

Title	知識創造としての科学技術コミュニケーション 学生グループによる実践活動の事例研究
Author(s)	有賀, 雅奈
Citation	
Issue Date	2015-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/12763
Rights	
Description	Supervisor:梅本 勝博, 知識科学研究科, 博士

博士論文

知識創造としての科学技術コミュニケーション
—学生グループによる実践活動の事例研究—

有賀 雅奈

主指導教員 梅本 勝博

北陸先端科学技術大学院大学

知識科学研究科

平成27年3月

Science Communication as Knowledge Creation: 3 Case Studies of University Student Groups' Science Communication Activities

Abstract:

This case studies examines the knowledge process of science communication activities by student groups of three universities.

In recent years, scientists are required to hone their skills of communication, including skills of listening to, having dialogues with, and understanding the public. To promote such skills, many educational programs have been offered at universities and a growing number of science communication activities have been held by university students. Only a few such programs, however, have paid attention to epistemic aspects of science communication, while some studies have found that epistemic differences in assumptions of scientists and the public is a key factor to communication failures between the two sides. There is little information on the epistemic process of student groups' science communication activities.

This study aims to build a theoretical model of the science communication process from the knowledge creation perspective and to make practical contributions to the instructional design of science communication. The major research question is "how have student groups conducted science communication?" From December 2010 to November 2011, the author participated in three cases of science communication activities: (1) a science-café by the JAIST student group, (2) a visiting lecture at a high school by the University of Tokyo student group called "Back to Alma Mater Project (BAP)," and (3) a visiting lecture at an elementary school by the Rikkyo University student group called "Rikkyo Science Factory." Collected data include field notes, records of students' meetings, photographs, presentation files, and face-to-face and e-mail interviews with the students. To investigate the knowledge process of science communication activities by the student groups, the author analyzed the communication processes by paying attention specifically to the student group reflections and by viewing knowledge representation as knowledge creation.

Four major findings were made. First, the real process of science communication consisted of 1) preparation, 2) implementation, and 3) after-implementation review. Second, the three types of reflections, which an educational sociologist Jack Mezirow proposed, were observed mainly in the processes of preparation and promoted by interactions with other people involved in science communication. Third, knowledge representations were modified more than once after reflections and acquisitions of knowledge. Fourth, throughout the science communication processes, students created 1) representations of knowledge to be communicated, 2) knowledge about representation methods, 3) knowledge about other people involved, 4) knowledge about themselves, and 5) knowledge about how to manage science communication. Most of these knowledges were co-created by students and other people involved.

As for theoretical implications, the author proposed a process model of science communication. First, science communicators acquire knowledge like scientific knowledge, knowledge about social context of science and communication skill from their studies, others, their experiences, and documents. Second, they reflect on their problems, problem-solving processes, and their premises after knowledge acquisition. Third, they represent their scientific knowledge and knowledge about social context of science in language and illustrations based on reflected knowledge. This third phase promotes the first phase. In each phase, they also have reflections in action. This theoretical model shows the spiral development of knowledge creation in these phases.

As for practical implications, this study showed that to avoid communication failures, science communicators are needed to have dialogues with others especially in preparing science communication.

Finally, more case studies are needed to examine how audiences respond to presentations of science communication and how science communicators and their audiences interact with each other. Also, science communication activities by one scientist should be analyzed to test and improve the theoretical model above explained.

Keywords: Science Communication, Reflection, Knowledge Creation, Representation of Knowledge

目次

第1章 序論 -----	1
1.1 研究の背景 -----	1
1.2 研究の目的 -----	6
1.3 研究の方法 -----	6
1.4 研究の意義 -----	10
1.5 論文の構成 -----	11
第2章 先行研究レビュー -----	12
2.1 はじめに -----	12
2.2 科学技術コミュニケーションの展開 -----	12
2.2.1 科学技術コミュニケーションとは何か -----	12
2.2.2 国外における科学技術コミュニケーション論の展開 -----	14
2.2.3 日本における科学技術コミュニケーションの展開 -----	20
2.2.4 科学技術コミュニケーション教育 -----	28
2.3 科学的知識の伝達・移転：マクロな視点から -----	34
2.3.1 科学技術から社会への知識・情報の流れ -----	35
2.3.2 社会から科学技術への知識・情報の流れ -----	36
2.3.3 科学者の科学技術コミュニケーション -----	37
2.4 知識創造プロセスとしての科学技術コミュニケーション -----	38
2.4.1 知識とは何か -----	38
2.4.2 分類から見た知識の性質 -----	40
2.4.3 科学的知識とは何か -----	40
2.4.4 コミュニケーションと知識移転 -----	44
2.4.5 科学的知識のコミュニケーションとその障壁 -----	46
2.4.6 知識創造理論 -----	49
2.4.7 知識創造と科学技術コミュニケーション -----	51
2.5 省察と実践 -----	52
2.5.1 省察とは -----	52
2.5.2 省察とコミュニケーション -----	54
2.5.3 科学技術コミュニケーションと省察 -----	55
2.5.4 省察の実践 -----	55
2.5.5 経験学習と省察 -----	56
2.6 おわりに -----	59

第 3 章 事例分析 1	63
JAIST サイエンスコミュニケーション研究会 -----	
3.1 はじめに -----	63
3.2 分析の対象と方法 -----	63
3.3 実践活動の分析結果 -----	64
3.4 具体的なプロセスの分析結果まとめ -----	81
3.5 省察の分析結果まとめ -----	82
3.5.1 内容の省察 -----	82
3.5.2 過程の省察 -----	82
3.5.3 前提の省察 -----	83
3.6 表現創出・修正の分析結果まとめ -----	84
3.7 おわりに -----	86
第 4 章 事例分析 2 東京大学院生出張授業プロジェクト BAP -----	88
4.1 はじめに -----	88
4.2 分析の対象と方法 -----	88
4.3 実践活動の分析結果 -----	89
4.4 具体的なプロセスの分析結果まとめ -----	102
4.5 省察の分析結果まとめ -----	103
4.5.1 内容の省察 -----	103
4.5.2 過程の省察 -----	104
4.5.3 前提の省察 -----	104
4.6 表現創出・修正の分析結果まとめ -----	105
4.7 おわりに -----	107
第 5 章 事例分析 3 立教大学理工工房 -----	109
5.1 はじめに -----	109
5.2 分析の対象と方法 -----	109
5.3 実践活動の分析結果 -----	110
5.4 具体的なプロセスの分析結果まとめ -----	130
5.5 省察の分析結果まとめ -----	131
5.5.1 内容の省察 -----	131
5.5.2 過程の省察 -----	132
5.5.3 前提の省察 -----	133
5.6 表現創出・修正の分析結果まとめ -----	133
5.6 おわりに -----	135

第6章 結論	138
6.1 はじめに	138
6.2 発見事項のまとめ	138
6.2.1 SRQ1 の答え	138
6.2.2 SRQ2 の答え	139
6.2.3 SRQ3 の答え	141
6.2.4 MRQ の答え	142
6.3 理論的含意	145
6.4 実務的含意	149
6.5 将来研究への示唆	150
参考文献	152
付録	162
1. 分析結果のまとめの表	162
2. インタビューの実施概要	165
謝辞	167

目次

図 1-1	MAXQDA による分析プロセスの一例	8
図 2-1	科学技術コミュニケーションの主要なモデル	17
図 2-2	科学技術コミュニケーションに関わる四つの領域	28
図 2-3	科学と社会のコミュニケーションメディア	36
図 2-4	知識の階梯モデル	39
図 2-5	SECI モデル	50
図 2-6	専門知識の統合による協働的イラストレーション創出モデル	51
図 2-7	コルブの経験学習モデル	57
図 2-8	サービスラーニングの学習モデル	58
図 3-1	スライドの例1	69
図 3-2	スライドの例2	69
図 3-3	ワークショップでの記述の説明ためスライド	69
図 3-4	修正前のスライド1	71
図 3-5	修正後のスライド1	71
図 3-6	修正前のスライド2	73
図 3-7	修正後のスライド2	73
図 3-8	追加された説明スライド	74
図 3-9	「進め方」のスライド	77
図 3-10	会場の様子	79
図 3-11	体験ワークショップの様子	79
図 4-1	スライドの例 1 (前半部)	93
図 4-2	スライドの例 2 (後半部)	93
図 4-3	修正前のスライド 1	96
図 4-4	修正後のスライド 1	96
図 4-5	メッセージのスライド	97
図 4-6	授業の様子	98
図 5-1	「まとめプリント」	118
図 5-2	スライドの例 1	119
図 5-3	スライドの例 2	119
図 5-4	授業の様子 (9月5日)	121
図 5-5	修正前のスライド 1	126
図 5-6	修正後のスライド 1	126
図 5-7	授業の様子 (9月12日)	127
図 6-1	省察的科学技術コミュニケーションの送り手側の知識プロセス	145

表目次

表 2-1	市民参加のラダーモデル	19
表 2-2	市民参加の目標とそのための手法	20
表 3-1	収集データ	64
表 3-2	事例の科学技術コミュニケーション活動の関連事項	65
表 3-3	省察の分類結果	82
表 3-4	表現の創出・修正の分析結果	85
表 4-1	収集データ	89
表 4-2	事例の科学技術コミュニケーション活動の関連事項	90
表 4-3	省察の分類結果	103
表 4-4	表現の創出・修正の分析結果	106
表 5-1	収集データ	110
表 5-2	事例の科学技術コミュニケーション活動の関連事項	111
表 5-3	省察の分類結果	131
表 5-4	表現の創出・修正の分析結果	134

第 1 章 序論

1.1 研究の背景

近年、日本では 2011 年の福島原発の事故や、STAP 細胞の捏造疑惑などで、科学技術への信頼が揺らいでいる。2012 年に発行された科学技術白書では、震災前には「科学者の話は信頼できる」とこたえた国民が 12～15%いたのに対し、震災後は 6%まで低下し、「どちらかという信頼できる」も含む肯定的回答の割合も震災前の 76～85%から震災後は 65%前後に低下した、という科学技術政策研究所の調査が紹介されている¹。

科学技術コミュニケーション²とは、科学技術をテーマとした知識の伝達や対話、意思決定のことであり³、主には科学関係者と科学者以外の人々、つまり科学と社会の接点に生じるコミュニケーションのことを指している。科学技術に対する人々の理解や信頼を回復し、さらには科学者の社会に対する理解や信頼を向上して、科学と社会が健全な関係を築いていくために必要不可欠な概念である。

近年の科学技術コミュニケーションには、知識伝達の目的と流れに注目すると、大きく分けて 2 つの議論がある。知識を効果的に伝達することを目指す教育・啓蒙型の議論と、市民の意思決定への参加を目指す市

¹ 本研究における「科学技術」とは、自然や社会や人工物に関わる現象を体系的に理解する学問のことを指し、特に、理工系の学問を想定している。また、「科学者」とは、特に大学や研究機関で職務として自然科学や工学の研究を行い、論文生産を行う研究者のことを指す。広義においては、「科学技術」や「科学者」には、企業などで行われる技術の研究開発（者）や技術そのもの、さらには人文社会学系の研究（者）も含まれる。一方で、科学技術コミュニケーションの先行研究では自然科学や工学に焦点が当てられており、本研究はその議論をさらに発展させるものである。企業における技術研究や人文社会学系の学問においても本研究の議論が当てはまるかどうかは、今後検討すべき課題である。

² 科学技術コミュニケーションは、日本語では科学コミュニケーションと呼ばれる場合や、サイエンスコミュニケーションと呼ばれることがある。海外では Science Communication や Science and Technology Communication のほか、同様の意味合いで Public Understanding of Science(PUS)や Public Understanding of Science and Technology (PUST)という言葉が使われることもある。本研究では、科学と技術が今日において明確な境界線を持たなくなったことと、現在「科学技術コミュニケーション」と呼ばれる活動の中には、工学についてのコミュニケーションが多数含まれていることから、日本語においては科学技術コミュニケーションという表記で統一する。

³ 詳しい定義は第 2 章で検討する。

民参加型である(Brossard and Lewenstein、2010)。

前者は 1985 年にイギリスのロイヤル・ソサエティで報告書が提出されて以降、特に注目されるようになった。イギリスを中心とした西欧では、市民の科学理解の向上のために政府、教育機関、研究者を巻き込んだ事業が展開され、様々な批判と議論を経つつも、実践や研究が現在まで続いている。日本でも 1990 年代以降、教育・啓蒙型に関連する施策が展開されてきた。その最も大きな問題意識として日本政府が示してきたのは、若者の理科・科学離れである。若者の理科・科学離れは、1994 年に発行された平成 5 年科学技術白書で指摘され、社会問題化した。日本政府は科学技術立国を目指すという方針をとっており、その上で科学離れは大きな障壁として捉えられた。高度化した科学に対する関心の低下や、理科教育における知識の断片化、理系出身者の生涯賃金の格差、科学者による対話の欠如などの問題点が指摘され、これを打開するための理解増進事業が、理科教育・科学教育を中心に展開されている。

また、公害問題や原発事故の問題を経て、科学のための科学が無条件に社会のためになるという楽観的な考え方が否定され、国民の専門家不信が生じたことも、背景のひとつとして考えられている。1999 年には、ハンガリーの首都ブダペストで世界科学会議が開かれ、「科学と科学的知識の利用に関する世界宣言 (Declaration on Science and the Use of Scientific Knowledge)」が採択されている。この宣言では、21 世紀の科学の責務として、「知識のための科学」に加えて、「平和のための科学」、「持続可能な発展のための科学」、「社会のなかの、社会のための科学」という 4 つの概念が打ち出された。日本でも 2004 年に発行された平成 16 年度科学技術白書などで、これらの考え方が紹介されている。「社会のための科学」を実施するためには、科学者や政策関係者は社会の人々の声に耳を傾ける必要がある。ここに科学技術コミュニケーションの必要性が生じている。

また、説明責任の要請もある。科学はその営みが巨大化した結果、多くの分野で研究のために巨額の予算を必要とするようになった。大学や研究所で行われている研究の多くは、公的資金、すなわち税金で賄われている。このため、科学者は納税者である国民に対して、研究資金の目的や用途、研究の中身などについて説明報告する必要があるといわれている。これは一般的に科学者の「説明責任」「アカウンタビリティ」と呼ばれる概念である。特に、ギボンズ (1997) が指摘したモード2の科学、すなわち社会のニーズに基づいて進められる科学研究に対しては、研究の問題設定や価値評価の際に科学コミュニティ以

外の意見を求める必要がある（小林、1996）。また、科学者は、自分の研究以外についても、専門家として自分の専門分野に関連する問題を解説したり、情報を提供したり、疑似科学を批判することが求められている。この議論においては、すべての科学者が研究を担う者の責任として、科学技術コミュニケーションを行うことが求められていると考えられる。

一方、市民参加型の科学技術コミュニケーションは、行政と科学者のみで科学技術の意思決定を行うという技術官僚モデルに対する批判として広まった。これに大きな影響力をもったのは物理学者ワインバーグの指摘である。ワインバーグは科学と政治は明確に区別されるものではなく、科学によって問うことができるけれども、科学によって答えられない領域、すなわち「トランス・サイエンス」の領域があることを指摘した(Weinberg、1972)。トランス・サイエンスに関わる意思決定では、科学者や科学に通じた行政官だけで方針を決めるのは不適切であり、その意思決定は民主主義に従い、市民にも開かれる必要があると考えられた（小林、2007）。トランス・サイエンスの領域が出現した背景のひとつに、リスク社会化した現代社会という考え方がある。ベック（1998）は、現代社会はグローバル規模でリスクが社会に大きな影響を与えるようになったと指摘している。科学がこのようなリスクに関わる意思決定をするときには、社会がもつ期待や価値観を取り入れる必要があると言われている。

こうして、科学技術に関わる意思決定に市民が参加するための方法論が議論され、開発されるようになった。日本においても、90年代以降、コンセンサス会議やシナリオワークショップなどが実施されており、市民参加の必要性や方法論が議論されている。市民参加型の科学技術コミュニケーションでは、科学的知識を伝えることと同時に、科学者が市民の話聞き、信頼関係を築きながら対話していくことが重視される。

