

教員養成系学部における高大接続プログラムの開発
とその実践：
高校生による小中学校理科教材研究と模擬授業：
粒子領域を例として

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-04-02 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 浅原, 雅浩, 清水, 脩平, 西沢, 徹, 山本, 博文, 三好, 雅也, 栗原, 一嘉 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10098/10397

教員養成系学部における高大接続プログラムの開発とその実践 — 高校生による小中学校理科教材研究と模擬授業：粒子領域を例として —

福井大学教育学部 浅 原 雅 浩
福井大学大学院教育学研究科 清 水 脩 平
福井大学教育学部 西 沢 徹
福井大学教育学部 山 本 博 文
福井大学教育学部 三 好 雅 也
福井大学教育学部 栗 原 一 嘉

平成29年8月に福井県における高大接続課題探求型プロジェクトが福井県教育委員会により企画実施された。我々は、教員養成系学部のプロジェクトとして、小中学校理科教員養成課程の一端を体験するための2日間プログラムを開発し参画した。本プログラムには、県内4高等学校から11名の参加希望者があり、実施初日集合後に、粒子、生命、地球領域に分かれて小中学校の理科教材研究から始め、20～30分間の実験を主体とした授業開発を行い、それぞれ略案を作成した上で、他領域を選択した参加者を生徒役とした模擬授業までを行ってもらった。更に、体験終了後、参加者アンケートを行い、本プログラムの効果について考察した。

キーワード：小学校理科，中学校理科，高大接続，教材研究，模擬授業

1. はじめに

平成28年3月に高大接続システム改革会議において「最終報告」¹⁾が取りまとめられた。高大接続システム改革とは、高等学校教育改革、大学教育改革、及び大学入学選抜改革をシステムとして、一貫した理念の下、一体的に行う改革である。高校教育改革では、その教育を通じて、一人一人の生徒の進路に応じた多様な可能性を伸ばし、その後の高等教育機関での学修や社会での活動等へと接続させていくことが必要であると述べられている。高校生の進路選択のための情報提供となる高大接続を意識したプログラム開発も今後の課題である。

また、平成29年3月公示小・中学校学習指導要領²⁾全体を貫く理念の1つとして、「主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善」が掲げられている。小学校では、「各教科等において身に付けた知識及び技能を活用したり、思考力、判断力、表現力等や学びに向かう力、人間性等を発揮させたりして、学習の対象となる物事を捉え思考することにより、各教科等の特質に応じた物事を捉える視点や考え方が鍛えられていくことに留意し、児童が各教科等の特質に応じた見方・考え方を働かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かう過程を重視した学習の充実を図ること」が求められている。

これらの教育を担う教員養成が求められると同時に、これらの教育を担える小中学校教員を目指す高校生の

キャリア教育の重要性も増してきている。高校生の職業的（進路）発達の段階としては、「現実的探索・試行と社会的移行準備の時期」とされており、その発達段階において達成すべき課題として、次の4点が挙げられている³⁾。

- ① 自己理解の深化と自己受容
- ② 選択基準としての職業観・勤労観の確立
- ③ 将来設計の立案と社会的移行の準備
- ④ 進路の現実吟味と試行的参加

ここで示されたキャリア教育の視点も踏まえ、福井プレカレッジ事業に、理科教育コースとして参画し、教員養成系学部が企画する高大接続プログラムを開発し、実践したので報告する。

2. 福井プレカレッジ事業について

本事業は、産学連携をキーワードとして実施された平成28年度福井プレカレッジに続き、平成29（2017）年度が2回目となる。福井県教育委員会が高校2年生を対象として主催し、本学が関係する部分については、本学アドミッションセンターの協力の下、企画運営されたものである。今年度は、「学」の部分のみで構成されている。

今回、福井県教育委員会が設定した高校生が受講する際の主な目的は、①大学において、研究者によるゼミを受講し、大学における研究を体験することにより、大学の学びへの興味関心を高揚し進学目標を明確にすること、②この機会を通じて、大学における研究がどのようなものか積極的に学び、理解を深め、各高校での学び、

探究活動に繋げてもらうことである。

一方、協力するアドミッションセンターが設定した目的は、①高大接続を意識し、課題探究的な取り組みを行う素養を身につけること、②大学での教育研究の一端を体験してもらい、福井大学についてより深く知ってもらうことである。

平成29年6月頃、アドミッションセンター教員より、教育学部の理科教育担当教員グループ（窓口教員は、第一著者）に対し、上記の背景に関する説明とともに、教

員養成系講座の開設依頼があった。検討の結果、将来教員となった際に行う「教材研究」にスポットを当てた課題探究型プログラムを立案し、福井プレカレッジ事業に参加することとした。

福井プレカレッジ事業全体としては、2日間の課題探究的なコースとして、福井大学から8コース、福井県立大学から2コースが準備され、県内の4つの高等学校を対象として参加希望者の募集が行われることになった。それぞれについては、表1の通りである。

表1 福井プレカレッジとしての企画一覧：担当・テーマ・実施日

大学	学部等	コース	テーマ	実施日
福井大学	工学部	機械・システム工学科	マイコンを利用すると何ができる ～自立移動型ロボットの制御～	8/11 (金祝) 8/12(土)
		電気電子情報工学科	コンピュータを使った音声・音楽情報処理	
		建築・都市環境工学科	都市の公共空間デザイン～身近な道路と公園について考えよう！～	
		応用物理学科	物理を微積分形式で学ぶ	
	教育学部	理科教育	小中学校理科の新しい観察・実験を開発しよう	
	国際地域学部	まちづくり分野	まちなか観光企画立案プロジェクト	
		経済・経営分野	企業の戦略を考える	
	アドミッションセンター(人文系)	歴史	第二次大戦時のドイツの学校教育 どんな授業時間割だったのだろうか？	
福井県立大学	生物資源学部	バイオテクノロジー	食を支えるバイオテクノロジー	8/12(土) 8/19(土)
	経済学部	経済・経営	ゲームで学ぶ：FMマネジメント(公共施設の再配置)を学ぶ・マーケティングを学ぶ	

3. 福井プレカレッジにおける理科コースの概要

3-1. コースの募集テーマと広報用の概要

テーマは、「小中学校理科の新しい観察・実験を開発しよう」とした(表1)。「小学校理科の授業をつくる」または「中学校理科の授業をつくる」ことを目的とした研究という視点でのテーマ設定である。高校2年生を募集する際の概要の説明文は、次の通りである。開発を試みる観察・実験の内容は、彼ら自身がおおよそ2～6年前に児童・生徒として実体験したものである。

エネルギー(物理)・粒子(化学)・生命(生物)・地球(地学)の4領域に分かれて、チームで、小中学校理科の観察・実験を開発し、その内容を活用した模擬授業を行ってもらいます。

