

平成 30 年度 文部科学省委託事業 教員の養成・採用・研修の一体的改革推進事業
[テーマ6 新たな教育課題に対応する科目を必修科目として位置づけ、効果的に実施する取組の推進]

「理科マイスター」資格認証制度を活用した教員の専門的資質・能力を
育成するための教員養成・研修システムの構築

2019 年 3 月

山形大学

はじめに

出口 毅（山形大学副学長・地域教育文化学部長）

今年度、山形大学地域教育文化学部は、明治 11（1878 年）年、山形県に師範学校が設置されてから 140 周年を迎えました。約 70 年間の師範学校時代と、山形大学教育学部が設置された昭和 24 年（1949）年 5 月から 69 年を経て、本学部は名称を変更しながらも教員養成を中心にこれまで多くの年月を歩んできたこととなります。

記念すべき年に本学部が応募した『理科マイスター』資格認証制度を活用した教員の専門的資質・能力を育成するための教員養成・研修システムの構築』が、平成 30 年度 文部科学省委託事業 教員の養成・採用・研修の一体的改革推進事業[テーマ 6 新たな教育課題に対応する科目を必修科目として位置づけ、効果的に実施する取組の推進]に採択されました。本調査研究は、「理科マイスター」資格認証制度を活用した教員養成・研修システムという仕組みを導入することで、小学校理科教員養成の現代的な諸課題を解決することを試みるものです。この認証資格制度は、山形大学の小学校教員免許取得希望学生や山形県の現職教員の理科に関する専門的資質・能力を、山形大学、山形県教育委員会および山形市教育委員会の三者が協働して育成・評価・保証するものです。

教員養成や教員研修では、時代に応じた教育課題解決に資する専門的な知識や技能を育成してきましたが、時代の変化に対応するためには、絶えず教育内容と教育方法を更新していかなければなりません。とりわけ、今般、専門的資質・能力の議論とそれを育てる教育プログラムの開発が、大学教育の課題となっております。本学部は、児童教育コースで小学校教員免許の取得を卒業要件としており、新学習指導要領が実施されることを踏まえると、本事業は、まさに時宜を得た取組と言えます。また、大学には、このような新たな学びを支える教員を養成するとともに、「学び続ける教員像」の確立のために現職教員を対象にした研修プログラムの提供が求められています。本事業は、教員養成プログラムと研修プログラムを一体的に開発・実施しようとする、意欲的な取組でもあります。

本事業を遂行するにあたり、文部科学省初等中等教育局主任視学官 清原洋一様からは全体的な指導助言をいただきました。また、筑波大学人間系教授 片平克弘様には教育プログラムの評価等でご尽力いただきました。さらに、山形県教育センター指導主事 飛塚健史様ならびに山形市総合学習センター指導主事 浅野祥子様には小学校理科教員養成プログラム・研修カリキュラムの開発をはじめとして、教育委員会と大学の連携の中核となってお協力いただきました。ほかにもプログラムの実施や調査などで多くの皆様にご理解とご協力をいただきました。ここに記して心から感謝申し上げます。

本学部は、教員養成における、大学と地域、学校との連携・協働の拠点を目指し、これからも教育研究を充実させてまいります。そのためにも、この報告書をお読みいただき、忌憚のないご意見やご要望を頂戴できれば、幸甚に存じます。

目 次

はじめに	1
	(出口毅)
目次	2
第1章 本事業の課題・目的・方法・組織	3
第2章 理科教育に関する調査結果	
ー山形県内小学校・教員・大学生を対象としてー	11
第3章 「理科マイスター」教育プログラムの内容構成（シラバス）	15
第4章 教育プログラムの実践	
「プログラミング教育」の基礎と応用	22
	(津留俊英)
「フィールドワークの活用」の実践	
ー「流水の働き」「土地のつくりと変化」の地域教材についてー	26
	(大友幸子・渡邊弘晶)
理科室の管理と運営	31
	(加藤良一・飛塚健史)
理科の授業構成の理論と方法	
ー科学的探究過程に基づいた授業づくり	36
	(今村哲史・浅野祥子)
子どもの見方や考え方に基づく理科授業研究	
ー「水の三態変化」を事例としてー	38
	(鈴木宏昭・飛塚健史)
第5章 教育プログラムの評価	
実施後のアンケート調査まとめ	40
理科授業を担当する小学校教師に必要とされる資質・能力	42
	(片平克弘 筑波大学教授)
第6章 これからの小学校理科教員養成・研修カリキュラムにむけた展望	
山形大学の立場から	43
	(鈴木宏昭)
山形県教育センターの立場から	44
	(飛塚健史)
山形市総合学習センターの立場から	46
	(浅野祥子)
終わりに	48
	(大森桂)

第1章 本事業の課題・目的・方法・組織

1. 本調査研究の課題意識

(1) 教育に関する課題の複雑化・多様化

平成27年12月の中央教育審議会答申では、「新しい時代に求められる資質・能力を育む教育課程」などを実現するための体制整備が必要とされた。現代において複雑化・多様化する教育課題を解決するため、各大学の教職課程では、「アクティブラーニングの視点に立った授業改善」等の項目が位置づけられた。さらに、新たな教育課題に対応するため、大学の教職課程に先鋭的な内容を導入し、実践していく必要がある。

(2) 小学校教員の理科に関する専門的資質・能力の必要性

これからの小学校の理科授業では、アクティブラーニングの視点に立った授業の実施をはじめ、理科における「プログラミング教育」の導入、フィールドワークを活用した学習指導といった体験的な学習活動の充実が課題となる。また、日本スポーツセンターの平成28年度の統計によると、残念ながら、理科授業において、全国で年間約2,000件の事故が発生しているという。ゆえに、理科授業における安全な観察や実験の実施、そのための理科室の管理・経営に関する専門的資質・能力が必要不可欠である。

(3) 小学校教員の理科に関する専門的資質・能力の評価と保証

小学校で理科を担当する教員には多くの専門的資質・能力が求められているものの、それらを適正に評価・育成し、保証するための教員養成・研修制度が十分であるとはいえない。例えば、平成27年度教育課程編成・実施状況調査によると、公立学校における理科の教科担任制の実施割合は、第5・6学年で約半数（なお、山形市の平成30年度の場合、約65%）であるという。しかし、その教科担任制教員の専門的資質・能力を評価・保証する資格制度は存在せず、それらの教員を対象とした研修制度も十分ではない。

一方で、複数の都道府県は、近年の公立小学校教員の選考・採用試験において、中学校又は高等学校の「理科」の教員免許状を共に有する者を優遇している（山形県は平成31年度から実施予定）。しかし、小学校教員の中学校又は高等学校の「理科」の教員免許状の所有は、その教員が理科に関する一定の専門性を有していることを保証するものであり、小学校理科に関する専門的資質・能力を必ずしも保証するものではない。

(4) 教員の専門的資質・能力を育成するための養成と研修

ところで、山形県教育委員会では、「第6次山形県教育振興計画」の中で「理数教育の推進」を掲げ「中核となる理数系教員の養成」を実施することとしている。しかし、それらの教員に必要とされる専門的資質・能力が必ずしも明確とは言えない。現在、大学の教員養成と教育委員会による研修は、基本的にそれぞれ独立したものとなっており、教員の養成と研修の一体化するための枠組みを欠いている。したがって、新たな視点に立って、これからの理科に必要な専門的資質・能力、それらを備えた教員の養成・研修をするための一体的なシステムを検討することが必要と思われる。

(5) 教科の内容と指導法を一体的に扱う科目の効果的な実施のための検討

すでに山形大学は、小学校教員養成課程において理科に関する専門的資質・能力を育成するため、理科の内容と指導法を一体的に扱う科目として「初等理科実験」などを開

講する予定である。しかし、これらの科目は、平成 31 年度以降の入学生が対象学生となるため、現時点で未実施科目であり、科目の内容構成、必要な環境整備、効果的な実践のための指導法等々に課題がある。

2. 本調査研究の目的

本調査研究は、上述の課題を、「理科マイスター」資格認証制度を活用した教員養成・研修システムという仕組みを導入することで解決することを試みる。この認証資格制度は、山形大学の小学校教員免許取得希望学生や山形県の現職教員の理科に関する専門的資質・能力を、山形大学、山形県教育委員会、山形市教育委員会の三者が協働して育成・評価・保証するものである。本調査研究は、次の 3 点を主目的とする

第 1 に、小学校の新学習指導要領や、複雑化・多様化し続ける新たな教育課題に即して、小学校理科に関する専門的資質・能力を体系的に同定する。その際、専門的資質・能力を育成する教職課程の各科目（教科の専門的事項や教科の指導法など）や県・市の教員研修の講座と対応させることを検討する。本事業では、上述の課題認識を踏まえて、理科の内容と指導法を一体的に扱う科目で育成できるであろう専門的資質・能力を着目とする。

第 2 に、「理科マイスター」資格認証制度を設計する。制度設計の際、山形大学の教職課程と山形県・山形市教育委員会の実施する研修制度を組み合わせ、一体的な教員養成・研修システムとすることを検討する。その際、教職課程の先進的な取組を実施している岡山大学などの取組と相対化を図る。また、「理科マイスター」資格取得学生・教員のインセンティブ（採用・選考における優遇措置、資格取得教員の専門職としての教員評価）、資格取得者の教員配置や資格取得率の数値目標（例えば、公立小学校に最低 1 名の配置など）を検討する。

第 3 に、「理科マイスター」資格認証制度を構成する科目・講座群のうち、これからの新時代に特に必要とされる小学校理科の専門的資質・能力（プログラミング教育に関する資質・能力など）を育成する科目の一部を実施する。科目の実践を通じて、科目の内容の在り方、指導法の在り方、必要な環境整備、効果の検証等などを実践的に検討する。

3. 本調査研究の具体的な内容・取組方法

（1）新たな教育課題に関する専門的資質・能力に関する質問紙調査の実施

新学習指導要領において必要となる理科の専門的資質・能力とは何かを検討するとともに、山形大学の小学校教員免許取得希望学生および山形県内の小学校を中心とした現職教員を対象に、それらの現時点における習得度を質問紙（アンケート）調査する。その際、「理科マイスター」資格認証制度の効果的な実施方法（短期集中と長期継続形式）等々についての要望も調査する。検討の結果、以下の教員の資質・能力を育成することと目標とした。

【教職の実践に関する資質・能力】

○理科に関する専門的知識と技能を有し、実際の指導に活かすことができる。

○理科の学習内容や児童の実態を踏まえて、学習指導案を作成し、授業を行うことができる。

【教職の素養に関する資質・能力】

○学び続ける教師の重要性について理解し、理科教育の動向等を踏まえつつ、

同僚とともに、たゆまぬ自己研鑽を行うことができる。

○リスク・危機管理の重要性を理解し、理科に関する児童の安全管理に対応できる。

(2)「理科マイスター」資格認証制度の設計と教育プログラムの開発・実施

本調査研究を統括・推進するための組織として、大学教員と山形県・山形市教育委員会の担当者による「教員養成・研修システム検討・運営委員会」を設置する。その上で、システム設計、教育プログラムの開発を行うことにより、今後、山形県における「養成・採用・研修の一体的改革」を進める「具体的な制度的枠組み」となるよう努める。なお、本調査研究に関連する取組(宮城教育大学など)を視察し、本学の事業と相対化することなどにより、教育プログラムの開発に役立てる。「理科マイスター」資格認証制度は、原則、1単位あたり15時間の学修(実験・実習の場合、30時間)を積み重ね、合計20単位程度の教育プログラムの単位取得と最終試験の合格によって資格を認定するものである。なお資格授与者は、山形大学学長とした。

現在、山形大学では、小学校の教員免許に加えて中学校の教員免許取得には合計約30単位程度の単位が必要である。そこで、教員の専門性確保の観点から、「理科マイスター」資格認証制度の必要単位数を、小学校の教員免許取得に加えて20単位とした。資格認証制度を構成する20単位の教育プログラムの構成は、以下の図1の通りである。

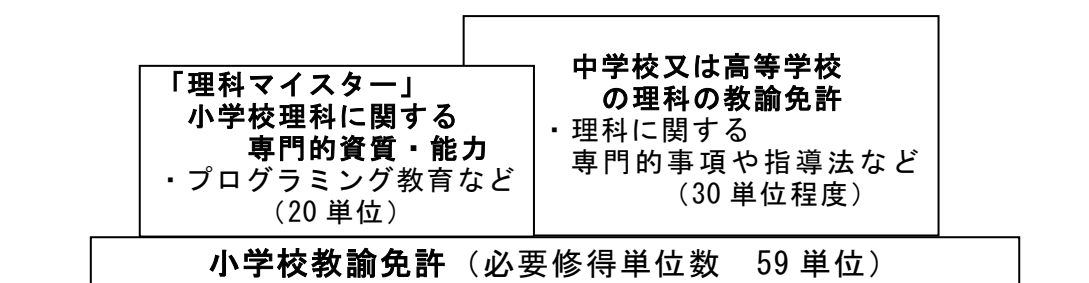


図1.「理科マイスター」に関する専門的資質・能力のイメージ

- ・小学校理科の専門的事項 8単位(エネルギー、粒子、生命、地球の各分野2単位ずつ)
 - ・小学校理科の指導法 4単位(カリキュラムマネジメント、ICTの活用、授業研究など)
 - ・小学校理科の内容と指導法を一体的に扱う科目 8単位
(プログラミング教育、フィールドワークの活用、理科室の管理・運営など)
- *なお、本事業の「理科マイスター」に関する内容は、中学校又は高等学校理科の教諭免許に必要な内容と一部重複させる。

本調査事業では、合計20単位分の教育プログラムを開発するとともに、主に小学校理科の内容と指導法を一体的に扱う科目の8単位(3分野を中心に)に試験的に取り組むこととした。その際、この教育プログラムを効果的に実施するために以下の点に留意して取り組む。

- ・「理科マイスター」資格認証制度による専門的資質・能力の**修得状況のステップ化・見える化** (修得単位、単位数に応じた評価、資格の段階の設定、例えば、図2の通り、「理科マイスター」を初級・上級などの段階を設定する)
- ・「理科マイスター」資格認証制度の教育プログラムの**実施方法の多様化**
 なお、山形県・山形市の教員研修との一体化を検討する。
- ・「理科マイスター」資格認証制度の教育プログラムの**実施環境の効率化**
 (オンラインキャンパスシステムを活用した教育プログラムの実施)
- ・「理科マイスター」資格認証制度による**学び続ける教員の養成**

資格認証制度の取得を可能にすることで、「現職教員の学び続ける意欲を高め、その資質能力の高度化を図る」ことを目標としている。

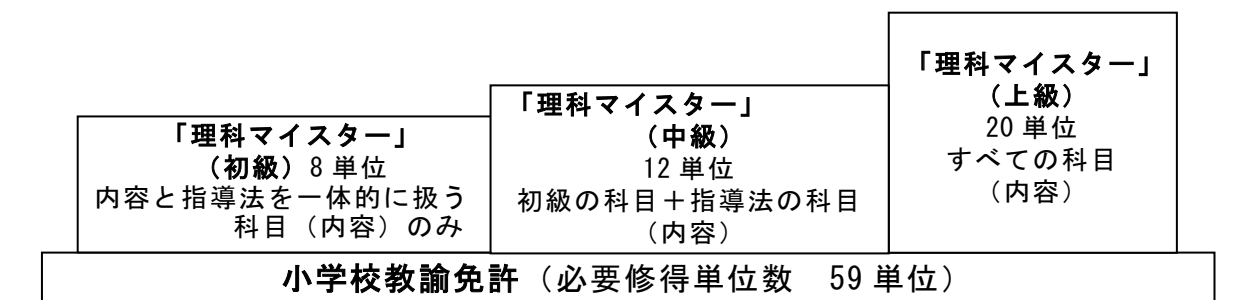
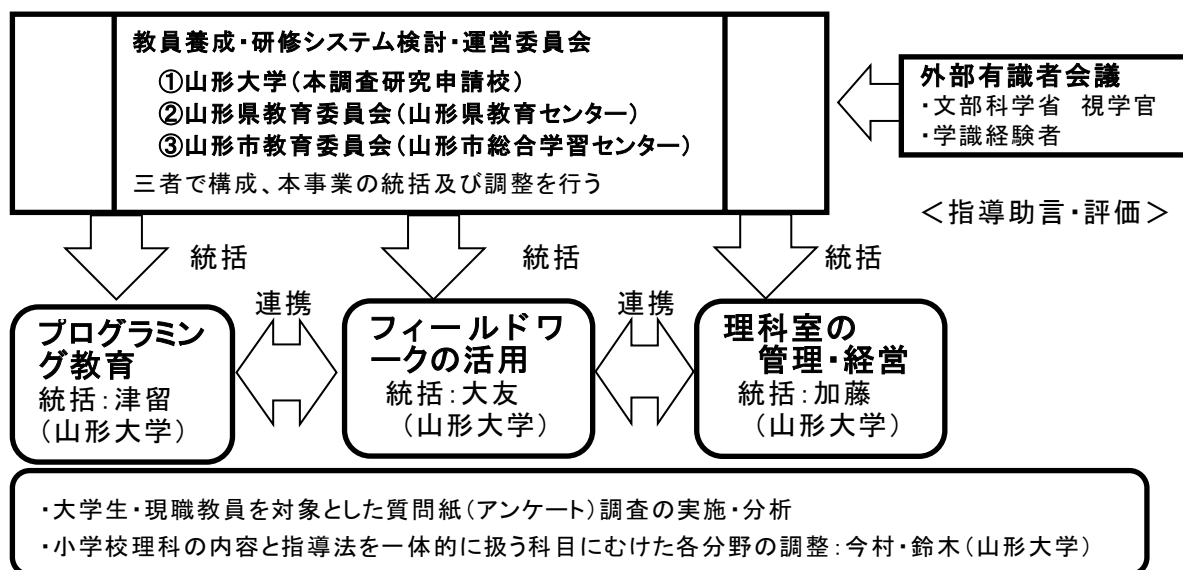


図2. 「理科マイスター」の資格取得のステップ化のイメージ

(3) 実施体制

この調査研究を実施するにあたり、次のような連携体制を組織して行うことにする。



本調査研究対象者:山形大学学生(40名程度)・山形県内の教職員(20名程度)

図3. 調査研究の連携・実施の組織図

本事業で設置する「教員養成・研修システム検討・運営委員会」は、山形大学、山形県教育委員会、山形市教育委員会の三者で構成し、本事業を統括する。「理科マイスター」資格認証制度の実施に係わる課題(大学生・現職教員に対する質問紙調査、教育プログラムの実施日程など)や「理科マイスター」導入後の運用方法(資格取得教員への評価、小学校への教員配置など)について検討する。

(4) 本事業の評価・検証

本事業は、今後5年間で250人程度(山形県の小学校数249校)の「理科マイスター」の資格授与を目標とした。こうした「理科マイスター」の導入を通じて、小学校理科授業における実験事故を防止するとともに、小学生の理科学力および理科学習に関する有用感を向上させることを目指す。本事業で設計した教員養成・研修システムは、外部有識者会議を開催して、定期的に検証する。なお、本事業への指導助言および全体評価外部有識者として、以下の構成員に依頼した。

- ・文部科学省 初等中等教育局 主任視学官 清原洋一
- ・筑波大学 人間系 教授 片平克弘

プログラム実施後、実際と質問紙調査(アンケート)結果を集計、分析し、本調査研究の結果をまとめて研究成果報告書を作成するとともに、関係機関(全国および山形県内)に送付する。