このように科学技術コミュニケーションは、政策、科学、教育などと結びつき、科学と社会の関係性を考える上での大きなテーマになっている。

科学技術コミュニケーションの議論の活発化と重要性の向上にとともに、科学者には様々なスキル・能力が求められるようになってきた。コミュニケーション不全を避けるために単に科学について伝えるスキルだけでなく、市民のニーズや文脈に配慮し、市民について知る能力、市民の話聞き能力、対話の中で相手の要望を見出しながら細かく対応していく能力、科学者自身が対話を通じて変化する能力なども含めた、

より高度なコミュニケーション能力が求められている(柄内、2010)。

これらを背景に、日本では学生への科学技術コミュニケーションの実践教育(都築・鈴木、2014)が広まっている。また、学生が自主的に取り組む場合もある。このような取り組みでは、スキル獲得や楽しみを目的として、市民向けのサイエンスカフェ⁴の開催や、小中学校への出張講義の実施など、教育・啓蒙型を中心とした活動が行われている。市民参加型の科学技術コミュニケーション実践教育や活動は全体として少ないものの、社会貢献を掲げて活動している場合も見られる。学生の科学技術コミュニケーションは日本で増加しており⁵、なんらかの教育的・社会的効果が期待されていると考えられる。しかし、学生グループの科学技術コミュニケーション活動の学問的、教育的検討は十分とはいえない(石村、2007)。

筆者は現状には以下のような課題があると考ええる。第一に、動機や前提にある知識に対する教育が少ないことが挙げられる。経験知やコミュニケーション・スキルなどの技術的側面だけでなく、動機や姿勢、信念に関わる側面の教育も必要である(Gardner、1962; Spitzberg and Cupach、1994 など)。

実際、科学技術コミュニケーションの、特に市民参加に関わる議論のなかでは、科学者の市民に対する姿勢や態度が批判され、科学者が市民と科学者のフレーミング(思考枠組み)や考え方の違いを認識し、科学という文化を相対化する必要性が指摘されてきた(Wynne、1996 など)。これを踏まえると、科学技術コミュニケーションにおいては、当事者は自らの知識や信念、たとえば科学と社会の関係性、自分の研究や科学技術コミュニケーションに関わる前提や動機などを自覚し、コミュニケーションを修正していく必要があると考えられる。しかし、現状では、座学講義以外で前提や知識・信念という側面に注目した実践教育は少なく、そもそも科学技術コミュニケーションを通じて当事者にどのような知識・信念の変化が生じているのかが明らかではない。

第二に、科学的知識を伝える行為とはどのようなものなのか、検討されていない。科学技術コミュニケーション活動において科学的知識を伝えることは、市民参加型の対話や熟議の場合であっても重要なテーマであ

⁴ サイエンスカフェとは、カフェやパブのようなリラックスした雰囲気の中で科学者と一般市民が科学について語り合うイベントのこと。日本では2004年に科学技術白書で紹介されて以降、急速に広まった(中村、2008)。今日ではその形態が多様化しており、単にお茶を飲みながら聞く講演会を指す場合もある。

⁵ 学生の科学技術コミュニケーションの多くは2004年以降に始まっている。詳しくは第2章「2.2.4 科学技術コミュニケーション教育」を参照のこと。

る。送り手と受け手の相互作用のプロセスは重要であるが、同時に、難解な科学的知識をわかりやすく翻訳して表現するプロセスも重要な役割を持っていると考えられる。しかし、科学技術コミュニケーション論では「伝えることのモデル」は確立されていない(廣野、2008)。科学技術コミュニケーションの教育や実践を評価し、あるいは設計していくためには、この伝える行為に関わるプロセスを明らかにする必要がある。

以上を踏まえ、本研究は科学技術コミュニケーションにおける科学的知識の送り手側の知識に着目し、その伝える実践プロセスを分析して明らかにすることを目指している。

分析の特色のひとつは、送り手の知識プロセス、すなわち知識・信念の振り返りとその変化に注目し、それらがどういう契機で生じるのかを明示することである。この際、分析視角として利用するのが「省察」という概念である。省察は、サービス・ラーニングなどの実践教育で取り上げられることの多い概念である。科学技術コミュニケーションも実践教育(学習)の一種であり、かつ省察は学生の知識・信念の変化を観察することができるので、分析視角として適切であると考えた。本研究では、省察の先行研究を参照しつつ、事例で観察できた省察を Mezirow (1991)の分類⁶に沿って分類し、科学技術コミュニケーション活動の準備、実践、反省という一連の過程の中で、学生がどのような影響によりどんな省察を行うのかを分析する。これを通じて、学生に生じた知的側面の変化を明らかにする。

もうひとつの特色は、科学技術コミュニケーションを知識創造と捉え、そのプロセスを明示することである。知識創造に関する研究は、野中・竹中(1996)が認識論的次元と存在論的次元の2つの次元から組織の知識創造プロセスを分析した理論を中心に多様な分野で研究されている。また、大河ら(2011)は、科学的知識のコミュニケーションの一形態であるサイエンティフィック・イラストレーション作成を知識創造の視点から分析し、科学的情報が編集されたり、情報が取捨選択あるいは創造的に付加されたり、新たな文脈をもった科学的知識としての表現が創造されたりしていることを指摘した。本研究では、科学技術コミュニケーションにおける表現、すなわち、かかれた文字や絵、発話された言葉の総体を知識とみなし、科学技術コミュニケーションの伝えるプロセスを知識創造プロセスと捉えて分析を行う。

なお、本研究では、学生のグループ活動を分析の対象とする。科学者ではなく学生に注目するのは、第一に問題意識の出発点が教育にあるた

⁶ メジローの分類については、第2章を参照。

めであり、第二に筆者自身が学生であるため活動に参画しやすく、データへのアクセスが容易なためである。

また、グループに注目するのは、第一に学生の教育や活動はグループで行われることが多いためである。第二に、科学者が一人で科学技術コミュニケーションを実践する場合には、準備や反省などの知的な思考は主に頭の中で起きるので、それらのプロセスを観察することができないが、グループの場合はディスカッションや対話の様子を観察することが可能であり、知識や態度の変化を捉えやすいからである。第三に、学生グループの活動にかかわる先行研究は、実践報告はみられるものの、複数の事例を対象に実証的に分析して理論的モデルを構築した研究が見当たらないからである。

1.2 研究の目的

本研究の目的は、科学技術コミュニケーションにおける科学的知識の送り手側のプロセスを、知識という視点から分析し、明らかにすることである。学生の科学技術コミュニケーションの事例研究を通じて学生たちの具体的な活動プロセスを観察し、上述した二つの特色の分析を行うことで、下記のメジャー・リサーチ・クエスチョン (MRQ) と3つのサブディアリー・リサーチ・クエスチョン (SRQ) に解答する。

MRQ: 学生の科学技術コミュニケーション活動はいかに行われているのか?

SRQ1: 科学技術コミュニケーションではどのような活動が行われているのか?

SRQ2: 活動を通じて、学生はどのような振り返りを行っているのか?

SRQ3: 知識を表現する言葉や図表はいかに創出・修正されるのか?

1.3 研究の方法

本研究の研究戦略は、大学生による科学技術コミュニケーションの3事例を対象としたケース・スタディである。一つ目の事例は、北陸先端科学技術大学院大学(JAIST)サイエンスコミュニケーション研究会による能美市内の企業を対象としたサイエンスカフェであり、二つ目は東京大学大学院生出張授業プロジェクト BAP によるメンバー出身高校への

出張授業、三つ目は立教大学理科工房による小中学校への出張授業である。これらの事例はいずれも、学生が自主的・主体的に企画し、かつ2年以上継続的に活動している団体によるものである。3団体はコミュニケーションを行う対象が、一般市民、高校生、小学生と異なっており、対象に依存しない科学技術コミュニケーション活動の実態が明らかにできると考えられる。分析は1事例ごとに行い、最終的には3事例を総合的に考察し、リサーチ・クエスチョンに答える。

なお、サイエンスカフェは学生の活動ではよくみられる活動形式であるものの、事例1のサイエンスカフェは、参加者である企業関係者が発想法を体験するワークショップを含んでいた点で、一般的なサイエンスカフェとは異なっている。しかし、ワークショップの前に行われたプレゼンテーションでは、学生による研究紹介と質疑応答が行われたので、この点は一般的なサイエンスカフェ、すなわち、聴衆が比較的リラックスしてお茶を飲みながら、プレゼンターが研究などについて説明し、質疑やコメントを受ける、あるいは対話する、というサイエンスカフェの形式と大きな違いはない。そして、事例分析ではこの研究紹介の部分を中心に分析している。また、小中高生への出張授業は、理科・科学教育への関心が高い日本の科学技術コミュニケーションにおいては、比較的よく見られる実践活動である。

コミュニケーション研究においては、特に人対人の研究では相互作用を想定することが多いが、3事例はいずれも相互作用が比較的少ない講義形式をとっているのが特徴である。このような活動形式は、学生による科学技術コミュニケーションの活動としては一般的である。

データはフィールドワークによって収集した。筆者はそれぞれの事例について、事前準備、実践、事後の反省会に至る一連の活動に参加し、参与観察を行い、フィールドノーツを作成した⁷。また、実践の中心となる学生にインタビューを複数回実施した。さらに、活動に関連する資料（ビデオやレコーダー、写真等の記録、実践に用いた発表資料のパワーポイントファイルや配布プリントのファイル、報告書、Eメール、聴衆を対象としたアンケート、ウェブサイトの情報など）も収集し、事例分析に用いた⁸。

⁷ 筆者は、研究協力者との信頼関係を築くため、ビデオ撮影をする、受付をするなど、一部の作業を手伝った。

⁸ 詳しい収集データの一覧は、各事例分析が記述される第3～5章の「分析の対象と方法」の節で表にまとめている。

事例のデータは、質的データ分析用ソフトウェア MAXQDA⁹を用いて、3 事例ごとに分析した（図 1-1）。分析視点は、3 つの SRQs のそれぞれに合わせて、(1)具体的な実践活動、(2)省察、(3) 表現の創出・修正という三点とし、それぞれについて分析を行った。

手順は、第一に、収集したテキストデータ全体を MAXQDA に取り込み、時系列に並べ、何が起こったのかについて、コーディング¹⁰を行った。その後、コードをグルーピングによって階層化し、活動プロセスの流れを把握した。

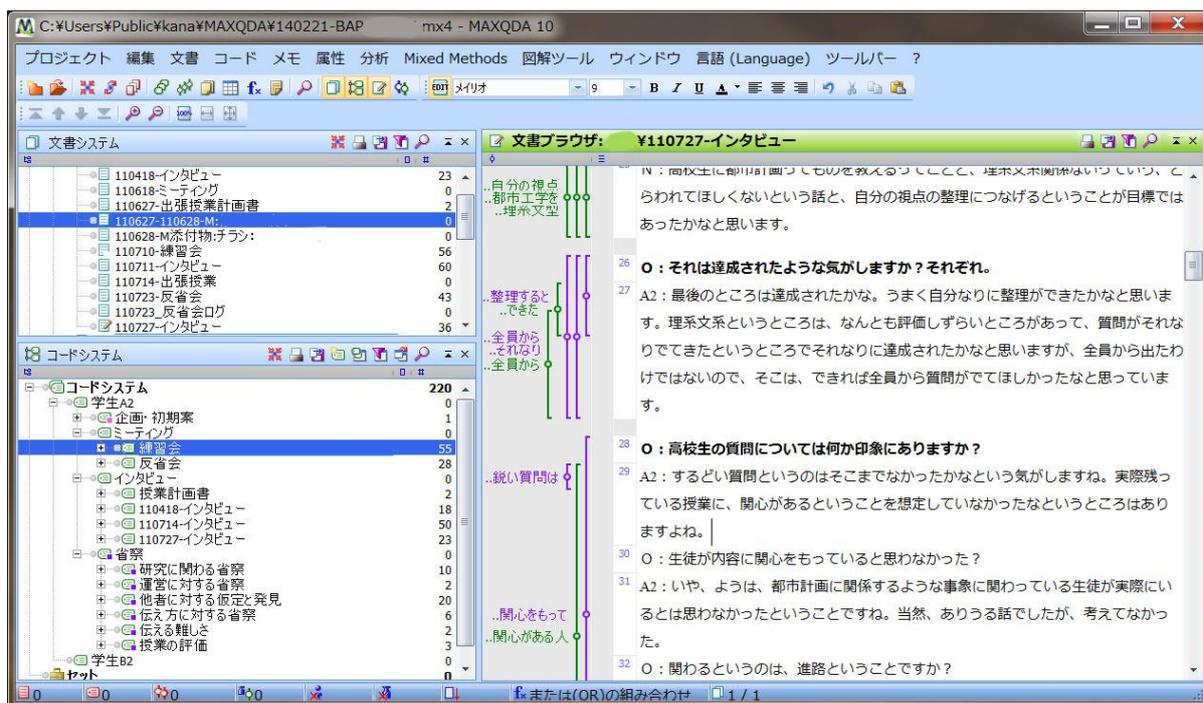


図 1-1 MAXQDA による分析プロセスの一例

第二に、知識の送り手側の省察を分類した。この際、メジローによる省察の分類 (Mezirow, 1991) を分析視角として利用した。この分類をクラントン(2008, pp.115-117)の解釈を参照しながらまとめると次のようになる¹¹。

⁹ MAXQDA についての詳細は、<http://www.maxqda.com/> と http://www.shin-yo-sha.co.jp/sato_data.htm を参照。(ともに 2014 年 11 月 10 日アクセス)

¹⁰ コーディングとその分析法については、佐藤(2008)を参照。

¹¹ 詳細については第 2 章を参照。

- (1) 内容の省察：経験を意味づけようとする際に、問題の内容を評価すること。「問題の内容や説明についてのふり返りをしようとする」ことである。
- (2) 過程の省察：将来同じような問題解決ができるよう、経験を意味づけようとする過程を評価すること。「問題それ自体の内容について考えることよりはむしろ、問題の解決のための方策について考えることを含んでいる」。
- (3) 前提の省察：経験を意味づけようとする前提・設定を批判的に検討すること。「前提のふり返りを通じて、問題自体の妥当性が問い直されるようになる」ことである。

上記の分類に合わせ、筆者は3つの事例における省察を、以下の基準で分類した¹²。なお、ここでいう振り返りとは、発表に関わる事柄を自覚することと、それを検討・評価することである。

- (1) 内容の省察：発表上の問題に関わる振り返り
- (2) 過程の省察：発表上の問題の解決方法の振り返り
- (3) 前提の省察：企画・活動の前提にある知識や信念、発表者がもっていた仮定の振り返り

上記基準で省察を分類した後、MAXQDA を用いて、これらの省察に該当する部位を抽出し、コーディングをしてから三つ省察のコードに分類した。この結果に基づき、省察をいくつかの要点に整理して省察分析の結果として示した。

第三に、発表のスピーチを録画から書き起こした記録、パワーポイントのファイルを画像化したデータ、配布資料を時系列に並べ、コーディングを行った。同時に、スピーチや資料の修正に影響する可能性のある経験や他者の発言¹³をテキストデータから抜き出してコード化した¹⁴。これらの変化した点についてのコードと影響した可能性のある経験・発言

¹² それぞれの省察の境界は曖昧であることが多い。本稿では、ある省察が前提の省察とその他の省察とに重複する場合には、その省察を前提の省察に分類した。また、内容と過程の省察が重なる場合、ある問題の解決方法を他の場合に適応したい／したという発言があるとき、あるいは解決方法の良し悪しを評価する発言がある場合に、該当する省察を過程の省察に分類した。