開発内容として、振り子の運動(小学校)・力と圧力(中学校)・電流(中学校)・水溶液の性質(小中学校)・物の燃え方と酸化(小中学校)・魚のたんじょう(小学校)・魚の食べ物および生物と細胞(小中学校)・遺伝の規則性と遺伝子(中学校)・大地のつくりと変化(小学校)・大地の変化(中学校)のうち、1項目を選択してもらいます。

小中学校理科の中で4領域に関して、2日間の研究開発で、観察・実験の指導ができるところまでを体験する

内容としてふさわしい単元を提案した。それぞれの領域を選択した複数人でチームを組み、現在の教科書の検討と確認、教材研究、観察・実験の開発(工夫)、簡易版学習指導案の作成、他の参加者を児童・生徒に見立てた模擬授業までを一繋ぎりの講座である。

3-2. 4領域の教材研究の対象とする校種、学年、単元、およびその内容

事前に計画した、それぞれの領域での主な教材研究の対象と内容は次の通りである。なお、平成20年度公示小・中学校学習指導要領⁴⁾の記載と関連付けて示す。

(1) エネルギー(物理)領域

3つの簡単な実験を通して、物理の基礎概念を理解する観察・実験を開発する。

- ① 小学校5年A物質・エネルギー(1)振り子の運動：振り子の等時性を実験的に確認しながら、自由落下との深い関係性を考える。質量と重さの概念の違いについて議論する。発展的な内容として、重力加速度について考える。
- ② 中学校1年〔第1分野〕(1)身近な物理現象 イ 力と圧力(イ)圧力：物体の運動を通して、見えない力を概念的に理解する。力を面積で割る圧力の概念について、圧力を関係する実験を観察して、概念の有用性

を理解する。

- ③ 中学校2年〔第1分野〕(3)電流とその利用 ア 電流 (エ) 静電気と電流：導線の中を流れる、目に見えない電流について、放電現象を観察することにより可視化する。実験を通して、電荷の流れが電流であることを理解する。圧力概念の類推から、電圧の概念を理解する。

(2) 粒子(化学)領域

小学校でも中学校でも取り上げられ、かつ身の回りの材料を用いた実験教材の開発が可能な2つの内容に関して取り上げ、化学変化の理解につながる化学実験の開発または改良（工夫）に挑戦してもらう。

- ① 小学校6年A物質・エネルギー(2)水溶液の性質、または中学校3年〔第1分野〕(6)化学変化とイオン イ 酸・アルカリとイオン(ア)酸・アルカリおよび(イ)中和と塩：セルプレートと身の回りにある酸性・アルカリ性を示す物質や酸性やアルカリ性の度合いを色で判断できる物質を使用する新しい実験方法を工夫する。
- ② 小学校6年A物質・エネルギー(1)燃焼の仕組み、または中学校2年〔第1分野〕(4)化学変化と原子・分子 イ 化学変化(イ)酸化と還元：物が燃えるに着目し、燃焼の3要素を体験的に学ぶ教材開発を行う。

(3) 生命(生物)領域

小学校から中学校理科につながる「生命の連続性」に関連する単元に焦点を当て、「メダカ」を活用した観察型実習教材を開発する。

- ① 小学校5年B生命・地球(2)動物の誕生：メダカの受精卵と孵化直後の稚魚の観察を行い、生命に対する尊厳や生き物に対する愛護の心を育む。
- ② 小学校5年B生命・地球(2)動物の誕生および中学校2年〔第2分野〕(3)動物の生活と生物の変遷 ア 生物と細胞：植物プランクトンや動物プランクトンの観察から、一つの細胞からなる単細胞生物や、複数の細胞からなる多細胞生物がいることを捉え、生物の基本単位としての細胞のつくりについての理解を深める。
- ③ 中学校3年〔第2分野〕(5)生命の連続性 イ 遺伝の規則性と遺伝子：クロメダカとヒメダカの交配によって得られた受精卵の観察を行い、親の形質が子に伝わる時の規則性を見いだす。

(4) 地球(地学)領域

地層のでき方、地形のでき方が観察できる実験装置を開発する。この実験を通して、山で削られたレキや砂は、どのような所で堆積し、地層を作るのか、また、地形はどのようにしてできるのかを観察し、理解したい。

- ① 小学校6年B生命・地球(4)大地のつくりと変化：地層はどのようにしてできるか。
- ② 中学校1年〔第2分野〕(2)大地の変化：地層から読み取る大地の変化。
- なお、当日は、小学校5年B生命・地球(3)流水の働き

に「大地のつくりと変化」の内容を組み合わせた「扇状地形成実験装置」の開発を目指した。

3-3. 募集の結果

福井プレカレッジ事業として、上記3-1.の概要にて福井県教育委員会が募集したところ、募集した4高等学校から、それぞれ2～3名ずつ応募があり、合計11名が理科教育コースを希望した。

4. 福井プレカレッジ（理科教育コース）のプログラム

4-1. 日程と会場

福井大学が担当する本事業の日程は、2017年8月11日（金祝）－12日（土）であり、高校生の夏休み期間中かつ、福井大学の前期試験終了後に、2日間の連続講座として設定された。2日間とも、朝9:00～16:30までの全コース統一の時間帯で計画された。

また、大学を体験することが目的の一つとされているため、各コースを担当する学部・学科等が学生教育で使用している講義室や実験室等を会場として実施された。理科教育コースは、文京キャンパス総合研究棟Ⅰの12階化学大実験室、11階地学大実験室、9階生物大実験室、8階物理大実験室を中心に実施した。

4-2. 理科教育コースの2日間プログラムの設計

理科教育コースの2日間プログラムの詳細は、表2の通りである。基本コンセプトは、「教員養成の授業と研究を体験できかつ、課題探究的な内容を含むこと」であっ

表2 理科教育コースの2日間プログラム

○ 8月11日(金祝)	
9:00～	全体ガイダンス・自己紹介 開発内容ガイダンスと希望領域分け エネルギー・粒子・生命・地球（各5分）
9:30～	4領域に分かれて、講義または実習1
12:00～	昼食休憩
13:00～	4領域に分かれて、講義または実習2
14:30～	休憩
14:40～	4領域に分かれて、講義または実習3
16:00～	4領域それぞれにて、まとめと帰り支度
16:30	1日目解散
○ 8月12日(土)	
9:10～	4領域に分かれて、講義または実習4 （途中、適宜休憩）
12:00～	昼食休憩
13:00～	模擬授業のリハーサル
14:00～	模擬授業1（生命領域）
14:20～	休憩・11階へ移動
14:25～	模擬授業2（地球領域）
14:50～	休憩・12階へ移動
15:00～	模擬授業3（粒子領域）
15:30～	まとめ・省察・アンケート・集合写真撮影
16:20	理科教育コース終了・解散

