

氏名（本籍） げっ そう ひで や 月 僧 秀 弥（福井県）
学位の種類 博士（学術）
学位記番号 甲第14号
学位授与の日付 2020年3月17日
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当
学位論文題目 サイエンスショーを中心とした科学コミュニケーションの手法の理科教育への導入効果に関する研究

論文審査委員 （主査）教授 川村 康文
教授 武村 政春 教授 井上 正之
嘱託教授 松田 良一 教授 西尾太一郎
福井大学 教授 葛生 伸

論文内容の要旨

本論文では、科学コミュニケーションの手法の理科教育への導入方法とその効果を研究した。科学コミュニケーション活動の中でも主に博物館・科学館職員や学校教員が実施する「サイエンスショー」や「科学教室」の実践成果を、理科授業に活用することを目的とした。科学コミュニケーションの学校教育に対する影響をまとめるため、教員が科学コミュニケーション活動を経験することが、理科教育にどのような影響を与えているか調査研究を行った。著者の本務である中学校理科授業での導入方法の考案や幼児教育での活用とその評価法の検証を行い、その実践効果を評価した。本学位論文では、それらの実践および評価結果をまとめた。

科学コミュニケーション活動の理科教育への影響の現状について検証した（第2章）。科学コミュニケーション経験のある一般理科教員に対するアンケートから、科学コミュニケーション経験が理科授業に影響していると考えている者が多いことがわかった。回答にある効果を、「教師の自己研鑽」「児童・生徒の興味・関心・理解」に分類した。教員の科学コミュニケーション活動経験は、学習内容に対する興味・関心を高め、深い理解に導くことによる自己研鑽効果があることがわかる。さらに、教材開発、授業、実験のアイデアを生み出すことで、児童・生徒の興味・関心を引き出す工夫にも繋がっていることがわかった。授業で使用される科学コミュニケーション由来の教材は、科学コミュニケーション活動で必要な予備知識の多様な観客に対する段階的理解に導く工夫が反映されていることが多い

ものと考えられる。それが、児童・生徒の興味・関心を喚起し、理解を促進するものとなっていた。

科学コミュニケーション素材を中学校理科授業に導入・活用するとともに、授業での有効性確認のため、教材の効果的な使用法を検討した。中学1年生「光の世界」の「レンズ学習」単元で、科学コミュニケーションで使用した実験材料を基に開発した教材を導入教材として使用し実施効果を評価した（第3章）。さらに、中学2年生「電流の世界」の「回路学習」単元で、カードゲーム教材「回路の達人」を使用した授業を実践し、その有効性を評価した（第4章）。

レンズ学習では（第3章）、新開発教材「簡易光学実験セット」を「個人→ペア→グループ」と学習形態を変え何度も使用を繰り返すとともに、実践結果を生徒同士が共有する授業運営をした。生徒は試行錯誤しながら実験を繰り返すとともに、他者の経験を知ることによって、光源とレンズの距離やレンズとスクリーンの距離と実像の大きさの関係を感覚的にも把握できるようになった。開発教材使用後に行った光学台を使用した実験をスムーズに行っていた。簡易光学実験セットでの実験を加えたにも関わらず、従来と同じ授業時数でレンズ単元の授業を実施できた。さらに、従来多くの生徒にとって苦手だったレンズを通った光の進み方の作図ができる生徒が増えた。このことから、本教材を導入教材として用いる授業が効果的であり、客観的にも主観的にも効果があつたと評価した。

カードゲーム教材「回路の達人」（第4章）を使用した授業でも、生徒間対話を導入した回路学習によって、回路に対する興味・関心を高めながら、理解に導くことができることを示した。ゲームで「興味・関心」が高まることもアンケート回答から確認できた。導入教材としてカードゲームを使用することによって、「実物で試してみたい」と実践意欲をもった生徒もいた。このようにカードゲームは実回路を作成する前の導入教材として十分機能することがわかった。

