

理科の教員研修による研修受講者への効果

松川 正樹^{*1}・原田 和雄^{*2}・吉野 正巳^{*2}・長谷川 正^{*3}

理科教員高度支援センター

(2019年5月23日受理)

MATSUKAWA, M., HARADA, K., YOSHINO, M. and HASEGAWA, T.: The effects on the trainee of teacher-training on Science Education. Bull. Tokyo Gakugei Univ. Div. Nat. Sci., 71: 175-181 (2019) ISSN 2434-9380

Abstract

School teachers in Japan are required to receive professional training for their duties. For this reason, the prefectural and city boards of education plan and host various kinds of teacher-training workshops. It is therefore a matter of course that the effectiveness of teacher-training is sought by these organizations. Teacher-training is conducted for the purposes of (1) understanding of natural science and (2) understanding of scientific methods. We conducted a questionnaire survey of (1) whether the results of teacher-training were utilized for teaching, (2) changes in student learning as a result of the teacher-training, (3) changes in teaching methods/attitudes toward science for the trainee as a result of teacher-training, and (4) transmission of the contents of the teacher-training at the workplace. Teachers that participated in the workshops that emphasized the elements of scientific thinking utilized the contents of the workshops in their teaching, and emphasized scientific thinking in their duties, showing that the training had an effect. Since the contents of the teacher-training workshops were reflected in their duties, it was indicated that teachers should be trained.

Keywords: Science education, teacher-training, effect, elements of science teacher training, understanding of natural science, understanding of scientific methods, questionnaire survey of the four contents

Advanced Support Center for Science Teachers, Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo, 184-8501, Japan

要旨: 教員は、その職務を遂行するため、研修に努めることが求められている。そのため、県や市の教育委員会などにより現職教員研修が企画され実施されており、当然ながら教員研修の効果が重視されている。本論文では、(1) 自然の事象の科学的理解と (2) 科学の方法の理解の2つを重視して実施した研修について、研修後に、研修受講者が学校現場に戻ってからの研修効果についてアンケート調査した。その結果、研修受講者の研修内容の活用度、児童・生徒の興味・関心や科学的思考の育成、研修受講者自身の自然科学に対する思考、受講者自身の自然科学に対する思考、観察・実験授業への自信の向上に研修の効果のあることが示された。

* 1 東京学芸大学 理科教員高度支援センター (184-8501 小金井市貫井北町 4-1-1)
* 2 東京学芸大学 (広域自然科学講座) 生命科学分野
* 3 東京学芸大学 名誉教授 副学長

1. はじめに

教員は、その職務を遂行するため、研修に努めることが求められている（文部科学省，2019）。そのため、都道府県・政令指定都市・中核市教育委員会等は、各種の教員研修を計画し、初任者研修，教職経験者研修，大学院等派遣研修などの教員研修を実施している。それらの研修は、教員のライフステージにおいて求められる教科指導，児童・生徒指導，学級・学年運営，学校運営などの資質能力を向上することを目的としている。教科指導の研修に関して，例えば，東京都では小学校教員の採用内定者に，勤務する以前の期間に理科の観察・実験や体育の実技の研修を実施し，新任教員の実践的な指導力の向上を図っている。特に，理科では，現行の学習指導要領では「主体的・対話的で深い学び」の育成が掲げられており，これらを反映して小・中学校の教科書が観察・実験を重視した内容で構成されているので，指導にあたる教員にはこれらの実践的技法を含む指導力が求められている。小学校3年生から高校3年生までの10年間で学習する理科の内容は，古典的な自然科学の内容から，近年，急速に発展している研究領域の内容まで，広範囲にわたっている。そのため，教員にはそれらの内容の指導力を持つことが求められ，理科の教員研修は自己研鑽に努められる機会となる必要がある。しかし，従来の理科

の教員研修では，主催者が講師を選定し，講師が準備した内容を実施しているが，教員の要望や教育現場の実状が必ずしも考慮されてはいない。これまで，現職教員研修の在り方についての研究や報告書（例えば，上西，2009；教員研修の在り方検討会，2013；国立大学協会，2019）はあるが，理科の教員研修の内容や研修方法に関する研究や報告書は見当たらない。