たため、小学校または中学校のある単元の教材研究から始まり、指導案を作成し、模擬授業とその省察までを行うことを盛り込んだ。更に、各領域の指導は、主に、大学院生に担ってもらい、院生のための小学校または中学校教材開発と指導および高校生に対するキャリア教育の実践の場とした。加えて、高校生に年齢の近い学生が指導することにより、高校生と大学の距離感が縮まることも期待した。

企画段階では、1コース当たり20名程度の参加者が見込まれており、4領域にそれぞれ4～6名程度の参加者があることを前提に、4領域全ての模擬授業を計画していた。しかしながら、当日の参加者が、10名であったため、初日の9:20～の4領域の実施内容のガイダンスの後、参加者の希望を優先することとした。2名以上での希望者のあった粒子領域、生命領域および地球領域のみ2日目の講座を開講することとした。その結果、模擬授業は3授業となった。

4-3. 本プログラム用学習指導案フォーマットの作成

本プログラムのゴールは、模擬授業である。そのための学習指導案（実験指導案と呼ぶべきかもしれない）を作成してもらうこととした。フォーマットを図1に示す。

1領域当たり20～25分程度の観察・実験を主体とする指導案を作成してもらうためのものである。一般的な略案をイメージしつつ、「1つの観察・実験の指導を行うことができればよい」という共通認識のもと作成するためのフォーマットとした。

初めて出会うメンバーで、1つの授業づくり（プロジェクト）を行ってもらうことを念頭に、まずは、メンバーが打ち解けるための仕掛けとして、自己紹介を行いつつ、授業者のチーム名を考えてもらうことを計画し、授業者の氏名とそのチーム名を記載する欄を設けた。

次に、小学校および中学校理科の教科書の内容等を確認した後、ある目的を持って教材研究を進めてもらうた

め、「題材名（開発した実験・観察のタイトル）」の欄を設けた。場合によっては、2日間の試行錯誤の末に、決定する欄かも知れない。

授業を行うことを目的としているため、その内容を実践する意味を考えてもらうため、「対象の校種と学年」「教科書の単元名」、そして、「目標」も合わせて記載してもらっている。

「展開」の欄は、高校生には、シナリオと読み替えてもらった方が、馴染みがあり、分かりやすいのかもしれない。ここでは、敢えて、学習指導案のスタイルを貫き、小中学校教員として、授業を行うという前提に立った指導案の作成に臨んでもらうこととした。

受講者は、2日目のリハーサルの日までに作成し、そこで、最終確認したものを、模擬授業の時間に全員に配布することとした。

5. 粒子領域を例とした実施事例

当日のプレカレッジは、3領域に分かれて行った（表2）ため、ここでは、粒子領域の実践内容を紹介することにより、全体の動きと流れを示す。但し、以下に示す教材の買い出しは、粒子領域独自の取り組みである。

5-1. 全体活動：11日の集合から9時30分まで

理科教育コースを選択した高校生10名、大学教員7名およびTA（大学院生）4名が、総合研究棟Ⅰの12階化学大実験室に集合した。全体の流れ、これから4領域の話を聞いてから、各自が2日間所属する領域を決めること、教材研究を行い、その内容を活用する指導案を作成し、それに基づいて、他の参加者メンバーを児童・生徒に見立てて模擬授業を行うことなどを説明した後、高校生、教員、大学院生全員が簡単な自己紹介を行った。

引き続き、4領域を担当する教員が、それぞれの領域で行う予定の内容について、5分程度で、口頭のみあるいは、A4版資料等を用いながら説明した。一部の領域については、募集内容決定からの約1ヶ月間に、予備実験等を行った結果、開発単元を絞ったことや、主たる単元に関連する単元へ変更したことを、この場で説明した。

その後、希望を取り、9時30分以降は、粒子領域2名、生命領域4名、地球領域4名（2日目に欠席者があり、最終的には3名）に分かれて実施することとなった。

5-2. 領域活動：11日の午前中～12日の14時まで

11日の9時30分以降～12日の14時までは、領域ごとの活動となるため、昼食を1時間取ること、適宜休憩時間を入れること、16時30分に帰りのバスが発券するため、遅くとも16時20分までには実験室を出ることの3点のみ守れば、各領域で自由に日程を決めて行ってよいこととした。

粒子領域は、2日間の流れを概ね以下に示す①～⑤として実施した。

理科学習指導案		
授業者（チーム名）： _____		
題材名（開発した実験・観察のタイトル）： _____		
対象の校種と学年： _____		
教科書の単元名： _____		
目標： _____		

展開（20～25分）		
展開	学習活動	指導上の留意点

（注）概ね、全体で A4 版 1 ページ以内とする

図1 本プログラム用学習指導案フォーマット

- ① 小学校理科の教科書実験の確認（実技）
- ② 必要となる教材集め（買い出しが中心）と内容の焦点化
- ③ 集めた教材を用いた実験の組み立て（教材研究）
- ④ 予備実験と指導案の作成
- ⑤ 模擬授業のリハーサルと指導案の修正

①～③の途中までを11日に行い、残りを12日の14時までに終わるように構成した。

5-2-1. ① 小中学校理科の教科書実験の確認（実技）（11日9:30～12:00）

募集では、小中学校に共通する内容のある単元として、「水溶液の性質」と「物の燃え方」の2つの単元を挙げていた。しかしながら、事前に、教員とTA（修士課程2年）で再検討した結果、当日の対応として、2つの単元に関して比較した上で、模擬授業までの準備を進めることは時間的に難しいことが予想された。このため、「水溶液の性質」に絞って、教科書に記載された実験がスムーズに体験できるように準備し、粒子領域を希望した2名に現在の小学校6年生理科の教科書に記載されている実験を追体験してもらった。このパートの指導は、TA（大学院生）が担当した。この時間に行った実験内容は次の(a)～(f)の通りである。

- (a) 水溶液の違いを調べよう（におい・蒸発など）
- (b) 水溶液には、気体が溶けているものがあるのか（ CO_2 を水に溶かす）
- (c) 水溶液の仲間分け（中学3年の酸・アルカリと併せて実施）（紫キャベツ液・BTB溶液・リトマス紙・万能pH試験紙を使用）
- (d) 金属に塩酸を注ぐとどうなるか（気体の発生）
- (e) 溶けた金属は取り出せるか（蒸発皿の使用）
- (f) 安全教育とセルプレートを活用事例紹介

高校2年生にとっては、小学校を卒業してから約5年ぶりの実験内容であり、一つ一つの操作と内容を確認すると同時に、楽しみながら行っていた。

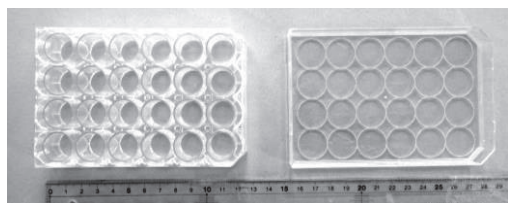


図2 24ウェルセルプレートとそのフタ

今回の粒子領域を選択した高校生のミッションは、教科書に掲載されている内容のどこかを、自分たちの開発した内容に置き換えることである。このミッションでは、余りにも範囲が広いため、(1)セルプレートという実験器具（図2）を導入した実験⁵⁻⁷⁾を開発すること、および、(2)スーパーマーケット等で入手可能な身の回りの素材を用いることの2点をクリアした教材（授業）開発とい