また、それぞれの教材を用い段階的理解に導く試みに取り組んだ。簡易光学実験セットを用いた授業（第3章）では、最初に個人で実験し、レンズやスクリーンを使用した実験でレンズの性質やスクリーンに像が映す操作に慣れる。次にペアをつくり、実像を結像する実験の中で「レンズと光源装置」「レンズとスクリーンの距離」と実像の大きさの関係を試行錯誤で探る。2ペアが合体した4人からなるグループで、更に結像する条件を探っていく。その成果を発表後、さらにグループで実験する。このような段階的に実験することで、全生徒が簡易光学実験セットを用い実験を経験できる。ほとんどのグループで4人全員が協力していた。さらに、その後の光学台を用いたグループ実験をスムーズに遂行できたことから、本開発教材を使用した段階的理解の試みは、導入教材としての効果的であるものと判断できる。カードゲーム教材を使用した授業で（第4章）は、最初にカードゲームに慣れるためのゲームを実施後、カードを使って回路を作成する。その後、実際の電流の実験装置を使用して回路を作成した。このとき、従来のようにグループ内の一部の生徒のみが実施するのではなく、グループ全員が協力して回路を組み立てていた。カードゲームから実物へと段階的に学習を進めることで、電気回路を組むことを恐れずに、興味を持って回路の組み立てられるようになった。

幼児期での外遊びや科学あそびなどの経験は以前に比べて減少してきている。その体験不足を補い、小学校以降の理科教育に有効となる科学体験を探る必要性を感じている。具体的な体験効果調査のため、科学コミュニケーション活動で使われる素材やツールを用いて幼児に対する科学教育を実践し、その効果を評価した。

ものの浮き沈みの実践（第5章）を通じて、幼児の物理的現象に対する反応を評価した。浮き沈みの実践では、幼児がいろいろな実験を体験し、予想する場面を取り入れた。評価として従来実施されていた「参観者の見取り」「プロトコル（幼児の発言）」に加えて、「幼児の描いた絵」「連絡帳」「実践を見ていない保護者の聞き取りアンケート」を用いた幼児の反応の分析を試みた。科学館、保育園、幼稚園で科学教室を実施したが、それぞれの場所で幼児は科学プログラムを楽しむだけでなく、思考・理解の過程も確認できた。幼児が浮き沈みの現象や実験に興味を持ち、ある程度現象を理解するために、科学用語を知る必要はないことを確認した。保護者アンケートと幼児の絵を併用した評価によって、幼児が科学教室に興味をもったことを確認できた。結果の予想と実演による確認を繰り返すことによる「段階的実験」の中で、前の実験結果を反映して予想する「科学的思考」をしている幼児もいることがわかった。幼児が物理現象と触れ合える形で実施したサイエンスショー形式の科学教室（第5章）での幼児の反応を調査した。サイエンスショー形式で、「ものの浮き沈み」「大気圧」「磁石」「ヒトの体」の4つの内容を組み合わせたプログラムを実施した。幼児が多くのお物質・物体を触り、実験に取り組む姿を目にすることができた。このように多くの内容をまとめて実施できることはサイエンスショー形式の利点である。興味が移りやすい幼児であっても、次々と展開される多くの実験に対して興味を維持することができた。この活動では、実践活動効果を、「保護者による聞き取り」「保護者アンケート」「参観者の見取り」をもとに評価した。保護者アンケートでは、幼児が保護者に積極的にサイエンスショーの内容を話していた。このことから、科学体験は、幼児が自分の体験や思いを保護者など他者に表現して伝える題材となることがわかる。そのことが、幼児が自ら考えようとする気持ちを喚起することが期待される。この観点からもこのような科学体験は重要であると考えた。

科学コミュニケーションの素材やツールを活用した幼児の科学体験の中で、グループ活動の中で、幼児同士で関わり合ったり、意見を言い合ったりするなど能動的学びの姿が見られた。このような科学体験は幼児同士や幼児と保護者の間のコミュニケーションを促す。このこと自体が、幼児のコミュニケーション能力の育成にもつながるものと期待している。以上の過程には、いわゆる「アクティブ・ラーニング」の要素がつまっている。小学校以降の学習姿勢を「主体的・対話的で深い学び」に導くための方法を考える上で示唆に深い実践であったと考えている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、科学コミュニケーション活動の中でも主に博物館・科学館職員や学校教員が実施する「サイエンスショー」や「科学教室」の実践成果を、理科授業に活用することを目的に、中学校理科授業での導入方法の考案や幼児教育での活用とその評価法の検証を行い、それらの実践および評価結果を考察した論文である。