4. 本調査研究の具体的な実施体制・組織、連携体制

本調査研究を実施するにあたり、以下の実施体制と連携体制をとることとする。

(1) 実施体制・組織

学長・代表	小山 清人 学長
研究統括	出口 毅 副学長 学部長
学部内・連携先との連絡調整	大森 桂 副学部長
プログラム開発 (担当:理科室の管理・経営)	加藤 良一 教授
プログラム開発 (担当:フィールドワークの活用)	大友 幸子 教授
理科に関する専門的資質・能力の分析 プログラム開発 (担当:理科授業研究)	今村 哲史 教授
プログラム開発 (担当:プログラミング教育)	津留 俊英 教授
アンケート調査の企画立案、評価	鈴木 宏昭 准教授
事務連絡担当者	多田 あゆみ 上席係長

(2) 連携体制

山形県教育センター(山形県教育委員会)	柏倉昭夫 所長
本事業の制度設計や実施・運営	飛塚健史 指導主事
山形市総合学習センター(山形市教育委員会)	金沢智也 所長
本事業の制度設計や実施・運営	浅野祥子 指導主事

山形県教育委員会(山形県教育センター)および山形市教育委員会(山形市総合学習センター)が実施する教員研修を本事業の教育プログラムの一部として合同で実施するため、本事業の制度設計や実施・運営に向けて協議し、県・市教育委員会の意見を反映させる。本事業の連携担当を、山形県教育センターの飛塚健史指導主事、山形市総合学習センター浅野祥子指導主事に依頼することとした。

5. 本調査研究の実際（活動日程）

2018 年

- 8 月 22 日 **第 1 回 教員養成・研修システム検討・運営専門委員会**
・理科マイスター」教育プログラムで育成する資質・能力の検討
・理科マイスター」教育プログラムの内容構成と実施日程の検討
- 9 月 11 日 **第 2 回 教員養成・研修システム検討・運営専門委員会**
・「理科マイスター」教育プログラムの内容構成の検討
- 9 月 18 日 宮城教育大学視察
・宮城教育大学理科コースにおける教員養成の視察
・宮城教育大学と宮城県及び仙台市の連携について
・平成 29 年度「教員の養成・採用・研修の一体的改革推進事業」「サイエンスシャトルプログラムー理科の教育内容・方法を統合した教員養成」の取組みについて
- 10 月 山形県内公立小学校を対象とした理科教育に関する質問紙調査の実施
- 10 月 14 日 教育プログラム①「フィールドワーク 1 火山と火山噴出物」の実施
- 10 月 25 日 教育プログラム②「理科の授業構成の理論と実践（1）」の実施
＊山形市の教員研修を共同実施
- 10 月 27 日 教育プログラム③「理科室の整備と魚類の採集」の実施
- 11 月 4 日 教育プログラム④「顕微鏡の整備と甲殻類・水生昆虫の捕獲」の実施
- 11 月 17 日 教育プログラム⑤「プログラミング教育の基礎」の実施
- 12 月 1 日 教育プログラム⑥「フィールドワーク 2 地層と堆積岩」の実施
- 12 月 3 日 **第 3 回 教員養成・研修システム検討・運営専門委員会**
・「理科マイスター」教育プログラムの実施報告（中間）
＊外部有識者：文部科学省 視学官 清原洋一 氏の出席
- 12 月 8 日 教育プログラム⑦「理科授業研究の進め方」の実施
- 12 月 22 日 教育プログラム⑧「プログラミング教育の応用」の実施

2019 年

- 1 月 12 日 教育プログラム⑨「理科の授業構成の理論と実践（2）」の実施
＊外部有識者：筑波大学 教授 片平克弘 氏の出席
- 1 月 24 日～ 宇都宮大学及び栃木県総合教育センター視察
25 日 ・宇都宮大学教育学部における教員養成の視察
・宇都宮大学と栃木県及び宇都宮市の連携について
- 2 月 12 日 **第 4 回 教員養成・研修システム検討・運営専門委員会**
・「理科マイスター」教育プログラムの実施報告（最終）
・「理科マイスター」（初級）資格授与者および
「理科マイスター」教育プログラム単位取得者の確認
「理科マイスター」（初級）の資格授与式
- 3 月 本事業の報告書作成・関係各所への送付

視 察 報 告	
視察先：宮城教育大学 日 時：平成 30 年 9 月 18 日（火）15:00～16:30 場 所：理科学学生実験棟 共同研究室 出席者：宮城教育大学：内山哲治教授、福田善之教授、池山剛教授、笠井香代子教授、出口竜作教授、川村寿郎教授、田幡憲一教授、渡辺尚准教授 山形大学：鈴木宏昭准教授 山形県教育センター：飛塚健史指導主事 山形市総合学習センター：浅野祥子指導主事	
報告事項	1. 宮城教育大学教育学部初等教育教員養成課程理科コースにおける教員養成の特徴について ・「小専理科」の取組み 宮城教育大学では、平成 19 年度より、小学校教員免許状取得に関わる「教科に関する科目」を免許状で指定されている単位数を大幅に超えて、9 教科 18 単位としていること、理科教育に関しては、授業形態を「講義」ではなく「実験」として、物理・化学・生物・地学の専門的な内容の授業を実施していた。 2. 宮城教育大学と宮城県及び仙台市の連携について ・宮城教育大学の教員が、仙台市が独自で実施する学力テストの結果分析および結果を踏まえた授業研究の取組みに講師として協力・連携していた。 ・市内の小学校に理科に関する支援員（ボランティア）を派遣していた。 3. 平成 29 年度「教員の養成・採用・研修の一体的改革推進事業」「サイエンスシヤトルプログラムー理科の教育内容・方法を統合した教員養成」の取組みについて ・理科教育講座教員による「理科教材実践研究 A・B」の取組みおよび「理科教育実践研究 A・B」の取組みによって、系統的に教員養成を実施した。
資料	・宮城教育大学 2016 概要 ・宮城教育大学 履修のしおり 平成 30 年度入学生用 ・平成 29 年度「教員の養成・採用・研修の一体的改革推進事業」 宮城教育大学「サイエンスシヤトルプログラムー理科の教育内容・方法を統合した教員養成」成果報告書 （報告書：鈴木宏昭、飛塚健史、浅野祥子）

視 察 報 告	
視察先：宇都宮大学及び栃木県総合教育センター 日 時：平成 31 年 1 月 24 日（木）～平成 31 年 1 月 25 日（金） 出席者：宇都宮大学：人見久城教授 栃木県総合教育センター：植木淳主幹、宇賀神安代指導主事 山形大学：今村哲史教授、鈴木宏昭准教授 山形県教育センター：飛塚健史指導主事 山形市総合学習センター：浅野祥子指導主事	
報告事項	＜宇都宮大学＞ 1. 宇都宮大学教育学部における教員養成の特徴について ・カリキュラムの構造 宇都宮大学では、小学校教員免許状取得に関わる「教科に関する科目」にて「理科」という科目を配置し、「必修」としていた。また、「教科の指導法に関する科目」にて「初等理科教育法」を 1 コマ 30 名程度クラス規模にて 1 学年 6 コマで配置し、理科授業に関する実践的な内容を取り扱っていた。そのほか、小学校理科教育に関する発展的な内容の科目「アドバンスト小学校理科実験」等の科目と配置していた。 2. 宇都宮大学と栃木県及び宇都宮市の連携について ・宇都宮大学の教員が宇都宮市教育センターと協働して、2008 年より「小学校理科観察・実験研修」を実施していた。 ・栃木県総合科学館にて、実験教室および学生ボランティアの派遣を実施していた。
資料	・宇都宮大学 履修案内 教育学部（平成 30 年度入学者用） など ＜栃木県総合教育センター＞ 1. 小学校教員の理科に関する研修の特徴について ・栃木県総合教育センターでは、小学校理科に関する専門研修として「小学校理科観察実験研修（初級）」、「小学校理科観察実験研修（中級）」、「理科専門研修」をそれぞれ 1 日で実施していた。また、それぞれの研修は、栃木県内の地域を巡回して、地域の小学校を研修会場とすることで、現職教員が参加しやすい環境を整備していた。 2. 宇都宮大学との連携について ・小学校理科展の審査委員として大学教員を招聘し、連携を図っていた。
資料	・研修資料「小学校理科観察実験研修（初級・中級）」、「理科専門研修」 など （報告書：今村哲史、鈴木宏昭、飛塚健史、浅野祥子）

6. 事業の実績

(1) 事業の実施日程

事業項目	実施日程											
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
・運営委員会					←							→
・外部視察						↔				↔		
・実態調査						←	→					
・教育プログラムの開発					←	→						
・教育プログラムの実施							←	→				
・外部有識者会議									↔	↔		
・研究成果の検証									←	→		

(2) 事業の実績の説明

本事業は、山形大学と山形県教育委員会及び山形市教育委員会の連携によって実現したものである。7月の事業採択正式決定後、8月当初に山形大学と山形県教育センター（山形県教育委員会）及び山形市総合学習センター（山形市教育委員会）で山形大学に「教員養成・研修システム検討・運営委員会」（以下、運営委員会）を設立した。この委員会を事業内容に応じて適宜開催することによって研究活動の連絡および全体日程の調整等を行った。

本事業の研究内容に関する先行研究視察として、9月に宮城教育大学を視察した。また、本事業の継続的な実施に関する視察として、1月に宇都宮大学及び栃木県総合教育センターを視察した。

本事業に関する実態調査として、山形県内の公立全小学校（247校）を対象に、「理科主任の教員歴」、「学校に配属されている中学校理科教員免許取得者数」、小学校第3学年から第6学年の「理科授業担当者の実態」、「理科に関連した研修の有無」について調査した。

本事業の「理科マイスター」教育プログラムを、山形県の教員指標に基づき育成する教員の資質・能力を規定した上で、「プログラミング教育」、「フィールドワークの活用」、「理科室の管理・運営」、「理科授業研究」の4つテーマに限定して開発した。その後、教育プログラムの参加者募集を9月中旬から始め、10月から順次9つの教育プログラムを実施した。参加者の総数は延べ144名である。

本事業で開発した「理科マイスター」教育プログラムの有効性を検証するための作業として、教育プログラムの受講生を対象にアンケート調査を実施した。さらに、本事業に関する検証として「外部有識者会議」を、12月、1月に実施された運営委員会もしくは教育プログラムの実施と同時に開催した。最終的に本事業の取り組みについて報告書としてまとめ、全国の国立大学教育学部および山形県内の教育委員会・教育事務所に送付することで発表した。

第2章 理科教育に関する調査結果

ー山形県内小学校・教員・大学生を対象としてー

1. 実施アンケートの概要

本研究プロジェクトでは、山形県内の公立小学校（249校）を対象に、「理科主任の教員歴」、学校に配属されている「中学校理科教員免許取得者数」、小学校第3学年から第6学年の「理科授業担当者の実態」、「理科に関する研修の有無」について調査した。また、市内の公立学校にて理科授業を担当している教員（111名）および山形大学にて小学校教員免許を取得することを希望している大学生を対象（78名）に、理科の教育内容等に関する意識調査を実施した。なお、本調査は、山形県教育委員会および山形市教育委員会の協力を得て実施したものである。主な結果は以下のとおりである。

2. 学校を対象とした調査結果

学校調査の対象は、山形県内公立小学校249校（内訳：市町村立248校、国立1校）である。調査票の回収率は、山形県教育委員会と協力して実施したためか73%であった。各学校の理科主任を通じて、学校における理科教育に関する事項を調査した。

（1）基本情報について

学校における理科主任の教員歴を調査したところ以下のとおりとなった。

平均値：26.7年	最高値：38年	最低値：1年
-----------	---------	--------

調査結果から、学校における理科主任の教員歴の平均値は、26.7年であった。おおむね半数以上の教員が50歳以上であることが考えられる。

また、理科主任の中学校理科免許取得率について調査したところ、32%であった。

（2）教員免許（中学理科）の取得者状況について

学校における中学校理科教員免許取得者を調査したところ表のとおりのとおりとなった。

平均値：1.1人	最高値：6人	最低値：0人
----------	--------	--------

調査結果から、学校に配属されている中学校理科教員免許取得者数の平均値は、1.1人であった。今後、教科の特性に応じた教員の配属について検討する必要があるだろう。

（3）理科の教科担任制等の実施状況について

学校において理科授業を担当する教員が担任か、中学校理科免許を所持しているか、教務（副教務を含む）や教頭などの管理職か、について調査した。以下の表のとおりである。なお、全国値は平成27年度教育課程編成・実施状況調査の結果である。

学級 学年	全国	山形県	中学理科免 許取得者	教務・ 教頭
第3学年	20.8%	25.0%	8.0%	17.0%
第4学年	31.3%	40.9%	9.2%	28.2%
第5学年	45.3%	64.4%	18.7%	45.1%
第6学年	48.9%	76.2%	23.8%	57.0%

山形県では、全国平均と比べて、すべての学年において教科担任率が高かった。その上で、本調査を通じて、教科担任の主な担当者としては、主に教務や教頭が担当している現状が明らかになった。

（４）理科に関連した研修について

学校における理科に関する研修の有無について調査した。以下の表のとおりである。

研修有り:13.3%	研修無し:86.1%
------------	------------

実施した研修の主な内容は、以下のとおりであった。

- ・理科室の使い方等
- ・理科実験器具の使い方について
- ・理科移動実験講座
- ・薬品の希釈、液体窒素の扱いなど
- ・新学習指導要領について
- ・初任研の一部として理科の授業づくり
- ・教材講習会
- ・理振の新しい実験器具の使い方
- ・AV 機器の活用法

また、プログラミング教育に関する研修の有無について調査した。以下の表のとおりである。

研修有り:31.8%	研修無し:68.1%
------------	------------

プログラミング教育に関する意見や要望は、以下のような回答があった。

- ・プログラミングの研修をやりたいが方法がわからない
- ・プログラミング教育は機材を使って行うべきなのか、考え方として教えるべきなのか悩んでいる。
- ・プログラミング教育に関わっての情報 具体的にどの単元でどのようにして授業を組んでいくのかの例示、対応するソフトなどがあれば知りたい。
- ・プログラミング教育に関して、本校の設備や教具でできる指導について講師の方にご来校いただき、全職員で研修させていただきたい。

3. 教員や大学生を対象とした調査結果

山形市内の公立学校にて理科授業を担当している教員（111 名）及び山形大学にて小学校教員免許を取得することを希望している大学生を対象（78 名）に、理科の教育内容等に関する意識調査を実施した。

調査問題の内容の決定のため、理科教育に関する学習内容と観察や実験の内容を整理した。理科教育の学内容は、平成 20 年度の学習指導要領（文部科学省、2008）の内容とした。それらの内容は、「エネルギー」の内容区分で 9 種類、「粒子」の内容区分で 6 種類、「生物」の内容区分で 9 種類、「地球」の内容区分で 7 種類となり、計 31 種類の内容区分となった。また、小学校理科の観察や実験の内容に関する質問項目は、『小学校理科の観察、実験の手引き』中で取り上げられている観察や実験とした（文部科学省、2011）。抽出した理科の観察や実験の種類は以下の表 1 のとおりである。

	観察	実験	資料などの活用
第 3 学年	10	11	0
第 4 学年	9	15	0
第 5 学年	10	12	1
第 6 学年	2	24	1

次に、小学校理科で必要となる技能に関する質問項目は、『理科の学ばせ方・教え方事典』（角屋ら、2005）の分類項目を参考に、「加熱器具」、「計測器具」の使い方をはじめ、「理科室の環境整備」や「飼育・栽培」など 18 の質問項目を設定した。

（１）小学校理科の学習内容について

この調査項目は、第 3 学年から第 6 学年までの学習内容に対して、「得意である」もしくは

「十分に理解している」と考えている学習内容を5つ（教員の場合3つ）選択させるものである。調査結果は以下の表2の通りである。

表2. 得意な（十分に理解している）学習内容

順位	大学生		教員	
	学習内容(単元)	人数	学習内容(単元)	人数
1	第3学年「昆虫と植物」	28	第3学年「磁石の性質」	22
2	第5学年「植物の発芽, 成長, 結実」	25	第3学年「昆虫と植物」	20
2	第6学年「燃焼の仕組み」	25	第3学年「風やゴムの働き」	18
4	第5学年「動物の誕生」	24	第6学年「燃焼の仕組み」	17
5	第3学年「物と重さ」	20	第6学年「水溶液の性質」	16

この調査項目は、第3学年から第6学年までの学習内容に対して、「苦手である」もしくは「十分に理解していない」と考えている学習内容を5つ（教員の場合3つ）選択させるものである。調査結果は以下の表3の通りである。

表3. 苦手な（十分に理解していない）学習内容

順位	大学生		教員	
	学習内容(単元)	人数	学習内容(単元)	人数
1	第6学年「月と太陽」	39	第6学年「月と太陽」	36
2	第6学年「てこの規則性」	30	第4学年「月と星」	28
2	第6学年「電気の利用」	29	第6学年「水溶液の性質」	24
4	第5学年「振り子の運動」	25	第6学年「土地のつくりと変化」	23
5	第5学年「物の溶け方」	24	第6学年「電気の利用」	19

（2）小学校理科の観察や実験について

この調査項目は、小学校理科で実施することが望ましい観察や実験に対して、学生が「得意である」もしくは「十分に理解している」と考えている学習内容を5つ（教員の場合3つ）選択させるものである。調査結果は、以下の表4の通りである。

表4. 得意な（十分に理解している）観察や実験

順位	大学生		教員	
	観察や実験等	人数	観察や実験等	人数
1	第3学年「磁石の性質」: 磁石につく物と付かない物を調べる。(実験)	12	第3学年「磁石の性質」: 磁石につく物と付かない物を調べる。(実験)	25
2	第3学年「昆虫と植物」: 植物の体のつくりを複数比較し, 根・茎・葉からできていることを調べる。(観察)	11	第3学年「電気の通り道」豆電球に明かりがつくときとつかないときのつなぎ方を調べる。(実験)	15
2	第6学年「水溶液の性質」: 4つの水溶液や身近な水溶液の性質を, リトマス紙を使って調べる。(実験)	11	第3学年「昆虫と植物」モンシロチョウの卵や幼虫を探して飼育し, 成長の順序を継続して調べる。(観察)	15
4	第3学年「光の性質」: 日光を鏡ではね返して, 光の進む様子を調べる。また, 当てたところの明るさや暖かさについて調べる。(実験)	10	第6学年「燃焼の仕組み」酸素, 二酸化炭素, 窒素それぞれの中での燃え方を調べる。(実験)	13
5	第6学年「燃焼の仕組み」: 酸素, 二酸化炭素, 窒素それぞれの中で燃え方を調べる。(実験)	10	第3学年「風やゴムの働き」ゴムの働きを調べる。(実験)	11

小学校理科で実施することが望ましい観察や実験に対して、「苦手である」もしくは「十分に理解していない」と考えている学習内容を5つ（教員の場合3つ）選択させるものである。調査結果（上位5位までの結果）は、以下の表5の通りである。

表5. 苦手な（十分に理解していない）観察や実験

順位	大学生		教員	
	観察や実験等	人数	観察や実験等	人数
1	第4学年「月と星」: 半月や数日後の月の位置の時間をおいて記録し, 月の動き方を調べる。(観察)	19	第6学年「水溶液の性質」: 塩酸にアルミニウムや鉄を入れて様子を調べたり, 溶けたものを取り出して性質を調べる。(実験)	19