東京学芸大学理科教員高度支援センター（Advanced Support Center for Science Teacher, ASCeST；以下ASCeSTと表記する）は，2010年の創設以来小・中・高等学校の理科に関する多様な教員研修を実施し，研修終了後にアンケート調査を実施して，研修内容と方法を継続的に検討してきている。しかし，研修受講者が学校現場に戻ってからの教科指導における研修の効果についての調査は行っていなかった。本論文では，学校現場に戻ってからの研修の効果を明確にするため，2018年度にASCeSTで実施した研修の受講者を対象に調査した結果について述べる。

2. 理科の教員研修の目的と目標

学習指導要領理科（文部科学省，2017a, b）で定められている項目は，自然の事象の基本的内容となっており，それらは論理的あるいは実証的に説明されている。そのため，理科の学習では，①自然の事象を科学

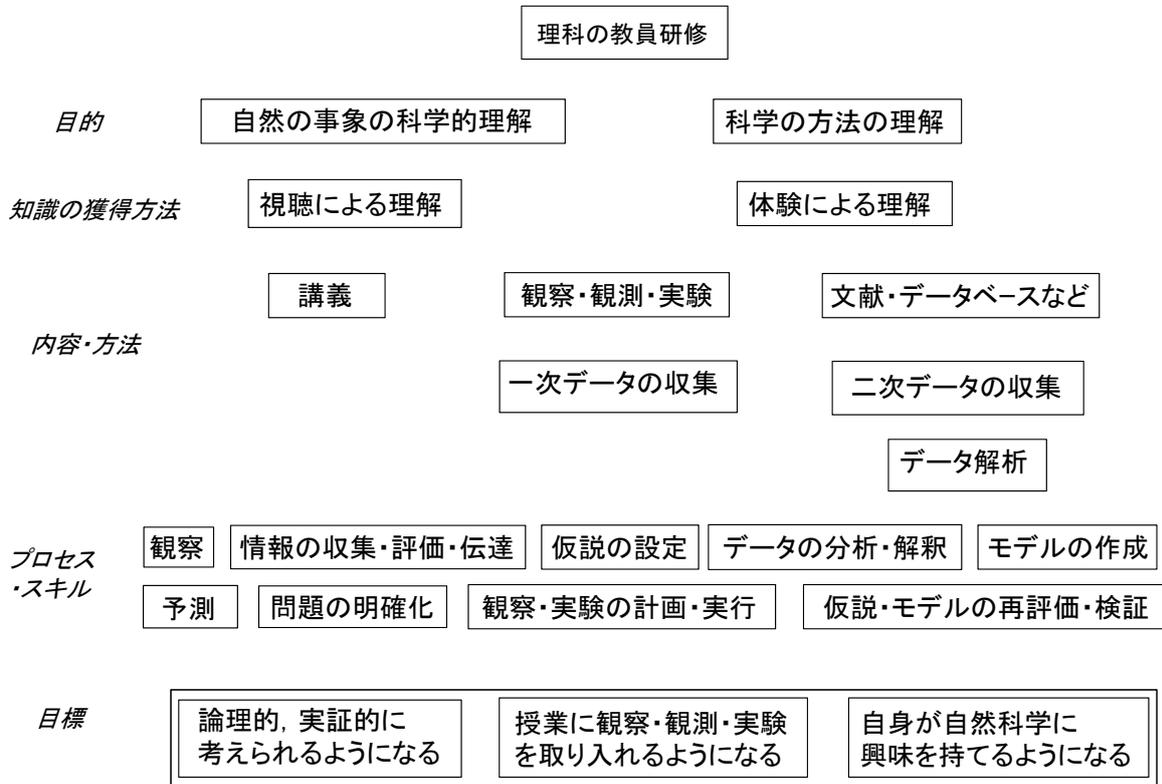


図1 理科の教員研修の構成と構造

的に理解することと, ②科学の方法と言われている自然の事象の解釈の方法を学ぶことが必要である。従って, 理科の教員研修では, この2点を研修受講者に理解させることが目的となる。科学者は自然科学を研究する過程で自然の事象を解釈するための技法を用いており, この技法を理科教育に取り入れたものの1つはプロセス・スキルと呼ばれている。プロセス・スキルの考えは, The Commission on Science Education of the American Association for the Advancement of Science (AAAS) (Livermore, 1964) により提案され, 以来幾つかの提案があり, 最近, 原田ほか (2019) は理科の教員研修用に改良したプロセス・スキルを提案している。研修を通して, 研修受講者が①自然の事象を論理的, 実証的に考えるための科学的技法を身につけること, ②理科の授業に観察・実験を取り入れ, 児童・生徒の科学的思考力を育成できること, ③自ら自然科学に興味を持てるようになることが到達目標としてあげられる。

理科の教員研修は, 内容的には講義, 観察・観測・実験, 文献やデータベースなどを用いたデータ解析に分類される。研修の指導者としては, 指導内容に関する学術的な造形の深さや教育指導経験の豊かな大学の教員, 研究所や博物館などの研究者や教え方名人とされているコア教員が担当している。図1は, 理科の教員研修の要素をまとめたものである。観察・観測・実験では, 研修受講者はそれらの活動によりデータを収集し, プロセス・スキルにより, 自然の事象を解釈する。また, 文献やデータベースなどを用いたデータ