¹³ たとえば、「ここがわかりにくい」「ここはこうした方がいい」といった、発表内容に対する関係者の助言・提案のことである。

¹⁴ 発表内容に対する事後反省の意見も合わせてコード化した。

のコードを並べて、インタビュー結果を参照しながら影響関係を分析し、表現の創出・修正の分析結果として示した。

第四に、上記の第一、第二、第三の結果を踏まえ、改めて活動プロセス全体を記述した。特に発表者の知識と知識表現の変化に着目しながら、実践の具体的なプロセスの結果として示した。

また、それぞれの事例でどのような知識が創造されたのかについても分析を行った。本研究における知識創造とは、主体がこれまで持っていなかった知識、あるいは暗黙的にのみ持っていた知識を、自らの気づきや他者との対話のなかで表出化することである。各事例で創造された知識を分類して提示した。

1.4 研究の意義

科学技術コミュニケーション論においては、コミュニケーション不全を改善するために、これまで科学者が市民と科学者のフレーミングや考え方・価値観の違いを認識し、科学という文化を相対化する必要性が指摘されてきた。そのためには、メジローの「前提の省察」、すなわち前提や自己の信念、価値観の問い直しが求められる。本論文では、第2章においてこの前提の省察がコミュニケーション不全の改善に有用な概念であることを論じた。第3章～第5章においては、どのような省察がいかなる要因で生じているのかを分析し、これらの省察がコミュニケーションの内容に影響を与えていることを示した。そして、理論的モデルにおいて、省察が表現プロセスにおいて重要な役割を担っていることを示した。これらの成果は、科学技術コミュニケーション論において省察が分析視角として有用であることを示すと同時に、科学技術コミュニケーションにおいては省察が必要不可欠であり、意識的に取り入れていくことがコミュニケーション不全の改善につながる可能性があることを提示したという点で、科学技術コミュニケーション研究に貢献をしたと考える。

また、本論文は、科学技術コミュニケーションのプロセスを知識創造プロセスとして捉える新しいアプローチによって、科学技術コミュニケーション研究に新機軸を導入し、新たな研究フロンティアを拓いた。特に、知識の表現（例えば、プレゼンテーションスライドに用いられるイラストレーションなど）に着目したことは、科学者の専門的知識を市民にもわかるように表現することが科学技術コミュニケーションには必須であるにもかかわらず、これまで研究されてこなかったことを考える

と、独創的なアプローチだと言える。

さらに、科学技術コミュニケーション活動の立案から反省会まで含めたプロセス全体を分析の対象としたことも学術的な意義がある。科学技術コミュニケーションでは、聴衆にどういふ変化を起こすのか、どのようなスキルが使われるのかという結果や手段が注目されてきた傾向がある。本研究のアプローチでは、科学技術コミュニケーション実践の事前・事中・事後における送り手側の様々な変化を分析することにより、コミュニケーション行為をより広く深く捉えることが可能になった。

また、この知識表現プロセスの分析の過程で、いかに省察が影響するのかを考察した結果、省察は経験知の獲得を意味する学習という概念で捉えるだけでは不十分であること、むしろ本論文で示すようないくつかの種類知識の創造において、必要な行為であることが示された。これまでの省察研究では、教育学者コルブ(Kolb, 1984)が経験学習を知識創造と捉えて、省察をその学習サイクル・モデルの中に位置づけているが、深くは論じてはいない。本論文は、知識創造における省察の役割と重要性を実証的・理論的に論じ、知識創造プロセスの理解を深めることにより、知識科学に貢献したと考える。

1.5 論文の構成

次の第2章では、本研究の関連領域の先行研究レビューを行う。第3章から第5章では、事例ごとに分析を行う。第6章では、本研究の発見事項をまとめ、理論的含意として理論的モデルを提示する。さらに実務的含意を論じ、最後に本論文の限界や言及できなかった課題を、将来研究への示唆としてまとめる。

第2章 先行研究レビュー

2.1 はじめに

本章では、国内外で議論されてきた科学技術コミュニケーションの展開や理論、問題意識に関わる研究をレビューする。それにより科学技術コミュニケーションの全体像をつかみ、現状の課題を示したい。また、科学的知識の伝達とふりかえりに関わる議論として、前者については科学的知識の知識移転・創造についての関連する議論を、後者については「省察」の議論に注目し、重要な知見を整理する。これにより、本研究に必要な理論的土台と学術的な位置づけを明確化したい。

2.2 科学技術コミュニケーションの展開

本節では、科学技術コミュニケーションが、世界や日本でどのように展開されてきたのかをレビューする。

2.2.1 科学技術コミュニケーションとは何か

はじめに、議論の前提として科学技術コミュニケーションとは何かを明確にしたい。先行研究においては、科学技術コミュニケーションの定義は多様に存在する。よく引用されるのは、オーストラリアの科学技術コミュニケーション研究者で、日本にも影響を与えたストックルマイヤーによる定義である。ストックルマイヤーによると科学技術コミュニケーションは「科学というものの文化や知識が、より大きいコミュニティの文化の中に吸収されていく過程」(ストックルマイヤーほか、2003)である。この定義は、「科学から社会へ」というリニアなモデルを想定しているものと考えられる。

一方、日本の科学技術社会論学会の設立に携わり、初代会長になった小林傳司(2007)は、「科学技術の専門家集団が自分たち以外の社会の様々な集団や組織と科学技術に関して意思疎通をはかる活動」と定義している。この定義では、科学技術の専門家集団とそれ以外を分けて捉える一方で、情報の方向性は規定しない。

Burnsら(2003)は科学技術コミュニケーションとそれに関連する用語の定義について議論した論文で、**Science Communication**とは、「科学

に対する意識、楽しみなどの情緒的な反応、関心、意見、科学の理解といった個人の反応を引き起こすための適当なスキル、メディア、活動、対話の活用のことである」¹とし、非科学者同士の対話も含めている。

このように、科学技術コミュニケーションの定義は多様であり、分野としての明確な共通理解があるわけではないと考えられる。

科学技術コミュニケーションの定義が多様な理由の一つは、科学技術コミュニケーションの研究には科学社会学、科学教育、科学政策、科学ジャーナリズム、広報など複数の分野の人々が関わっていることがあげられる。それぞれの分野によって、科学技術コミュニケーションの捉え方が少しずつ異なっている。

このような状況を踏まえ、平成 23 年版科学技術白書では、「科学技術コミュニケーションとは、国会、政府をはじめ研究機関、教育機関、学協会、科学館、企業、NPO 法人等の団体、研究者・技術者、国民・住民等の個人などの間で交わされる科学技術に関するコミュニケーション活動で、非常に幅広い内容を包含するものである」として、複数の分野の考え方を包括した定義を示し、その例として以下のような活動をあげている（文部科学省、2011）。

- ・ 科学技術に関する報道
- ・ 科学技術番組制作、放映
- ・ 科学雑誌・科学書等の発行
- ・ 科学技術に関する講演会、討論会、ワークショップ、サイエンスカフェ等
- ・ 学校等における科学技術に関する授業
- ・ 大学、企業、NPO 法人等が行う地域の理科実験教室
- ・ 科学博物館等での展示
- ・ 科学技術に関する生涯学習講座
- ・ サイエンスショップ（市民向け科学技術相談室）

¹ 一部省略して訳出した。原文は以下のとおり。

“SCIENCE COMMUNICATION (SciCom) may be defined as the use of appropriate skills, media, activities, and dialogue to produce one or more of the following personal responses to science: Awareness, including familiarity with new aspects of science Enjoyment or other affective responses, e.g. appreciating science as entertainment or art. Interest, as evidenced by voluntary involvement with science or its communication. Opinions, the forming, reforming, or confirming of science-related attitudes. Understanding of science, its content, processes, and social factor.” (Burns, et al, 2003, p191.)

- ・政府、地方公共団体、研究機関、企業による各種広報活動
- ・リスクコミュニケーション
- ・テクノロジーアセスメント等への参加

本研究においては、科学技術コミュニケーションを上記の幅広い活動を包含するものとし、科学者や非科学者、政策関係者などの多様なアクターによる「科学技術に関わる知識の伝達や対話、意思決定のこと」と定義する²。さらに、本研究では同分野の科学者同士による学問上のコミュニケーション（学会・論文発表など）は除外したい。

2.2.2 国外における科学技術コミュニケーション論の展開

本節では、科学技術コミュニケーションの理論がどのように展開していったのか、この分野に特に影響力を持っている欧州での議論を中心として、先行研究をレビューする³。

(1) Public Understanding of Science (PUS) の始まり

英国では古くから科学の普及のための活動を行ってきた。有名な取り組みの1つは、19世紀に王立科学研究所が行った、大衆向けの講義実験である。これはロンドンの知識階級の間で大流行した。また、1861年に始まった「クリスマス講演」は今日まで続いている（ザイマン、1981；ファラデー、1962）。

² 多くの科学技術コミュニケーション実践においては、特定の分野の科学的知識を豊富に有する「科学者・コミュニケーター」（学生・ジャーナリスト・市民研究者等も含む）と、科学的知識以外の知識を中心に有する、「科学者・コミュニケーターでない人」が存在している。科学的知識のみに注目すると、知識は前者から後者に一方向的に送られると考えられる。このことから、本研究では、科学的知識を送る主体を総称して「科学的知識の送り手」、科学的知識の受け取る主体のことを「科学的知識の受け取り手」と表現し、両者を区別する。

ただし、科学技術コミュニケーションでは当事者間で科学的知識以外にローカル・ナレッジや意見、信念、価値観、思い、無意識レベルのシグナルなどもやりとりされる。「送り手」「受け手」を切り分けることは、コミュニケーションの双方向性を無視することにつながりかねない。そこで、本研究でいう「科学的知識の送り手・受け取り手」については、科学的知識以外のコミュニケーションについては、一方向性か否かを規定しないこととする。

³ アメリカでの議論は、欧州の動向とはやや異なっており、教育・啓蒙的な傾向が強い。アメリカでは、科学は冷戦期に安全保障のため政府からの支援を受けて巨大化しており、冷戦後もそれを維持するため、教育・啓蒙を重視してきたと考えられる（Committee on Science U.S. House of Representatives 105 Congress、1998 など）。

一方で、科学技術コミュニケーションに関する議論の出発になったのは 1985 年に発表されたロイヤル・ソサイエティの報告書であると言われている。1980 年代、科学を基盤とする社会において市民の科学的知識が低く、科学への懐疑心が強いことが経済成長の妨げになることが懸念された。これを受け、1985 年、イギリスのロイヤル・ソサイエティは『公衆に科学を理解してもらうために』（原文は”*The Public Understanding of Science*”）を発行した⁴。この報告書では科学の公衆理解の重要性を主張し、科学理解の増進に関わる施策の展開の必要性を指摘した。科学への反感は無理解とリテラシーの低さが根底にあり、理解増進により科学は文化として許容されると説いた。このレポートは科学技術コミュニケーションを合法化し、科学理解増進委員会（Committee on the Public Understanding of Science: Copus）の設立と科学コミュニティが科学の公衆理解に動員されるという影響をもたらした（Miller、2001）。英国科学振興協会による報道関係者や政治家との交流を科学者と促すための活動や、大学における科学技術コミュニケーション専門家養成、ジャーナルの発刊など、教育、政府をも巻き込んだ多くの事業が展開された（水沢、2008）。

ここで生じた PUS に関連する活動は、その後大きく二つの流れになる。ひとつは科学の特定分野の公衆の理解を促進することを意図したものの、もうひとつは市民と科学の相互作用を発展させることを意図したものである（Brossard and Lewenstein、2010）。

(2) 欠如モデル批判と BSE 問題

PUS の前提にあるのは、公衆には科学的知識が欠如しており、科学に対して肯定的になってもらうためには、これを埋めなくてはならないという考え方であった。この考え方においては、一方向的な知識・情報の伝達が想定されている（Logan、2001）。研究者はこのような考え方を「欠如モデル」⁵と呼び、問題点を指摘するようになった。そもそも欠如モデルの根拠には、科学リテラシーの調査があると言われている。そこでは、次のような仮定、すなわち科学とは正誤が一意に定まる知識からできており、公衆はそれらを受け取ること、また公衆には科学的知識が欠如しており、科学の側は十分であること、さらにはその欠如の状態は測定可

⁴ とりまとめた委員会の議長がボドマー（Bodmer）であったため、ボドマーレポートとも呼ばれる。

⁵ 欠如モデルの意味は文脈によって異なる場合があるため注意が必要である（伊勢田、2013）。

能であること、という仮定があるという。しかし実際には、正答誤答が一意に決まらない問いや答えがあるという指摘がなされた（藤垣、2008）。さらに、この調査では日々の生活のなかで個々人に関連して持っている他の形の知識も、ほとんど注目されていない。非科学者がもつローカル・ナレッジも時に有用であるという指摘もなされた（Irwin and Wynne、1996）。

また、欠如モデルのもうひとつの仮定、科学知識が増えると科学への態度が肯定的になるかどうかということについても、批判的な検討が行われた。その結果、正確な知識を持つことが、肯定的態度と相関しないことがいくつもの調査によって示されている（藤垣、2008；Bauer、2008）。このため、「科学的知識が増せば科学への肯定的態度が増す」という認識が必ずしも成り立たないことが指摘された（Evans and Durant、1995）。

このような欠如モデル批判と同時に、社会的な状況も科学技術コミュニケーションのあり方に大きな影響を与えた。その代表的な社会問題が、1990年代後半におきた牛海綿状脳症（**Bovine Spongiform Encephalopathy: BSE**）問題であった。BSE問題では、イギリス政府は牛肉は科学的に安全であるというメッセージを国民に送り続けた。その後、人にも感染することが判明すると、市民は政府や科学者に対して不信感を持つようになった。この際、不信感を抱いた理由は、市民の科学に対する無知ではなく、政府の不透明な意思決定に対する不信や不満、不確実な科学に対する疑念であり、欠如モデルは機能しなかった（小林ほか、2007；水沢、2008）。

(3) PUS から Public Awareness of Science (PAS) へ

欠如モデル批判と BSE 問題を経て、英国の科学理解増進活動では、理解増進から、科学に対する公衆の信頼感を回復させる活動へと転換した。このきっかけとなったのが上院科学委員会勧告「科学と社会（**Science and Society**）」である（Miller、2001）。この勧告では、対話を求める新しい社会状況が生じていることを強調した（House of Lords、2000）。

これを受け、英国政府では政策の転換が行われた。まず、これまでの PUS（公衆の科学理解増進）という用語から、「科学に対する公衆の意識（**Public Awareness of Science**）」、すなわち科学に対する市民の態度という意味の用語を使うようになり、その向上を目指した活動が展開されるようになった。また、政府は公衆と科学者の対話を行う「科学技術への公衆関与（**Public Engagement in Science and Technology: PEST**）」を目指すことになった。

(4) 3つのモデルの発展

欠如モデルの批判は、英国に強い反省をもたらし、その他の国にも大きな影響を与えた。そしてこの欠如モデルから脱却するために、3つのモデルが生まれることになった(図 2-1)。これら三つのモデルについて、簡潔に見ていく。

