みんなと学ぶ小学校理科５年　平成21年度用補助教材」，pp.２-３，2009，学校図書
28）養老孟司ほか：「小学理科５上」，pp.36-45，2005，教育出版
29）教育出版株式会社編集局：「小学理科５　平成21年度用補助教材」，pp.１-３，2009，教育出版
30）掛川一夫：「楽しい理科５年上」，pp.34-38，2005，信濃教育会出版部
31）癸生川武次：「楽しい理科５年　平成21年度用補助教材」，pp.１-４，2009，信濃教育会出版部
32）大隈良典ほか：「わくわく理科５上」，pp.16-23，2005，振興出版社啓林館
33）大隈良典ほか：「わくわく理科５上　平成21年度用補助教材」，pp.２-３，2009，振興出版社啓林館
34）前掲書24），pp.４-17
35）津幡道夫ほか：「新版たのしい理科５上　教科書解説　本編」，p.64，2005，大日本図書
36）大隈良典ほか：「わくわく理科５上　指導書第二部詳説研究編」，p.35，2005，振興出版社啓林館
37）信濃教育会：「楽しい理科５年上　教師用指導書」，p.91，2005，信濃教育会出版部
38）近藤萬太郎：「日本農林種子学 前編」，pp.184-194，1933，養賢堂
39）鈴木芳夫：「インゲン＝生育のステージと生理，生態」，野菜園芸大百科６ カボチャ・エンドウ・インゲン・ソラマメ・エダマメ・その他のマメ類，pp. 276-362，1989，農山漁村文化協会
40）Nakamura, S.：“The most appropriated moisture content of seeds for their long life span”, *Seed Sci. Technol.*, 3, 747-759, 1975
41）安田貞雄：「種子生産学」，pp.276-283，1948，

養賢堂
42) 前掲書４), p.61
43) 前掲書17), p.23
44) 角谷詩織：「理科の好き嫌いと理由の構造～小学５年生から中学３年生を対象に～」, お茶の水大学人文科学紀要, 57, 269-285, 2004
45) この回答者は「低学年理科」を履修した世代であり，昭和43年（1968年）か昭和52年（1977年）に告示された小学校学習指導要領に基づく教育課程で履修したと思われる。
46) 前掲書17), pp.56-57, pp.60-62
47) 例えば，栗田一良ほか：「新版　中学理科２分野上」, p.99, p.103, 1993, 教育出版にはキンギョの呼吸によって水に溶け込んでいる酸素の量が変化することを確かめる実験が掲載されている。
48) 前掲書１) p.27によれば児童１人あたりの平均消耗品費は316円である。酸素の検知管は５本で2000円程度，二酸化炭素は10本で1500円程度であることを踏まえると，この金額では酸素の検知管を１人１本ずつ使用させると，それ以外の消耗品はほとんど購入できないことを意味する。
49) 左巻健男編著：「授業づくりのための理科教育法」, pp.88-91, 2004, 東京書籍