2	第6学年「電気の利用」:蓄電器に電気を蓄え、豆電球と発光ダイオードの点灯時間を調べる。(実験)	14	第6学年「月と太陽」太陽と月の位置関係による、月の形の変化を調べる。(実験)	19
2	第4学年「月と星」:星の明るさや色などの違いや、星の集まりの動きのきまりを調べる。(観察)	13	第6学年「土地のつくりと変化」露頭を実際に観察したり、ボーリングの資料などを用いたりして、土地をつくっている構成物や広がり、化石の存在を調べる。(観察)	16
4	第4学年「電気の働き」:電流の向きとモーターの回る向きを調べる。(実験)	12	第6学年「月と太陽」月の表面の様子を天体望遠鏡や双眼鏡を用いたり、映像や資料、模型などを用いたりして調べたり、月の位置や形と太陽の位置を調べたりする。(観察)	13
5	第6学年「月と太陽」:太陽と月の位置関係による月の形の変化を調べる。(実験)	11	第4学年「月と星」半月や数日後の月の位置を時間をおいて記録し、月の動き方を調べる。(観察)	11

(3) 小学校理科の観察や実験の技能について

小学校理科で必要となる技能に対して、「苦手である」もしくは「十分に理解していない」と考えている技能を3つ選択させるものである。調査結果(上位5位までの結果)は、以下の表6の通りである。

表6. 苦手な(十分に理解していない)観察や実験

順位	大学生		教員	
	観察や実験等	人数	観察や実験等	人数
1	薬品(アルコール、塩酸など)の取り扱い方について	32	薬品(アルコール、塩酸など)の取り扱い方について	38
2	電気器具(電圧計・電源装置など)の取り扱い方について	23	電気器具(電圧計・電源装置など)の取り扱い方について	37
2	情報機器(パソコン・センサーなど)の取り扱い方について	20	理科に関する野外活動について	36
4	飼育(昆虫など)について	17	理科に関する栽培について	33
5	加熱器具(アルコールランプなど)の取り扱い方について	14	情報機器(パソコン・センサーなど)の取り扱い方について	25

4. おわりに～これからの教員養成・研修等への要望など～

本調査により得られた知見は、小学校の理科授業における安全な観察や実験を実現のための一助となりうるであろう。また、これらの知見は、山形大学の小学校教員養成課程に所属する大学生の理科指導力の向上させることにつながるだけでなく、現職教員の研修にも役立たせることができるであろう。例えば、誰を対象にどのような内容の研修をするべきかなどである。これからの新時代の理科教育において必要な観察や実験の知識や技能に関する研修の基礎情報として活用することができるであろう。

今後、本調査結果についてのさらなる分析を行うとともに、現職教員の研修、小学校教員養成課程において理科の観察や実験に関する技能の習得を志向した授業のあり方を検討することが必要である。それらについては今後の課題としたい。

【付記】

本稿の一部は、下記の研究結果をもとに加筆・修正したものである。
鈴木宏昭(2017)「理科の観察や実験に対する教員養成学部生の意識」、『日本科学教育学会研究会研究報告』, Vol. 32, No. 3。

【主な引用及び参考文献】

- ・角屋重樹、石井雅幸、林四郎(編著):『小学校 理科の学ばせ方・教え方事典』教育出版、2005。
- ・文部科学省:『小学校学習指導要領解説理科』、大日本図書、2008。
- ・文部科学省:『小学校理科の観察・実験の手引き』文部科学省、2011。
- ・文部科学省:『小学校学習指導要領解説理科』、2017。

第3章 「理科マイスター」教育プログラムの内容構成（シラバス）

科目名： プログラミング教育 の基礎	「理科マイスター」取得の ための科目 (初級)	単位数： 1単位	担当教員名： 津留 俊英 担当形態：単独
科 目			
施行規則に定める 科目区分又は事項等 への対応	・複合科目		
授業の到達目標及びテーマ 本授業科目では、小学校プログラミング教育の目的を理解し、プログラミングの思考を身に 付けることをねらいとする。			
授業の概要 本授業では、小学校プログラミング教育や現代社会と情報技術の関わりを踏まえ、プログラ ミングに関する基本的な知識を習得する。また、教材を使用しながらプログラミングの思考 を育む。			
授業計画 第1回：小学校プログラミング教育のねらい 第2回：プログラミングの思考と論理的思考 第3回：プログラムの基本構造とフローチャート 第4回：プログラミング言語と教材 第5回：ビジュアル型プログラミング言語とテキスト型プログラミング言語 第6回：順次処理、反復処理、分岐処理 第7回：プログラミング実習 第8回：まとめ			
テキスト ・特になし。適宜、授業中に配布する。			
参考書・参考資料等 ・小学校学習指導要領解説 理科編 (平成29年7月 文部科学省) ・中学校学習指導要領解説 理科編 (平成29年7月 文部科学省)			
受講生に対する評価 以下の評価の観点に則り、レポート、グループワークなどの内容及び授業への取り組みを総 合的に判断して評価する。(レポート75%、授業中の態度等:25%) ・小学校プログラミング教育のねらいについて理解することができたか。 ・プログラミングの思考を身に付けることができたか。 ・各種の活動に意欲的に参加し、目標達成のために努力しているか。			

科目名： プログラミング教育 の応用	「理科マイスター」取得の ための科目 (初級)	単位数： 1単位	担当教員名： 津留 俊英 担当形態：単独
科 目			
施行規則に定める 科目区分又は事項等 への対応	・複合科目		
授業の到達目標及びテーマ 本授業科目では、小学校プログラミング教育の目的を理解し、基本的なプログラミングスキルを身に付けること、また、プログラミング教材を用いた小学校理科に関する授業構想を練るための基本的な知識を習得することをねらいとする。			
授業の概要 本授業では、プログラミング教材を使用しながらプログラミングの基本的な文法について習得する。また、理科実験に不可欠な各種センサー応用などについて理解する。			
授業計画 第1回：プログラミング教育と情報活用能力 第2回：現代生活を支える情報技術 第3回：アナログ信号とデジタル信号 第4回：ビジュアル型プログラミング言語によるプログラミングの基礎 第5回：変数と関数の取り扱い 第6回：各種センサーを用いたプログラミング 第7回：プログラミング実習 第8回：まとめ			
テキスト ・特になし。適宜、授業中に配布する。			
参考書・参考資料等 ・小学校学習指導要領解説 理科編 (平成29年7月 文部科学省) ・中学校学習指導要領解説 理科編 (平成29年7月 文部科学省)			
受講生に対する評価 以下の評価の観点に則り、レポート、グループワークなどの内容及び授業への取り組みを総合的に判断して評価する。(レポート75%、授業中の態度等:25%) ・小学校プログラミング教育のねらいについて理解することができたか。 ・基本的なプログラミングスキルを身に付けることができたか。 ・各種の活動に意欲的に参加し、目標達成のために努力しているか。			

科目名： フィールド活動 1	「理科マイスター」取得のための科目 (初級)	単位数： 1単位	担当教員名： 大友幸子、渡邊弘品 担当形態：複数
科 目			
施行規則に定める 科目区分又は事項等 への対応	・複合科目		
授業の到達目標及びテーマ 小学校・理科の地球分野の実践力を向上させていくため、フィールドワークおよび地学試験料観察を体験活動する中で、地域の素材を活用した授業実践を構想できることを目標とする。この授業では、「土地のつくりと変化」の単元の中の「地層のでき方（火山のはたらき）」を中心に取り上げる。			
授業の概要 小学校理科の地球領域を指導する上で、どのような地域素材があるのかを体験的に理解する。①蔵王火山の火山噴出物や火山地形を見学する。②古い火山が山体崩壊して、火山の内部構造を見ることができるとして竜山の断面を見学しその噴出物も見学する。野外活動では、露頭や地形を観察しながら、解説を聞くだけでなく質疑応答、意見交換しながら理解をすすめる。③室内では、火山岩や火山岩噴出物サンプルの観察を行う。			
授業計画 第1回：蔵王火山の馬の背カルデラ周辺の地質の概要 第2回：エコライインの馬の背火山噴出物の露頭観察 第3回：馬の背火山噴出物（火山弾、スコリア、結晶、火山礫等）の観察 第4回：火山噴出物や露頭でどのように教えるか（土地をつくっているもの） 第5回：馬の背カルデラ、五色岳、お釜火口の地形観察（火山地形の見方） 第6回：山体崩壊によって見える火山の内部構造（竜山） 第7回：竜山の火山噴出物 第8回：火山岩・火山岩噴出物試験料の観察とフィールドワークのまとめ			
テキスト 特になし。			
参考書・参考資料等 地図および資料を配付する。			
受講生に対する評価 以下の観点で評価する。 以下の観点で評価する。 ・野外で実際に観察して、火山や火山噴出物について理解できたか。 ・火山地形から火山活動の変遷や火山の構造について理解できたか。 レポート（75%）、授業中の意見・発表・質疑・議論等（25%）			

科目名： フィールド活動 2	「理科マイスター」取得のための科目 (初級)	単位数： 1単位	担当教員名： 大友幸子、渡邊弘品 担当形態：複数
科 目			
施行規則に定める 科目区分又は事項等 への対応	・複合科目		
授業の到達目標及びテーマ 小学校・理科の地球分野の実践力を向上させていくため、フィールドワークおよび地学試験料観察を体験活動する中で、地域の素材を活用した授業実践を構想できることを目標とする。この授業では、「流水の働き」「土地のつくりと変化」の単元の中の「水の量や速さと浸食・運搬・堆積の関係」「地層のでき方」「土地をつくっているもの」を中心に取上げる。			
授業の概要 小学校理科の地球領域を指導する上で、どのような地域素材があるのかを体験的に理解する。①馬見ヶ崎川を学習材にした流水の状態と働きの関係、②寒河江川流域の地層や化石の観察、③室内で使える堆積構造の実験教材の使い方。最後にフィールドワークのまとめの解説を行う。			
授業計画 第1回：馬見ヶ崎川を学習材とした川の観察(流速や流量と堆積の関係、堤防等のくらしや防災との関わり) 第2回：流水実験、河床礫の分類のしかた 第3回：大地をつくる地質の概要(寒河江川流域の地質) 第4回：本道寺層(深海堆積物の泥岩層、生痕化石等)と玄武岩岩床 第5回：本郷層(浅海堆積物、斜交葉理、生痕化石) 第6回：本郷層(ヤマガタダイカイギユウ発掘地とその近くの砂泥互層：タービダイト) 第7回：左沢層(湖成堆積物、亜炭層) 第8回：フィールドワークまとめ、室内でできる堆積実験教材の使い方(大江町用で見学したような砂泥互層の堆積構造をつくる)			
テキスト 特になし。			
参考書・参考資料等 地図および資料を配付する。 山形県地質図(10万分の一) 山野井徹編 山形県地学ガイド コロナ社			
受講生に対する評価 以下の観点で評価する。 ・馬見ヶ崎川を観察して、現在の川の姿をつくっている現象が理解できたか。 ・大地の変化を、本道寺層、本郷層、左沢層の観察を通じて理解できたか。 ・露頭で観察できた砂泥互層を堆積実験教材で理解できたか。 レポート(75%)、授業中の意見・発表・質疑・議論等(25%)			

科目名： 理科室の整備と 魚類の採集	「理科マイスター」取得の ための科目 (初級)	単位数： 1 単位	担当教員名： 加藤良一、飛塚健史 担当形態：オムニバス
科 目			
施行規則に定める 科目区分又は事項等 への対応	・複合科目		
授業の到達目標及びテーマ：授業で理科室を使用する際に、迷わずに素早く実験の準備が整うように理科室を整理整頓できるようにする。また、化学薬品を安全に適切に管理できるようにする。さらに、魚類を採集し飼育しておいて（5年生対象：硬骨魚類の体の構造）、いつでもそれを理科の授業に役立たせることができるように、または生徒にそれを常に観察できるようにしておく。			
授業の概要：理科室の整備、化学薬品の安全管理、魚類の採取法、及び魚類の飼育法などを学ぶ。			
授業計画			
第1回：理科室の整理整頓			
第2回：化学薬品の取り扱い			
第3回：川魚を釣り上げる方法			
第4回：川魚の飼育法			
第5回：学校周辺の河川における魚類の採集（実習）			
第6回：学校周辺の河川における魚類の採集（実習）			
第7回：学校周辺の河川における魚類の採集（実習）			
第8回：川魚を飼育する水槽の設置、まとめ			
テキスト：特になし			
参考書・参考資料等：「毒物及び劇物取扱いの手引き」山形大学、 「川魚飼育のすべて」エムピーエー ISBN:9784904837122			
受講生に対する評価：川魚の飼育法に関するレポートで評価する（70点）。魚類の採集とその飼育に 対して、どれだけ積極的に行動したかで評価する（30点）。			

科目名： 顕微鏡の整備と 甲殻類・水生昆虫の 捕獲	「理科マイスター」取得の ための科目 (初級)	単位数： 1 単位	担当教員名： 加藤良一、飛塚健史 担当形態：オムニバス
科 目			
施行規則に定める 科目区分又は事項等 への対応	・複合科目		
授業の到達目標及びテーマ：在来種のタンポポ・トウモロコシ・イネ・ジャガイモを成育させることができる（3年生対象：植物の形態、5年生対象：植物の発芽と成長）。また、普段から光学顕微鏡（5年生対象）を整備しておき、授業でそれを使用する際にトラブルが無いようにする。さらに、甲殻類・水生昆虫を捕獲し飼育しておいて（3年生・4年生対象：昆虫の分類と各々の形態・生活史に関連）、いつでもそれらを理科の授業に役立たせることができるように、または生徒にそれを常に観察できるようにしておく。			
授業の概要：植物の栽培法、光学顕微鏡の取り扱い、ザリガニや水生昆虫の捕獲法、及びザリガニや水生昆虫の飼育法を学ぶ。			
授業計画			
第1回：在来種のタンポポ・トウモロコシ・イネ・ジャガイモの栽培法			
第2回：光学顕微鏡の調整・整備法（実習）			
第3回：ザリガニ・水生昆虫の捕獲法			
第4回：ザリガニ・水生昆虫の飼育法			
第5回：学校周辺の沼におけるザリガニ・水生昆虫の捕獲（実習）			
第6回：学校周辺の沼におけるザリガニ・水生昆虫の捕獲（実習）			
第7回：学校周辺の沼におけるザリガニ・水生昆虫の捕獲（実習）			
第8回：ザリガニ・水生昆虫を飼育する水槽の設置、まとめ			
テキスト：特になし			
参考書・参考資料等：「ザリガニ飼育ノート」誠文堂新光社 ISBN:9784416713426			
受講生に対する評価：ザリガニ・水生昆虫の飼育法に関するレポートで評価する（70点）。ザリガニ・水生昆虫の捕獲とその飼育に対して、どれだけ積極的に行動したかで評価する（30点）。			

科目名： 理科の授業構成と理論と実践	「理科マイスター」取得のための科目 (初級)	単位数： 1単位	担当教員名： 今村哲史、浅野祥子 担当形態：複数
科 目			
施行規則に定める 科目区分又は事項等 への対応	・複合科目		
授業の到達目標及びテーマ 小学校理科における授業構成の基本的な考え方と授業づくりの方法について、具体的実践事例や授業案の作成を通して理解する。また、理科における探究とその過程について理解し、科学的探究能力の育成を目指した授業案を試作する。これらの活動を通して、小学校理科の授業構成の基本的理論とその実践の方法を理解することを目標とする。			
授業の概要 小学校理科における授業構成の基本的な考え方を解説する。そして、プログラミング学習の事例を基に各グループで理科の授業案を試作して発表する。また、理科における探究とその過程について、理科の資質・能力を育むために重視すべき学習過程の事例も踏まえて解説する。さらに、次期小学校学習指導要領・理科における科学的探究能力の育成を目指した授業構成の方法についても解説する。これらを踏まえて各グループで具体的な授業案の作成を行い、全体での発表し意見交換を行う。			
授業計画 第1回：理科の授業構成の基本的考え方 第2回：理科授業の具体的実践事例：プログラミング学習の事例を通して 第3回：理科の授業案の試作（グループ活動） 第4回：理科の授業案の発表と意見交換（相互評価） 第5回：理科における探究とその過程 第6回：科学的探究能力の育成を目指した理科の授業構成 第7回：科学的探究能力育成のための理科授業案の作成（グループ活動） 第8回：理科授業案の発表と意見交換（相互評価）、授業のまとめ			
テキスト 文部科学省『小学校学習指導要領解説 理科編』（平成29年7月 東洋館出版社） 文部科学省『中学校学習指導要領解説 理科編』（平成29年7月 学校図書） 参考書・参考資料等 大高泉編著『初等理科教育』（平成30年7月 ミネルヴァ書房） その他、授業中に適宜資料を配布する。			
受講生に対する評価 レポート（70%）及び授業での発表内容（30%）を合計（100%）して評価を行い、60%以上を合格とする。			

科目名： 理科授業研究の進め方	「理科マイスター」取得のための科目 (初級)	単位数： 1単位	担当教員名： 鈴木宏昭、飛塚健史 担当形態：オムニバス
科 目			
施行規則に定める 科目区分又は事項等 への対応	・複合科目		
授業の到達目標及びテーマ 小学校教員として理科授業の実践力を向上させていくため、理科の授業研究の基本的性格（意義、構造、進行プロセス）及び理科に関する児童の思考の特質（発達の過程など）を理解するとともに、理科教材を活用し、授業実践を構想できることを目標とする。			
授業の概要 現代理科教育研究の動向を踏まえつつ、理科の授業研究をはじめとした、初等理科教育の理論と実践について解説する。特に、学習指導要領で規定されている理科の内容構成と子どもの思考に基づく理科教授学習論について重点的に解説する。次に、複数のグループを構成し、単元を選択させて、その単元に関する児童の思考に基づく教材開発、さらには、授業実践を学習指導案の作成を通じて構想する。そして、グループごとの学習指導案の発表および相互評価を実施する。			
授業計画 第1回：理科授業研究の基本的性格 第2回：初等理科の内容構成 第3回：理科教授学習論 （子どものミスコンセプション、ラーニングプログレッションズを中心に） 第4回：理科教育教材論 第5回：理科の教材開発（実験実習を含む） 第6回：理科学習指導案の作成 第7回：学習指導案の発表（グループごと）および学習指導案の相互評価 第8回：授業のまとめ			
テキスト 文部科学省『小学校学習指導要領解説 理科編』（平成29年7月 東洋館出版社） 文部科学省『中学校学習指導要領解説 理科編』（平成29年7月 学校図書） 参考書・参考資料等 大高泉編著『初等理科教育』（平成30年7月 ミネルヴァ書房） その他、授業中に適宜資料を配布する。			
受講生に対する評価 レポート（50％）、授業での発表（50％）			