解析の内容は, 天文, 気象や地震の分野で用いられている方法で, 研修受講者は既知のデータを収集し, 自然の事象を解釈する。これらの研修の内容では, 研修受講者が収集するデータは観察・実験による一次データと既知データから収集した二次データの相違はあるが, データ解析と解釈を通して, 研修受講者は科学的知識を体験的に獲得し, 理解することになる。一方, 講義では, 研修受講者が講義を聞くことにより知識を獲得, 理解することになり, データの収集やプロセス・スキルを用いた活動を直接体験しないことになる。また, 教え方名人のコア教員が指導する研修では, その教員の個性や経験が顕著に現れ, 大学の教員が指導する研修では自然の事象の理解に関する内容が主体になる傾向になる。

ASCeST の研修は, 研修受講者の①自然の事象の科学的理解と, ②科学の方法の理解を目的にして, 実施している。そのため, 研修のテーマが異なっても研究方法や技法の使用に一貫性があるように心掛けている。

3. 研修受講者への調査

教員研修は, 研修受講者が研鑽を積み, 小中高等学校の理科の授業における指導力の向上を目的としている。この目的を達成するために, 研修の主催者は予算を確保して研修を実施しているので, 研修の効果が当然求められる。

ASCeST では, 研修受講者が学校現場に戻ってから

表1 アンケートを実施した研修テーマの分野, 内容, 対象, 協力者数と回答数

会場	研修番号	研修テーマ	分野	内容	対象	協力者	回答数	
東京学芸大学	15	電機とエネルギー	物理	実験	小・中	7	3	
	19	水溶液の性質	化学	実験	小	15	13	
	12	電池の化学—ボルタ電池とダニエル電池の理論と実験—	化学	実験	中・高	1	1	
	22	フラーレン C60 の化学反応と分離精製	化学	実験	中・高	8	5	
	16	学校周辺の身近な環境—生態系のしくみの考察—	生物	観察	小・中	5	4	
	21	ショウジョウバエを用いた遺伝実験	生物	観察	中・高	9	6	
	31	生物電気の基礎実験	生物	実験	中・高	6	5	
	33	接触グロー放電—原始地球上でのアミノ酸生成のモデル反応—	生物	実験	中・高	1	1	
	14	地質野外観察会—130 万年前の東京の自然を復元しよう—	地学	観察	小・中	9	6	
	28	天気図で学ぶ天気予報と気象学 (台風編)	地学	データベース	小・中・高	15	13	
	17	太陽と月・星の動き	地学	データベース	小	7	5	
	多摩六都科学館		顕微鏡の正しい使い方と水中生物の観察	生物	観察	小・中	25	19
			太陽と月・星	地学	データベース			
		忙しい先生のためのメダカの繁殖・飼育・観察	生物	観察				
		直流電流回路の初歩	物理	実験				
		物の溶け方	化学	実験				
		天気図で学ぶ天気予報と気象学 (台風編)	地学	データベース				
合計						108	81	