う点をミッションに加えることとした。

5-2-2. ② 必要となる教材集め（買い出しが中心）と内容の焦点化（11日13:00～14:45（移動時間を含む））

当初の計画では、①小中学校理科の教科書実験の確認（実技）を受け、小中学校理科の教科書の内容を再検討し、模擬授業を作る単元をおおよそ決定した後、教材を求めて、買い出しに行く予定であった。しかしながら、時間の関係上、午前中のSessionでは、小中学校の実験内容を体験するところまでしか進まなかった。このため、高校生にとっては、近隣のスーパーマーケットで、模擬授業の構想を考えながらの買い出しとなった。スーパーマーケット到着後、高校生2名で自由に調査してもらい、約50分後に集合し、材料として購入する物品を決定し、入手した。2名と一緒に購入した物品は、図3の通りである。



図3 購入した身の回りの水溶液と色素源

図3の左上から、寒天、ゼラチン、炭酸水、食酢、牛乳、ぶどうジュース、トイレ洗浄剤（アルカリ性・漂白剤）、化粧水、オレンジジュース、ブルーベリージャム、レッドキャベツである。ぶどうジュース、ブルーベリージャム、レッドキャベツ、およびアイシングパウダー（紫：製菓材料）については、色素源としても期待して購入した。アイシングパウダーは、紫い色素入りのパウダーであり、水を混ぜるだけで簡単に固さを調節できる甘味材料である。ペースト状の新規指示薬となる可能性があり、教材化可能な材料と期待した。

高校生からは、「こんなに商品の裏面に記載されている成分や内容に関する表示を、詳しく見ながら商品を購入したことは初めてです。」という発言もあり、理科の教材研究の一端が、日頃からの教材探しにもあることを示すことできたのではないかと考えている。

企画段階では、pHの大小により、色が変わる身近な材料（指示薬となる色素源）を見つけてもらい、身の回りの水溶液を、見つけた色素（指示薬）を用いて、酸性・アルカリ性を調べる実験提案してもらうところに誘導できればと考えていた。

実際には、この教材探しのパートを通じて、身の回りの水溶液の液性を調べる活動を再検討した内容で指導案をつくり、模擬授業を行うことで、2名の心が決まっていたようである。

5-2-3. ③ 集めた教材を用いた実験の組み立て（教材研究）（11日14:45～16:00）

まずは、購入してきた物品の中から酸性・中性・アルカリ性を調べるための指示薬となる試薬の調製を開始した。

① レッドキャベツ色素液（以下、紫キャベツ液と記載）の準備：「身の回りにあるもの」で水溶液の液性を調べる指示薬として小学校・中学校いずれの教科書にも紹介されている。レッドキャベツを千切りとし、保冷パックに詰め、冷凍した。凝固した細胞内の水が細胞壁を破壊するため、解凍した後、パックの上から軽く絞るのみで、天然の濃い紫キャベツ液（指示薬）が準備できた。

② アイシングパウダーパープルの教材化：袋にある説明の通りに、紫イモパウダー入りのアイシングパウダーに水を加え、ペースト状に調整した。このペーストは、水溶液を滴下すると紫キャベツ液と同様の高レスポンスな色変化を示すことが分かった。更に、粘性が高く、パレットのような平らな道具の上でも使用可能であり、セルプレートのフタを利用したマイクロスケール実験用教材としての活用可能性を見出した。

③ 実験時間短縮のための方策（点眼びんの活用）：炭酸水などの時間経過とともにpHが変化するものを除き、購入した試料をすべて点眼びん（図4）に移した。この際、点眼びんの形状は同じであるが、キャップの色は複数あるため、準備するサンプルの液性（酸性・中性・アルカリ性）や指示薬など、関連性を考慮しながら、異なるキャップ色の点眼びんに詰めていく工夫を凝らした。



図4

高校生にとっては、これまでに、多人数に対する実験を準備するという経験が少ないあるいは無かったため、準備の大切さと大変さ、正確には、実験を行う児童・生徒側に立った準備の大切さと教師が使える時間の中での準備の大切さ（忙しさ）を実感していたようである。

5-2-4. 大学施設の見学と帰宅準備（11日16:00～16:20）

第1日目の活動は予定通り16:00を目処に終了し、荷物を取りまとめた後、教育学部化学教室の施設見学を行った。大学（AOセンター）の目的の一つに、福井大学のことを知ってもらうというものがあるため、福井大学の教員養成における理科教育（化学）の教育を受ける場を紹介した。理科教育研究の一端は、2日間のプログラムで一通り体験してもらえらるため、この時間は、施設の紹介を中心に行った。

5-2-5. ④ 予備実験と指導案の作成（12日9:00～12:00）

2日目は、初日に用意した教材を活用して実際に実験を行い、授業での展開について確認しながら、アイディアを具体化していった。予備実験を通じて、分かったこと、気づいたことは、次の通りである。

- (a) 色の濃い試料（例えば、ぶどうジュース）の場合、指示薬の色変化がわかりにくい。
- (b) 多数水溶液の液性を調べるための身の回りの水溶液を購入したが、弱酸性のものが大半を占めている。
- (c) 今回購入した洗剤（トイレクリーナー）は、漂白作用のあるものであったため、指示薬の色が消失し、液性を調べるできない。
- (d) 炭酸水は、開封直後と暫く時間経過した後では、水溶液の液性（pH）が変化する。

予備実験を通じて、高校生は、「予備実験を行うことで、初めて気づくことが多数あること」を、身をもって学んだ。また、予備実験結果(d)より、「この液性の変化を利用して、授業で児童・生徒間の対話的な学びを生み出せたら面白い」と考えた。そこで、高校生たちは、開封直後の炭酸水入りの点眼びんと事前に二酸化炭素を抜いた炭酸水入りの点眼びんを準備した。

次に、セルプレート（図2）で行う実験を分かりやすくするための、実験手順シート（図5）、ワークシート（図

実験用シート

	食酢	オレンジジュース	炭酸水	牛乳	重曹
リトマス(赤)					
リトマス(青)					
万能pH試験紙					
紫イモペースト					
紫キャベツ					
BTB溶液					