科目名： 理科	「理科マイスター」取得のための科目 (中級)	単位数： 2単位	担当教員名： 今村哲史、浅野祥子
科 目			担当形態：複教
施行規則に定める 科目区分又は事項等 への対応		・教科の指導法に関する科目	
授業の到達目標及びテーマ 平成29年改訂小学校学習指導要領（理科）の考え方を踏まえ、科学的探究能力の育成、科学の専門的知識に基づく内容の構造化、アクティブ・ラーニング等のための具体的指導方策について理解する。さらに、STEM教育などの最近の理科教育研究動向を踏まえた授業構成やカリキュラム編成についても理解する。それまでの学習成果から、小学校理科における授業づくりの新たな視点を修得するとともに、実践方法についても理解することを目標とする。			
授業の概要 平成29年改訂小学校学習指導要領（理科）に基づき、科学的探究能力、内容の構造化、そして具体的な指導方策について講義し討論する。また、STEM教育等の新しい理科教育の考え方について講義する。これらの学習内容を踏まえて各グループで単元及び授業を提案し、模擬授業を行う。授業後は全員で意見交換を行い、改善策を検討する。最後に、授業のまとめとして、小学校理科の今後の課題と展望を行う。			
授業計画 第1回：新小学校学習指導要領理科の考え方と学習過程 第2回：科学的探究能力の育成を目指した授業づくり 第3回：理科の内容の構造化 一小・中高等学校の理科の内容を見通して－ 第4回：理科授業における具体的指導方策とその評価 －協同・協調学習・アクティブ・ラーニング・ジグソー学習等－ 第5回：児童の自然事象の理解や理科学習の実態について 第6回：理科授業における科学的リテラシー及び21世紀型スキル育成の考え方 第7回：新しい理科教育の考え方－STEM教育－ 第8回：理科の単元構成の考え方とカリキュラム・マネジメント 第9回：理科のカリキュラム及び単元計画の試作（グループ活動） 第10回：理科のカリキュラム及び単元計画の検討と意見交換（相互評価） 第11回：理科の授業案の試作（1）（グループ活動） 第12回：理科の授業案の試作（2）（グループ活動） 第13回：理科の授業案の発表（模擬授業）と意見交換（1）（相互評価） 第14回：理科の授業案の発表（模擬授業）と意見交換（2）（相互評価） 第15回：小学校理科の課題と展望、授業のまとめ			
テキスト ・文部科学省『小学校学習指導要領解説 理科編』（平成29年7月 東洋館出版社） ・文部科学省『中学校学習指導要領解説 理科編』（平成29年7月 学校図書）			
参考書・参考資料等 ・大高泉編著『初等理科教育』（平成30年7月 ミネルヴァ書房） ・その他、授業中に適宜資料を配布する。			
受講生に対する評価 ・レポート（80％）及び授業での発表内容等（20％）を合計（100％）して評価を行う。 ・60％以上を合格とする。			

科目名： 理科における ICTの活用	「理科マイスター」取得の ための科目 (中級)	単位数： 2単位	担当教員名： 鈴木 宏昭
科 目			担当形態：単独
施行規則に定める 科目区分又は事項等 への対応		・教科の指導法に関する科目	
授業の到達目標及びテーマ 小学校教員として理科授業で効果的にICTの活用を実践するため、ICT機材の特徴と活用 の可能性を理解するとともに、各授業への導入やICTを活用した授業の改善の手法を習得す ること。そのため、ICT活用の歴史（視聴覚教育からの動向）、ICTの教材としての研究 、ICTを用いた授業分析（動作解析を含む）に取り組む。			
授業の概要 理科教育におけるICT活用の意義や有用性を理解し、ICT機材の使用を通じて理科授業の 改善を目指す。			
授業計画 第1回：理科授業におけるICT活用の基本的視座 第2回：ICT活用の歴史 第3回：欧米におけるICT活用（CSCLを事例として） 第4回：教材としてのICT 第5回：ICT活用の意義と役割（危機管理・注意事項を含む） 第6回：ICTを活用した授業改善（デジタル教科書の活用） 第7回：これからのICTを活用した教育に関する動向 第8回：eラーニングシステムの活用 第9回：ICTを活用した授業分析 第10回：ICTを活用した授業実践における評価 第11回：ICTを活用した授業研究（指導案の作成）について 第12回：ICTを活用した授業研究（指導案の検討・相互評価）について 第13回：ICTを活用した模擬授業（教材の評価） 第14回：ICTを活用した模擬授業（学習指導の評価） 第15回：授業のまとめと振り返り			
テキスト 小学校学習指導要領解説 理科編（平成29年7月 文部科学省） 中学校学習指導要領解説 理科編（平成29年7月 文部科学省）			
参考書・参考資料等 その他、授業中に適宜資料を配布する。			
受講生に対する評価 レポート（50%）、授業での発表（50%）			

科目名： プログラミング教育 の実践	「理科マイスター」取得の ための科目 (上級)	単位数： 2単位	担当教員名： 津留 俊英 担当形態：単独
科 目		・教科に関する専門的事項に関する科目	
施行規則に定める 科目区分又は事項等 への対応			
授業の到達目標及びテーマ 本授業科目では、基本的なプログラミングスキルを活用して小学校理科授業に応用できるプログラミング技術及び能力を身に付けながら小学校理科で学ぶ物理学領域の理解を深めることをねらいとする。 授業の概要 本授業では、ビジュアル型プログラミングを駆使して理科の授業を行うスキルを習得する。小学校理科で学ぶ電気・力学・エネルギー分野などで活用できる教材及びプログラミング例を学習しながらプログラミングの活用方法について考える。 授業計画 第1回：各教科におけるプログラミング教育例 第2回：理科とプログラミング教育 第3回：プログラムの仕組みと理解 第4回：プログラムの基本的な文法 第5回：電気に関するプログラミング活用例 [4年生] 第6回：電気に関するプログラミング実践(電圧と電流の計測) 第7回：電気に関するプログラミング実践(LEDの活用) 第8回：力に関するプログラミング活用例 [5年生] 第9回：力に関するプログラミング実践 第10回：エネルギーに関するプログラミング活用例 [3年生、6年生] 第11回：エネルギーに関するプログラミング実践 第12回：課題探求 第13回：プログラミング実習 第14回：成果発表 第15回：まとめ テキスト ・特になし。適宜、授業中に配布する。 参考書・参考資料等 ・小学校学習指導要領解説 理科編 (平成29年7月 文部科学省) ・中学校学習指導要領解説 理科編 (平成29年7月 文部科学省) 受講生に対する評価 以下の評価の観点に則り、レポート、グループワークなどの内容及び授業への取り組みを総合的に判断して評価する。(レポート75%、授業中の態度等; 25%) ・自分の意図した動作をプログラミングすることができたか。 ・プログラミングを利用した授業構想を練ることができたか。 ・討論や各種の活動に意欲的に参加し、目標達成のために努力しているか。			

科目名： 理科（化学分野）の内 容構成と教材開発	「理科マイスター」取得の ための科目 （上級）	単位数： 2単位	担当教員名： 鈴木 宏昭 担当形態： 単独
科 目		・教科に関する専門的事項に関する科目	
施行規則に定める 科目区分又は事項等 への対応			
授業の到達目標及びテーマ 小学校理科化学分野の学習内容（6単元）について、粒子の考え方にに基づき学習内容を粒子の存在、結合、保存性と粒子のもつエネルギーの観点から学問的・系統的に理解するとともに、小学校理科化学分野の実験などに関する技能を身に付けるようにする。			
授業の概要 小学校理科（化学分野）の学習内容について、内容の柱である粒子の考え方にに基づき学習内容を粒子の存在、結合、保存性と粒子のもつエネルギーの観点から学問的・系統的に解説する。また、小学校理科化学分野の実験などに関する技能を習得できるようにする			
授業計画 第1回：小学校理科（化学分野）の内容構成の特質 第2回：「粒子」の考え方を構成する4つの構成要素 第3回：「粒子」に関わる児童の認識の特徴と指導上の留意点 第4回：児童の日常生活や他領域、他教科との関連 第5回：小学校理科（化学分野）におけるものづくり活動 第6回：小学校理科（化学分野）の教材研究の特質 第7回：単元「物と重さ」（3年生）における実験と教材研究 第8回：単元「空気と水の性質」（4年生）における実験と教材研究 第9回：単元「金属、水、空気と温度」（4年生）の「温度と体積」における実験と教材研究 第10回：単元「金属、水、空気と温度」（4年生）の「水の三態変化」における実験と教材研究 第11回：単元「物の溶け方」（5年生）の「重さの保存」における実験と教材研究 第12回：単元「物の溶け方」（5年生）の「物が水に溶ける量の限度と変化」における実験と教材研究 第13回：単元「燃焼の仕組み」（6年生）における実験と教材研究 第14回：単元「水溶液の性質」（6年生）における実験と教材研究 第15回：試験及び授業のまとめ			
テキスト 文部科学省『小学校学習指導要領解説 理科編』（平成29年7月 東洋館出版社） 文部科学省『中学校学習指導要領解説 理科編』（平成29年7月 学校図書） 参考書・参考資料等 その他、授業中に適宜資料を配布する。 受講生に対する評価 試験（50％）、レポート（50％）			

科目名： 小学校の生物	「理科マイスター」取得の ための科目 (上級)	単位数： 2単位	担当教員名： 加藤 良一 担当形態：単独
科 目		・教科に関する専門的事項に関する科目	
施行規則に定める 科目区分又は事項等 への対応		授業の到達目標及びテーマ 小学校・理科の地学分野の地域教材を使用した実践力を身につける。山形県内の地質を通じて 大地の生い立ちを理解し、地域の地層、岩石、地形を教材とした「土地のつくりと変化」の授業 実践を構想できることを目標とする。	
授業の概要：小学校3年生～6年生の理科で取り上げられている生物学の内容を、大学の教育レベル から学ぶ。		授業計画 第1回：植物の形態【3年生対象】 第2回：鱗翅目（チョウ目）の分類と生活史【3年生対象】 第3回：昆虫の分類と各々の形態・生活史【3年生対象】 第4回：動物の四肢とその運動【4年生対象】 第5回：昆虫の検索法／植物の検索法【4年生対象】 第6回：採集した昆虫の検索（実習）【4年生対象】 第7回：採取した植物の検索（実習）【4年生対象】 第8回：植物の休眠と発芽【5年生対象】 第9回：植物の成長と植物ホルモン【5年生対象】 第10回：硬骨魚類の体の構造【5年生対象】 第11回：硬骨魚類の卵の発生【5年生対象】 第12回：呼吸／消化【6年生対象】 第13回：血液とその循環【6年生対象】 第14回：植物の光合成【6年生対象】 第15回：植物の維管束【6年生対象】 定期試験 デキスト：特になし	
参考書・参考資料等：小学校3年生、4年生、5年生、及び6年生の理科の教科書		受講生に対する評価：ペーパーテストで評価する（80点）。どれだけ積極的にそれらの知識を得よう としていたかで評価する（20点）。	

科目名： 地学	「理科マイスター」取得の ための科目 (上級)	単位数： 1単位	担当教員名： 大友幸子 担当形態：単独
科 目		・教科に関する専門的事項に関する科目	
施行規則に定める 科目区分又は事項等 への対応		授業の到達目標及びテーマ 小学校・理科の地学分野の地域教材を使用した実践力を身につける。山形県内の地質を通じて 大地の生い立ちを理解し、地域の地層、岩石、地形を教材とした「土地のつくりと変化」の授業 実践を構想できることを目標とする。	
授業の概要		中生代ジュラ紀から新生代第四紀にかけて、私たちの住む大地はどのように変化してきた のだろうか？地層や岩石によって記録されている大地の歴史や、地殻変動によって現在の山 地、盆地や平野が形成されていることを、フィールドワークを通じて体験的に理解する。ま た、砕屑性堆積物からなる礫岩、砂岩、泥岩や火砕性堆積物からなる凝灰岩について理解す るために、肉眼観察と顕微鏡観察を行う。その後、各自が授業実践案の発表を行い、最後に 山形と日本列島の大地の歴史のまとめの講義を行う。	
授業計画		第1回：山形地質図の読み方（大地の歴史を概観する） 第2回：ジュラ紀第Ⅰ層（砂泥互層）、白亜紀花崗岩・・・付加体形成と大陸架部の火星活動の時代 第3回：古第三紀北小国層（凝灰岩）、眼鏡橋層（凝灰）・・・大陸上の火山活動と湖の時代 第4回：明沢橋層（砂岩）、沼沢層（泥岩）・・・日本海形成過程の浅海から深海の時代 第5回：宝沢層（海底噴出した安山岩）、本沢層や成沢層（海底火山噴出物の水中破砕溶岩や凝灰 岩）・・・日本海形成の時代 第6回：隔間場、千歳山、盃山の流紋岩やデイサイト・・・現在の特徴的地形をつくる海底に噴出したマ グマ活動 第7回：高畠石・・・陸化した大地で起こった大規模なカルデラ火山活動 第8回：米沢盆地南部の扇状地堆積物と東西圧縮によって隆起した川西丘陵 第9回：竜山の玄武岩と崩壊地形および流山 第10回：砕屑性堆積物の粒度分けと粒度表の作成 第11回：砕屑性堆積岩の顕微鏡観察試料の作成 第12回：火砕性堆積岩の顕微鏡観察試料の作成 第13回：砕屑性堆積岩、火砕性堆積岩の肉眼観察と顕微鏡観察 第14回：「土地のつくりと変化」の授業実践案の発表 第15回：山形と日本列島の大地の歴史のまとめ デキスト	
山形県地質図（10万分の1）説明書 その他、地形図および資料を配布する。		参考書・参考資料等 山野井徹編 山形県地学ガイド コロナ社	
受講生に対する評価		フィールドワークレポート（35%）、岩石観察レポート（35%）、授業実践案の発表（30%）	

第4章 教育プログラムの実践

「プログラミング教育」の基礎と応用

津留 俊英 (山形大学学術研究院)

1. はじめに

2017年3月に文部科学省より公示された次期小学校学習指導要領¹⁾の一つの注目点が「プログラミング教育」の必修化である。これに伴い民間団体を中心に各所で様々なプログラミング教室が開催され関心を集めている。一方、全国の市町村教育委員会1733団体を対象に行ったプログラミング教育に関する取組状況に関する調査²⁾によると、全国では57%、東北地方に至っては73%が取組をしていないとの回答であった。また、小学校教員養成を行っている山形大学地域教育文化学部のカリキュラムを見ても、授業の一部で実施されているのが現状である。そこで本教育プログラムでは、「プログラミング教育の基礎」と「プログラミング教育の応用」と題してそれぞれ次に述べる目的と具体的な目標を設定してプログラミング教育を実施した。

2. 教育プログラムの目的

本教育プログラムは学部及び教職大学院に所属する学生と現職教員を対象として、また、プログラミングに関する学習経験がないことを想定して下記の目的を設定した。

(1) 「プログラミング教育の基礎」

(1-1) 順次処理と反復処理を学ぶ

(1-2) プログラミングの構造を学ぶ

基礎的な知識と技術を身に付けて「正N角形を描く」ことを目指した。

(2) 「プログラミング教育の応用」

(2-1) 分岐処理を学ぶ

(2-2) 関数の取り扱いを学ぶ

これらを習得して「2変数の四則演算プログラム」の作成を目指した。

以上の2つの学習を通してプログラミングの楽しさを体験しながら小学校プログラミング教育に求められる「プログラミング的思考力」の向上と基礎的な「プログラミング技術」を習得する。

3. 使用教材の選定と実施内容

「小学校プログラミング教育の手引き」³⁾によると、プログラミング教育はプログラミング技術の習得が狙いではないものの、コンピューターを使用した教育が求められている。そこで本プログラムでは表1に示す教材を選定した。図1に教材の学習例を示す。

表1. 本プログラムで使用したプログラミング教育用教材

教材	特徴と使用目的
① PETS ⁴⁾	単体で動作可能なロボット。前進・後進・右旋回・左旋回・反復の5つのブロックをロボットに差し込み、目的地に向かわせる。ゲーム感覚でプログラミング的思考を育成する。グループワークで使用。
② フローチャート	工程の設計・文書化・解析・管理に用いる。プログラミングの可視化や整理に効果的。グループワークで使用。
③ Raspberry Pi (ラズパイ) ^{5,6)}	教育を目的に開発された小型コンピューター。Scratch や micro: bit の使用に用いる。日本語化などが必要であるが、SDカードをコピーすれば全て同じ環境に整えることができる。一人1台配布。
④ Scratch 2.0 ^{7,8)}	子供が用いることを前提に開発されたビジュアルプログラミング言語。
⑤ Lego WeDo 2.0 ⁹⁾	ロボットプログラミングキット。グループワークで使用。

⑥ Micro: bit^{10, 11)}

各種センサーを内蔵したシングルボードコンピュータでハードウェア制御を体験できる。低コストであるため一人1台配布して使用することが可能。専用のソフトウェアを導入することなくweb上のソフトウェアを使用して開発を行う。

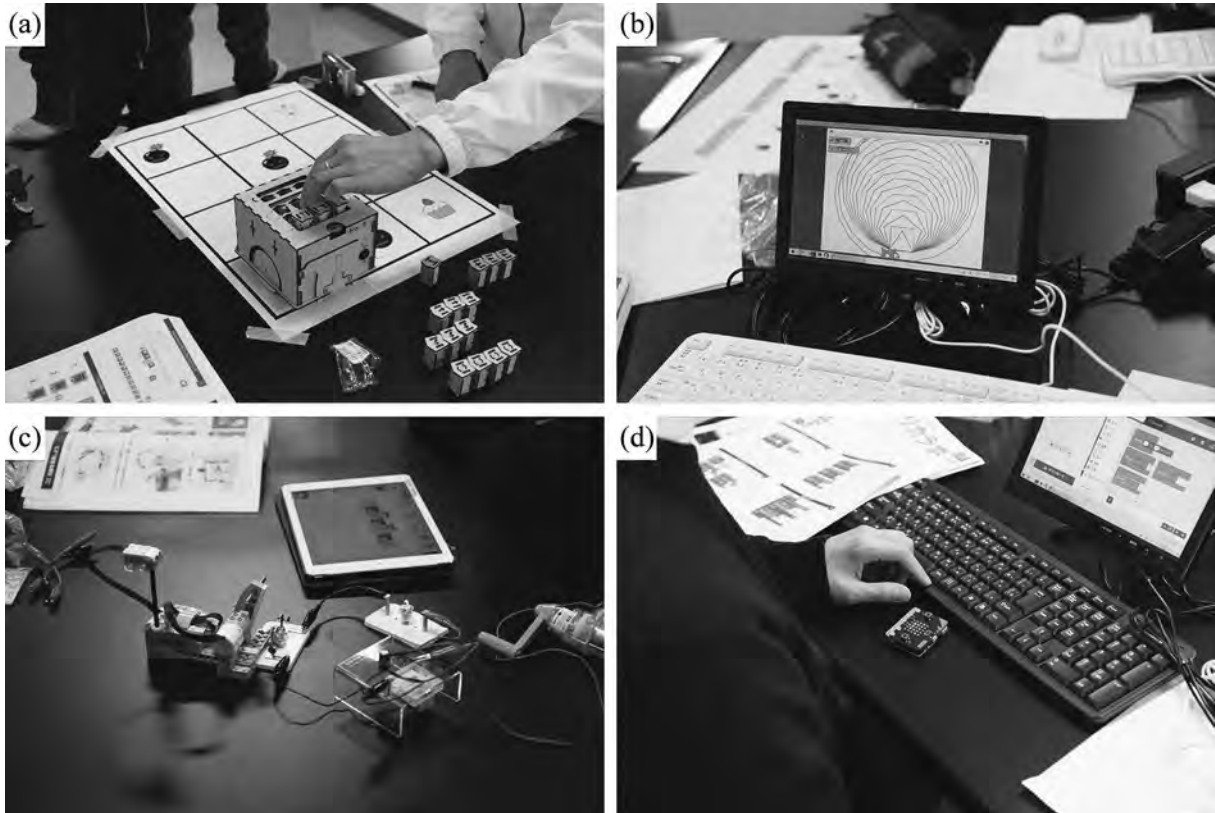


図 1. プログラミング教育用教材を用いて学習している様子。(a) PETS、(b) Raspberry Pi と Scratch、(c) Lego WeDo 2.0、(d) Micro: bit。