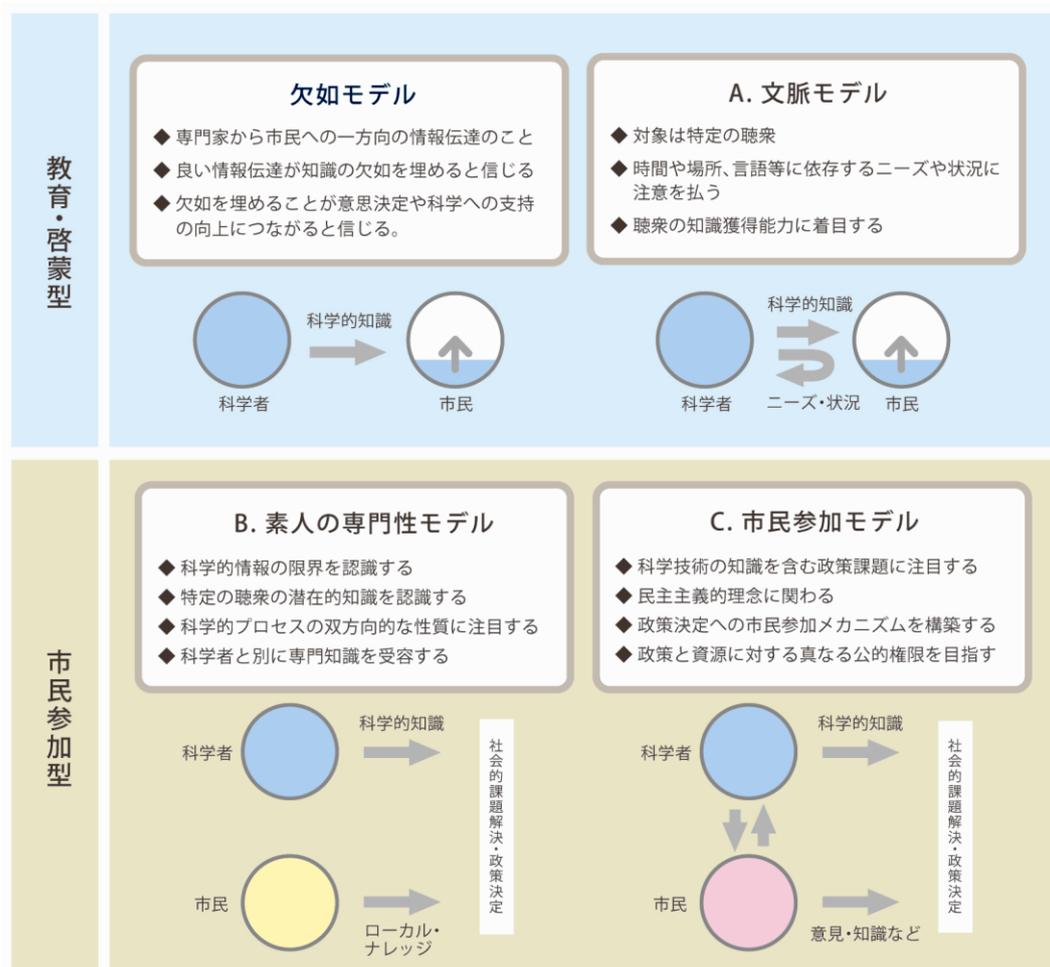


図 2-1 科学技術コミュニケーションの主要なモデル

Brossard and Lewenstein (2010) を基に筆者が翻訳・加筆して作成

A. 文脈モデル (Contextual Model)

欠如モデルの課題の1つは、文脈を配慮しないことであった。科学的知識の送り手側が伝えたいことを伝えるのではなく、聞く側である公衆の問題関心にも寄り添う必要がある。この問題意識から文脈モデルが生まれた。

文脈モデルでは、人は社会的、心理学的スキーマ、メンタルモデルに

従って情報を処理すると考える。これはリスクコミュニケーション分野で盛んに用いられている（National Research Council、1989；窪田ほか、2006）。科学的知識の送り手側は、対象とする市民に対し、ニーズにあった情報が伝わるよう配慮することが求められる。また、公衆がすでに科学の価値を承認している、あるいは信頼しているとも仮定しない。目標は科学が求めるものと公衆が求めるものとのよりよい統合であり、倫理的問題や政治的問題も対象となる（杉山、2005）。

一方で、この文脈モデルは欠如モデルの高度なバージョンであるという批判がされてきた。文脈モデルでは社会的圧力の存在を認識しているにも関わらず、情報への個々人の応答に注目している。文脈モデルが特定の意図を達成するためにメッセージを操作するツールとして利用されているのである。ゴールは「理解」ではなく、「黙諾」となっているという指摘である（Brossard and Lewenstein、2010）。

B. 素人の専門性モデル

素人の専門性モデルは文化人類学や民俗学などの分野で議論されてきたローカル・ナレッジ（local knowledge）と深くかかわるものである。ローカル・ナレッジとは局所的で現場の状況から分離することができない知識であり、現場で経験してきた実感と整合性をもつ現場の勘ともいえる（藤垣、2008）。

このモデルでは、科学者が自分たちの知識レベルを過信し、科学的知識の不確実性や、実世界の意思決定の際に必要な情報を認識し損ねることを指摘する。現場にいる非科学者たちは、科学者とは異なる知識＝ローカル・ナレッジを持っており、このローカル・ナレッジが意思決定のための根拠として役立つことがある（Brossard and Lewenstein、2010）。このためこのモデルでは、科学者が科学的知識を伝えるだけでなく、市民もローカル・ナレッジを伝えるコミュニケーションが必要となる。

C. 市民参加モデル

市民参加モデルは、民主主義の理念をベースとしたモデルである。民主主義とは、各人がそれぞれの個別意思を結集して普遍意思を形成し、その行使を政府に委ねること、また各人がその政府の命令に従うことであり、この思想の下では人々は平等に統治に参加する。このような民主主義を、科学における意思決定（たとえば遺伝組み換え食品を導入するか否かなど）においても実現することを目指している（小林、2005）。市民参加モデルの方法論は、参加型テクノロジー・アセスメントとも呼ば

れている。テクノロジー・アセスメントとは、技術が社会にもたらす影響を予測・分析することである。

なお、「市民参加」という言葉は一枚岩の言葉ではない。アーンシュタインによる「市民参加のラダーモデル」では、市民参加を8つに分類している(表2-1)。また、若松は、IAP2 (International Association for Public Participation) という NPO が示した五段階の市民関与レベルをもとに、手法を分類している(若松、2010)(表2-2)。このように、市民参加のレベルは、実質的に参加しないものから、市民が権力をもって参加するものまで、様々なレベルがある。また、市民といったときも、利害関係者が上げられる場合や、一般から公募される場合まで様々である。

表 2-1 市民参加のラダーモデル

8. 市民のコントロール(Citizen control)
7. 権限委譲(Delegated power)
6. パートナーシップ(Partnership)
5. 懐柔(Placation)
4. 意見聴取(Consultation)
3. 情報提供(Informing)
2. セラピー(Therapy)
1. 世論操作(Manipulation)

(Arnstein、1969) をもとに筆者が作成

このように、科学技術コミュニケーションを歴史的にみたととき、欠如モデル批判を契機とし、様々な目的・形態の科学技術コミュニケーションが発展するという形で、議論や活動が進展された。

表 2-2 市民参加の目標とそのため的手法

市民参加の目標	①情報提供	②意見聴取	③参加	④協働	⑤権限付与
目標の内容	情報を提供し続ける	専門家が行う分析・意思決定などに市民が意見を言う	専門家が市民と協働する	意思決定に向けて専門家と市民が共同する	市民の決定を履行する
手法例	ファクト・シート ホームページ オープン・ハウス サイエンスカフェ	パブリック・コメント フォーカスグループ カフェ・セミナー 社会調査 タウン・ミーティング	熟議投票 プランニング・セル シナリオ・ワークショップ	市民諮問委員会 コンセンサス会議	市民陪審投票 代表による決定

出典（若松、2010）をもとに筆者が作成

2.2.3 日本における科学技術コミュニケーションの展開

日本の今日の科学技術コミュニケーションはいくつかの論点に分かれるが、その主流となるのは、筆者が見る限り、教育・啓蒙型科学技術コミュニケーションと、市民参加型科学技術コミュニケーションである。日本での戦後の科学技術コミュニケーションの議論を上記の二つの議論を中心として示したい。

(1) 日本の科学技術コミュニケーションの流れ

科学技術に関するコミュニケーションは、戦後の早い段階から存在したといわれている。1956年に設立された科学技術庁では公報や啓発活動をその業務の1つとしており、それらは一方向的なものであったという指摘がなされている（藤垣・廣野、2008）。しかし、「双方向的な科学コミュニケーション」という概念自体は、科学技術庁設立当時から存在していた。具体的な内容としては、昭和33年版科学技術白書に、研究の過程が市民に理解されることや、成果が国民に還元される必要があるという記載のほか、知識の交換によって普及の役割を努めようとする活動が

あるという双方向的なコミュニケーションを紹介する箇所や、市民グループの活動が取り上げられていた（斉藤・戸田山、2009）。

その後、1970年代からは公害問題や原発問題の反対運動が活発化する。その直前の60年代後半に、日本にテクノロジー・アセスメントが紹介され、科学技術白書にもテクノロジー・アセスメントに関する記述が登場している。しかし、日本に導入されたテクノロジー・アセスメントは、制度化はされなかった。その理由として吉澤は、テクノロジー・アセスメントという概念がマネジメントの色彩を強く帯びたことや、当時の省庁・部局間は縦割りが強く、横割り型のテクノロジー・アセスメント活動を嫌ったことなどをあげている（吉澤、2009）。そして科学技術庁と通産省はテクノロジー・アセスメントの代替として予測・評価活動を制度化するようになった。

1980年代になると、科学技術の進歩を重視する思想が薄くなり、人間や社会のための科学技術という認識に変化していく（藤垣・廣野、2008）。1970年代の反省から、科学技術に関する国民の理解と協力という形に変化したと考えられる。

1990年代になると、日本では理科離れが問題化するようになる。この時期に理工系学生の就職動向から「製造業離れ」が（西潟ほか、1989）、また、大学生の就職状況の調査から「理工系離れ」が指摘された（佐藤ほか、1990）。さらには総理府が科学技術関連の世論調査を発表し、若年層の科学技術への関心の低下が指摘された。これらの報告を受け、1993年の平成5年版科学技術白書では「若者と科学技術」がテーマとなった（科学技術庁、1994）。これにより科学技術離れが社会問題化した。

1993年の科学技術白書以降、科学技術振興事業団に科学技術理解増進室が設置される、科学技術理解増進検討会が開催されるなど、科学技術の理解増進に関わる活動が数多く展開されるようになった。また、1995年に策定された科学技術基本法の第十九条では、「国は、青少年をはじめ広く国民があらゆる機会を通じて科学技術に対する理解と関心を深めることができるよう、学校教育及び社会教育における科学技術に関する学習の振興並びに科学技術に関する啓発及び知識の普及に必要な施策を講ずるものとする」という文言が書かれ、科学理解増進が法的にも支援されることになった⁶。

科学技術離れが生じた要因としては何が挙げられていたのか。田中は、

⁶ 科学技術基本法は下記 URL から法文をみることができる。
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/kagaku/kihonkei/kihonhou/mokuji.htm
(2014年8月1日アクセス)

要因としては次の4つの論点があげられるという（田中、2005）。(1) 科学技術の高度化や専門分化により関心が薄れているという論点、(2) 理科の学習時間数の削減により知識の断片化が生じ、理解を妨げているという論点、(3) 文系と理系出身者の生涯賃金の格差や就職難、あるいは文化として根付いていないこと、社会と科学技術のコミュニケーションの欠如という論点、(4) 科学者による責任感の欠如や対話の不足という論点である。これらに対する対策として、科学教育・理科教育の強化と、科学者やインタープリター・コミュニケーターによる科学技術コミュニケーションが求められた（渡辺・今井、2003）。

理解増進への関心が高まった結果、政府は2002年より「科学技術・理科大好きプラン」という中等教育への科学教育の政策を実施し、平成16年版科学技術白書には科学技術コミュニケーションの重要性が記載された。この科学技術白書に従う形で、北海道大学・東京大学・早稲田大学で人材養成コースが設置されるなど、比較的大規模な科学技術コミュニケーション活動の多くが、国策のもとで始められた（渡辺、2008）。文部科学省に関連して実施されている企画や助成としては、具体的には、科学技術週間における施設の一般公開や講演、「文部科学省情報ひろば」の実施、科学技術振興機構による科学技術コミュニケーションの助成、科学館による展示や養成実践講座の実施、研究機関による展示やサイエンスカフェ、「科学・技術フェスタ」の実施、科研費「研究成果公開促進費」による学協会へのシンポジウム開催等の助成などがあげられる。

一方で、1990年代以降、日本でも市民参加について議論が活発化するようになる。前述のように、欧米では1970年代以降、テクノロジー・アセスメントが実施されるようになり、様々な手法が開発されていった。このような状況を受け、日本では科学技術社会論の研究者を中心とした働きによって市民参加の議論が輸入され、新しい参加型のテクノロジー・アセスメント手法の試みが行われるようになった。

具体的には、1998年に「遺伝子治療」をテーマに、1999年には「インターネット技術」をテーマにそれぞれ大阪と東京でコンセンサス会議が実施された。2000年には「遺伝子組み換え農作物を考えるコンセンサス会議」が全国型のコンセンサス会議としてはじめて東京で実施された（小林、2004；高橋、2002）。その後も「遺伝子組換え作物の栽培について道民が考える『コンセンサス会議』」（2006年）など、多くのコンセンサス会議が実施されている。また、シナリオワークショップ（若松ほか、2004）や、ハイブリッド型の参加型会議（柳下ほか、2007）など様々な

形式のテクノロジー・アセスメントが実施されるようになった⁷。大阪大学や神戸大学でサイエンスショップも実施されている（額賀、2012）。しかしながらこれらの新しい参加型テクノロジー・アセスメントは、以前のテクノロジー・アセスメントと同様、制度化はされてはいない。

(2) 現在の日本の状況

日本の科学技術コミュニケーションでは、特に政策レベルでは、リテラシーの向上が問題になることが多い。一方で、テクノロジー・アセスメントは制度化されておらず、教育・啓蒙型の科学技術コミュニケーションと比較すると、市民参加型の活動は少ないのが特徴である。科学技術理解増進の取り組みでは、科学技術立国として若く優秀な科学者を育て、国民のレベルを上げるためと言う目的が掲げられることが多く（たとえば科学技術理解増進政策に関する懇談会、2005 など）、政府の方針との親和性が高いと考えられる。

では、教育・啓蒙型と市民参加型の科学技術コミュニケーションはどのような関係性をもつのか。

日本で科学技術離れを背景とした理解増進活動が展開された 2000 年頃、英国では欠如モデルへの反省から、双方向的な議論をするべきという議論が行われた。このような状況に応じて、日本でも「双方向」や「欠如モデル」という言葉が取り入れられ、科学技術コミュニケーションを展開するようになった。しかし、このことが必ずしも素人の専門性モデルや市民参加モデルの導入を意味するわけではない。例えば「双方向」という言葉は、日本では使い方にばらつきがみられる。具体的には、「双方向」を科学者と質疑応答が可能であると解釈し、サイエンスカフェやブース出展などを行う場合と、知識や価値観の双方向性と解釈して、コンセンサス会議などを実施する場合がある。一部の研究者からは、「双方向性」が名ばかり、あるいはその場限りのミクロな意味に解されたという反省の声も出ている（独立行政法人科学技術振興機構科学コミュニケーションセンター、2013a）。そして、日本の全体的な傾向として、素人の専門性モデルや市民参加モデルよりも、教育・啓蒙型の方針が重視される傾向にある。

このことを科学技術白書で検証したい。たとえば、平成 16 年版科学技術白書で科学技術コミュニケーションの重要性を指摘しているのは第 1 部第 3 章「社会とのコミュニケーションのあり方」である。その

⁷ 日本の市民参加型実践の実施例については下記 URL に代表的なものがまとめられている。<http://decocis.net/navi/case/>(2014 年 7 月 15 日アクセス)

第1節は「科学技術に関する国民意識の醸成」であり、理解増進の議論の影響が濃く出ている。この流れの中で科学技術コミュニケーターの重要性を指摘しており、人材育成も教育・啓蒙的な取り組みの一環として位置づけられている。

一方、2011年の震災を機にその記述はやや変化したように見える。平成23年版科学技術白書の「第2章 社会とのコミュニケーションの深化に向けて」においては、「科学技術コミュニケーション活動の推進について、これまで政府は、累次の基本計画に基づいて、科学技術の理解増進活動を中心に取組を強化してきた」としたうえで、「政府は、国民に自らの取組について理解を求めるといった一方向のコミュニケーションになりがちであったと指摘されている」とし、教育・啓蒙の一方向的な施策への偏りを反省している。この点は変化がみられる。