の研修効果を調べるため、2018年度に実施した研修の受講者を対象にアンケート調査を実施した(表1)。調査項目は、原田ほか(2018)が提案した4項目とし、それぞれに用意した4つの選択肢の中から選択する形式とした(図2)。何れも研修受講者の自己診断である。「1. 研修内容の活用度」は、受講した研修内容の授業での活用状況、「2. 研修を受講したことによる児童・生徒の変化」は、理科への興味・関心、論理性、主体性と対話力の変化、「3. 研修を受講したことによる本人の変化」は科学的思考力、理科の観察・実験への自信、自然科学への関心の変化、「4. 研修内容の伝達」は職場への反映について問うものである。

調査は、東京学芸大学を研修会場として実施した42研修の中の11研修と多摩六都科学館を会場として実施した6研修の研修受講者を対象とした。研修受講者は、東京都教職員センターが募集した理数系教員指導力向上研修、多摩六都館が募集した夏期教員セミ

ナーと ASCeST が募集した研修に応募した東京都、県や私立の小中高等学校の教員である。

調査対象とした研修は、物理・化学・生物・地学の分野にわたり、観察・実験と文献・データベースを活用した内容に大別できる。アンケート調査では、研修受講者に研修終了後、調査の趣旨を説明し、調査協力の同意を得た研修者を対象とし、研修実施4ヶ月以後にアンケート用紙(図2)を勤務校に送付した。回答してもらった調査紙は同封した返信用の封筒に入れ返送してもらった。アンケート用紙を送付した108名のうち、81名から回答が得られた。回収率は、75%であった。

4. 結果と考察

4.1 研修内容の活用度

「③まだ活用していないが、今後活用する予定」が約60%で最も多く、次いで、「①活用し、すでに成

受講日: 月 日() 受講研修番号: <p style="text-align: center;">調査内容</p> 4つの質問事項に関して、該当するものに○を付けて下さい。
1. 研修内容の活用度 ① 活用し、すでに成果が現れている。 ② 活用したが、まだ成果が現れていない。 ③ まだ活用していないが、今後活用する予定である。 ④ 活用する予定はない。
2. 研修を受講したことによる児童・生徒の変化(「複数可」) ① 興味や関心をもって理科の授業に臨むようになった。 ② 筋道を立てて考えられるようになった。 ③ 友人との議論が活発化した。 ④ 特に変化はない。
3. 研修を受講したことによる本人の変化(複数可) ① 科学的思考法をより強く意識するようになった。 ② 積極的に、観察・実験の授業に臨めるようになった。 ③ テレビや日常生活を通して、自然科学の現象に興味を持てるようになった。 ④ 特に変化はない。
4. 研修内容の伝達(複数可) ① 校内研修で、職場全体に研修内容を報告した。 ② 職場全体には報告していないが、所属する学年や教科会等で研修内容を伝えた。 ③ 職場全体には報告していないが、(日常会話等で)同僚に個人的に研修内容を話した。 ④ 研修内容について、他の教職員には全く話していない。
ご意見等があれば、ご記入下さい。
ご協力有り難うございました。