「プログラミング教育の基礎」では、コンピュータを用いることなく使用できる①PETS と②フローチャートを使って、ロボットや身の回りの製品、様々な動作には手順が必要であることをグループ毎に体験した。その後、基本的なプログラミング技術の順次処理と反復処理を学び、③ラズパイと④scratch を用いてプログラミングを行った。「プログラミング教育の応用」では、⑤WeDo とタブレットを使った理科実験を行った後、③と④を用いて分岐処理を含むプログラミングを行った。最後に、③と⑥micro: bit によって実際にモノを動かす体験をした。また、理科実験で使える教材として⑥とワニロクリップ付きコードを用いた通電テスターを全員で作製した。

正N角形を描くプログラムを作成するための前段階として基礎講座で実施した長方形を描くフローチャートとscratchのプログラム例を図2に示す。長辺と短辺を描く処理を2回繰り返して長方形を描く。これを基本として正N角形を描くことになるが、正6角形程度であれば全ての辺を順次処理で描くことがで

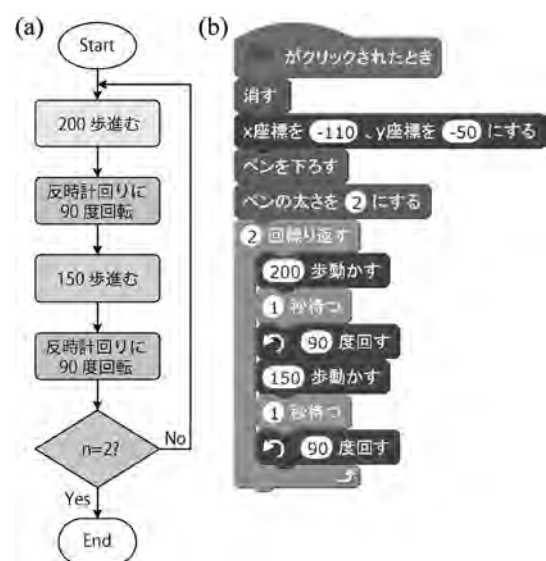


図 2. 長方形を描くための(a) フローチャートと(b) scratch のプログラム例。

きるが、辺の数が増えると反復処理が必要となる。正 N 角形を描くには少なくとも次の手順が必要となる。

(ア) 入力した辺数 N から内角の和を求める。

(イ) 内角を求める。

(ウ) 内角から scratch 上のペンを持ったキャラクターが旋回する角度を求める。

プログラムではこれらの算術計算が必要であり、基本的なプログラミング技術と共に図形の性質も学ぶことになる。机上では考えることなく描ける正 N 角形であるが、プログラム上ではいくつもの手順が必要であるという「プログラミング的思考」を学んだ。図 1(b)に示すように、最終的には全ての履修者が正 N 角形を描くことができた。

4. 事後アンケートの調査結果

基礎及び応用講座実施後に学習内容や使用した教材についてアンケート調査を実施した。図 3 に示すようにプログラミング教育に関する研修などには参加した経験が無く、また、プログラミング経験が無い方々が本講座を履修した。履修後にはほぼ全員が「プログラミング教育」を理解し、「プログラミング技術」が身に付いたと回答した。使用した教材が小学校教育に適するか 3 段階で評価(図 4)した上で最も適した教材を選択(図 5)した。全ての教材が小学校教育で使用できると評価され、その中でも Lego WeDo と scratch が高い評価を得た。

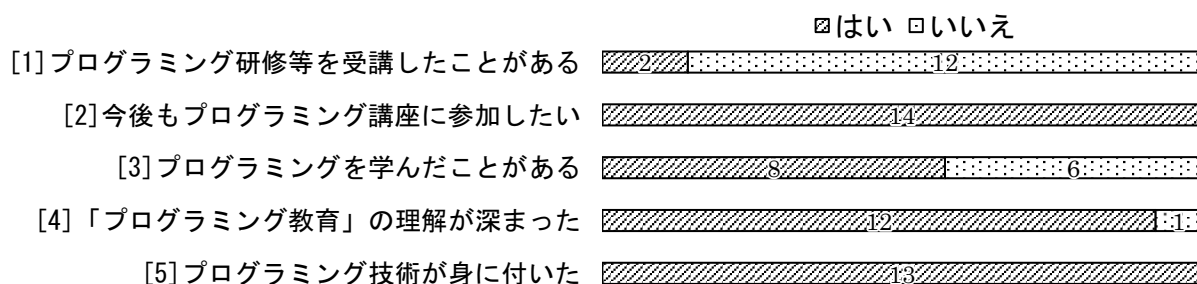


図 3. 教育プログラムの内容に関するアンケート結果。質問項目[1]～[3]は基礎講座で[4]及び[5]は応用講座で実施したアンケート。

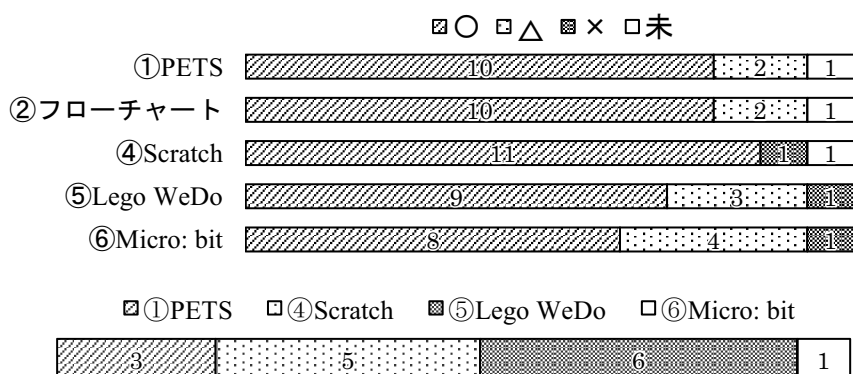


図 4. 使用した教材が小学校教育に適するかを○△×の 3 段階で評価した結果。数値は人数を、「未」は未使用を示す。

図 5. 使用した教材で小学校教育に最も適した教材の選択結果。

以下に各教材に対する評価コメント(一部原文を書き改めた)を示す。

① PETS

- ・ やりたいことに見通しを持って思考する活動ができる。
- ・ 実際にロボットが動いてくれるのが面白く、何手でゴールに到着したかというレコードが出ることでゲーム性もあると感じたから。
- ・ 実際に触れられる(画面上ではなく)ものを使うという点で良い。グループで考えられるところも良い。
- ・ 大変面白いと思うが壊れた時の対応が難しい。

② フローチャート

- ・ 図で考えるのは良いがマニアック。

- ・ テーマの設定によって難易度が変わるので適当な難易度のテーマを提示することが必要。何かが動いたり音を出したりすることはないので少し盛り上がりには欠ける。

④ Scratch 2.0

- ・ 比較的使いやすく個人でも学習でき、グループで考えることもできる。
- ・ プログラミングするときに何度も試すことができるから。
- ・ PCがあれば使うことができること。簡単にやり直したり家庭でも学ぶことができる。
- ・ PC室に行けば一人1台はあるということと、動く姿がすぐ目に見えるのが良い。
- ・ 「プログラミング的思考」に限定して指導するならばセンサー等ない教材の方がシンプルで考えやすいと思われるから。
- ・ 小学生が使用するには難易度が高い。

⑤ Lego WeDo 2.0

- ・ 絵があって分かりやすいから。見た目に楽しい。
- ・ 生活科等は楽しい、おもしろいので良い。中～高では理科の電気分野で使える。
- ・ 活動(工作)あって学びは少ない。
- ・ 部品を無くすこと、遊びに夢中になってしまうことが考えられ、学習自体難しいものになると思う。

⑥ Micro: bit

- ・ 3年以上で使える。金属かそうでないものかの通電実験に使えそう。
- ・ データを移すなどパソコン技能も関わってくるので小学校では難しさがああり、30人の授業では対応しきれない。

5. おわりに

プログラミングに対するイメージを学生に尋ねると、学んだ経験が無いにも関わらず「難しそう」と答える。本教育プログラムではこの様な誤ったイメージを払拭し、プログラミングは楽しく面白いものであることを体験することを第一に考えた。事後アンケートによるとプログラミングの楽しさを知ると同時に、教えることの難しさを感じたようである。また、プログラミングは「何度でもやり直すことができる」、「答えは一つではない」という点にも気付いたとのことで本講座の当初の目的を達成した。プログラミング環境や教材は日進月歩であるが、最も大切なのは学習テーマである。ICT環境や教材など教育現場では今後検討しなければならない点が多々あるが、プログラミング教育によって理科の学習に不可欠な論理的思考力に繋がるプログラミング的思考力が養われることを望む。

謝辞

本研究の一部は公益財団法人やまがた教育振興財団の支援を受けて行った。Lego教材のデモンストレーションを快くお引き受け下さった(株)ナリカ岩崎幸永氏に心より御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 文部科学省, 「小学校学習指導要領」 (2017年3月).
- 2) (株)政策研究所, 文部科学省委託事業, 平成29年度次世代の教育情報化推進事業報告書「教育委員会等における小学校プログラミング教育に関する取組状況等について」 (2018年3月).
- 3) 文部科学省, 「小学校プログラミング教育の手引き(第1版)」 (2018年3月).
- 4) <https://4ok.jp/pets/>
- 5) <https://www.raspberrypi.org/>
- 6) 林和孝, 「ラズベリーパイで遊ぼう!」 ラトルズ, (2017).
- 7) <https://scratch.mit.edu/>
- 8) 中植正剛, 太田和志, 鴨谷真知子, 「Scratchで学ぶ プログラミングとアルゴリズムの基本」 日経BP社, (2015).
- 9) <https://education.lego.com/ja-jp/product/wedo-2>
- 10) <https://microbit.org/ja/guide/>
- 11) ガレス・ハルファクリー, 「BBC マイクロビット公式ユーザーガイド」 日経BP社, (2018).

「フィールドワークの活用」の実践

ー「流水の働き」「土地のつくりと変化」の地域教材についてー

大友 幸子 （山形大学学術研究院）
渡邊 弘晶 （山形大学附属小学校）

1. はじめに

山や川は、子どもたちにとっても身近な自然である。山はどのようにしてできたのか？いつも見ている川の風景はどのような現象によってつくられているのか？どのような火山活動がおこっていたのか？ということ、実際に地域の例をもとに説明できるならば、小学校・理科の地球分野の学習も、子どもたちにとってより興味深いものになるだろう。

今回の「フィールドワークの活用」の目的は、実際にフィールドワークを体験する中で、地域にどのような素材があるのかを知ってもらうことである。テキストで学んだり、講義で学習するよりも、現地に行き、地形や露頭を観察してその場で考えながら理解することの効果は大きい。学生や教員がフィールドワークを体験し、いろいろな地域の素材についての理解を増やすことで、それらを活用した授業実践を構想するための基礎を蓄積することができる。

今回のフィールドワークでは、「流水の働き」「土地のつくりと変化」の単元の中の「地層のでき方（火山のはたらき）」、「水の量や速さと浸食・運搬・堆積の関係」「地層のでき方」「土地をつくっているもの」を中心にあげた。

2. フィールドワークの事前準備

2018年10月14日、12月1日のフィールドワークのために以下の準備を行った。

- ・ 2018年10月7日(日)エコーライン沿いの露頭へのアクセスルートと、馬の背火山噴出物の観察ポイントの整理、竜山の断面や火山噴出物の観察場所と観察するポイントの下見を行った。今回はマイクロバスを使って移動するが、どこから徒歩移動するか、また道路から露頭まで近づくルートも確認した。また、観察ポイント周辺の地図、空中写真、露頭写真、解説をいれた当日配付資料を作成した。
- ・ 2018年11月24日(土)、27日(火)には、寒河江川周辺の観察候補地点を下見し、マイクロバスの駐車する場所、徒歩移動のルート、露頭で観察するポイントを含めて、当日の時間内に回ることができる観察する地点を整理した。そして、観察ポイントの地図、露頭写真、解説をいれた当日配付資料を作成した。
- ・ 馬見ヶ崎川の巡検ルートについては、渡邊弘晶教諭が附属小学校で実践している内容をスケジュールに沿って整理した。

3. 「フィールドワークの活用1」火山と火山噴出物

2018年10月14日(日)に実施したフィールドワークの活用1の内容は以下の通りである。

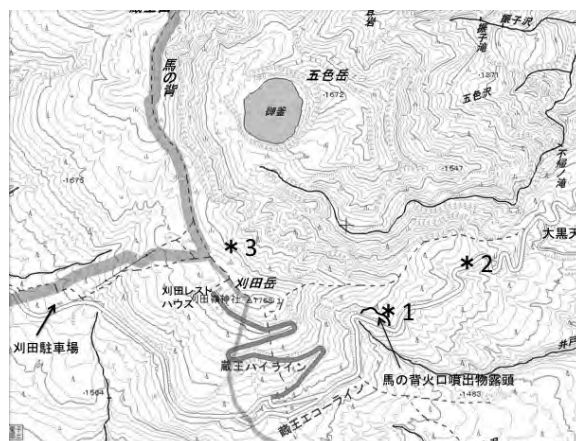
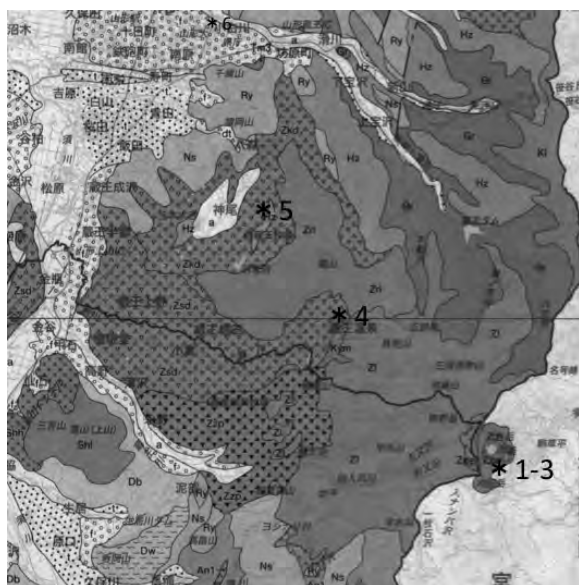
- ① 蔵王火山御釜周辺の火山地形や馬の背火山噴出物の露頭やいろいろな噴出物各種を見学した(図1、図3-5)。
- ② 古い火山が山体崩壊して、火山の内部構造を見ることができる例として竜山の断面を見学しその噴出物も見学する(図2、6-8)。
- ③ 室内では、火山岩や火山岩噴出物サンプルの観察を行う予定であったが、見学地のまとめと振り返りで終了してしまったため、一部残った参加者で試料の観察を行った。

レポートやアンケートから

【参加者の感想・授業づくりで子ども達に学ばせたいこと】フィールドワークを通じて火山噴出物や火山地形を観察しながら学ぶことができたということ、観察の重要性、観察の視点、安全面で気をつけることなど、以下のような感想があった。

- ・ 何度も行ったことがあるためある程度は詳しいものだと思っていた蔵王山であったが、学んでみるとまだまだ知らないことばかりであり、特にその山の形成にはとても興味深かった。

- ・ 初めて学ぶことが多く、行ったことのない場所で解説して頂いたので、今までなら見逃していたような地形に魅力がつまんでいることがわかりました。
- ・ 「現物」「現地」地学領域の学習において、形成過程をイメージするために巡検の大切さを実感しました。
- ・ 蔵王山は長い時間の中で大きく構造が変化している。100 万年以上前に形成された龍山からお釜が形成されるまでの流れを、実際に現地に行って、実物を見て触れるという活動を行い、体感しながら学ばせたい。
- ・ Stop1でスコリアや火山弾に触れることで、子どもたちは礫の大きさ、砂や火山灰の大きさを実感することができ、穴が開いた火山弾の仕組みに興味を持つことが予想される。
- ・ 今回の巡検場所を訪れる際は、安全に十分配慮する必要がある。Stop1では、交通量が多く、大人数で道路を歩く際は注意が必要である。学年で見学する際は、学級ごとにStopをずらし、見学場所一つに対する人数を減らすなど対策が必要である。



(左) 図1 Stop1-5 の位置. 山形県地質図 10 万 分の 1 村山地域の一部を使用。
(上) 図2 Stop1-3 の位置 (国土地理院の電子地形図 25000 を使用)。



図3 Stop1: エコーライン沿いの馬の背火口噴出物の露頭。下位からスコリア層、火山弾を含む集塊岩、アグルチネート。



図4 Stop2: 馬の背火口噴出物。輝石結晶、スコリア、火山礫等を観察。



図 5. Stop3:馬の背カルデラ縁から五色岳，御釜の火山地形の形成過程を観察する．



図 6 Stop4:蔵王温泉北側の崩壊崖で，竜山内部の溶岩流の構造を観察．

4. 「フィールドワークの活用 2」 流水の働きおよび地層と堆積岩

2018 年 12 月 1 日(土)に実施したフィールドワークの活用 2 の内容は以下の通りである．

- ① 馬見ヶ崎川で，「流れる水の働きと土地の変化」の授業を想定し、川や堤防の観察、河川の堆積物の観察、流水実験、河原の石の仲間わけを行った(図 7、9-12)。
- ② 寒河江川流域の巡検で、本道寺層(深い海)、本郷層(浅い海)、左沢層(湖)と、下位から上位の地層を観察した。本道寺層では、厚い泥岩と生痕化石等、そして玄武岩の岩床が貫入している。1500 万年前アジア大陸の東縁部が割れて日本海が形成した時代、深い海の環境だったところに堆積した。800 万年くらい前になると日本列島は上昇してきて、庄内から村山中部まで入り江状の浅海だった時代に堆積したのが本郷層で、クロスラミナ、生痕化石、タービダイトの砂泥互層、ヤマガタダイカイギュウ発掘地を巡検した。300 万年前になると日本列島が隆起して海退し、現在の最上盆地や村山盆地は湖になり、亜炭層が堆積した(図 8、13)。
- ③ 室内では、Stop6 で見学した本郷層の砂泥互層ができる様子を堆積実験装置を用いて観察した(図 14)。



図 7 馬見ヶ崎川ジャバ前の愛宕橋下とその上流部で見学(国土地理院の電子地形図 25000 を使用)

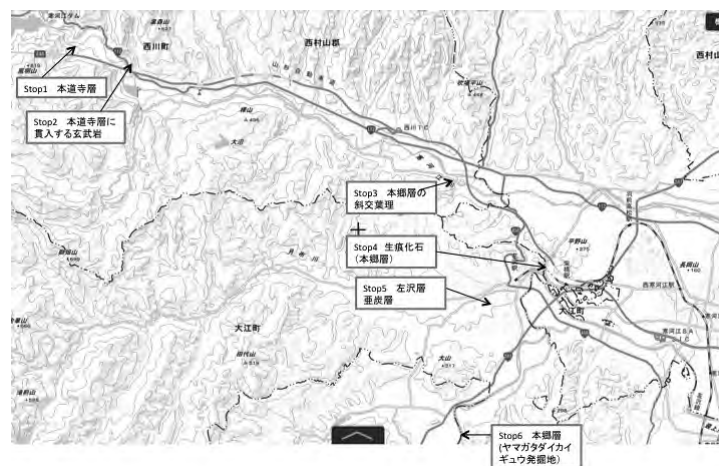


図 8 寒河江川流域 (Stop1-3), 月布川 (Stop4, 5), 最上川 (Stop6) 見学地点 (国土地理院の電子地形図 25000 を使用)