また、同じ章では、科学技術コミュニケーションには理科教育、啓蒙、市民参加も含む多様な活動があることを認めた上で、「本章においては、これらの活動のうち、科学技術に関する専門家でない者が、合理的な価値判断を行うために必要な論理的思考や科学的なものの見方、科学に対する関心や知的好奇心の充足、等を獲得することができる活動について主として取り上げる」とし、教育・啓蒙型の科学技術コミュニケーションを紹介している。そして、上記とは別の第3章「未来を社会とともに創り進めるために」で、サイエンスショップなどの素人の専門性モデル、市民参加型モデルの科学技術コミュニケーションを取り上げている（文部科学省、2011）。つまり、科学技術コミュニケーションという分野のなかで、教育・啓蒙型と市民参加型を別のものとして切り分け、双方を議論するようになったと考えられる。

しかし、それ以降、市民参加の政策が広がったとは、科学技術白書を見る限りは言いがたい。平成25年版科学技術白書では、国民参画の平成25年度の取り組みとして、「平成25年度科学技術関連予算編成の過程で策定されたアクションプランについては、政策の企画立案段階において幅広い関係者の意見が反映されるよう、産学官の多様な関係者から構成される科学技術イノベーション戦略協議会で検討が行われた」という活動をあげている（文部科学省、2013）。これは西欧における市民参加とは異なっているうえ、取り組みの数も1つあげられたのみである。教育・啓蒙型の科学技術コミュニケーションでは、科

学技術週間や科学館・科学博物館等の活動の充実、研究機関等の取組など多数を上げているのと対照的である。

このような状況は少なくとも科学技術コミュニケーションが活発化した2004年以来続いており、「英国で観察される科学コミュニケーションや市民参加（public-engagement）といった痛みの感覚の欠如という意味での「生ぬるさ」につながっている」（藤垣・廣野、2008）という指摘が出されたり、現状の科学技術コミュニケーションの主流は教育路線であり、市民参加（ガバナンス）の視点にたっていないという苦言が出されたり（平川、2010）した。また、2011年の東日本大震災を経て、科学技術コミュニケーション、リスクコミュニケーション、クライシスコミュニケーションの分野の意見や立場の違いが顕在化するという課題も出されている（独立行政法人科学技術振興機構科学コミュニケーションセンター、2013a）。かねてからの立場による違い、活動の偏りが明確になってきたと考えられる。

そもそも、理科離れの関心と市民参加の関心は根本的には異なっている。市民参加モデルは欠如モデル批判とガバナンスが結びついて発展してきた。市民参加の最大の関心は、市民や市民の知識が、科学の意思決定に関与することにある。市民の要求によっては、科学技術の利用を限定したり、停止したりする可能性を含んでいる。一方で、理科離れの関心は、日本の科学技術力の向上にあり、科学技術の推進を前提とすることが多い。それゆえに両者では科学技術コミュニケーションの背景にある関心が異なる。

もちろん、科学教育、科学技術リテラシーの向上は、民主主義の実現のためにも必要であるとも言われており、その意味で、一部の目的は共有している。しかし、民主主義のための科学技術リテラシーという考え方は必ずしも妥当とはいえないという批判もある。平川は、たとえば環境問題に限って見ても、関連する科学技術の情報は膨大であり、専門家でも全体像を把握できず、意見が対立している状況である。これら全てについて個人で判断を下すのは不可能であるということを示している。もちろん、多くの分野に共通するリテラシーも存在すると考えられるが、どこまで具体的な問題解決に役立つかを考えると、限界がある。また、科学リテラシーの言説には、『科学リテラシーを身につけることで、市民一人一人が正当な判断を下せるようになる』というような『自律的個人による自己決定』という個人主義的理念が潜んでいることが多い」という。上記のような限界がある以上、『科学リテラシーをもたないで損したとすれば、それは自己責任である』というかたちで自己統治

できる者とそうでない者を不断に差別・選別し、結局は弱者に泣き寝入りと現状肯定を強要する新自由主義の論理に転化しかねない危険もある」という（平川、2002 p185-186）。

市民参加型科学技術コミュニケーションに対する批判もみられる。塚原は、コミュニケーションの目的とされる合意形成は、民主的な手続きや認識論的な正当性を保証されないところでは押し付けになると指摘している。科学技術コミュニケーションによって誰が儲けているのか、どこが得をしているのかという疑問を検討すべきだと指摘している（塚原ほか、2009）。このような批判は民主主義の方針そのものを否定するものではなく、現在の科学技術コミュニケーションの民主主義としての有用性を問うものである。

このように、日本においては、教育・啓蒙型と市民参加型の議論や関心には、隔たりがあると考えられる。科学技術コミュニケーションの主権者となるのも、前者は科学者や科学館、教育関係者、大学生など、科学に関わる人材が多く、後者は科学技術社会論の、特にリスクや政策を専門とする研究者が中心である。双方の取り組みとも重要であり、実施する意義はある。両者に共通する課題において、知識が還流することが求められている。

(3) その他の議論

日本で取り上げられることのある科学技術コミュニケーションの問題関心としては、上記二点のほかにもいくつかの論点がある。そのなかから次の二点についても、関連領域として整理しておきたい。

一つ目は「社会のための科学」という考え方である。1999年、ハンガリーの首都ブダペストで世界科学会議が開かれ、「科学と科学的知識の利用に関する世界宣言（Declaration on Science and the Use of Scientific Knowledge）」が採択された。この宣言では、21世紀の科学の責務として、「知識のための科学」に加えて、「平和のための科学」、「持続可能な発展のための科学」、「社会のなかの、社会のための科学」という4つの概念が打ち出された⁸。

⁸ 原文はユネスコの下記 URL で読むことができる。

http://www.unesco.org/science/wcs/eng/declaration_e.htm (2014年7月10日アクセス)

また、日本語訳は文部科学省の下記 URL で読むことができる。

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/siryu/attach/1298594.htm (2014年7月10日アクセス)

このような宣言が採択された背景には、これからの科学は環境問題といった新たな課題の解決に貢献するものでなければ社会の信頼と支持は得られない、という危機感があった。これを受け、日本でも科学技術の社会還元に向けた施策が進められるようになった。たとえば、平成 16 年版科学技術白書においては、「ブダペスト会議の世界宣言の具体化に向けた取り組みが進められているところである」と書かれ、その具体的な取り組みとして第 2 期科学技術基本計画の基本理念や、日本学術会議の検討の例が挙げられている（文部科学省、2004）。ただし、社会のための科学とは具体的に何であるのかという点は明瞭ではない（綾部、2009）。

二つ目は「科学者の説明責任」である。科学者の責任論には、内部責任と外部責任がある。内部責任とは、科学者共同体の内部で通用する、科学者の科学者に対する職業倫理のことであり、外部責任とは、科学者の社会、あるいは社会の成員に対する責任である（石田、2007）。後者の外部責任論については、日本では 2000 年代以降、科学技術社会論において議論されるようになった。その中心的な問題は「科学者の説明と対話の責任」である。この、「科学者の説明と対話の責任」は、科学技術コミュニケーションの必要性が叫ばれる根拠の 1 つにもなっている。科学者の外部責任論としては「説明する責任」とともに、近年は「市民からの問いかけへの呼応責任」（藤垣、2010）も指摘されるようになった。以下に、大きく分けて二つの議論を紹介したい。

・自らの研究に関する説明と呼応の責任

科学研究は国の公的資金（税金）で賄われている。このため、納税者である国民に対して、研究資金の目的や用途、研究の中身などについて説明報告する必要があるといわれている。これは一般的に科学者の「説明責任」「アカウントビリティ」と呼ばれる概念である。ただし説明責任は単なる情報発信ではない。国民が納得しなければ資金を要求できない、計画を変更しなくてはならないといった状況が起こりうる。小林信一（2007）は、研究方法や成果が社会で問題となる可能性が大きい場合には科学者コミュニティでの討議に加え、利害関係者を含む科学者以外の人々との議論が必要となるとしている。「研究テーマの設定に関する倫理」も必要とされている。

・専門家としての説明と呼応の責任

科学者は自分の分野の専門家である。それゆえ、科学に精通する者として、科学に関わる様々な問題について解説したり、情報を提供したりすることが求められている。また、科学に関わる危険に気づい

た時には注意を促すことも科学者の責任のひとつであると言われて
いる。科学者には科学的でない情報や疑似科学を批判する責任など
も挙げられることがある（池内、2007）。

また、政策決定における科学者の責任論もある。前述の市民参加
の問題から、科学者には市民参加の討議に協力することが求められる
ようになった。

このように、日本の科学技術コミュニケーション実践の中心は教育・
啓蒙型である一方で、非科学者や利害関係者が科学者に説明や利益、あ
るいは意見や対話する機会を求めるといふ、社会側のニーズによって求
められる科学技術コミュニケーションもある。

2.2.4 科学技術コミュニケーション教育

高等教育における科学技術コミュニケーションの教育は、多様なニー
ズがある。世界の大学での科学技術コミュニケーションのカリキュラム
調査によると、大学での科学技術コミュニケーション教育では理系学生
のコミュニケーション・スキルの向上に焦点を当てることが多い。また、
科学技術コミュニケーション教育では大きく分けて四つの関連分野が
あるという（図 2-2）（Mulder et al、2008）。これらは科学技術コミュニ
ケーションが学際的であることを反映している。

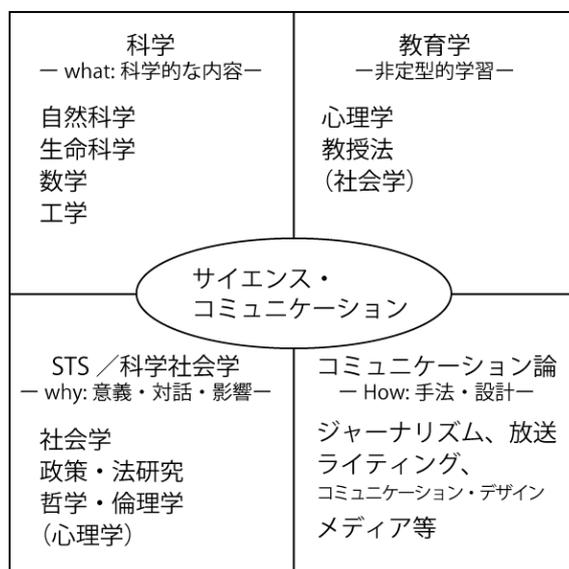


図 2-2 科学技術コミュニケーションに関わる四つの領域
Mulder et al (2008) の figure.1 を基に筆者が作成

また、海外の科学技術コミュニケーション教育動向をまとめた渡辺・今井によると、英国にはサイエンス・ジャーナリスト、サイエンスライター、コミュニケーターを養成するコースをもつ大学が 28 校ある。これらの大学の教育では、科学者の顔がみえる科学技術、説明責任に重点が置かれている。韓国や中国では 2003 年以降、科学技術コミュニケーションコースがおかれ、オーストラリアではオーストラリア国立大学を中心に、コースがおかれている。これらの大学の多くは、コミュニケーションのスキル・実践教育とともに、科学史や科学哲学、科学技術と社会に関わる科目を教えている（渡辺・今井、2005）。ここからわかることは、科学技術コミュニケーション教育ではコミュニケーションのスキルに関わる教育とともに、科学・技術・社会に関わるメタな分野の教育が行われているということである。

一方、日本では、2005 年に平成 16 年版科学技術白書が公表されて以降、大学での科学技術コミュニケーション教育や実践が広まった。そのため歴史が浅いのが特徴である。日本の高等教育における大型の科学技術コミュニケーション教育プログラムのなかで、2014 年現在、継続しているものについて、その教育内容を検討したい⁹。

(1) 北海道大学科学技術コミュニケーター養成ユニット(CoSTEP)¹⁰

このユニットは科学技術振興調整費振興分野人材養成に採択され、2005 年に設置された。大学院教育だけでなく、社会人なども受講が可能である。

科学技術コミュニケーター人材を輩出し、多様な科学技術コミュニケーション実践を行うこと、また人材育成手法を開発することで、科学と社会の双方向的でよりよい関係の実現を目指している。

講義・演習・実践を中心としたカリキュラム構成であり、講義では科学技術コミュニケーションの概論のほか、トランス・サイエンスやコミュニケーションの手法について学習し、演習ではライティングやグラフィックデザイン、プレゼンテーションなどを、実践ではライティングや映像制作、対話の場の創出などの実践的な活動を行う。

⁹ 大学生・大学院生向け以外には、国立科学博物館サイエンスコミュニケーター養成実践講座や、日本科学未来館科学コミュニケーター研修などもある。また、すでに終了している大型の教育プログラムとしては、お茶ノ水大学サイエンス&エデュケーションセンターの「科学コミュニケーション能力養成プログラム」（2005 年～2007 年）もある（千葉ほか、2007；仲矢、2008）。

¹⁰ 北海道大学科学技術コミュニケーター養成ユニットの公式ウェブサイトと杉山（2008）を参照した。

<http://costep.hucc.hokudai.ac.jp/costep/>（2014 年 10 月 10 日アクセス）

(2) 東京大学「科学技術インタープリター養成プログラム」¹¹

科学技術振興調整費振興分野人材養成に採択され、2005年に設置された教育プログラムである。科学技術振興調整費の支援は2010年の3月に終了し、2010年4月からは、東京大学教養学部附属の教養教育高度化機構の「科学技術インタープリター部門」となった。東京大学全学の大学院生を対象とした大学院副専攻プログラムである。

プログラムの目的は、「科学技術を「わかりやすく伝える」だけでなく、科学技術の「何を伝えるか」をも考え、一般社会と科学技術の間の双方向コミュニケーションを実現できる人材を、社会のあらゆる場面へ送り出すこと」である。

2014年度の教育内容は、様々な科学分野の研究内容を聞き、その価値や課題を考える「現代科学技術概論Ⅰ」、科学技術について書く基本を学ぶ「科学技術ライティング論Ⅰ」、修了研究について議論し、研究をサポートする「科学技術表現実験実習Ⅰ」、科学技術のリテラシーが何であり、なぜ必要なかを理解する「科学技術リテラシー論Ⅰ」、修了論文を書くための指導を行う「科学技術インタープリター研究指導Ⅰ」「科学技術インタープリター特別研究」がある。

(3) 早稲田大学科学技術ジャーナリスト養成プログラム(2005～2009)／早稲田大学大学院政治学研究科ジャーナリズムコース(2010以降)¹²

早稲田大学科学技術ジャーナリスト養成プログラムもまた、科学技術振興調整費振興分野人材養成に採択され、2005年に設置された修士課程の教育プログラムである。科学技術振興調整費終了後は早稲田大学大学院政治学研究科ジャーナリズムコースとなり、科学技術に限らないジャーナリストの養成を行っている。本研究では科学技術に限定し、科学技術ジャーナリスト養成プログラムの方に注目する。

科学技術ジャーナリスト養成プログラムでは、次の5つの能力、すな

¹¹ 科学技術インタープリター養成プログラムの公式ウェブサイト参照した。
<http://science-interpret.c.u-tokyo.ac.jp/currentstudents/index.html> (2014年8月1日アクセス)

また、プログラムの社会人向けの講座もあり、その内容は石浦ほか(2008)にまとめられている。

¹² 下記の二つのウェブサイト参照した。
早稲田大学大学院政治学研究科ジャーナリズムコース
<http://www.waseda-j.jp/> (2014年8月1日アクセス)
早稲田大学科学技術ジャーナリスト養成プログラム
<http://www.waseda-j.jp/majesty/index.html> (2014年8月1日アクセス)

わち 1) 科学技術の理解、2)ジャーナリズムとメディアの理解、3) 建設的批判精神、4)現場主義、5)実践的スキルを養成した。科学や科学技術コミュニケーション、メディア、科学技術にかかわる社会問題などを学習し、プレゼンテーション、ライティングのスキル養成や、雑誌編集、映像制作などの実習も行った。また、修士論文の指導も行った。