使用
し
な
い

実験の進め方

- ① リトマス紙(赤)(青)をちぎって、枠に並べる。
- ② 万能pH試験紙を枠に並べる。
- ③ 紫イモペーストを、木のへらの先分くらいを取って、枠に並べる。
- ④ 縦の列に、上からBTB溶液の列まで、決められた水溶液を点眼びんから1, 2滴ずつ入れていく。
- ⑤ 紫イモペーストと水溶液を木のへらでよく混ぜる。
- ⑥ 上のプレートの実験結果をワークシートに記入。
- ⑦ 紫キャベツ液を1, 2滴入れて観察し、その結果をワークシートに記入。
- ⑧ BTB溶液を1, 2滴入れて観察し、その結果をワークシートに記入。
- ⑨ 班で結果を共有する。
- ⑩ 全ての結果を見本と見比べて、pHと判定をワークシートに記入。
- ⑪ 結果から、「分かったこと」を記入。

実験用シート

	レモン	レモン炭酸水	化粧水	炭酸水	洗剤
リトマス(赤)					
リトマス(青)					
万能pH試験紙					
紫イモペースト					
紫キャベツ					
BTB溶液					

使用
し
な
い

図5 実験手順シート

6)、液性を判別するための色見本の作成 (図7)、そして、これらを統合し、実験器具と点眼びん等の試薬をひとまとめにした実験キット (図8) の準備を順次行っていた。

ワークシート

身近な水溶液の性質を調べよう!!

	食酢	オレンジジュース	炭酸水	牛乳	重曹	レモン	レモン炭酸水	化粧水	炭酸水	洗剤
リトマス(赤)										
リトマス(青)										
万能pH試験紙										
紫いもペースト										
紫キャベツ										
BTB溶液										
pH										
判定										

【分かったこと】

【諸注意】

- ① 枠内に変化した後の色を書く。
- ② pHの枠には、数字を書く。
- ③ 「判定」の枠には、酸性・中性・アルカリ性のどれかを記入。
- ④ 【分かったこと】の欄にまとめる。

図6 ワークシート

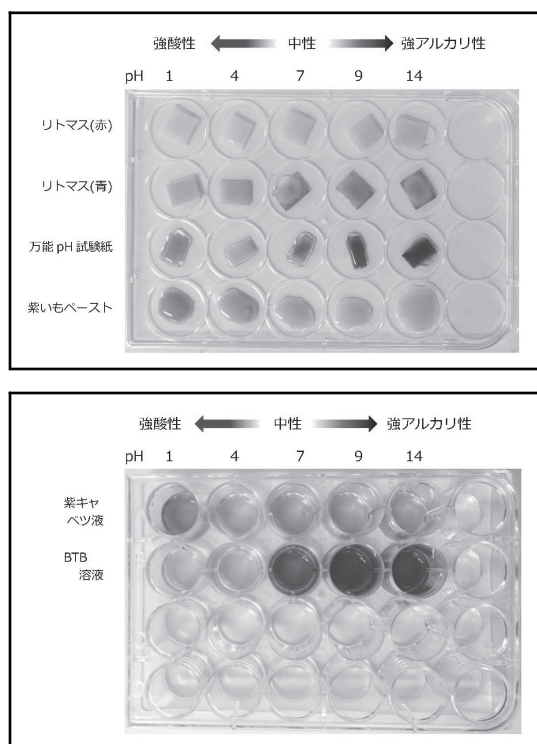


図7 液性を判別するための色見本

表3 図7に示した色見本のおおよその色

指示薬 \ pH	1	4	7	9	14
リトマス (赤)	赤	赤	赤	青	青
リトマス (青)	赤	赤	青紫	青	青
万能pH試験紙	橙	黄	緑	青	紺
紫いもペースト	赤紫	紫	紫	紫	緑
紫キャベツ	赤紫	淡赤紫	紫	青紫	黄緑
BTB溶液	黄	黄	緑	青	青

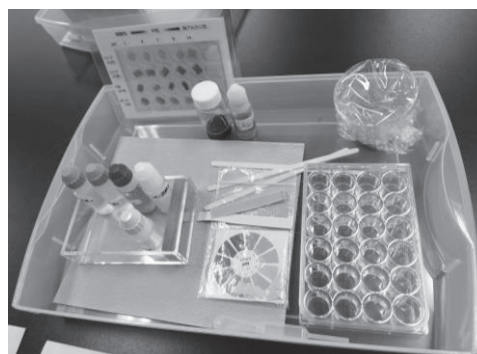


図8 実験キット

実験手順シート (図5) では、シートにセルプレート大の置き場をつくり、どの試薬をどの位置に投入すればよいか、一目で分かる工夫を行った。また、セルプレート置き場の横のスペースに、実験手順の説明書を配置し、1枚のシートにまとめた。

ワークシート (図6) では、2つの実験シートの結果を1つにまとめる表を作成し、実験結果を一目で比較できる様式とした。

液性を判別するための色見本 (図7) の作成では、どの指示薬を用いて実験を行うと、どんな液性であれば、どんな色変化を示すのかを一目で分かるようにラミネートカード化した。ラミネートカード化することで、色見本が繰り返し使用できる。また、実験台の上の状況や実験操作の関係上生じる可能性のある水溶液による濡れに対する耐久性も向上する。表3に色見本の色を示した。

これら開発および工夫した教材を併せて実験キット (図8) とし、模擬授業のための指導案 (図1) 作成に取り組んだ。この場面では、TAを務めた院生が、以前教育実習で作成した学習指導案と平成20年3月公示小学校および中学校学習指導要領⁴⁾を示して、指導案の書き方を説明した後、開始した。この際、高校生は、実験中の安全管理の徹底や実験結果を共有する場面での児童生徒役の発言内容 (理由も答えさせる等) への指示を加えることにより、言語活動を活発化させるなど、実際の授業展開を考慮しながら、より具体的な指導案となるよう短時間ではあるが、検討を重ねた。

5-2-6. ⑤ 模擬授業のリハーサルと指導案の修正 (12日 13:00 ~ 14:00)

昼食後、午前中までに作成した学習指導案をもとに、実際に作成した実験キットを使用しながら模擬授業のリハーサルを進めた。時間ぎりぎりまで、指導案の修正や実験の進め方の指導方法など確認しながら進めて行った。全体的に駆け足であり、もっと時間があれば、もっと検討できたと高校生も感じているようであったが、全体活動 (模擬授業) の開始時間となったため、総合研究棟 I 12階化学大実験室の実験台上に、粒子分野の模擬授業の準備を行った後、最初の模擬授業会場である9階

生物大実験室へ移動した。

5-3. 全体活動：12日の14時から15時30分まで

表2に示したとおり、14時から約20～30分の模擬授業を3クール行った。領域活動は、それぞれ生物大実験室（生命）、地学大実験室（地球）、化学大実験室（粒子）で行ったので、各会場での模擬授業が直ぐに始められるように14:00までに会場ごとに模擬授業の準備を終わらせ、14時までに生物大実験室に集合した。この後、高校生は、会場を移動しつつ、3つの模擬授業を行った。自分たちで授業開発を行っていない領域の模擬授業では、児童生徒役となった。