レポートやアンケートから

【参加者の感想・授業づくりで子ども達に学ばせたいこと】 以下のような感想があった。

- ・フィールドワークに参加して、一千万年以上も前にできた地層を、今現在、こうして見ることができると、不思議な感動を覚えた。(中略)馬見ヶ崎川の見学でも、今、目の前に見

えている川の様子が、どのようなことによって形成されたのか、子どもたちに想像させ、とらえさせていきたいと感じた。対象となるものを、時間的・空間的に見ることの大切さを学ばせていただいた。

- ・ 子どもたちが住んでいる土地の成り立ちについて知ることで、理科の知識が付くだけでなく、郷土への愛着や、地球の歴史などへの興味なども期待できる。地域の教材を使うことが求められているが、実際に知らないことが多かった。
- ・ 馬見ヶ崎川を見学して自分でも知らなかった川の水の仕組みを深く学ぶことができた。また、大雨による川の洪水対策や川底浸食対策がどのようなものが施されているのかを知ることができ、聞いていてとても楽しかった。
- ・ 川には、運搬・侵食・堆積の働きがあることは知っていましたが、遠く離れた山の石をも何十年もかけて運んでくることに不思議さを覚えました。川の働きは不思議で、流水の威力は恐れるほどのものであるということを上流から運搬された岩石を見て思いました。自分の体重よりも重い石が水の力によって上流から下流に流されてくことや運ばれる最中に削られて小さくなった石が堆積して中州ができあがり、植物が生えてくることが自然現象なのだと思います。



図 9 愛宕橋の上から馬見ヶ崎川の様子を観察する。



図 10 愛宕橋東の堰堤で川の堆積物のたまり方を観察。



図 11 河原で堆積実験を実施。



図 12 河原の石の仲間わけ。



図 13 Stop6：浅海で堆積した本郷層．砂泥互層の下位にヤマガタダイカイギュウ化石産出地が位置する．



図 14 堆積実験教材で、Stop6 で見た砂泥互層をつくる．

- ・地層の作り方実験器のように、私がまだまだ知らない実験器もあることが分かったので教材器具にも目を向けて色々な指導法を身に付けていきたい。
- ・ロッセリアや、タービダイトなど教科書に載っているものを実際に見ることで、より理解することが出来た。地層が形成された背景には、当時の環境が大きく関わっているため、地層が形成される要因を学んだうえで観察学習を行うことが効果的であると感じた。
- ・化石等新たに自分が知らないことがわかったので、その点では満足している。ただし、天気が悪く、巡検を行うには厳しい日だったと思う。たとえば 12 月に入る前に巡検を終わらせるなど日にちを工夫した方が良かったと思った。

5. おわりに

フィールドワークの活用 1.2 の実施を通じて、火山や地質についての専門用語の解説をしながら(資料で配布もおこなった)、地質、地形、資料の説明をしたが、やはり、「初めて聞く用語が多い」という感想もあった。フィールドワークの後に十分解説の時間があれば、野外で観察した内容の背景となる知識の授業ができる。地学概論の授業では、フィールドワークの活用 1 に参加した学生に事後解説を行った結果、レポートの内容から理解が深まっているように見える。

巡検をしながら地形や地質を観察したりして理解することは、小学校学習指導要領解説理科編 第 4 章 (3) 体験的な学習活動の充実に述べられている。実際に地域の教材を活用して野外の学習活動に取り入れることが望まれるが、どのような地域教材があるか?それはどのようなものなのか?を、教員が知っていないと活用する選択肢に入ってこない。

今回、蔵王火山、竜山、馬見ヶ崎川、寒河江流域の地質のフィールドワークを通じて、地域教材を知り、それらを断片的な事物・事象としてだけでなく、時間的・空間的なスケールを教員が把握して、そのうえで教材として生かしていくことが望ましい。今回の参加者が、今後もフィールドワークの機会があれば積極的に参加してほしいと思う。

理科室の管理と運営

加藤良一（山形大学地域教育文化学部）

飛塚健史（山形県教育センター）

1. はじめに

小学校の理科室や理科準備室には、理科の授業に用いる教材、実験器具、化学薬品、光学顕微鏡、はく製、及びホルマリン漬けの動物標本などが保管されている。授業で理科室を使用する際には、教員にとって迷わずに素早く実験の準備ができるようにこの理科室を普段から整理整頓をしておくことは大切である。また、地震、水害、火災、又は盗難などの災害に際して被害が無いように、理科室や理科準備室内の整備及び化学薬品の取り扱いを適切に行っていることも肝心である。

2. 整理整頓

その中に入っている物が外から見て確認できるように、ガラス戸の棚を用意する。学年ごとに棚を割り振り、その棚に学年のラベルを貼る。ケース又は中身が見える透明なコンテナボックスに、学年、教科書のページ、単元名、及び教材・実験器具類名を記載したラベルを貼り、そこに該当する教材・実験器具類を入れて、学年ごとの棚に収納する。また、それらとは別に「共有用」のラベルを貼った棚も用意し、試験管、ビーカー、フラスコ、及びメスシリンダーなどの学年をまたいで使用する実験器具類をその棚に入れる。なお、旧教育課程で使用し現行では使用しなくなった教材等は、理科準備室内の棚に収納するか、理科準備室が無い場合はそれ用の棚を用意しそこに入れる。一方、ホチキス、接着剤、ろ紙、薬包紙、薬さじ、ピンセット、及びスポイトなどは、小物用の整理棚があればそれぞれのトレイに分類して入れると、使用するときに便利である。使用したガラス器具を「流し」で洗浄した後乾燥されるために、専用のかごの棚をその「流し」の傍に設置する。乾燥後のガラス器具を片付けるのに、「共有用」の棚はそれらの傍に置く。生き物を飼育している水槽、はく製、及びホルマリン漬けの動物標本などは、理科室に入らなくても廊下から児童が見やすいように、理科室の廊下側に展示して、ガラス越しにそれらが観察できるようにしておくのが好ましい。

3. 化学薬品の取り扱い

（１）責任者の選出

薬品管理の役割として、「管理責任者」及び「取扱責任者」をおく。「管理責任者」には学校長・教頭になり、薬品管理の状況を「取扱責任者」から随時報告を受けて、その状況を把握しておく。さらに、薬品の盗難・紛失や地震による飛散・漏れなどがあった場合は、管轄の教育委員会・警察・保健所等に報告し、その処置の指示を受ける。「取扱責任者」には理科主任になり、薬品の点検、薬品の購入、薬品台帳への記入、不要薬品の廃棄及び廃液の処理などを行い、薬品を使用した他の教員からもその報告を受ける。

（２）薬品の分類

保管する薬品が「毒物」、「劇物」、「危険物」、又は「一般試薬」のどれに該当するのかを調べる。新しく購入した薬品の場合は、ラベルに「毒物」や「劇物」などの表示がされている（販売する者は表示をしなければならない）ので、それを見る。経口摂取させた動物の半数を死亡させる量が30mg/kg以下とされる黄リン、水銀、及びネスラー試薬などの

「毒物」の場合は、それを入れてある容器には、「医薬用外」の文字を表示し、さらに、赤地に白色をもって「毒物」の文字も表示する（毒物及び劇物取締法 第12条）。経口摂取させた動物の半数を死亡させる量が300mg/kg以下とされるアンモニア水（濃度10%以上）、塩化水素（その水溶液である塩酸）、過酸化水素水（濃度6%以上）、硝酸、水酸化カリウム、メチルアルコール、フェーリング液B、フェノール、ホルマリン、ヨウ素、硫酸、及び硫酸銅（Ⅱ）などの「劇物」の場合は、それが入れてある容器には、「医薬用外」の文字を表示し、さらに、白地に赤色をもって「劇物」の文字も表示する（毒物及び劇物取締法 第12条）。これら「毒物」又は「劇物」を購入する際には、販売業者に対して、「名称」、「数量」、「販売又は授与の年月日」、及び「譲受人の氏名／職業／住所」を記載した書面を提示しなければならない（毒物及び劇物取締法 第14条）。また、これら「毒物」及び「劇物」の保管は、その中が外から確認できない薬品庫、ロッカー、又は金庫などに入れて必ず施錠をし（毒物及び劇物取締法 第11条）、「医薬用外」の文字及び「毒物」・「劇物」の文字を表示する（毒物及び劇物取締法 第12条）。火災・爆発・中毒などを引き起こす危険性のあるアセトン、硫黄、エチルアルコール、黄りん、過酸化水素、グリセリン、酢酸、硝酸、硝酸カリウム、及びメチルアルコールなどの「危険物」は消防法で管理されていて、それぞれ貯蔵できる量が定められているので、その量を超えて保管はできない。また、「危険物」の入った容器には、「気密、火気厳禁」の表示をする。なお、「取扱責任者」は、学校で保管している全部の化学薬品について、その特性、危険性、及び取り扱い上の注意点などを薬品ごとの一覧表にまとめて、薬品を使用する他の教員に配布し読んでおいてもらい、さらにその保管庫にもその一覧表を掲示しておく。

（３）保管方法

理科室とは別に理科準備室があれば、化学薬品はその部屋で保管するのが望ましい。その際には、その理科準備室は児童の立ち入りを制限するようにしておく。そして、薬品は、盗難・紛失を防ぐため堅固な保管庫（例：薬品戸棚、薬品庫、又はロッカー）に入れ、必ず施錠をしておく。この鍵の保管方法は、「管理責任者」である学校長・教頭から指示を受ける。また、地震による災害を防ぐために、これらの保管庫は必ず壁面及び床面を固定しておき、薬品が入った瓶や容器は転倒防止の処置をして、酸性の薬品とアルカリ性の薬品は保管庫の中で同一の間仕切り内に一緒に保管しない。なお、薬品による火災が発生した場合に備えて、理科室及び理科準備室には消火器又はスプレー式消化具を設置しておく。さらに、可燃性や引火性の薬品を低温で保管する際には、普通の冷蔵庫ではなく、必ず「防爆型冷蔵庫」に入れ、爆発事故を未然に防ぐようにする。

（４）薬品の廃棄

もう使わない化学薬品が出てきたら、廃棄することを考える。廃棄の依頼は、担当の教育委員会などを通して行うのが一般的である。日常的に薬品のラベルを確認して、必要に応じてラベルを貼り替えるなど、薬品名が分からなくならないようにしておく。薬品名が分からない場合、業者にその廃棄を依頼すると、費用がかなり多くかかってしまう。

（５）薬品台帳への記載

学校で保管している全部の化学薬品について、事前に綴じられたノートを用いるのではなく、薬品ごとに１枚ずつの用紙【別紙１】を準備し、これに薬品の保管量が分かるように記載して１冊に綴じておく。また、この用紙には、保管場所及び取り扱い上の注意点も

記載しておく。薬品を入手したら、「容器を含む全体の重さ」を量り、用紙に「容器を含む全体の重さ」、「薬品のみの重さ」、及び「使用量」を記載する。その後、他の教員がその薬品を使用した場合も、使用後に「容器を含む全体の重さ」を量り、用紙に「容器を含む全体の重さ」、「薬品のみの重さ」、及び「使用量」を記載する。

（６）定期点検

１年間に２回は最低行うことにし、定期点検用の用紙【別紙２】にその点検内容をチェックする。そして、その結果をその都度「管理責任者」である学校長・教頭に報告し、この用紙の下欄に「管理責任者」のサインをもらうようにする。

（７）廃液の処理

実験室から排出される廃棄物は、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃清法）、水質汚濁防止法、下水道法、及び悪臭防止法などの規制を受ける。廃液を、次のように大きく３つに分類し回収する。１つは金属が溶けている水溶液で、水質汚濁防止法では排水の溶解性鉄含有量は10mg/L 以下と定められる。金属が溶けている水溶液はポリ容器などに溜めておいて、ある程度のその量が増えたら業者に処分を依頼する。２つ目の酸性廃液と３つ目のアルカリ性廃液は、それぞれ別々のポリ容器などに溜めておいて、混合しても危険がないことを確かめた後、発熱に注意して混合する。そして、リトマス試験紙などを用いて、その混合液のpHが5.8 ～8.6（水質汚濁防止法の規準）の間となったことを確認したら、多量の水と共に流しに捨てる。この時に、不溶性の沈殿を生じた場合は、上澄み液だけを捨て、沈殿物は一般廃棄物として処理する。また、２つ目の酸性廃液と３つ目のアルカリ性廃液は、混合の中和処理をしないで、それぞれ業者に処分を依頼してもよい。

４．実施報告

平成３０年１０月２７日（土）午前、山形大学小白川キャンパス地域教育文化学部２号館５階「多目的理化学実験実習室」において、地域教育文化学部の学部生５名、教職大学院の院生２名、及び現職の小学校教員２名が参加して、川魚を釣り上げる方法、川魚の飼育法、野外実習での注意点、及び理科室の整理整頓などを講義した。同日の午後には、山形市桜田南及び成沢西１丁目の鳴沢川においてアブラハヤ及びフナの採集を行った

（図１）後、山形大学小白川キャンパス地域教育文化学部に戻り、採集したそれらの魚を新たに設置した水槽内へ入れて（図２）飼育を開始した。参加者からの声として、「水槽での飼育について準備、釣り、水槽の設置まですべて体験でき全て初めてだったので大変おもしろかったです。実物をあつかうことは準備等大変だったと思いますが、資料や説明以上の発見や喜びがありました。」などがあった。



（図１）



（図２）

平成30年11月4日（日）午前、山形大学小白川キャンパス地域教育文化学部2号館5階「多目的理化学実験実習室」において、地域教育文化学部の学部生8名、教職大学院の院生2名、現職の小学校教員4名、現職の中学校教員2名、及び県立産業科学館・指導員1名が参加して、ザリガニ・水生昆虫の捕獲法、ザリガニ・水生昆虫の飼育法、野外実習での注意点、植物の栽培法、光学顕微鏡の保管方法、化学薬品の取り扱い、及び事故の回避を講義した。同日の午後には、山形市桜田南及び成沢西1丁目の鳴沢川において、ザリガニ及び水生昆虫の採集（図3、図4）を行った。参加者した小学校教員から、「学校ですぐに使えることを授業してくださいまして、ありがとうございました。すごく分かりやすく、すぐにでも実践に使わせて頂こうと思いました。」の声もあった。



（図3）



（図4）

【別紙1】

薬品名： **塩酸（HCl）**

No:4-2

分類：「医薬用外」「劇物」 保管場所：「劇物」の保管庫 分子量：36.46

注意点：瓶の口はドラフト内で開ける。瓶の口をパラフィルムで閉じる。二重の容器に入れる。安全メガネ／ゴム手袋をする。希釈する場合は、多くの（蒸留）水の中に塩酸を入れる。皮膚や衣類に付いたら、直ちに流水で15分以上洗い、重曹水で中和する。目に入ったら、直ちに流水で15分以上洗い、養護教諭に連絡して指示を仰ぐ。

日付	使用目的	容器を含む 全体の重さ (g)	薬品のみ の重さ (g)	使用量 (g)	記録者
H30.10.1	新規購入	790	590		加藤良一
H30.11.5	滴定の実験	720	520	70	鈴木宏昭
H30.11.30	pH調整液の作製	710	510	10	大友幸子
H31.1.15	フィルターの清掃	690	490	20	津留俊英

No: _____

薬品の定期点検用紙

点検日時：20 年 月 日（ ） 時 分～ 時 分

点検者氏名： _____

- ☐ 「理科準備室」の鍵は有るか？
- ☐ 「毒物」・「劇物」の保管庫の鍵は有るか？
- ☐ 「危険物」の保管庫の鍵は有るか？
- ☐ 「一般薬品」の保管庫の鍵は有るか？
- ☐ 全保管庫において、壁面及び床面を固定してあるか？
- ☐ 「毒物」・「劇物」の保管庫に、「医薬用外」の文字及び「毒物」・「劇物」の文字が表示されているか？
- ☐ 「毒物」全種類において、「容器を含む全体の重さ」を量り、その結果と薬品台帳に記載されている最終のその重さが一致しているか？
- ☐ 「劇物」全種類において、「容器を含む全体の重さ」を量り、その結果と薬品台帳に記載されている最終のその重さが一致しているか？
- ☐ 「危険物」全種類において、「容器を含む全体の重さ」を量り、その結果と薬品台帳に記載されている最終のその重さが一致しているか？
- ☐ 「一般薬品」全種類において、「容器を含む全体の重さ」を量り、その結果と薬品台帳に記載されている最終のその重さが一致しているか？
- ☐ 全薬品の容器において、転倒防止の処置をしているか？
- ☐ 全薬品の容器において、薬品名が分かるようにラベリングされているか？
- ☐ 可燃性や引火性の薬品は、普通の冷蔵庫ではなく、「防爆型冷蔵庫」に入っているか？
- ☐ 「理科準備室」には、消火器が設置されているか？

「管理責任者」の確認： _____ 20 年 月 日（ ） 時 分

理科の授業構成の理論と方法

－科学的探究過程に基づいた授業づくり－

今村 哲史（山形大学学術研究院）

浅野 祥子（山形市総合学習センター）

1. 本講義の背景と目的

平成 29 年に小学校学習指導要領が改訂され、理科の目標の在り方として、「資質・能力を育むために必要な学びの過程についての考え方を示すこと等を通じて理科教育の改善・充実を図っていく。」ことが示された（文部科学省，2017）。そして、この資質・能力を育成する学びの過程として、科学的な探究過程が例示されている。また、理科で重視すべきこととして、「探究の過程全体を生徒が主体的に遂行できるようにすることを目指すこと」、「常に知的好奇心をもって身の回りの自然の事物・現象に接するようになること」、「気付きから疑問を形成し、課題として設定することができるようになること」が示されている。現在、小学校理科の授業では、児童の観察や実験は数多く行われている。しかしながら、科学的・論理的な思考を伴う科学的探究能力育成のための指導が十分に行われているとは言い難い（今村他，2016）。

そこで、「理科マイスター教育プログラム」では、「理科の授業構成の理論と実践」の講義において、「科学的探究過程に基づいた授業づくり」をテーマとして授業を計画し実践することとした。

2. 具体的な授業の内容と結果

本講義では、前半は、小学校理科における授業構成の基本的な考え方を解説した後、プログラミング学習の事例を基に各グループで理科の授業案を試作して発表した。後半は、まず、理科における科学的探究とその過程、そして科学的探究過程に基づいた授業構成の方法について解説した。その後、各グループで科学的探究を重視した授業づくりのポイントについて話し合い、全体で意見交換を行った。なお、授業は平成 29 年 10 月 25 日及び平成 30 年 1 月 12 日の 2 日間にわたって、山形市理科教育センターにおいて実施した。

(1) プログラミング学習を事例とした授業案の試作

①プログラミング学習を事例とした背景

小学校理科では、問題解決の過程においてプログラミング的思考の育成との関連が明確になるように適切に位置付けることが示されており、プログラミング教育が必要となっている。小学校におけるプログラミング教育では、まず、プログラムを作成する上でのアルゴリズムの考え方への気付きが大切であることが示されている。また、「プログラミング的思考」は、自分が意図する一連の活動を実現するために論理的に考えていく力であり、児童が思い付きや当てずっぽうで行うのではなく、どこが間違っていたのかを考えて修正を行い、その結果を確かめるなど、論理的に考えることが大切であるとされている（文部科学省，2018）。これは、科学的な探究の過程においても同様の思考や操作が重要であり、一連の思考の流れを体験する意味で、今回の講義でプログラミング取り上げることとした。

②実践結果

まず、児童向けに開発されている教材を用いてプログラミングの方法に関する説明を受けた。その後、第6学年の単元「電気の利用」において、「省エネルギー：家のトイレの照明と換気扇」という課題を設定し、各グループでプログラミングのための授業を試作した。

その結果、受講者らは、「グループで見通しを持って取り組めた。」「実際に検証して自分達の意図と異なる結果になったときには、すぐに話し合い、フィードバックすることができた。」

「予想や仮説と違うことが多く、より考えることが必要となった。」「児童も同じような思考の流れで学習に取り組むことは大変有意義である。」という肯定的な意見があった。一方で、プログラミングのための機材を準備するための費用（予算）や使い方に関する課題も多いとする意見もあった。ただし、全ての受講者が楽しく学習することができたという感想を述べており、一定の成果はあったと考える。

(2) 科学的探究過程に基づいた授業づくり

まず、近年の理科教育研究において紹介されている科学的探究とその過程について解説した。また、小学校学習指導要領で挙げられている問題解決の過程として、「自然の事物・現象に対する気付き、問題の設定、予想や仮説の設定、検証計画の立案、観察・実験の実施、結果の処理、考察・結論」についても確認した。その上で、科学的探究過程に基づいた理科の授業づくりのポイントを話し合った。本講義の様子は次の図1、2の通りである。



図1. グループでの話し合いの様子



図2. 発表と意見交換の様子

結果、科学的探究とは、本来どのようなものであるか、どのような過程であるのかを皆で確認することができた。そして、これまでの自身の理科授業を振り返りながら、授業づくりにあたってのポイントと指導上の課題を明らかにすることができた。このような機会を数多く設け、さらに科学的探究能力の育成について学習し、自身が実践した授業を持ち寄り、他の教師と意見交換をしながら学びを深めていきたいという希望が多くあった。

以上のことより、本講義の内容が有益であったことが明らかとなった。

引用及び参考文献

今村哲史、他 (2016)「児童の探究能力育成を目指した理科授業実践 ―単元「もの溶け方」を題材として―」『日本科学教育学会研究会研究報告』Vol. 31, No. 3, pp. 49-54.