(4) 大阪大学コミュニケーションデザイン・センター¹³

2005年4月に誕生したセンターである。大阪大学が掲げる教育目標「教養」「デザイン力」「国際性」のうち、「デザイン力＝柔軟な想像力」の育成を目的に、全学大学院生向けの共通教育を実施している。いくつかのテーマがあるなかで、科学技術をテーマとした研究や教育活動が実施されている。

大学院生が自分の専門分野の考え方を振り返る教育（八木ほか、2008）、科学技術コミュニケーションや科学技術社会論に関わる座学等について教育を実施している。

(5) 東京工業大学科学技術コミュニケーション論¹⁴

2005年にJSTの「研究者情報発信活動推進モデル事業「モデル開発」」として受託研究が採択され、大学院正規科目として科学技術コミュニケーション論を開講した。

ここでは、単に情報発信をするのではなく、市民と対話の場を作り出し、市民の科学技術についての意見と関心を掘り起こすコミュニケーション能力をつけることを目的としている（西條ほか、2007）。

教育内容としては、小学校理科教育で利用するコンテンツの制作やエネルギーを題材とし座学、インターンシップ、サイエンスカフェの運営などを教育として行っている。

このように、科学技術コミュニケーションの高等教育における比較的大型の教育の取り組みでは、講義とスキル獲得のための演習（実践を含む）の双方を取り入れている。このようなプログラムには科学技術社会論に関わる研究者が関与している。

これらを含む日本の高等教育機関の科学技術コミュニケーションを

¹³ 大阪大学コミュニケーションデザイン・センターのサイトを参照した。
<http://www.cscd.osaka-u.ac.jp/>(2014年8月1日アクセス)

¹⁴ 東京工業大学科学技術コミュニケーション論のウェブサイト参照した。
<http://www.sec-titech.jp>(2014年8月1日アクセス)

調査した都築らは、全体の傾向として、双方向コミュニケーションの実現を目指して、コミュニケーション能力や企画力を備えたコミュニケーターの養成を進めること、科学の入口を広げようとしていることをあげている。また、高等教育において養成される人材がコミュニケーションする対象としては、成人、子ども、学生を含む非科学者（市民）に設定されている傾向があるという（都築・鈴木、2014）。また、中野は北海道大学、東京大学、早稲田大学の3大学の講義内容について調査し、1)記述対象事物に関するもの（すなわち科学技術分野の個別のテーマに関するもの）、2)記述技法に関するもの（すなわち執筆・編集・録画などの技法に関するもの）、3)背景に関するもの（科学技術について報道・広報・政策提言することの目的・意義・動向について）に分類している（中野、2006）。

上記のようなプログラムでは、座学、実践による経験的トレーニング以外に、メタ認知など、研究者としての姿勢や考え方に関する教育もされていることがある。たとえば、大阪大学や北海道大学では、専門家間の意思伝達の困難さに気づき、自らの研究分野の性質や分野ごとの違いを理解する教育が行われている（八木ほか、2008；三上ほか、2008）。このような取り組みは重要である一方で、科学技術コミュニケーション教育の報告や論文の全体からみる限り少数であると思われる。

一方で、上記のような大規模なプログラムではなく、半期2単位といった小規模の科学技術コミュニケーション教育では、教育・啓蒙型に限定した活動も多くみられる。このような教育活動は主にはスキル養成を目的としており、教育と同時に地域貢献が強調される場合もある（例えば筒井、2007；矢治ほか、2007；加藤・佐藤、2012¹⁵；上田・毛利、2012；中野ほか、2011；末本ほか、2007）¹⁶。これらの活動は教員が自ら、あるいは地域の要請にこたえて企画されており、科学技術社会論の研究者が関与しないことが多い。学生の学習効果としては、プレゼンテーション／ライティング能力の向上、学習のモチベーションの上昇、これまでの学習内容の理解の深化、自分の研究の意義のふりかえり、伝えることの難しさの理解などがあげられている。

このような教育は、学生や科学者のコミュニケーション・スキル向上を目指していくうえでは重要であり、一定の教育効果も確認されている。

¹⁵ この場合の学生は高等専門学校である。

¹⁶ 小規模の科学コミュニケーション教育においても、スキルだけでなく認識や姿勢を重視する取り組みもある（たとえば斉藤・戸田山・福井、2008）。それらは全体の動向から見ると、例外的な活動であるといえる。

一方で、市民参加型科学技術コミュニケーションの課題や欠如モデル批判といった研究蓄積が教育に反映されているかどうかは不明瞭である。欠如モデルの反省をいかしていくためには、それが教育・啓蒙型の教育・実践であったとしても、ある程度これまでの研究蓄積を踏まえる必要がある。

次に学生の自主的な活動を見てみたい。学生の自主的な科学技術コミュニケーション活動は 2005 年以降、数多く展開されてきた。学生の活動は NPO¹⁷から大学公認、あるいは複数大学の学生が所属するサークル活動まで多様である。竹澤は学生や若手の科学技術コミュニケーション活動の特徴を以下のように整理している。1) 自然科学を専門とする学生が自主的にはじめたものが多い、2) 参加者との交流重視のイベントが多い、3) 扱うテーマは純粋科学や先端科学が多く、アウトリーチ、科学教育の性格が強い、4) 機動性が高く、新しいアイデアをすぐ試すことができる、5) 予算、活動場所に制限があり、地域の格差も大きい(竹澤、2006)。

では、彼らはどのような経緯で活動を始め、どんな内容の活動をしているのか。大学(院)生を中心とした活動団体が情報共有を行い、4 半期ごとに情報誌を発行している「四季報」¹⁸には、これまでに 19 団体が掲載され、科学技術コミュニケーション活動を行う学生団体が集まるサイエンスリンクには、自主的と思われる学生の団体は 22 団体以上が参加している(7 団体は四季報と重複)¹⁹。これらの団体のウェブサイトや公表された活動報告を見ると、これらの活動の多くは 2004 年以降に始まっている²⁰。オープンキャンパスやアウトリーチ関係のイベント、あるいは科学技術コミュニケーションに関わる講義に参加した学生らが、その活動を継続・発展させるために、自主的に立ち上げた例が多い。そして、その多くの活動内容は、出張授業やサイエンスカフェ・科学イベントを行う、教育・啓蒙型の科学技術コミュニケーションであった。彼らの活動のモチベーションは科学の面白さや大切さを社会に伝えること、社会への貢献以外には、例えば、「科学者自身に科学者コミュニティ全体を俯瞰しうる素養を育てること」「研究の発展自体に寄与すること」

¹⁷ NPO としてはたとえば Science Station がある。山崎 (2007) あるいは下記 URL を参照のこと。<http://www.sciencestation.jp/>(2014 年 8 月 1 日アクセス)

¹⁸ 「四季報」は下記 URL からみることができる。
<http://www.students-copa.com/>(2014 年 8 月 1 日アクセス)

¹⁹ サイエンスリンクの URL は下記のとおり。その活動については南ほか (2012) を参照のこと。<http://sc-link.net/>(2014 年 8 月 1 日アクセス)

²⁰ それ以前に設立された団体は、ウェブサイト等で確認できた範囲では、東京大学環境三四郎 (1993 年)、東工大 Science Techno (2001 年)、Live in SPACE Project (2003 年) の三団体である。

や（小寺ほか、2009）、高校生の進路選択の支援²¹、研究者と住民の相互理解の促進²²、自らのコミュニケーション力の向上（濱島ほか、2010 など）があげられている。

一方で、市民参加の問題意識を反映したと思われる活動は少数に限られる。ただ、異分野の違いを認識することを理念に掲げた活動はある。Scientthrough では、異分野との認識の違いを学ぶことを重視している。これはフレーミング対立の解消に資する考え方である。Scientthrough は大阪大学コミュニケーションデザイン・センターの「科学技術コミュニケーションの理論と実践」という講義の受講者が集まって作った団体であり、講義の問題意識を引き継いだため、このような理念をあげている（飯島、2010）。その他にもほかの分野の学生との交流を利点に挙げる団体はいくつかみられた。

学生が自主的に行っている活動の動向をまとめると、そのもととなる活動（講義、大学内のイベントなど）の問題意識を引き継ぐことが多く、かつ教育・啓蒙型の活動がほとんどである。彼らは自らの意志で、社会的意義や、コミュニケーション・スキルの向上を意識しながら活動を展開しており、科学技術コミュニケーション人材の厚みを増していくうえでは望ましいことであると考えられる。一方で、これまでの科学技術社会論で議論されてきた知見、特に市民参加型の科学技術コミュニケーションの問題意識はほとんど活動に反映されておらず、科学的知識を相手に送ることで科学を好きになってもらおうというという、欠如モデル思想に基づく活動も多い。

2.3 科学的知識の伝達・移転：マクロな視点から

科学技術コミュニケーションを知識科学から検討する際には、科学的知識の移動（移転）という視点も有用である。本研究の事例研究では、学生と数十人の観衆というミクロな知識移転における、科学的知識の送り手による知識創造に焦点を当てる。しかしながら、そのような活動がどんな知識移転の一部なのか、マクロなレベルでも位置づける必要がある。

本節では科学的知識の伝達・移転をマクロな観点から捉えてみたい。

²¹ たとえば東京大学 BAP (<http://sc.adm.s.u-tokyo.ac.jp/bap/>) や Robogals Tokyo (<http://www.robogals.jp/>) がある。（いずれも 2014 年 8 月 1 日アクセス）

²² たとえば柏の葉サイエンスエデュケーションラボ（KSEL）(<http://udcx.k.u-tokyo.ac.jp/KSEL/>) など。（2014 年 8 月 1 日アクセス）

2.3.1 科学技術から社会への知識・情報の流れ

科学技術に関する情報・知識は、科学者が生産するため、それらの社会への普及の出発点も、基本的には科学者である。もちろん、企業で生産された知識などは、利益の確保が優先され、公表されないこともある。また、メディアが介することもある。しかし一般的には、学問的な情報の出発点は科学者であり、科学者自身が保有するか、あるいは学術雑誌・書籍等に保存されている。

科学者による科学的な情報や知識の公表には、研究仲間に向けた発表と、科学者以外の人々に向けた発表の二種類がある。科学者の、研究仲間に向けた研究発表をインパブリッシュ、そうでない人に向けた発表をアウトパブリッシュと呼ぶ場合がある（調・川崎、1997）。

インパブリッシュでは、研究仲間に見出したものの正当性を主張し、説得しようとする。アウトパブリッシュでは、自分の見出したものや自分の研究分野の意味を、市民が理解できるように伝える。ほとんどの市民は高度に細分化された科学の専門的知識を有していないために、インパブリッシュされた情報や知識を直接理解するのは難しい。このため、科学者からはアウトパブリッシュされた情報や知識を得ると考えられる。科学者のアウトパブリッシュについては、教育、書籍・文献、講演、広報誌やホームページの記事執筆、市民参加プログラムへの参加、サイエンスカフェなどがある。

後者のメディアについては、多様なものが存在する。図 2-3 は、科学と社会のコミュニケーションメディアをまとめている。ここでは、メディアとして教育、宣伝・広告、マスメディア、インターネット、図書館、科学博物館、サービス・商品が挙げられている。メディアの中でも大きなものは、教育とマスメディアである。教育では、学校において理科教育や科学教育が実施されている。マスメディアについては、新聞、放送、出版、映画、書籍・雑誌、テレビなどがあげられる。近年は、インターネットの影響も大きくなってきている。

市民の側から見たとき、科学技術に関する情報や知識を得るのは、テレビや新聞、雑誌などのニュースからであり、最近ではインターネットも増加している（European Commission、2007；National Science Board、2012）。また日本でもその傾向は変わらないと考えられる（岡本ほか、2001）。例えば、2010年の総理府広報室「科学技術と社会に関する世論調査」によると、「あなたは、ふだん科学技術に関する知識をどこから得ていますか」という質問に対して、テレビが 87.1%、新聞・雑誌が 58.8%、

インターネットが 21.8%、ラジオが 12.2%、家族や友人との会話などが 10.1%、書籍が 9.2%であった。なお、シンポジウムや講演会、大学や研究機関のイベントは 3%である（内閣府大臣官房政府広報室、2010）。このように、マクロな視点で見たときには、マスメディアが圧倒的に科学的知識の社会への移転を担っている。科学者は市民に直接対話する機会が多く持っていないものの、メディアを通じて影響力を持ってきたと考えられる。

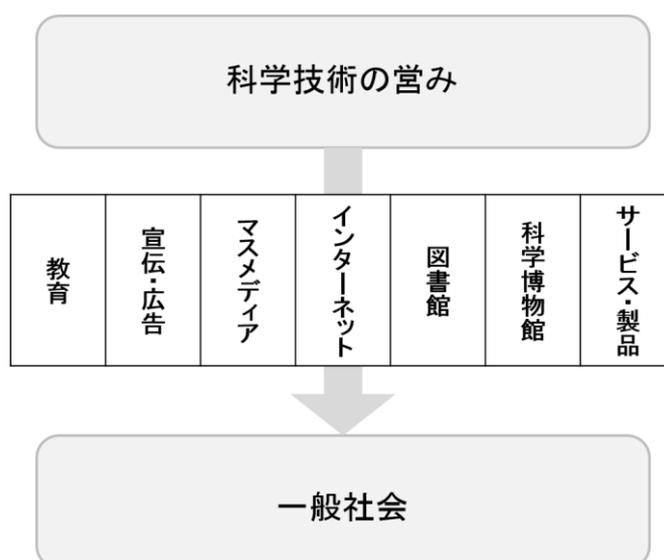


図 2-3 科学と社会のコミュニケーションメディア
出典：調・川崎（1997）を基に筆者が作成

2.3.2 社会から科学技術への知識・情報の流れ

科学技術と社会のコミュニケーションとして考えられるのは、科学技術から社会への知識・情報の普及だけではない。逆方向の流れ、社会からのインプットも考えられる。

吉岡は、科学を閉じた系として分析する方法を批判し、社会に開かれた系としての科学を主張している（吉岡、1986）。現代科学の特徴のひとつは巨大科学（Big Science）化したことである。ひとつの科学研究プロジェクトに多くの科学者を動員し、巨額の研究費を必要とするようになった。そのため、投資機関（日本の場合は特に政府）と契約を結ぶことが、研究を行う上での必須事項となった。このことは科学の研究のあり方に大きな変化をもたらした。それまでの科学では、科学者が個人的な好奇心により研究課題を設定し、自然現象をひとつひとつ解明し、その

結果が新たな課題を生むという試行錯誤的な側面をもっていた。しかしながら巨大科学のような現代型の科学では、投資機関と契約を結ぶために、あらかじめ目標を明確化し適切な研究計画を立て、申請後にはその計画にしたがって研究を進めるようになった。そうすると科学は目標によって投資されるか否か、すなわち研究できるかどうかが決まってくるようになる。その結果、科学は社会の要請を聞き入れざるを得なくなる。上記のような現代型の科学では、社会のニーズが反映されるという点で社会とのコミュニケーションが成立しているという捉え方が可能である。

2.3.3 科学者の科学技術コミュニケーション

前述のように、知識移転は多くの場合マスメディアを介して行われており、科学者が直接対話することは少ないように見える。では、マスメディアを介した情報伝達や、予算申請というかたち以外では、科学者はどのように社会の声を聞き、あるいは発信しているのだろうか。

平成 16 年版科学技術白書では、科学者等に求められる社会的役割として、次のように書いてある。「科学技術が社会全体にとって望ましい方向で発展していくためには、科学技術それ自体や科学者等の活動が国民に正しく理解されること、信頼されること、支持されることが必要不可欠と言える。このために、科学者等は自らが社会の一員であるという認識を持って、自ら得た知識や知見を国民に語りかけ、また、科学者等が国民の意見をくみ取っていくことは、科学者等に求められている社会的役割であると考えられる」。その上で、「公開講義のような一方的な情報発信ではなく、双方向的なコミュニケーションを実現するアウトリーチ（outreach）活動」が求められると書かれた。また、科学者が自らの研究を説明する場所として、所属機関の公開、シンポジウム、専門誌、一般の雑誌、インターネットがあげられた。