第1章（序論）では、科学コミュニケーションの歴史や先行研究をまとめ、サイエンスショー特徴などを示し、本研究の背景についてまとめている。そして、中学校理科授業の現状をまとめ筆者がこれまで行ってきた研究の概要を示した。本研究の目的として、科学コミュニケーションを理科授業に導入することでみられる影響を明らかにするために、科学コミュニケーション素材を幼児および中学生に授業実践するという形で提供し、実践の在り方および評価の方法について検討を示している。そして、次の4つの取り組みを示している。①科学コミュニケーション開発素材の有効性。②教材複数回使用による段階的理解の有効性を検証。③幼児の科学体験の適否と幼児の反応の評価法の検証④幼児対象サイエンスショーの開発と幼児の反応評価方法の開発。

第2章（科学コミュニケーション経験が理科授業に与える影響）では、科学コミュニケーション経験のある理科教員に対するアンケート調査の結果をまとめ、科学コミュニケーション経験の効果について整理している。

第3章（科学コミュニケーションの成果を活用した中学校の理科授業（Ⅰ）－中学校理科でのレンズ学習に対する教材の開発とその評価－）では、科学コミュニケーション素材を中学校理科授業に導入・活用するとともに、授業での有効性確認のため、教材の効果的な使用法を検討している。取り組み内容は、中学1年生「光の世界」の「レンズ学習」単元であり、科学コミュニケーションで使用した実験材料を基に開発した教材を導入教材として使用し実施効果进行评估している。

第4章（科学コミュニケーションの成果を活用した中学校の理科授業－カードゲーム教材（Ⅱ）「回路の達人」の実際とその評価－）では、中学2年生「電流の世界」の「回路学習」単元で、科学コミュニケーション由来のカードゲーム教材「回路の達人」を使用した授業を実践し、その有効性を評価している。

第5章（科学コミュニケーションの成果を活用した幼児に対する科学教育）では、ものの浮き沈みの実践とサイエンスショー形式の科学教室での幼児の反応を調査している。浮き沈みの実践では、幼児が浮き沈みの現象や実験に興味を持ち、ある程度現象を理解するために、科学用語を知る必要はないことを確認し、保護者アンケートと幼児の絵を併用した評価によって、幼児が科学教室に興味をもったことを確認している。幼児が物理現象と触れ合える形で実施したサイエンスショー形式の科学教室では「ものの浮き沈み」「大気圧」「磁石」「ヒトの体」の4つの内容を組み合わせたプログラムを実施した結果をまとめている。この活動では、実践活動効果を、「保護者による聞き取り」「保護者アンケート」「参観者の見取り」をもとに評価をおこない、科学体験が、幼児が自分の体

験や思いを保護者など他者に表現して伝える題材となり、幼児が自ら考えようとする気持ちを喚起することを示している。

第6章（結論）では、以上の知見を整理し、次の4点から研究成果を項目ごとにまとめている。

- ① 科学コミュニケーション活動経験が学校教員の理科教育活動に及ぼす影響
- ② 科学コミュニケーション活動成果の授業への導入効果
- ③ 幼児に対する科学コミュニケーション活動に及ぼす理科教育の影響
- ④ 科学コミュニケーションを理科教育に導入するときの課題

本研究では、科学コミュニケーション活動の中でも主に博物館・科学館職員や学校教員が実施する「サイエンスショー」や「科学教室」など科学コミュニケーション手法の実践成果の理科教育への導入方法とその効果と科学コミュニケーション活動経験が学校教員の理科教育活動に及ぼす影響を示している。そして、科学コミュニケーション活動成果の幼児の科学教育や中学校理科授業への導入効果について示している。

以上により、本研究は、博士（学術）の学位論文として、十分に価値のあるものと認める。