図2 教員研修に参加した教員への追跡調査のアンケート用紙。原田ほか(2018)を引用

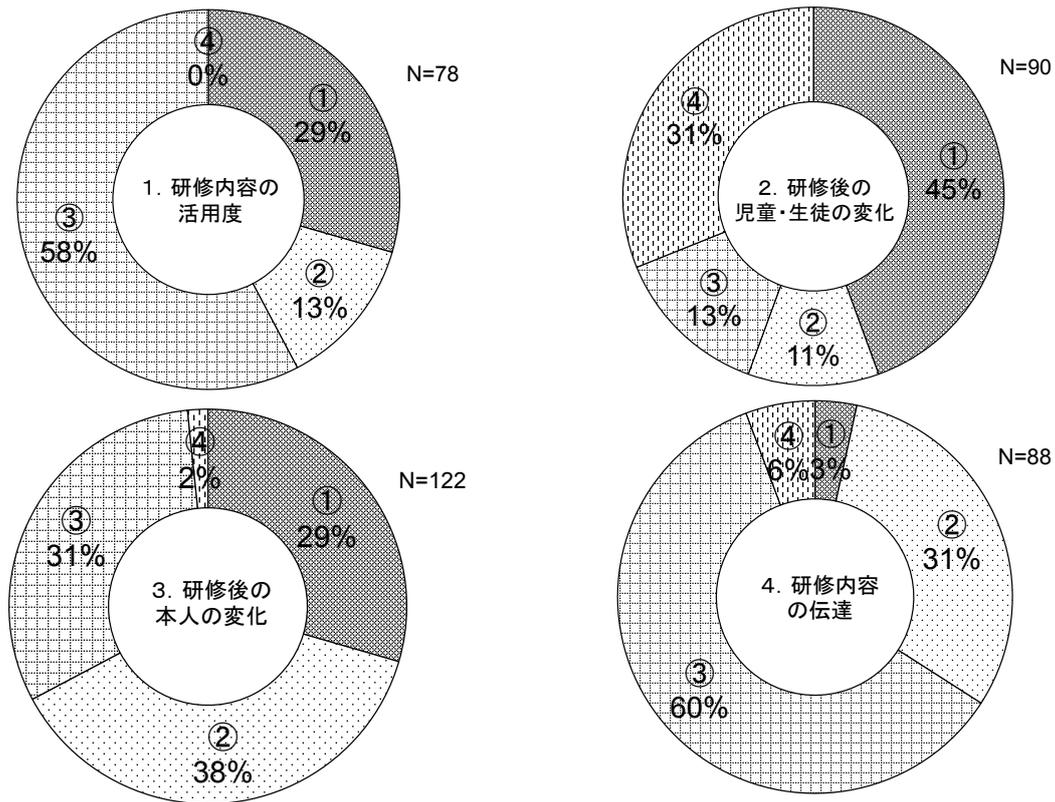


図3 アンケートの調査結果を円グラフで表した。左上はアンケート1の設問の回答, 右上はアンケート2の設問の回答, 左下はアンケート3の設問の回答, 右下はアンケート4の設問の回答である。

果が現れている」, 「②活用したが, まだ成果が現れていない」の順であった(図3左上)。「④活用する予定はない」は0%なので, 全ての研修者が研修内容の活用を試みたことを示す。この結果から, 教員が研修に参加するとその内容を職務に反映させることを考えるので, 教員研修の実施は教員の質向上に役立つと解釈できる。

4.2 研修を受講したことによる児童・生徒の変化

「①興味や関心をもって理科の授業に臨むようになった」が45%で最も多く, 次いで, 「④特に変化はない」の31%の順である。受講した教員を通して, 研修の効果が児童・生徒に伝わったと解釈できる。しかし, 「②筋道を立てて考えられるようになった」や「③友人との議論が活発化した」は, それぞれ10%程度であった(図3右上)。②と③の態度の育成には, 体験の繰り返しが必要で時間を要することを示していると考えられる。

4.3 研修を受講したことによる研修者本人の変化

「②積極的に, 観察・実験の授業に臨めるようになった」が38%で, 「①科学的思考法をより強く意識するようになった」が29%で, 両者を併せると77

%であった(図3左下)。「③テレビや日常生活を通して, 自然科学の現象に興味を持てるようになった」の31%を併せると, 研修受講者の殆どは自然科学と授業に臨む態度に変化が現れたことを示している。