この科学技術白書以降、科学者が市民と対話する科学技術コミュニケーションの試みが盛んに行われるようになった。そのなかでも顕著な広がりを見せたのはサイエンスカフェである。サイエンスカフェは、一般的には、飲み物を片手に科学者と市民が話すというコミュニケーションの形態である。平成 16 年版科学技術白書での紹介記事を契機に、数十人の規模から 100 名以上まで、様々なスタイルで広まりを見せた（中村、2008）。現在ではシンポジウムや研究所等の公開とともに、科学技術コミュニケーションの代表的なスタイルとして定着したと考えられる。また、前述のように、コンセンサス会議などの、市民参加を目指した科学者と

市民との対話がいくつか実施された。これらは、科学技術社会論の研究者など、コーディネートを行う人間が主体になって実施されており、要請を受けた科学者が参加するという形をとる。ただ、科学者が市民と直接的に対話する機会としては、講演やサイエンスカフェの方がより一般的であると考えられる。2013年に実施された研究者による科学技術コミュニケーション活動に関するアンケート調査によると、科学技術コミュニケーションの経験者は回収数の64% (5769)であり、その活動内容は、教育・啓蒙型である「一般向けの公開講座・講演会・シンポジウム・セミナー」が77.4%、「小中高等学校での出前授業、講演会」が52.0%、市民参加型である「タウンミーティング・市民会議・市民陪審等への情報提供・参加」は9.4%、「市民との協働調査・研究」は8.9%であった。この調査は、ReaD & Researchmapに登録された研究者のメールアドレスにアンケートを送付したものであり、回収数は8964 (7.3%)、有効回答数7908 (6.5%)である（独立行政法人科学技術振興機構科学コミュニケーションセンター、2013b）。科学技術コミュニケーションに関心のない層は返答しなかったということを考えると、教育・啓蒙型は、比較的広まったとは言え、全体に普及したとまでは言えず、また市民参加型の活動についてはごく限られた層のみ参加していると考えられる。

2.4 知識創造プロセスとしての科学技術コミュニケーション

本節では、科学技術コミュニケーションを知識創造プロセスとして捉えるための理論的な土台を検討する。

2.4.1 知識とは何か

知識とは何か。この問いは哲学や心理学、教育、認知科学など幅広い分野で研究されている。それゆえ、知識は分野により多様な定義がある。ここでは主に経営学分野を中心とした、ナレッジマネジメントにおける知見を参照し、知識と情報の違いから、知識とは何かを検討したい。ナレッジマネジメントとは知識の創造・共有・活用についての実践と理論のことである（梅本、2006）。

ナレッジマネジメント研究者のダベンポートとプルサック（2003）は、知識を「反省されて身についた体験、さまざまな価値、ある状況に関する情報、専門的な洞察などが混ぜ合わさった流動的なものであり、新しい経験や情報を評価し、自分のものとするための枠組みを提供するもの

である」としている。

野中・竹内も情報と知識の違いを述べている。情報とは特定の文脈やある関係において意味を持つデータである。知識は「正当化された真なる信念」であり、このなかでも野中・竹内は真であるかどうかではなく、特に「正当化された信念」という面を強調している。また、知識は主体の存在を前提とし、経験や情報を評価し吸収するための枠組みを提供する経験、価値や文脈的な情報、直観の集合体である。知識と情報の違いは二点あげられる。第一に、知識は情報と異なり、「信念」や「コミットメント」に密接に関わり、ある特定の立場、見方、あるいは意図を反映しているということである。第二に、知識は情報と異なり、ある目的のために存在する。また、類似点としては、特定の文脈やある関係においてのみ、意味を持つことであると述べている。(野中・竹内、1996)。

知識に関連する概念を理解度と文脈依存の2軸で分類するという試みもある。このモデルでは、知識は階梯的にデータ→情報→知識→知恵という関係をもつ。データが関係性の理解をもつと情報となり、情報にパターン理解が加わると知識となり、知識に基本原則の理解が加わると知恵となる。この際、単なる情報の集合が知識となるわけではない。階梯があがるごとに認識と解釈の次元があがる(Bellinger, 2004)(図 2-4)。

このように、知識は情報やデータよりも、理解や文脈、経験、信念など、主体の関与を強調している。この点に注意しつつ、本研究における知識の定義は、上記に示した野中・竹中の定義を用いたい。

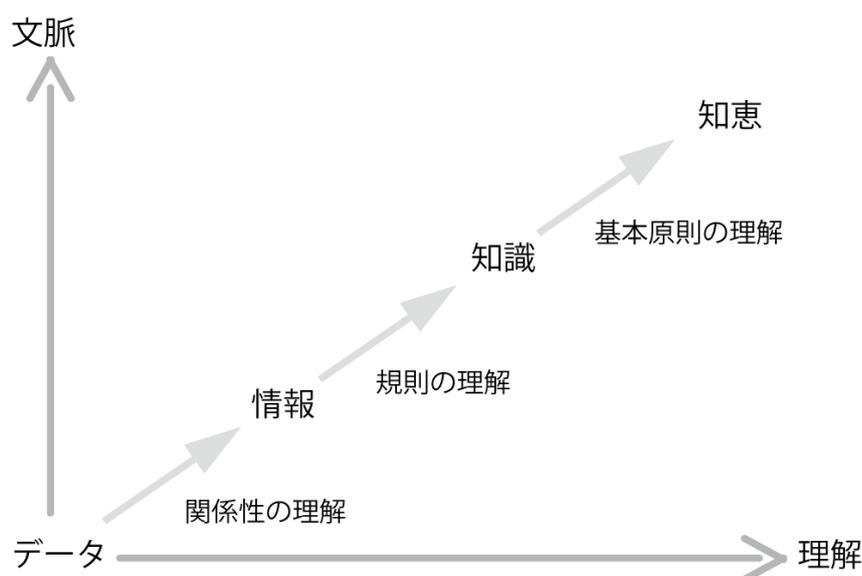


図 2-4 知識の階梯モデル
Beilinger (2004) を参考に筆者が作成

2.4.2 分類から見た知識の性質

知識は認識的な次元で考えた時、二つに分けることが可能である。それは暗黙知と形式知である。この二つの分類はポラニーが提唱したもので、言語で表され、一般的に認識されている形式知のほかに、伝えにくい知識、言語では表現されにくい知識、すなわち暗黙知があることを主張した (Polanyi, 1966)。この暗黙知と形式知は相互補完的なものであり、互いに作用し合いながら作られる。

科学的知識は形式知であり、科学技術コミュニケーションで伝達される知識も、表現されているという意味で形式知である。つまり、表現の過程は形式知を作る過程であると捉えられる。一方で、科学技術コミュニケーションにおいては、実践者はどのようにしてわかりやすく伝達するかという個人的で一部には暗黙的な知識も創造し、利用していることが予想される。

2.4.3 科学的知識とは何か

科学的知識とは何か、という問いは、科学哲学を中心とした科学論のテーマであるものの、その複雑さから議論が完結することはない、これ自体が大きな研究分野を作っている。このため、それらすべてをレビューすることは筆者の手に余るものであり、本研究の関心からも大きく外れるものである。また、科学的知識に関わる学問分野として、科学社会学では科学的知識の社会学 (Sociology of scientific knowledge: SSK) という学派がみられる。これはクーンのパラダイム論、すなわち、知識生産が連続的でも貯蓄的でもなく、不可共約的であるという主張 (クーン、1971) に基づき、科学的概念は科学以外の要因から影響を受けて生産されているのではないかという社会構成主義的な議論を行う分野である (田中、1992; 金森、2002)。この議論は、マーソンの流れを汲む科学者の社会学とともに、科学社会学を形作ってきた。この議論の関心の中心は、科学的知識がいかに社会的に作られていくのかを示すことにある。現在の科学社会学の議論の中心は、SSK から科学技術の文化人類学や科学技術における社会学研究に移行している (Vinck、2010)。

本研究で筆者が問題にするのは、科学者の中で共有された科学的知識が、社会に移動する局面でどのようにしてどんな変化を受けるのかということである。科学者が科学的知識を生産する場面で、いかに社会的に作られたのかという問いは重要であるものの、本研究では科学的知識の

生産ではなく、その先の社会とのコミュニケーションの場面での変化に焦点を当てたいと考えている。

上記を踏まえ、本研究では科学的知識の特徴を、哲学や知識生産の社会学からというよりは、科学的知識と市民がもつ一般的な知識の違いに注目して整理したい。また、科学的知識とそうでない知識の境界を誰がどのように引くのかということを実行研究に基づいて議論し、本研究における科学的知識とは何かを、社会学的な見地から定義する。

科学的知識と市民がもつ一般的な知識の違いについて総合的に検討した研究者に、社会心理学者のファーンハムがいる。ファーンハムはふつうの人がもつ「理論」や「信念」を分析し、「しろうと理論」(lay theories)と科学的理論の違いを次のように述べている (ファーンハム、1992)

(1) 明示的であることと定式化されていること

しろうと理論の多くが暗黙的・定式化されていない一方で、科学理論は、比較的一貫した様式をもつという意味で定式化されており、かつ言葉で明示されている。

(2) 整合性があり首尾一貫していること

しろうと理論がたいてい曖昧で整合性がない一方で、科学的理論は一般的に整合性や首尾一貫性が求められている。

(3) 検証と反証

しろうとは反証する証拠よりも確認する証拠を探す傾向がある。科学理論は、ポパーによると、反証され得るものであり、反証されるまでは限定的である。また、科学的理論は、しろうと理論と比較すると、演繹主義的である。

(4) 原因と結果の関連

しろうと理論では原因と結果の混同がおきやすく、一方的に原因を推論しようとする傾向がある。これに関しては科学者でも同様のことが起こりうるものの、前者の方が無批判的であると考えられる。

(5) 内容志向的であるか過程志向的であるか

しろうとは内容志向的な一方で、科学的理論は過程志向的である。

(6) 内的（個人的）であるか、外的（状況的）であるか

一般的に人は、行動を説明する際に外的・状況的な重要性を過小評価する。つまり、しろうとは個人のパーソナリティや動機の観点から人間行動の原因を突き止めようとする傾向がある。

(7) 一般的であるか、特殊であるか

しろうとは特定の現象に関して情報に基づいて理論や説明をつくり

あげるが、抽象的な理論的原理に一般化することは少ない。これに対して科学的理論は一般化を志向する。

(8) 強いか、弱いか

アイゼンクによると、科学には強い理論と弱い理論があるという。前者は多くの人による膨大で正確な観察に基づき、量的法則が発見されており、問題となる現象が明示されており、数学的な関係がそれほど複雑でなく、かつ予想しやすいなどの性質をもつ。ほとんどのしろうと理論は科学的理論よりも弱い。

上記の違いは明確に切り分けられるものではないものの、性質の違いを把握する目安とすることができると考えられる。また奈良・伊勢田(2009)は、生活に関する知識、生活の中で獲得された知識である生活知と科学知の違いを以下のように示している。

(1) 科学知の特徴

1. 科学的検証を経ていない事物を科学知から排除する。
2. 社会通念として、科学知が知のすべてであるかのような扱いを受けることがある。
3. 科学知は細分化・専門化し、全体を見渡すのは困難である。

(2) 生活知の特徴

1. 生活知は普遍化が困難で言葉にならないことも多く、共有されないことが多い。
2. 生活知は本人にとっては重要な知である。
3. 生活そのものの総合性に対応し、生活知は総合的で、一人の個人がその全体を把握している。

このように、科学的知識は、検証を受けた知識であり、かつ論理的で一般性が高い、より確かな知識であるとみなされる傾向がある。

では、誰がどのようにして、ある知識が科学的知識であるかどうかを判断しているのか。現在のところ、科学的知識とそうでない知識を分別する、科学者、科学論者、社会が合意した明確な基準があるわけではない。一方で、科学的知識を生産し、科学的知識とそうでない知識の境界線を引くのは、一般的には、科学者であると考えられている。科学者が知識を生産する際の規範は 20 世紀半ばにマートンがその内容の明示化を試みている(マートン 1961)。マートンは科学者の行動を社会学的に研

究した科学社会学の創始者である。マートンの提示した4つのエートスは、ザイマンによって次の5つにまとめられている。

1. 公有主義(Communalism)：科学は公共的であり、研究結果は公にされるべきである。
2. 普遍主義(Universalism)：科学は人種・宗教・国籍・その他所属に関わらずすべて有能な人物に開かれるべきである。業績も科学者の性格や属性、社会的地位と関わりなく評価されなければならない。
3. 無私性(Disinterestedness)：研究成果には私的利害を関与させてはならない。
4. 独創性(Originality)：研究主張は新しいものでなければならない。
5. 組織的懐疑主義(Skepticism)：すべての主張は、批判的な精査と検証を受けるべきである。

これらは頭文字をとって **CUDOS** と呼ばれている。これは理想化されすぎていて、現状に即していないという指摘が多々なされている(たとえばザイマン, 1995)。しかし科学の理想的な規範として現代でも参照されており、科学的知識は多かれ少なかれ、このエートスにしたがって、生産され、批判・検証され、共有されている。このエートスのもとでは、個人的で公表されていない、あるいはほかの科学者に検証されていない知識は科学的知識から除外されると考えられる。

また、科学的知識とそうでないものを分ける基準は、固定された基準として形式知化されているのではなく、科学者間の交渉によって決まると言われている。藤垣は、この境界を作る行為として、ジャーナル共同体の「妥当性境界」に注目している。妥当性境界は、ジャーナルの査読システムの中で行われる科学的知識の境界線を引く行為である。ジャーナルの数、そこでの科学者間の相互作用の数だけ境界があり、そこで論文が検証され、科学的知識がそうでない知識から区切られる(藤垣, 2003)。

これらの先行研究を踏まえ、本研究では科学的知識を「科学者間で査読や検証を受け、ジャーナル論文や教科書に掲載された形式知」と定義したい。論文中に掲載された知識とともに、論文からさらに広く普及し、科学者が書いた教科書に掲載された知識を含める。そしてこれらの科学的知識は、生活のなかの知識よりも明示的で、体系化・普遍化され、比較的決まった様式をもち、科学者同士による批判的な検証を受けているがゆえに「確かなもの」であるとみなされる傾向がある。これらの科学的知識を、確かさを失わず論文から切り離し、生活の中に移転することは容易ではないと考えられる。

2.4.4 コミュニケーションと知識移転

コミュニケーションには、言語を使ったもの、そうでないもの、あるいは無意識のものなど多様な種類が存在しているが、その中には知識の移転を含む行為が含まれる。ここでいう移転とは、知識が利用可能な形で移行し、実際に利用されること示す。科学技術コミュニケーションにおいても、市民への科学的知識の移転、あるいは科学者へのローカル・ナレッジといった市民の知識の移転といった、知識移転の性質が含まれている。ここでは知識の伝達という観点から、知識移転について検討したい。

知識移転とは、企業のナレッジ・マネジメントの分野においては、単に知識が、獲得された地点からほかの地点に伝えられることではなく、伝達された知識が該当知識の受け取り手側の実務の改善をもたらすことで、受け取り手側または全社的に、何らかの価値を生むことを指している（ダベンポート・プルサック、2003）。

知識移転には二つのアプローチが知られている。人をつなぐことによって知識が移転される「つなぐ」アプローチと、知識が収集・保管・組織化・検索再利用によって移転される「集める」アプローチである。前者は直接のコミュニケーションや対話を通じて行われ、最も効果的な方法であり、詳細な知識を文脈も含めて移転することができる。しかしながら、場所が限定され、効率性も低い。また、頭の中にある知識は記憶の低下により曖昧になるという危険性もある。一方、後者は「ナレッジ・バンク」への知識の保存と、必要なときの知識の検索再利用である。この移転では、知識の捕捉は一度で済み、アクセスは無限にできるので、知識を広く移転させるには効率的である。また、記憶や人材の喪失に対しても安全である。これらの二つの方法はそれぞれ異なる長所と短所もっており、補完しあっている。（ミルトン、2009）