文部科学省 (2017)『小学校学習指導要領解説 理科編』, 東洋館出版社

文部科学省 (2018)『小学校プログラミング教育の手引き (第一版)』, 文部科学省ホームページ (http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm)

(最終閲覧日:2018年10月25日)

子どもの見方や考え方に基づく理科授業研究 －「水の三態変化」を事例として－

鈴木 宏昭（山形大学学術研究院）
飛塚 健史（山形県教育センター）

1. はじめに

小学校及び中学校の学習指導要領(2017)が改訂された。学習指導要領では、これまでの枠組みを見直し、教育課程を軸に学校教育の改善・充実の好循環を生み出すための「カリキュラム・マネジメント」の実現、いわゆる「アクティブ・ラーニング」の視点に基づく「主体的・対話的な深い学び」の実現などが方向性として示された。そこで、これからの新時代の理科授業を意識して理科授業研究に関する教育プログラムを開発することとした。なお、「理科教育」分野の教育プログラムであることから、山形大学の鈴木宏昭と山形県教育センターの飛塚健史が共同で教育プログラムを担当することとした。

2. 教育プログラムの概要と流れ

本教育プログラムは、理科マイスター初級の「理科教育」分野である。そこで、これからの理科教育、新学習指導要領の方向性に基づき、教育プログラムの内容構成を検討した。本教育プログラムの「到達目標及びテーマ」は、小学校教員として理科授業の実践力を向上させていくため、理科の授業研究の基本的性格(意義、構造、進行プロセス)及び理科に関する児童の思考の特質(発達の過程など)を理解するとともに、理科教材を活用し、授業実践を構想できることを目標とした。そのため、教育プログラムでは、子どもの見方や考え方に基づき理科授業研究を実施するために必要な知識と経験を提供することに重きを置いた内容とした。具体的には、現代理科教育研究の動向を踏まえつつ、理科の授業研究をはじめたとした、初等理科授業の理論と実践について解説した。特に、学習指導要領で規定されている理科の内容構成の原理と子どもの思考に基づく理科教授学習論について重点的に解説した。今回の教育プログラムでは、大きく3つの内容で構成された。一つ目が、子どもの見方や考え方に基づき理科授業研究を実施するために必要な知識に関する講義である。この講義では、新学習指導要領のポイントを示すとともに、授業研究に基礎となる子どもの見方・考え方に関する研究動向について説明した。例えば、近年のコンテンツベースからコンピテンシーベースのカリキュラム開発の流れや、ミスコンセプションの特質や、それらに基づく概念変換といった教授方略である。



教育プログラム（講義）の様子

次に、3人1組程度の複数のグループを構成し、小学校第4学年の教育内容「金属、水、空気と温度」の「水の三態変化」を事例に、その内容に関する児童の思考に基づく教材開発を、複数の教科書会社の理科教科書に基づき様々な理科教育実験の実施を含めて検討した。例えば、液体の水を加熱して、気体に変化した水蒸気をどのような装置で回収するか、などである。さらには、授業実践を構想させることとした。授業構想では、「予想される子どもの見方や考え方」に基づき構想した。そのため、授業における「予想される子ども考え」と「教師の具体的な手立て(実験などを含む)」を対応させながら、子どもを学習指導要領で規定された科学的概念へと導く授業構想案を検討した。そして最後に、検討した授業構想案グループごと発表し、参加者同士で相互評価した。



教育プログラム（実験）の様子



教育プログラム（発表）の様子

今回の教育プログラム実施後のアンケートでは、受講生のプログラムに対する満足度、等について調査した。受講生に満足度では、「大変満足している」「満足している」と全員が回答した。また、講座内容についての意見や感想については、「他者と一緒に指導案をつくる機会がなかったためKJ法を用いて、指導案を作成するのは新鮮であり、良い機会になった」や「自分達で実験方法を考察し、その実験の妥当性を生徒目線で考慮しながら、グループで授業の流れを構成することは、今まで経験がなく、様々な意見や視点を取り入れることができ、勉強になった」と回答していた。大学生にとっては、現職教員と小学校の指導案作りができたことが比較的に新鮮な活動だったようである。

3. おわりに

今回のプログラムを通した受講生の様子から、これからの授業づくりにおいて、児童に身につけさせたい資質・能力を明確にし、児童の思考をさらに大切にした授業づくりに向け、「授業観」を変容させていくことが期待される。そのため、これからの理科教育において資質・能力の育成が重要な視点であること、学習指導要領の重点がこれまでの教育内容の構成から、一般的汎用性の高い資質・能力の育成へと基盤あり方を検討し続けることが重要となるであろう。

参考文献

文部科学省：『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編』，東洋館出版社，2019年2月。
大高泉編著：『初等理科教育(MINERVAはじめて学ぶ教科教育)』，ミネルヴァ書房，2018年7月。

第5章 教育プログラムの評価

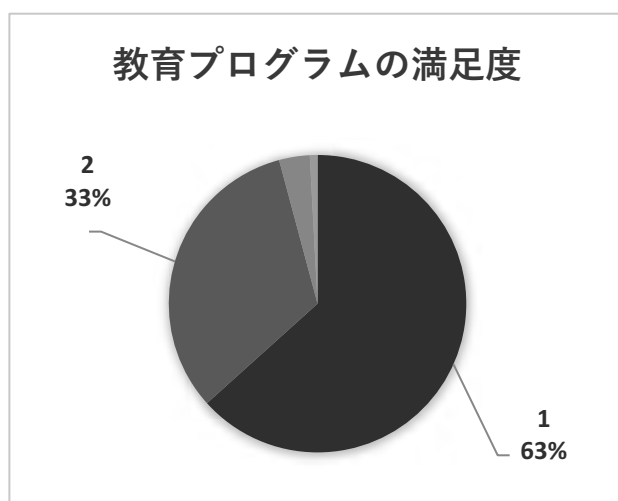
－実施後のアンケート調査まとめ－

1. 実施アンケートの概要

開発した「理科マイスター」教育プログラムの実施後には、受講者を対象にアンケート調査を実施した。回答者数は 120 名である。アンケートの質問項目は、「教育プログラムの満足度・内容」、「教育プログラムの実施時期」、「教育プログラムの開催方法」、そして、「これからの教育プログラムに対する要望」とした。結果は以下のとおりである。

2. 教育プログラムの満足度

教育プログラムの満足度については、以下の表及びグラフのとおりである。



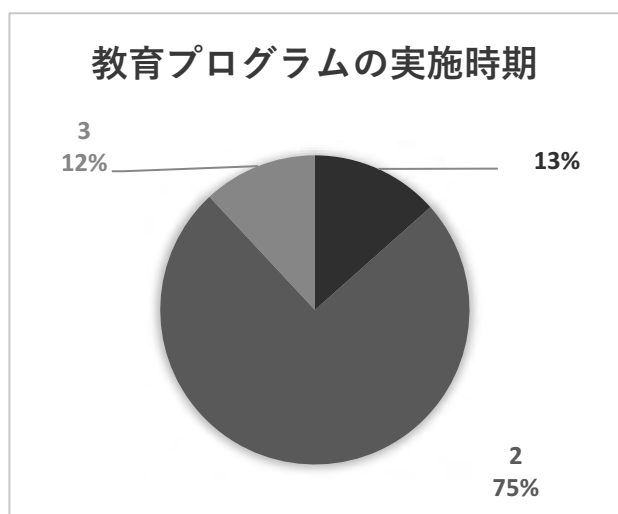
教育プログラムの満足度について

番号		回答率
1	大変満足している	63%
2	満足している	33%
3	どちらともいえない	3%
4	不満である	1%
5	大変不満である	0%

「大変満足している」が63%、「満足している」33%であった。そのため、受講者の多くは受講した教育プログラムに満足したようである。不満を感じた受講者の理由としては、教育プログラムの内容が受講者の想定していたものと異なっていたというものであった。

3. 教育プログラムの実施時期

教育プログラムの実施時期については、以下の表及びグラフのとおりである。



教育プログラムの実施時期について

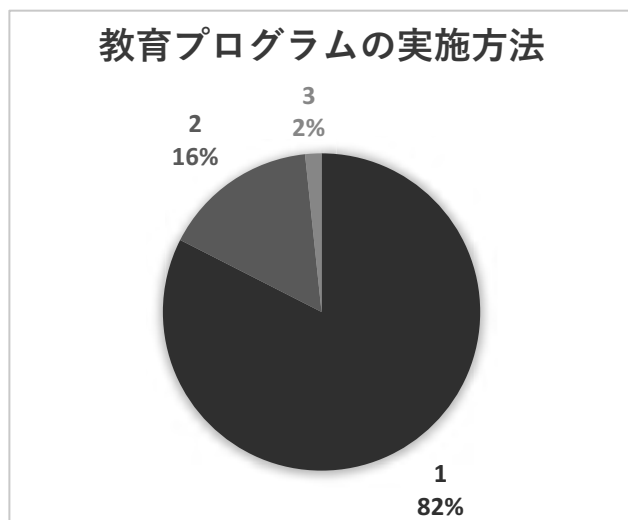
番号		回答率
1	平日	13%
2	土曜日・日曜日	75%
3	その他	12%

受講者の 75%が「土曜日・日曜日」がよいと考えていた。現職教員の受講者からの回答では、「土・日助かります。ただ、学校行事とかさなり、全てにでられないのが残念です」があった。また、「その他」の回答では、「小学校の夏休み期間だとうれしいです」があった。やはり、現職教員の場合、学校勤務がある中で教育プログラムに参加することになることから、休日や

長期休業中の実施を希望していた。他の研修との関係にもよるが、現職教員が受講しやすい実施時期についても今後検討していく必要があろう。

4. 教育プログラムの実施方法

教育プログラムの実施方法については、以下の表及びグラフのとおりである。



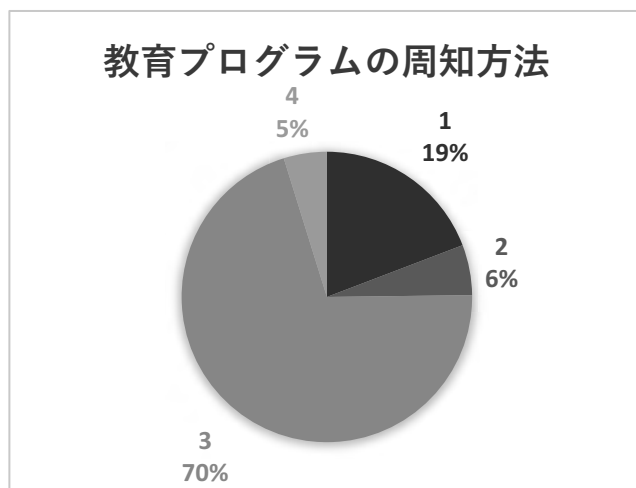
教育プログラムの実施時期について

番号		回答率
1	集中講義(1日～4日間)	82%
2	定期開催(毎週2時間程度を15週程度)	16%
3	その他	2%

学生・現職教員ともに8割以上の受講者が「集中講義」形式の教育プログラムの実施を希望していた。教育プログラムの内容によっては、教育プログラム実施前後で予習・復習をしながら受講したいとの回答もあった。今後、大学の教職課程の主な実施方法である定期開催を含めて検討する必要がある。

5. 教育プログラムの周知方法

教育プログラムの実施方法については、以下の表及びグラフのとおりである。



教育プログラムの周知方法について

番号		回答率
1	学校に送付された案内	19%
2	大学ホームページ	6%
3	大学教員からの紹介	70%
4	その他	5%

教育プログラムを実施するにあたり、山形県内の全小学校に案内を送付するとともに大学ホームページに開催告知を掲載した。学生の受講生のほとんどは、大学教員からの紹介により参加していた。一方、現職教員は、所属小学校に送付された案内、大学教員からの紹介により参加していたことが多かった。

6. おわりに～これからの教員養成・研修等への要望など～

これからの教員養成・研修等への要望などについての質問項目を自由記述にて設定したところ、以下のような回答があった。

- ・実際の指導に役立つような実践的、体験的な研修だとありがたいです。
- ・教員がICT機器を使用する技能を向上させることにつながる講座
- ・フィールドワークや体験的なものと共に、指導要領についても学べる機会がほしい

こうした回答を踏まえて、教育プログラムの改善を検討していく必要がある。

そのほか、教育プログラム全体について感想では、「県全体のことを考えると開催場所やスタートの時間をもう少し考えていただけると嬉しいです」という回答など、教育プログラムの実施場所などについての意見があった。山形県内で実施する場合、山形市内での教育プログラム実施だけでなく、庄内地区や置賜地区での開催などについても検討必要があることが分かった。

理科授業を担当する小学校教師に必要とされる資質・能力

片平 克弘（筑波大学人間系教授）

今回の学習指導要領の改訂にあたっては、各教科ともにその教科でどのような「見方・考え方」を育むのかということが議論された。これは、育成すべき資質・能力とともに、その教科を学ぶ意義を明らかにすることで「社会に開かれた教育課程」の実現をめざすためのものと考えられる。

理科においては、「その分野を通じてどのようなことを学ぶのか」というような考え方が、従来から認識されてきた。今回はこれを整理し、理科という教科の中で「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」という4つの領域を設定することで、それぞれの領域でどのような「見方・考え方」を育むのかということを明確化した。これからは、既存の1時間ごとの学習指導案で、「この時間はこう学びます」ではなく、「この単元で、この見方・考え方を通して、このような力を育てます」という単元のデザインをしていくことが必要となる。文部科学省が学習指導要領の形で示しているものは、あくまで大まかなカリキュラムの指針であり、各学校では実情に応じた学校単位のカリキュラムをつくっていかなければならない。新学習指導要領の理科は、その考え方を大事にしておき、解説も含め、大まかな方向性を示している。このような改訂のねらいは、教師に対する大きな意識改革である。これまでの学校教育は、知識を教えて覚えさせ、再生できる子どもたちを育ててきた。しかし今回は、学んだことを次に活かそうとする子どもたちの育成を求めている。そのためには、教師はいつ何を教え、何を子どもたちに任せて考えさせるのか等々、子どもたちにどう関わっていくのかが問われているのである。

ところで、NHKで放映されている科学番組に、『すイエんサー』という番組がある。雑誌のモデルなどを務める10代の女性たちが、視聴者からの素朴な疑問に答えるべく、科学的にその疑問に取り組むという番組である。この番組のおもしろいところは、自分たちの力だけで疑問と向き合い、疑問に対する答えが見つかるまで家に帰れないというルールである。彼女たちは時に悩み、笑い、脱線し、また最初に戻ったりしながら、いろいろな疑問に答えを出す。この「すイエんサーガール」たちが、名門大学の学生と競って好成績を出せる原因は、「グルグル思考」にあるのではないかとされている。この「グルグル思考」とは、まったく方向性の定まらない、無駄にも見える、愚直で紆余曲折しまくる思考のことをいうらしい。毎回素朴な疑問に無手勝流で挑戦している彼女たちには、この「グルグル思考」が身についているという。こうした「グルグル思考」の尊重やそれを側面から支えるサポーターはこれからの小学校教師に求められる資質・能力を考える上で一つの重要な視点を与えてくれるのではないかと考える。紆余曲折し、無駄に見えるかもしれない思考の時間。しかしそれこそ、教師が子どもたちや授業づくりと向き合う楽しさや喜びを与えてくれるものない。

<引用・参考文献>

片平克弘（2016）「理科において育むべき資質・能力を考える」、『中等教育資料』2016年8月号、16－17頁。

片平克弘（2018）「子どもたちと一緒に試行錯誤をしながら資質・能力の向上をめざしていく」、『総合教育技術』2018年4月号、22－25頁。

これからの小学校理科教員養成・研修カリキュラムにむけた展望 ー山形大学の立場からー

鈴木 宏昭 (山形大学学術研究院)

本事業の実施を通じて、山形県内の小学校理科授業に関する実態を明らかにすることができた。それらの実態を踏まえて、本事業では、「理科マイスター」の資格を設定して、そのための教育プログラム8科目を実施した。そして、実施結果を踏まえて、山形大学では、平成31年度以降に入学する学生を対象に、以下のシラバスのような「初等理科実験」(3年後期、選択科目)を開講する。この科目は、教職課程の再課程認定申請における「教科及び教科の指導法に関する科目における複数の事項を合わせた内容に係る科目」(通称:複合科目)である。こうした科目を設置・実施することで、山形大学におけるこれからの小学校理科の教員養成カリキュラムの充実を図ることとした。