開発した授業（実験）の内容は、どの領域も小学校理科から中学校理科を見通した内容であり、それぞれの領域において、高校生とTAおよび大学教員の協働による工夫の見られる内容であった。

6. 結果と考察

今回の取り組みの最終場面で、著者が作成したアンケート（以下、アンケートAと略記）と福井県教育委員会が作成したアンケート（以下、アンケートBと略記）の2種類のアンケートを実施した。これらの内容を分析することにより、今回の取り組みを評価する。

いずれも最終日の終わりに実施した。2日間の行程全てに出席した高校生9名から回答が得られた。結果として、3つの高校からの参加者は、2年生それぞれ3名であり、男子5名、女子4名であった。なお、1日目のみの参加者がもう1名あったが、アンケートへの回答は得られていない。

6-1. アンケートAの結果

アンケートAの主な結果は、以下の通りである。

【受講前】では、高い関心があった場合を「評価5」、ほとんど関心がなかった場合を「評価1」として回答してもらい、【受講後】は、高い関心が持てた場合を「評価5」、ほとんど関心が持てなかった場合を「評価1」として回答してもらった。なお、図9～図14のグラフ上の数値は、その評価の回答者数を表している。

確認事項1：あなたは、文系ですかそれとも理系ですか。

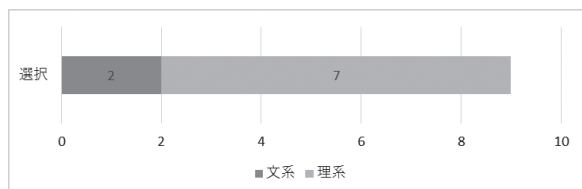


図9 確認事項1

【受講前】問2 あなたは、教科理科の中で、どの領域に興味・関心がありますか（複数回答可）。

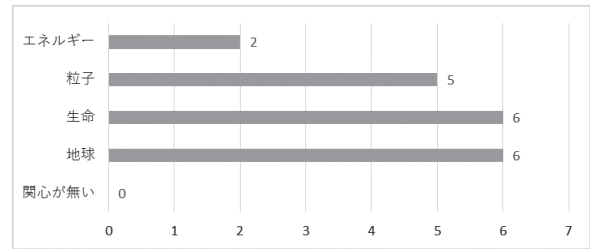


図10 問2

【受講前】問1 「理科」という教科に興味や関心がありますか。

【受講後】問8 今回のコースを終えて、「理科」という教科への関心や興味が深まりましたか。

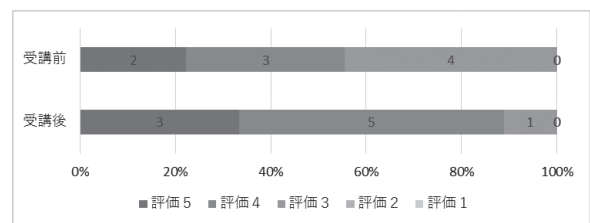


図11 問1および問8

【受講前】問3 教育学部のコースを選んだ理由は、「教育学部」や「教員養成」に興味や関心があったから。

【受講後】問7 今回のコースを終えて、「教育学部」で学ぶことへの関心や興味が深まりましたか。

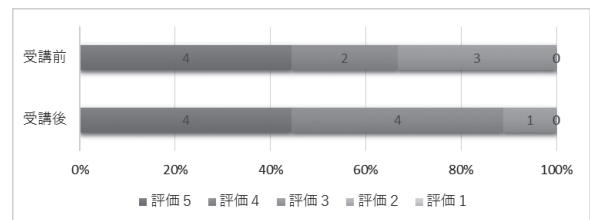


図12 問3および問7

【受講前】問4 将来の進路選択の一つとして学校の先生に関心があった。

【受講後】問10 今回のコースを終えて、「学校の先生」という職業選択への関心や興味が深まりましたか。

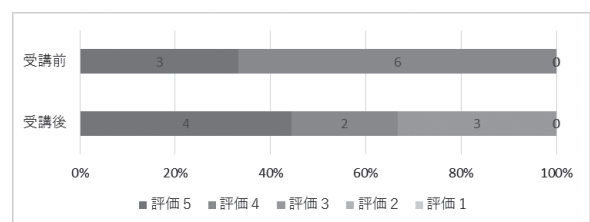


図13 問4および問10

【受講後】問9 今回のコースを終えて、「授業づくり」

や「教材開発・教材研究」へ関心や興味が深まりましたか。

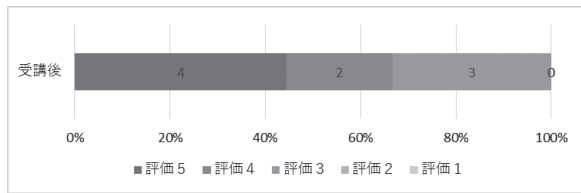


図14 問9

○ 2日間のプログラムで学んだこと（自由記述）

- ・授業をする立場の難しさがよくわかりました。先生になるためには、この課題を解決する必要があるの、しっかりと授業になれておきたいです。
- ・授業をする難しさや、楽しさ、他の人と協力することでの大切なこと（コミュニケーションや積極性など）を学んだ。
- ・教育学部という学部が、どのような学部か、より深く知ることができたと思います。教え方の研究というと、あまり実感できなかったけど、どのような研究かを見ることで、より良い研究への探究を、身をもって知ることができたように思います。
- ・授業の中で学習指導（要領）に書かれている内容を、実験などをする中で、より理解を深められることを学べた。20分程度の簡単な授業でも、事前の準備が大変だったり、大切であると知れた。
- ・人に教えることや、わかってもらえるように授業を作って、実際にすすめていくのはとても難しいことなんだなと思いました。
- ・1日目は、扇状地形成の実験のための教材開発として、発泡スチロールや美山の砂を使って実験装置を作り、翌日、授業の流れを考えました。指導案を考えるのは大変でした。良い教材があれば、生徒も良く理解できると思いました。
- ・学校の先生が授業をするために学習指導案を書いて、毎回いろいろ考えていることが分かりました。実験をすると思った通りの結果がでるとはわからないし、注意することたくさんあるなと思いました。今回のプレカレッジで、先生の大変さやすごさが、身を持って分かったような気がします。
- ・普段受けている授業は、裏で先生が指導案など作ったりして行っているということは、とても大変な仕事であり、やりがいのある仕事だということを学ぶことができました。私は、なんとなく教師に興味があったけれど、より教師に興味がわくようになりました。
- ・毎回の授業で学校の先生がどれだけ苦労して、授業のことを考えているのが分かりました。扇状地のでき方について改めて理解したことや新しい発見ができました。また、授業の構成について考え、細かいところまで考えなければいけないということが分かりました。