4.4 研修内容の伝達

「③職場全体には報告していないが, 同僚に個人的に研修内容を話した」が60%で最も高く, 次に, 「②職場全体には報告していないが, 所属する学年や教科会等で研修内容を伝えた」が31%である(図3右下)。両者を併せると91%で, 殆どの研修受講者は職場の同僚に研修のことを話していた。この結果は, 教員にとって好感度を与える研修を実施すると, 研修内容を同僚教員に広げられる可能性を示唆している。

4.5 ICSTシステムによる研修の効果

Instructional Charts for nurturing Scientific Thinking (ICST) システムとは, 科学的思考力を育成する理科の教員研修システムである(原田ほか, 2018)。

「#14 地質野外観察会」と「#33 接触グロー放電」の研修では, 意識的に研修受講者に科学の方法を身につけさせるため, 自然の事象から概念を導き出し, さらに上位の概念を導くためのフォーカス・クエスチョ

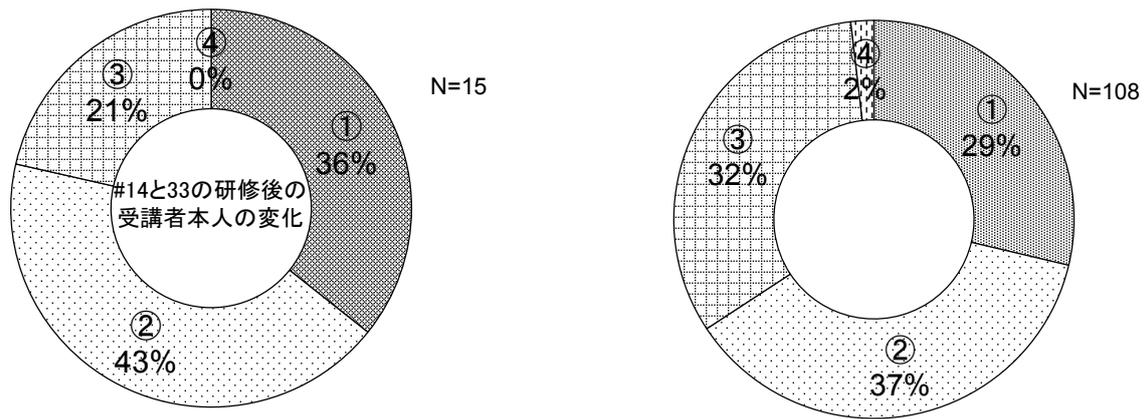


図4 アンケート3研修後の受講者本人の変化の比較。左図は#14と#33の研修者の回答で、右図は#14と#33の研修を除いた研修者の回答である。

ンと称する対話型の質問を取り入れたICSTシステム(原田ほか, 2018)による研修を実施した。この研修では、指導者はフォーカス・クエスチョンにより研修受講者と対話的に進め、研修受講者がさらに上位概念を獲得していけるようにした。この研修後、研修受講者の「3. 研修を受講したことによる本人の変化」に対する回答は、「②積極的に、観察・実験の授業に臨めるようになった」が43%で、「①科学的思考法をより強く意識するようになった」が36%で、両者で79%であった(図4左図)。これは、#14と#33以外の研修の受講者のアンケート結果(図4右図)の「②積極的に、観察・実験の授業に臨めるようになった」(37%)、「①科学的思考法をより強く意識するようになった」(29%)と比べると若干高い割合になっているので、ICSTシステムによる教員研修が有効であることを示している。学習指導要領(文部科学省, 2017a, b)には、問題解決力の育成について記されているが、問題解決力の定義・育成法・授業における指導法については記されていない。理科の授業では、自然の事象の科学的理解についての指導に重点が置かれ、その事象を理解するための技法を含めた科学の方法についての指導には重点が置かれていないことによると考えられる。科学の方法は、科学的思考法とも呼ばれ、自然の事象を理解し、解釈する方法であり、児童・生徒の問題解決力の育成には不可欠であるので、大学の理科の教員養成においてももっと重視されるべきである。