授業科目名: 初等理科実験	教員の免許状取得のための 選択科目	単位数: 2単位	担当形態: オムニバス
科 目	教科及び教科の指導法に関する科目(小学校)		
施行規則に定める 科目区分又は事項等	教科及び教科の指導法に関する科目における複数の事項を合わせた 内容に係る科目		
授業の到達目標及びテーマ			
本授業の到達目標は、小学校理科における安全な観察や実験に必要な知識及び技能を習得することである。小学校で理科授業を実施する教員としての基本的な資質・能力を身につける。			
授業の概要			
本授業は、理科の専門的事項と指導法を複合した科目である。授業では、小学校の教員に必要とされる理科の専門的知識、観察・実験の技能等を習得するため、小学校理科の観察や実験の内容構成を理解した上で、小学校理科の内容構成の柱である「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」の領域に対応した「物理」「化学」「生物」「地学」にかかわる専門的知識と観察・実験を取り上げ、講義及び観察・実験を行う。さらに観察・実験においてはレポートを作成することとする。観察や実験のレポートは、小学校の教員として初等理科実験を実施するという視点で作成させる。その他、理科実験室の整備や小学校理科で使用する薬品の管理方法等についても重点的に理解させる。			
授業計画			
第1回:オリエンテーション、小学校理科における観察や実験の内容構成			
第2回:理科授業における観察や実験の意義、学習指導要領における観察や実験の位置づけ			
第3回:小学校理科授業における観察や実験の事故の特徴			
第4回:小学校理科における児童への安全指導			
第5回:エネルギー(物理)領域の教育実験①(光学器具)			
第6回:エネルギー(物理)領域の教育実験②(電気器具)			
第7回:粒子(化学)領域の教育実験①(ガラス器具)			
第8回:粒子(化学)領域の教育実験②(加熱器具)			
第9回:生命(生物)領域の教育実験①(顕微鏡)			
第10回:生命(生物)領域の教育実験②(環境測定器具)			
第11回:地球(地学)領域の教育実験①(鉱物・岩石)			
第12回:地球(地学)領域の教育実験②(野外観察)			
第13回:初等理科実験で使用する薬品の管理(薬品管理簿の作成含む)			
第14回:小学校理科実験室の整備と管理			
第15回:授業のまとめ及び定期試験			
テキスト:小学校学習指導要領解説 理科編(平成29年6月 文部科学省)			
参考書・参考資料等			
文部科学省『小学校理科の観察、実験の手引き』(平成23年3月 文部科学省)			
角屋重樹・林四郎・石井雅幸編『小学校理科の学ばせ方・教え方事典 改訂新装版』(平成21年1月 教育出版)その他、授業中に適宜資料を配付する。			
学生に対する評価:定期試験(40%)、観察・実験レポート試験(60%、4領域で各15%ずつ)			

今後、上記のような科目を実施していく中で、これからも継続的に小学校理科授業に必要な教員の資質・能力を検討していくとともに、教員養成の発展を目指していく必要があるだろう。

これからの小学校理科教員養成・研修カリキュラムにむけた展望

ー山形県教育センターの立場からー

飛塚 健史（山形県教育センター）

1. はじめに

県内の小学校理科の授業では、教科担任制が進んでおり、「山形県内の理科に関する調査結果」から、6年生の理科を担当している学級担任の割合は1／4を切っているという現状にあるのがわかった。そうした状況をふまえ、県教育センターにおいて現職教員研修としてどのようなことが行えるかも含め、これからの小学校理科教育について考えてみたい。

2. 本県小学校理科教育における状況と課題

（1）「山形県内の理科に関する調査結果」から

基本的に小学校では全ての教科領域の授業を担当が行う。その中で、各教員の専門性を活かすことや、空き時間の確保という観点から一部の教科で教科担任制が行われており、各学校の裁量において、音楽や理科などの教科において担任以外の教員が授業を行っているという現状がある。

今回の「山形県内の理科に関する調査結果」によると、全体として学級担任の教員が理科の授業を行っている割合は約48%であった。学年別に見ると、3年生では75%において学級担任が理科の授業を行っている。学年が上がるごとに担任が理科の授業を行う割合が減少し、6年生の担任が理科の授業を行っている割合は約24%という結果であった。逆に言えば、学年が上がるごとに担任以外が授業を行う割合が増え、6年生では約76%の学級で担任以外の教員が理科の授業を行っているということになる。

（2）小学校理科教育に関わる研修へ参加・実施状況から

山形県教育センター（以下教育センター）で小学校理科教育に関わる研修は、悉皆の研修として、小学校初任者研修の「教科指導（理科）」、希望制の専門研修として「探究型学習推進講座B ～教科等における探究型学習の授業づくり～②（小・理）」を開講している。現状として、専門研修の参加者はそれほど多くはない。また、教育センターでは、各学校の要請により、校内授業研究会・校内研修会の助言者や講師などを行う「出前サポート」業務を行っているが、その業務においても、小学校理科に関わる要請は数件と少ない。また、外部講師を呼ばなくとも、小学校の校内授業研究会などで理科を取り上げ、授業づくりについて職員のみで研修会を行っているという話もあり聞くことはないという状況である。

（3）現状の分析と課題

実際に授業を行う場合、高学年になるにつれ、扱う教材・教具は多岐にわたる。授業の中で観察・実験を行うために、予備実験が必要となるであろうし、理科室内の器具・用具などやその使用法について十分な知識・技能が必要となる。また、子どもが授業の中で生み出した多様な考えを解決できるような学習過程を実現するためには、どのような観察・実験を行っていくことが最善であるのかといった、子どもの思考に合わせた授業づくりのコーディネートが重要となる。担任をもっている教員が、日々の業務がある中で、そうした時間を確保することはなかなか難しい。

山形県的小学校理科教育の現状は、次のような見方ができると考える。

1つ目は、教科の専門性や教材・教具、実験の内容や方法に関わる十分な知識・技能をもった教員が、教科担任として授業を担当しているということである。このことは、平成30年度に行われた全国学力・学習状況調査の小学校理科の結果において、理科に関わる本県の結果が、全国平均をどの項目においても上回っていることとも関わっているものと考ええる。県教育委員会では、「学習状況調査を見ると、『理科の勉

強は好き』『理科の授業の内容はよく分かる』と回答している児童生徒の割合が高くなっています。観察、実験を通した課題解決に取り組む中で、児童生徒の力を高める授業を継続していくことが大切であると考えます。」とのコメントを公表しており、専門性を持った教員による小学校理科の授業が結果に結びついていると考える。

もう1つは、教科の専門性や教材・教具、実験の方法や内容について知識・技能を十分に有しているという段階ではないものの、授業を行うために教材分析や教材・教具について研究を進め、苦勞しながらも授業づくりに取り組んでいる教員がいると推測される。

理科の授業を行う担外の立場の教員が専門性等を十分に有し、担任は専門性等を有していないというのではなく、様々な場合があると考えられる。ただし、実情として、最近10年間で1、2度しか理科を担当したことがないという教員も存在し、そうした教員のなかに、理科の授業を行うことに不安感を抱いている教員がいることも事実である。このように、小学校理科教育を担当する教員は、2極化が進んでいると考える。

(4) 理科授業づくりの課題

小学校理科においては、目標に示されている育てたい資質・能力を明確にした授業づくりが求められている。育てたい資質・能力を明確にするには、授業の中で扱う教材との関わりの中で、今現在のこどもがどのような状態で、どのような探究の過程をたどっていくのかという見通しを、子ども側の思考を柱として考えていく必要がある。授業を行う我々教師自身の「授業観」の転換が必要となると考える。

3. 本事業の取り組みの意義と本県の課題の解決に向けた改善策

本事業では、理科室の運営にかかわることから、野外観察、授業の中で行う具体的な実験を扱うことを中心とした授業づくりの研修まで幅広い分野においてプログラムが組まれ実施された。

本事業「理科マイスター」プログラムに参加した学生、現職教員は理科教育に普段から興味・関心をもち、教科の専門性等を十分にもっている、または、専門性を向上させたいと考えている方々がほとんどであった。現状とこれからの展望をふまえると、こうしたプログラムに参加してもらいたい方々として、普段、あまり小学校理科教育に興味・関心を持っていない方、または、興味・関心があるが、なかなかこうした研修に参加できないでいる方に目を向けて、参加してもらえよう研修やシステムが必要となる。そうした意味で、大学・県・市とのつながりの中で行い、全県の学校や学生に呼びかけて行った本事業「理科マイスター」プログラムは有意義であったと考える。

現状を踏まえ、これから教育センターの研修講座においては、小学校理科教育の専門性を更に向上させる研修、そして受講者のニーズに合わせた研修を再構築する必要があると考える。例えば「小学校理科基礎実験講座」などの講座を開講し、小学校で扱う実験を基本的なところから研修できるような講座なども検討していき、幅広い方々に参加してもらえよう検討が必要であると考えている。

4. おわりに

新しい学習指導要領が告示され、子どもに身につけさせたい資質・能力が明示され、小学校理科の学習においても子どもの側に立った学習過程がますます重要になってきている。同時に、指導する教員の資質・能力を向上させる研修や興味・関心を喚起するシステムの在り方について、今後も検討を重ねていくことが必要である。

これからの小学校理科教員養成・研修カリキュラムにむけた展望

ー山形市総合学習センターの立場からー

浅野 祥子(山形市総合学習センター)

1. はじめに

全国的に小学校理科の教科担任制は高学年ほど高くなる現状にある。山形市も例外ではない。そのため例年、山形市理科教育センターにおいて、6つの希望研修講座を設け、初めて理科を持つ教員や担当学年の実験・観察技能に不安のある教員等の希望者を対象に、技能の向上や授業づくりの研修を行っている。今年度、山形大学からの依頼を受け、市内での研修と山形大学で実施する『「理科マイスター」資格認証制度を活用した教員養成・研修システム』を協働で行う機会をいただいた。それらの研修を実施した成果をもとに、来年度より中核市となる山形市における研修の今後の展望を考察する。

2. 山形市の現状

昨年度、山形市内小学校の理科主任が集まる研修会で、担任が自分のクラスの理科授業を受け持っている割合を尋ねる機会を設けた。精度の高い調査とはいえない簡易なものではあったが、結果として学年が上がるにつれ担任が理科を持つ割合が減る傾向がつかめた。これは全国の傾向と同じである。6年生に至っては担任が理科の授業を受け持っている割合は3割程度であった。また高学年の授業を行う担任外の教員（以下、担任外）は、教頭、教務等が多く、年齢層が低いとはいいがたい。加えて、彼らの中にも今まで高学年の理科授業を持ったことがなく、実験や観察の技能に不安を抱えている先生方もいるのが現状である。このことから、これまでも高学年の理科は担任外が受け持っていた傾向が窺える。

理科の授業を担任外が持つ理由はいくつかあるが、その一つとして実験の準備や後片付け、予備実験に時間がかかることがあげられる。そこで、比較的時間に融通の利く担任外に授業を任せているようである。そのため、残念ながら大学で理科を専攻した教員であっても、高学年を担任した場合に、理科の授業を受け持っていない例も複数ある。

ところで、当理科教育センターにおける希望研修会への参加状況は非常に良い。特に夏休みに行う小学校理科実践講座は、今年度、午前中の中学年部会への参加者が39名で、ほぼすべての学校からの参加があり、2名以上参加した学校も見られた。このことから理科に関わる研修への関心は高いことが窺える。アンケートには「実際の授業で使える実験のアイデアを沢山いただけてとても良かった。早速授業でやってみたい。」という教材研究の視点と「うまくいく、うまくいかないというどちらの体験もできて、とても良かった。このうまくいかない原因を、なぜだろう、どうしてだろうと考えていくことが理科のおもしろさだと思う。」という探究の過程についての視点の両面に関わる記載が多く、研修を受けた先生方の理科授業への意欲の高さが感じられる内容であった。

また今年度「理科マイスター」資格認証制度と協働で開催した理科授業づくり講座では、市内の先生方から「学生の柔軟な思考に触れ、大変刺激になった。」という声が多く聞かれ、研修会の有用性を確認できた。しかし、これらの研修に参加した市内の先生方が、他の「理科マイスター」教育プログラムは受講していなかった。受講していない原因（告知、時間的な問題、意欲等）を探り、今後の研修づくりや連携の方向性の示唆としたい。

3. 今後に向けて

理科授業担当者が、担任外（教科担任）か担任かは、それぞれに利点と欠点があり、一概にどちらが良いとは言えない。まずは個別の利点を考察する。

担任外が理科授業を持つ利点は大きく2つ考えられる。1つは、同学年の複数クラスの授業を同時に持つことで、教材準備の回数が少なくて済むこと。もう1つは、教材研究を十分にできることである。教科担任制にすることで指導者の教材研究が深まれば、結果として子ども達の理科の学力向上にもつながる。

だが一方で、担任が理科を持つことの利点も大きい。小学校では日常生活に結びついた事象を多く取り扱う。雲の学習をしたときに、必ずしも理科の時間に観察したい雲が出ているとは限らない。昼休みに窓の隙間から、観察したい雲が見えれば、そのときに観察のチャンスとなる。また継続的にチョウやメダカの卵の観察をしている場合も同様で、いつ孵化するか分からない卵でも、担任が教室でそれらの教材を扱えば、休み時間に変化に気づいた子の言葉をきっかけに、すぐにみんなで観察することができる。また植物の発芽の学習の最中に給食でもやしが出れば、生きた教材として話題にできるのも担任だからこそである。担任が理科の授業を持つことで、観察の適時性や教科横断的に理科を学習することができ、より日常生活に結びついた事象として子ども達は理解ができる。加えて、日頃から関わりの深い担任になれば、実験での危険を的確に予測し、学級の実情に合わせた安全な実験を行うことができるのも、利点と言えるであろう。また、実験や観察を取り入れた授業を展開することで、探究的な学びや課題の発見・解決に向けた主体的・協働的な学び（いわゆる「アクティブ・ラーニング」）を推進することになり、担任の学習指導力の向上にも大きく寄与すると考えられる。

結論としては、どの教員も安全かつ探究的に理科の実験・観察を行うことができ、理科の授業を受け持つことができるのが理想である。より多くの先生方に、基本的な実験・観察技能の習得と探究的な授業づくりのスキルを磨いていただくためにも、研修の機会を設ける必要性を感じる。しかし、教員研修の充実のためにと理科の研修だけを増やしても、先生方の多忙感が増すだけであり、研修に派遣する学校の負担も増えるだけである。そういう意味で、今回のように大学や県、市が連携して、研修会を精選したり、共通の資格認証講座として認められたりすることは、研修を受けることへの負担感の軽減だけでなく、受講者がより大きなメリットを感じることができると考えられる。

開催場所や開催期間、内容、講師の精選等の問題はあるが、今後も関係機関と連携を図りながらの研修会の実施には利するところがあると考ええる。

4. おわりに

前述の通り、各市町村や県センター主催の研修と「理科マイスター」資格認証制度が連携することで、多くの先生方に研修の機会を提供できるだけなく、共通の資格認証講座として認められれば、より多くの理科マイスターが誕生することが見込まれ、県内の理科教育の基盤作りとなることが期待できる。今年度、本システムへの参加によって、他県の研修状況などを知ることができた。今後の研修づくりに大いに参考にしたい。このような機会を与えてくださったか関係各位に感謝申し上げる。

終わりに

大森 桂（山形大学地域教育文化学部副学部長）

平成 27 年 12 月の中央教育審議会答申「これからの学校教育を担う教員の資質能力の向上について」をふまえて教職課程に関わる規則等が改正され、教科の内容と指導法を一体的に扱う科目の実施が求められている。あわせて、平成 27 年に策定された「第 6 次山形県教育振興計画」においては、「社会を生きぬく基盤となる確かな学力」の育成が基本方針の一つとなっており、「理数教育の推進」のため、「小・中・高・大学の理数教育の連携」や「中核となる理数系教員の養成」が掲げられている。これらを背景に、本学部では今年度、理科教育に関わる教員が中心となり、山形県および山形市教育委員会と連携し、「理科実験マイスター」資格認証制度を開発・実施し、ここにその成果をまとめた。

今回の 9 日間の講座はいずれも、担当教員の専門性を活かし、学校現場の教員の目線に立った内容構成となっており、魅力的である。また多くの回が、大学教員と県・市教委等の職員による複数指導体制であり、受講生にとって深い学びとなるだけでなく、養成と研修の一体的改革に資する取り組みとして評価できるだろう。今後、現場の教員のニーズをふまえながら、講座の内容やレベルを拡充することも十分可能と考えられる。最終的に授与される受講証明書が、教員個人の達成感を喚起することは勿論であるが、さらに、教員の評価につながるよう本制度の今後の発展を期待したい。マイスターになった者を講師や補助として、次年度以降に活用することによって更に養成と研修が一体的に進み、人材の有効活用にもなるだろう。今回の取り組みは、大学と県や市の教育委員会との連携の好例として意義がある一方、単年度の事業として終わることなく、継続的に実施するための工夫や体制づくりが課題と考えられる。

子どもの体験不足が言われて久しいが、大人すなわち教員や保護者も体験不足であるのが現代の課題だろう。この悪循環を改善するためにも、学校教育における実験や実習を通して、子ども達が少しでも多くの実体験をすることは極めて重要な意味を持つ。私自身が長年関わってきた、小学校および高等学校の「家庭科」や中学校の「技術・家庭科」においても、理科教育と同様に、実験や実習を効果的かつ安全に指導するための技術的な課題がある。具体例を挙げれば、調理実習や被服製作であり、これらの指導に苦手意識を持つ教員は少なくない。今年、県内のある小学校の家庭科の授業を参観した。調理実習に入る前に、若手の女性教員が自分のスマホを教室の大きなスクリーンにケーブルでつなぎ、インターネットで配信されている野菜の切り方の動画を児童に見せて確認するよう一斉指導をしていた。従来、家庭科の調理技術に関する視聴覚教材はあったし、IT 化が進み、Web 上の動画を技能の習得に活用することは手軽で、自分の技術に自信のない教員の場合は特に有効だろう。一方で、ゲーム機等でのバーチャル体験やインターネットの配信動画に触れる機会が激増している今日だからこそ、化学反応や自然現象を、平面のスクリーンを通してではなく、自分の目で直接確認し、五感を使って自分の疑問や課題をとことん追求する機会を学校教育で保障したい。そのためには、やはり教員の力量が一層問われる。今回の「理科実験マイスター」資格認証制度のような取り組みを通し、理科の楽しさを伝えることのできる教員が増え、面白い理科の授業実践例が県内の学校に増え、理科好きの子どもそして将来理科の教員を目指す子どもが増える、という好循環を期待したい。

最後にあらためて、当事業の運営にあたり、ご協力下さった県教育委員会ならびに山形市教育委員会の皆様に深く感謝するとともに、事業を滞りなく進めて下さった大学関係者にも御礼申し上げます。

平成 30 年度 文部科学省委託事業
教員の養成・採用・研修の一体的改革推進事業
[テーマ 6 新たな教育課題に対応する科目を必修科目として位置づけ、
効果的に実施する取組の推進]

研究成果報告書

「理科マイスター」資格認証制度を活用した
教員の専門的資質・能力を育成するための教員養成・研修システムの構築

2019 年（平成 31 年）3 月

発行者（実施責任者）
山形大学
出口 毅

印刷 大風印刷

本報告書は、文部科学省の初等中等教育等振興事業委託費による委託事業として、山形大学が実施した平成 30 年度「教員の養成・採用・研修の一体的改革推進事業」の成果を取りまとめたものです。

したがって、本報告書の複製、転載、引用等には文部科学省の承認手続が必要です。