6-2. アンケートAの分析

確認事項1より、回答のあった生徒9名のうち、文系選択者2名、理系選択者7名であった。

問5で、将来なりたい職業を尋ねたところ、9名のうち

5名が小中学校教員を挙げていた。その他、幼稚園教諭・保育士・看護師・研究者が各1名であった。小中学校教員では、募集内容を反映し、小中学校の（理科）教員を志向と回答した生徒が2名いた。但し、教員以外の進路を考えている生徒や、文系の生徒も含まれているため、今後、他教科・領域での本プレカレッジ型の高大接続事業も、高校生の進路選択に関する体験的な情報収集の場として、有意義な事業となるのではないかと考えられる。

図11-13は、関連項目を、受講前と受講後についてまとめて示した。サンプル数 $N=9$ であるため、正確な分析はできないが、大まかな傾向について考察する。

図11より、受講前の段階で、教科「理科」への関心の高い評価4以上の生徒が5名および「教育学部」への関心の高い評価4以上の生徒が6名であった。図11および図12を詳しく分析すると、問1および問8ともに評価3と答えた生徒が1名、また、前者（問3および問7ともに評価3と答えた生徒が1名いた。理科への興味関心が高まらなかった生徒）は、数学教員希望者であり、後者（教育学部への興味関心が高まらなかった生徒）は、看護師希望者であった。本コースとのミスマッチの結果と言えなくもない。これら2名を除くと、受講後の教科「理科」および教育学部への興味関心の深まりは、評価4以上であり、高校生に対する理科および教育学部の教育研究内容に対する啓発としての目的は達成した。

図13の問4より、受講前の段階で、学校教員に興味関心の高い評価4以上の生徒が全員であった。図13より、受講後に興味関心の変化がなかった評価3の生徒の受講前評価は評価4であったが、将来の職業として、研究者・看護師・無回答を挙げた生徒たちであった。その他の生徒は、いずれも受講後、学校教員への興味関心が、更に深まった（評価4以上）と回答しており、ここでも多少、本コースとのミスマッチが予想される。

一方、2日間のプログラムで学んだこと（自由記述）から、「先生になるためには、この課題を解決する必要があるの、しっかりと授業になれておきたいです。」「毎回の授業で学校の先生がどれだけ苦労して、授業のことを考えているのが分かりました。授業の構成について考え、細かいところまで考えなければいけないということが分かりました。」「教育学部という学部が、どのような学部か、より深く知ることができたと思います。」「今回のプレカレッジで、先生の大変さやすごさが、身を持って分かったような気がします。」「指導案を考えるのは大変でした。」等から、教育学部の学びや学校教員という職の大変さを直接知る機会となり、教員としての希望を強くしたり、適性について改めて考えたりする機会となったと考えられる。

6-3. アンケートBの結果

次の問1～問5について、肯定的評価を4、否定的評価を1として、4段階評価で回答してもらった。また、問6

については、自由記述とした。

福井プレカレッジ アンケート

問1 福井プレカレッジ講座の理解度は

問2 福井プレカレッジ講座への興味は

問3 プレカレッジに参加し、課題研究（探究学習、総合学習）などの参考になったか

問4 プレカレッジに参加して、進路を考える上で参考になったか

問5 福井大学に進学したいと感じるか
(a) プレカレッジに参加する前
(b) プレカレッジ参加後

問6 プレカレッジを受講した感想や、要望等を具体的に書いて下さい

理科教育コース参加者（ $N = 9$ ）の回答は、以下の通りである。

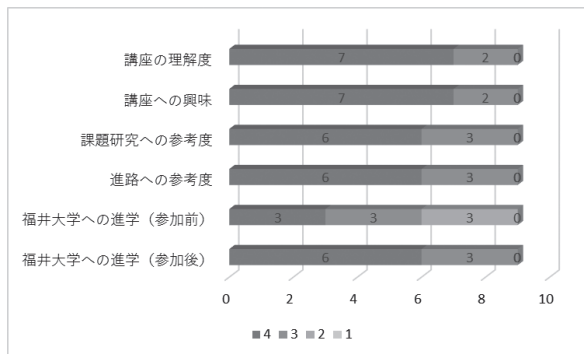


図15 理科教育コースのプログラム受講者アンケートBの結果（グラフ中の数値は回答者数）

○ 感想や要望等（自由記述）

- ・教育学では、授業をどのように進めるかや、教材の開発もするということが分かりました。
- ・今まで知らなかった教師という仕事の大変さが少しだけわかったような気がします。大学内も見ることができてとても楽しかったです。いい経験になりました。
- ・今回のプレカレッジに参加する前は、なんとなく教師に興味があったけれど、プレカレッジで模擬授業をしたりして、もっと教育学部に入りたいという気持ちが大きくなりました。TAさんや先生がいろいろ助けてくれて、2日間とても楽しかったです。
- ・授業をすることの難しさに興味を持てた。
- ・より、中学理科教師になりたいと思った。地学の模型を参考に役立てたいと思う。
- ・オープンキャンパスよりも、TAの方や先生方と接する時間が長いと思うので、参加してよかったと思えた。
- ・みんなにわかってもらえるように授業するのがとても難しかったです。オープンキャンパスよりも、より大学のことが学べて、将来にいかせると思うので良かったです。
- ・教育学部への興味が持てた。
- ・授業の構成の仕方に興味を持った。授業の構成を考えるのに、こんなに苦労するものだと思わなかった。

また、今回、福井大学が担当した講座全体の評価は、次の通りである。

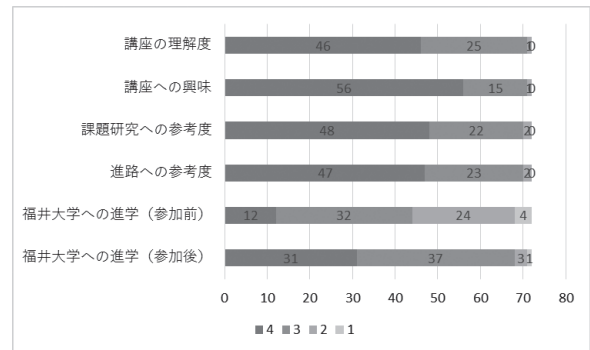


図16 福井大学会場プレカレッジ受講者のうち回答者全員（ $N=72$ ）のアンケートBの結果（グラフ中の数値は回答者数であり、理科教育コース参加者を含む）

6-4. アンケートBの分析

図15と図16より、理科教育コースの実施内容は、福井大学が担当した8コース全体の平均値より全項目において、若干高めの評価が得られた。これは、領域活動以降の時間帯において、参加生徒9名に対して大学教員6名および大学院生のティーチングアシスタント3名という手厚い体制で臨んだことと、実施テーマに関して、ある程度内容の予想できる説明文を付けて受講者募集したこと、更には、当日、理科教育の中でも個々人が興味関心の高い分野を選択し、体験してもらった仕掛け（はじめに、各領域の体験内容を、それぞれを担当する教員から、全体会場で説明を受けてから、本人の希望を優先し、エネルギー、粒子、生命、地球の4領域に分かれて、少人数で体験してもらった仕掛け）の評価の結果と考えることもできる。