5. まとめ

上記で示した内容は、研修を受講した教員を対象とする定性的な評価結果であるが、研修の在り方につい

での示唆を与えている。研修を受講したことが、学校での授業を通して、児童・生徒の科学的能力の育成に役立っていると教員が評価していることは注目に値する。児童・生徒を実験群と統制群に分けて、授業を対照実験として実施すれば、研修効果の評価が高まると考えられる。

理科の学習では、①自然の事象を科学的に学ぶことと、②科学の方法を学ぶことが主体となる。米国の次世代理科教育スタンダード(NGSS)(NGSS Lead States, 2013)では、プロセス・スキルの一種であるサイエンス・プラクティスを意識的に用いて、児童・生徒に科学の方法を習得させることを試みている。日本では、自然の事象を学ぶことに重点が置かれ、科学の方法の習得に関しては力点が置かれていない。これは、高等学校理科が選択制になっていることと教員免許取得に必要な理科の単位数と科目構成のためと考えられる。特に、小学校教員免許の取得に必要な「教科に関する科目」と「教科または教職に関する科目」の単位数は8と10であるが、理科はそれぞれ2単位の合計4単位か、「教科に関する科目」の2単位のみである。そのため、理科教育において、科学の方法を学ぶ時間数は極めて少ない。教員養成において、科学の方法を習得させるためには、自然の事象の理解から解釈までを経験させる過程で、授業の担当教員が学生に解釈に使用する技法を質問し、それに答えさせることを繰り返し、科学の方法を効果的に習得させることが考えられる。これは、米国のNGSSシステムによる授業で採用されている方法で、教員は児童・生徒に授業中のあらゆる場面で、使用する技法を質問し、科学の方法を習得させることに意識的に努めている。理科の教員研修は、研修受講者にプロセス・スキルを十分活用できるようにさせて科学の方法を身につけさせる

契機になると考えられる。

謝辞

本研究を進めるに際して、馬場勝良（元岐阜聖徳学園大学）と小荒井千人（慶應義塾横浜初等部）の両氏に原稿を読んで頂き、議論して頂いた。謝意を表す。本研究には、科学研究費補助金（19H01665）を使用した。

引用文献

原田和雄・長谷川正・吉野正巳・吉永裕介・酒井哲弥・橋本貴志・勝木知昭・吉田 繁・松川正樹, 2018. インターネット型の理科教員研修の開発. 東京学芸大学紀要 自然科学系 70, 137-147.

原田和雄・松川正樹・吉野正巳・長谷川正, 2018. 科学的思考力を育成する理科教員研修の体系的な構築法—指導チャートの意義—. 科学教育研究 42, 407-418.

原田和雄・松川正樹・吉野正巳・長谷川正, 2019. 科学的思考力を育成するための教員研修の開発とプロセス・スキルの再検討. 東京学芸大学紀要 自然科学系 71, 159-165.

教員研修の在り方検討会, 2013. 教員研修の在り方検討会の報

告書. 福井県, 1-9, https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kyousei/arikatakento_d/fil/002.pdf

教員の養成及び研修に果たす国立大学の使命とその将来設計を検討する WG, 2019. 教員の養成及び研修に果たす国立大学の使命とその将来設計の方向性 (WG 報告書). 1-20, 国立大学協会, https://www.janu.jp/news/files/20180323_TE-TT_report2.pdf

Livermore, A. H., 1964. The Process Approach of the AAAS Commission on Science Education. *Journal of Research in Science Teaching* 2, 271-282.

文部科学省, 2019. 教員研修. http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kenshu/index.htm

文部科学省, 2017a. 小学校学習指導要領 (平成 29 年告示). http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/05/07/1384661_4_3_2.pdf

文部科学省, 2017b. 中学校学習指導要領 (平成 29 年告示). http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/05/07/1384661_5_4.pdf

NGSS Lead States, 2013. *Next Generation Science Standards: For States, By States*, National Academies Press.

上西善吉, 2008. 教員研修の在り方—研修の工夫・改善—. 奈良県立教育研究所, 6p. <http://www.nps.ed.jp/nara-c/gakushi/kiyou/h19/data/a/01.pdf>