また、問5の「福井大学に進学したい」と感じる学生の割合について、参加前後で比較した。理科教育コース受講者の場合、進学意欲が向上した者が9名中6名（67%）、変化なしが9名中3名（33%）であった。福井大学会場全体でも進学意欲が向上した者が72名中43名（60%）となり、福井プレカレッジ事業として、一定の成果が得られたと総括できる。

自由記述の内容については、教育学部、教材開発、教師の仕事の大変さと教師という職業に対する意欲、授業づくりの大変さ等については、アンケートAの自由記述の内容とほぼ同様である。一方で、設問の趣旨が、一部が異なるため、例えば、「・・・大学内も見ることができてとても楽しかったです。いい経験になりました。」「オープンキャンパスよりも、TAの方や先生方と接する時間が長いと思うので、参加してよかったと思えた。」「オープンキャンパスよりも、より大学のことが学べて、将来にいかせると思うので良かったです。」「教育学部への興味が持てた。」等、特に、オープンキャンパスとの比較という観点あるいは進路選択という観点からの福井プレ

カレッジ事業自体の評価も含まれている。

7. おわりに

本研究は、福井県教育委員会と福井大学アドミッションセンターの依頼を受け、福井大学教育学部が、「教員養成系学部が実施する高大接続事業」として企画実施した初めての実践事例研究である。

小中学校の教員という職に、少しでも興味・関心のある高校生に対して、①教員養成系学部で学ぶこと、②小中学校教員が日々の授業を行うためにどんなことを行っているかを知ってもらうこと、③教材研究や授業づくりがどんなに大変で、かつどんなに楽しいかを知ってもらうこと、④理科教育の内容には、エネルギー（物理）領域、粒子（化学）領域、生命（生物）領域、地球（地学）領域の4領域があり、これら全ての教育を小学校教員全員および中学校理科教員が担当すること、⑤教員養成系学部の教員や学生（今回は、大学院生）と長時間接してもらい大学の雰囲気を感じてもらうこと等を意識しながら、手探りでプログラムを企画し実施した。

実施中の高校生の様子やアンケートの結果から、プレカレッジ理科教育コースの内容は、講座の「理解度」および「興味関心」とともに高評価（アンケートB：9名中7名）であり、教科「理科」および「教育学部」に対する興味関心の高まった生徒の割合も高い（アンケートA：9名中8名）。また、自由記述から、教員という職に対する理解の深まりが読み取れ、教員志望者の意識の向上にも繋がった。

副次的ではあるが、今回、大学院生がそれぞれの領域の講座開設に向けた教材研究やプログラム化のシミュレーションに取り組み、その過程を通じて小中学校理科教材から見た理科教育の小中接続についても再認識する機会となった。更に、高校生との協働的な授業づくりの過程を通じて、新たな発見もあった。例えば、粒子領域では、当日実施したスーパーパケットでの教材探しを通じて、アイシングパウダーというペースト状で利用できるpH指示薬を発見し、その教材化を試みたり、pH指示薬の変化を一目で分かるようにした色見本を作成したりした。これらの開発（工夫）教材を含めプレカレッジでの取り組みについては、後日、小中学校理科教員の参加する福井CST公開セミナーにて発表した。その際、参加者から、「アイシングパウダーはどこで手に入れ、どうやって準備するのか」「ペースト状であれば、容器を使用しないで、紙皿やA4版用紙上でも実験でき、そのまま廃棄することも可能であろう」「色見本がとても分かりやすく、きれいにできているので配布してもらえないか」等の興味を持った意見を頂くことができた。

以上の結果から、今後も本取り組みを継続していく意義を見出すことができた。但し、教員を目指す教員養成系学部志望者とのマッチングという意味では、理科教育コースのみに留まらず、文系教育コース、芸術系教育コー

ス、特別支援教育系コースなど、幅広い教員養成分野（教科・領域）の講座開設が臨まれる。

謝辞

今回報告した福井プレカレッジ事業は、福井県教育委員会が主催し、福井大学アドミッションセンターの支援を受け、教育学部、工学部、国際地域学部が協力し実施されたものである。場を設定頂いたアドミッションセンターの大久保貢教授をはじめ、各機関の企画・運営・事務担当者の皆様に感謝する。理科教育コースのプログラムに関しては、教育学部青山絹代氏、藤井純子氏に副講師を担当頂き、福井大学大学院教育学研究科院生の多田禎秀氏、浜田嘉太氏、草間究氏には、各領域のTAとして献身的に協力頂いた。また、2日間のプログラムに積極的に参加頂いた県内4高等学校の2年生10名および引率頂いた高等学校教員の皆様にも併せて、感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 高大接続システム改革会議,「最終報告」(2016) 文部科学省HP URL
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shougai/033/toushin/1369233.htm (最終確認日:2017年11月30日).
- 2) 文部科学省,「平成29年3月公示小学校学習指導要領」および「平成29年3月公示中学校学習指導要領」(2017) 文部科学省HP URL
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm (最終確認日:2017年11月30日).
- 3) 文部科学省,「高等学校キャリア教育の手引き」pp.18-19, (2011) 文部科学省HP URL
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/career/1312816.htm (最終確認日:2017年11月30日).
- 4) 文部科学省,「平成20年3月公示小学校学習指導要領解説 理科編」および「平成20年3月公示中学校学習指導要領解説 理科編」(2008) 文部科学省HP URL
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/fieldfile/2010/12/28/1231931_05.pdf および
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/fieldfile/2011/01/05/1234912_006.pdf (最終確認日:2017年11月30日).
- 5) 浅原雅浩,「マイ指示薬で酸性・アルカリ性を調べる:小学校教員養成のための実験実習と出前実験講座への展開」, 日本理科教育学会第60回全国大会論文集, p 91, (2010).
- 6) 芝原寛泰, 佐藤美子「マイクロスケール実験—環境にやさしい理科実験—」, オーム社, (2011).

- 7) 奥屋倫太郎, 青山絹代, 中田隆二, 浅原雅浩, 「マイクロスケール実験によるプラスチックの区別: 高校化学および中学校理科の教材開発と実践およびその評価」, 福井大学教育実践研究, Vol.40, pp.113-120,(2015).

Program Development and Its Practice of Upper Secondary School and University Connection Planned by the Teacher Training Faculty: Study on Teaching Materials and Trial Teaching of Science Class for Elementary School and/or Lower Secondary School by Upper Secondary School Students Using an Example of Chemistry

Masahiro ASAHARA, Syuhei SHIMIZU, Toru NISHIZAWA, Hirofumi YAMAMOTO, Masaya MIYOSHI, Kazuyoshi KURIHARA

Key words : Primary School Science, Lower Secondary School Science, Upper Secondary School University Connection, Teaching Materials, Trial Teaching