また、知識移転にはいくつかのタイプが存在する。ミルトンは、企業のプロジェクトにおけるスキル（ノウ・ハウ）の知識移転について、3つのタイプをあげている。そこでは、知識移転は時間と場所の二軸で捉えられる。一つ目は連続移転といい、同じ場所の一連のプロジェクト間での知識移転である。二つ目は、平行移転といい、場所が異なるが同時に走っている一連のプロジェクト間での知識移転である。三つ目は、異なる時間に異なる場所で走っている一連のプロジェクト間での知識移転である。これは、おなじような文脈で利用される場合は「近接移転」、異なる文脈で利用される知識については「遠隔移転」と呼ばれる（ミルト

ン、2009)。

ミルトンが述べた方法とは異なる分類の方法もある。ディクソンは、組織が経験を知識に翻訳し、その知識を時空間を超えて移転する重要性を主張し、その成功の基準や必要な要素を分析している。ディクソンによると、知識移転のプロセスとしては、「知識移転システムを選択する」→「知識を他の人にも使えるような形に翻訳する」→「受け取ったチームが知識を使いやすいように変換する」→「チームで業務を遂行する」というものになる。この移転の際に、移転の方法がある特定の状況でどのように機能するのかをきめるのは、1) 知識を受け取る側の業務とコンテキストの類似性と、受け取り手が知識を利用するのに必要な吸収能力（経験、技術的知識、共有言語）をもっているかどうか、2) どれくらい定型的（手順は決まっているのかいないかなど）で頻繁に行うかという点から見た業務の性質、3) 移転される知識のタイプ（暗黙知か形式知か）、という3つの基準であるという。これらをふまえたうえで、どのような移転方法を選択するのかを決める。選択するタイプは5つである。一つ目は連続移転である。これはあるチームがある状況の業務から得た知識を、別の状況の同じような業務で利用することである。二つ目は、近接移転である。知識を生み出したチームが、同じような業務を同じようなコンテキストで、しかし異なった場所で行っている受け取りチームへ知識を移転することである。三つ目は、遠隔移転である。非定型的な業務に関する暗黙知を同じような組織の別の部署のチームに移転させることである。四つ目は、戦略的移転であり、いかに製品を立ち上げるかといった複雑で影響力の大きい知識を時空間で隔てられた2チームの間で移転させることである。五つ目は、専門知移転であり、頻繁に行わない業務についての形式知を移転することである。知識を移転する場合には、業務の文脈と類似性、質、知識のタイプに合わせて、これらの方法の中からどれを選択するかを決め、そこから設計指針をたてる（ディクソン、2003）。

上記の議論は経営学の分野で行われており、移転される知識としては企業が開発や業務改善で利用する、実践的な知識、スキルの移転が想定されている。一方で、一般的な科学技術コミュニケーションでは、科学者から市民にスキルが移転されることはあまり多くない。科学的知識は体系化された形式知としての知識であり、個人的知識の一部である。このため、科学的知識の伝達という文脈においては、スキルは付随して伝達されることはあっても、伝えるメインテーマにはなりえないと考えられる。また、科学ジャーナリズム、科学教育や、サイエンスショー、サ

イエンスカフェなどのイベント実施といった代表的な科学技術コミュニケーションにおいては、市民側が、受け取った科学的知識をただちに自らの生活や活動へ実践的に導入・利用することは少ない。このため、スキルや暗黙知の移転は、科学技術コミュニケーション分野ではあまり注目されていないと考えられる。

このように、伝達される知識のタイプに相違があるけれども、上記の知見から学ぶべきことはある。それは、知識を利用する文脈の違いと、受け取り手の利用の性質に着目する重要性である。科学的知識を送る主体としての科学者の文脈に注目した時、科学者にとっての科学的知識は、多くの場合、何らかの問題解決などに応用するための知識ではない。科学者は科学的知識を生産する専門家であり、その生産のためにほかの科学的知識を利用する。一方、科学的知識の受け取り手としての市民の文脈は多様である。市民は自らの行動を判断する材料や、教養、ほかの目的を達成する際の参考、問題解決の際の参考、あるいは楽しみとして科学的知識を利用するかもしれない。市民が科学者と同様の文脈、すなわち、新たな科学的知識の生産のために既存の科学的知識を利用することはない。このため、市民と科学者の科学的知識の利用の文脈は、時間・場所のみならず、その目的においても大きく異なると考えられる。科学技術コミュニケーションにおいては、このような違いを踏まえたうえで、それぞれの性質に合わせた移転システム（対話、データベース、協働など）を検討・構築する必要がある。

2.4.5 科学的知識のコミュニケーションとその障壁

科学技術コミュニケーションにおいては、科学的知識の送り手側に関するモデルは少ないことが指摘されている（廣野、2008）。科学技術コミュニケーションにおいて科学的知識の送り手は、どのように伝えているのか、あるいはどのように伝えるのが適切なのか、という点については、ライター等の経験者が自己の体験から語ることはあっても、実証的なモデル化には至っていない。

そもそも科学技術のコミュニケーションにおいて、科学的知識の送り手が注意すべきこととして注目されやすいのは、専門用語による障壁である。科学者が科学的アイデアについて非科学者に伝達するときには、専門用語から相手が理解可能な言葉に翻訳する必要がある（Weigold、2001）。また、科学技術コミュニケーションの入門書ではわかりやすく伝える技術が紹介され、プレゼンテーション・スキルや、ライティング・

スキルなどについて、例えば比喩の使用や、わかりやすいストーリーを作るためのノウハウ、メッセージの作り方などが紹介されている（たとえばウィルソン、2006；千葉ほか、2007；北海道大学科学技術コミュニケーター養成ユニット、2008；川本、2009）。

一方で、科学技術コミュニケーションを成功させるための観点として、スキルだけには還元できない、知的側面もある。

たとえば、自然科学者とそうでない人の中には文化的な相違があることを踏まえるべきだという議論がある。最も古典的な文献はスノーの『二つの文化と科学革命』であり、自然科学と人文科学の文化の違いを指摘している（スノー、1967）。また、エイキンヘッドは、科学者間の議論はその科学者が所属する分野の規範や価値観、期待に導かれており、コミュニケーション（心理的、社会的、言語的）、社会的構造（権威、参加型相互作用）や慣習、態度、価値観、信念、世界観、スキル、行動、テクノロジーなどを文化の属性として意識する必要があること、そしてそれを越境することが重要だと述べている（エイキンヘッド、2000）。

また、科学をどう捉えるか、すなわち科学観に対する認識の違いがコミュニケーション不全を生むことがある。藤垣はジャーナル共同体の妥当性境界の違いが、異分野摩擦を生み出すこと、そしてそれは固定されたものではなく、今まさに作られているものであることを指摘している（藤垣、2003）。まさに作られている境界に関わる意思決定において、市民が科学を「固い」、すなわち確実な判断基準をもつものとして捉えてしまうと、科学者の答えが統一されていなかったり、答えをだせなかったりすることに不信感を抱くなど、コミュニケーション不全が生じる可能性がある。

リスクに関わる意思決定では、ある問題に対する答えではなく、そもそもその問題設定の前提、つまりフレーミングの前提が異なることが、争点になることがある。平川によるとフレーミングの前提とは、「①何が重要な社会的価値なのかという価値態度、②行為や責任についての信念、③競合する様々な知識主張のうちどれが信頼できてどれが重要なのかに関する判断、④物事の因果関係や関連性・重要性に関する特定の理論やモデル」のことをさす。このフレーミングの相違がひきおこしたコミュニケーション不全の一例としては、GM（遺伝子組み換え食品）ガバナンスにおける意見の対立がある。そこでは科学的であるということはどうのようなことかという認識について、「固い科学」と「柔らかい科学」という二つの認識の対立があるという。「固い科学」とは科学の「確実性」や「知識や方法の不変的妥当性」「専門家間の合意」「価値中立性」など

の面を強調するのに対し、「柔らかい科学」では「不確実性」や「知識の個別・特殊・多様な状況への適応性」「知識や見解、価値観の多様性」を重視する。この前提が異なることで、どのように意思決定をだすか、という考え方が異なり、意見が対立する（平川、2005）。

また、信頼性を重視する考え方もある。八木は、原子力分野のリスクコミュニケーションの実践のなかで科学者と市民が信頼しあい、共進化することの重要性を説いた。そして、信頼関係を築くためには、繰り返し対話すること、落としどころのない対話をする、ニーズに合わせた対話をする必要があると述べている。そして、科学者にもとめられるコミュニケーションとは、「相手にうまく話す力ではなく、相手が何を聴きたいのか、もしくはどのような背景でこの質問をしているのかを聴く力である」と述べている（八木、2009）。

これらの議論と同時に、文脈モデルもコミュニケーション不全を乗り越えるための手段として挙げられてきた。廣野は、文脈モデルを踏まえ、伝える際には次のようなことに留意した方がよいという。第一に、科学技術を伝える側には文脈が存在し、科学的知識はこの文脈から切り離され、あるいはある程度その文脈とともに相手に伝えられることである。第二に、科学的知識と文脈は対となる概念ということである。第三に科学は単一の営みではなく、文脈は複数存在することである。第四に、文脈は社会的に見たとき、多義的であることである。第五に、用語のネットワークには、ある用語はある用語の前提になるといったように、序列性がある。第六に、文脈は暗黙的・技能的性格を持っており、言語だけでは伝えられないことも多いことである。以上を踏まえ、科学的知識の送り手たちは、潜在的な文脈を明示化する力量が必要であるという。そしてよき科学コミュニケーションは次のようなプロセスを巡るのではないかと推量している（廣野、2008）。

- (C1) 科学コミュニケーションにおいて、伝えるべきこと T を設定する
- (C2) T に関し、伝える側の文脈 CT を明示化する
- (C3) T に関し、受け取る側のその対応物 S を特定する
- (C4) S に関し、受け取る側の文脈を明示化する
- (C5) CT に対応する文脈 CS を特定する
- (C6) T に関し、伝えるべき単位である「T およびその文脈 CT」である UCT を特定し、切り出す
- (C7) UCT をわかりやすい形 ACT に「変奏」する
- (C8) ACT を受け取る側に伝える

- (C9) 受け取る側の理解・了解である ACS をチェックする
- (C10) ACT と ACS の相違を特定する
- (C11) よき科学技術コミュニケーションにおける評価基準 CR を設定する
- (C12) ACT と AST 差異を CR の観点から評価する
- (C13) 評価がよければ、さしあたりコミュニケーションを終了する
- (C14) 評価が悪ければ、(C2)以降を再試行する

これらの主張からわかることは、科学技術コミュニケーションにおいては、単純に知識が伝わったか否かが問われているのではなく、相手と自分の前提の差異を認識し、その差異を受け入れたうえで、粘り強く対話することが求められるということである。科学技術コミュニケーションのゴールを「市民の知識の獲得」のみに設定し、一度の講義や講演で市民に科学が好き、楽しいといった価値観まで植え付けようとする態度は、欠如モデルの失敗を繰り返すことにつながる。もちろん、科学の面白さを伝える活動にも意味があるものの、そのスキル・価値観で、市民参加やリスクコミュニケーションなど、多様な科学技術コミュニケーションに関わることは危険である。また、科学の面白さ・楽しさを伝える科学技術コミュニケーションであっても、相手の不信感を引き出すコミュニケーションをおこなえば、いくら知識が伝わったとしても、成功とはいえない。不信感を互いに抱いたり、意見が対立・硬直したりする事態に陥るのを避け、相手と信頼できる関係を築くための姿勢・態度が、科学者やコミュニケーターに求められていると考えられる。

2.4.6 知識創造理論

次に知識創造についてレビューを行う。知識の創造過程を解明した代表的な研究としては、野中・竹内（1996）による SECI モデルをあげることができる。野中と竹内は暗黙知と形式知の変換を通じた組織的知識の創造プロセスを提示している。組織的知識創造のモデルは暗黙知と形式知が社会的変換プロセスを通じて質的にも量的にも増幅されるという理論に基づいて作られたモデルであり、SECI モデルと呼ばれる。これは、共同化（Socialization）→表出化（Externalization）→連結化（Combination）→内面化（Internalization）→というプロセスで暗黙知と形式知の変換を繰り返す（図 2-5）。

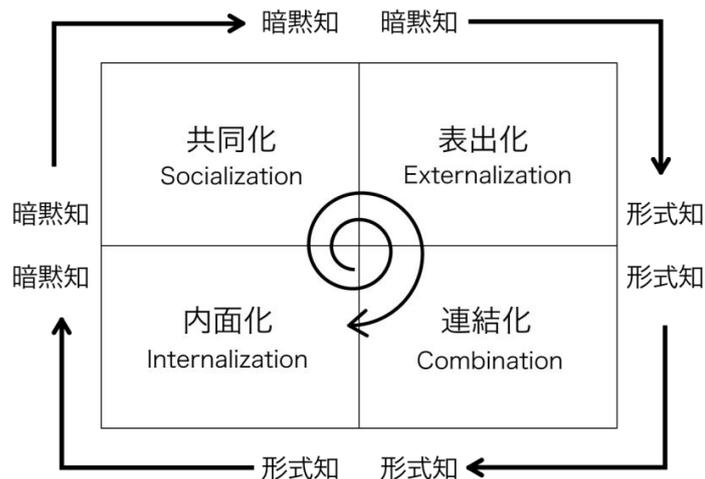


図 2-5 SECI モデル

出典：野中・竹内（1996）をもとに筆者が作成

このモデルの詳細を見ていくと、第一に、共同化では、経験を共有することを通じ個人の暗黙知からグループの暗黙知を創造する。第二に、表出化では、暗黙知から形式知を創造する。これは暗黙知を多く人と共有できるよう言葉に表すことである。第三に、連結化では個別の形式知から、組織で共有できる体系的な形式知を創造する。そして第四に、内面化では、形式知から暗黙知を創造する。個人が頭で理解した知を自己の中に暗黙知としてとりこむ。

このプロセスの例としては、松下電器の家庭用自動パン焼き器開発の例があげられる。まず、パン焼き器開発に参加した松下電器のソフトウェアの担当者は、パン練りの技能という暗黙知を手に入れるため、ホテルのパン職人に弟子入りし、観察、模倣、訓練によってパン作りの練りの秘訣、すなわち「ひねる」という行為を学習した。このプロセスは暗黙知の共同化である。そして、この「ひねる」という暗黙知は、弟子入りしたソフトウェア担当者によって「ひねり伸ばし」というコンセプトに変化した。これが暗黙知の表出化である。このコンセプトはエンジニアに伝えられ、試行錯誤の後、容器の内側にうねを並べるという技術の開発につながった。そしてこれらの知識はマニュアルにまとめられ、プロトタイプに具現化された。プロトタイプ制作は連結化を示す。最後に、このプロセスで得た経験がプロジェクトのメンバーや同じ組織の他のメンバーとの間で暗黙知として共有され、さらなる新製品開発につながっていった。これは、内面化プロセスとそれに続く新たな知識創造である。知識はこの循環を繰り返す中で「組織的」に増幅され、スパイラ

ルを描きながら創造される（野中・竹内、1996）。

2.4.7 知識創造と科学技術コミュニケーション

知識科学の観点からみたとき、科学技術コミュニケーションはどのようなアプローチで研究できるのか。大河ら（大河、2010；大河・加藤、2010）は、科学的知識を伝達する図解、すなわちサイエンティフィック・イラストレーションの制作のプロセスを知識科学の観点から検討している。大河によると、イラストレーション制作は科学者が頭の中に持つイラストレーションのイメージ（暗黙知）を土台にして、科学者とイラスト作成者が協力してイラストレーション（形式知）を創造する知識創造プロセスである。プロセスを図 2-6 に示す。

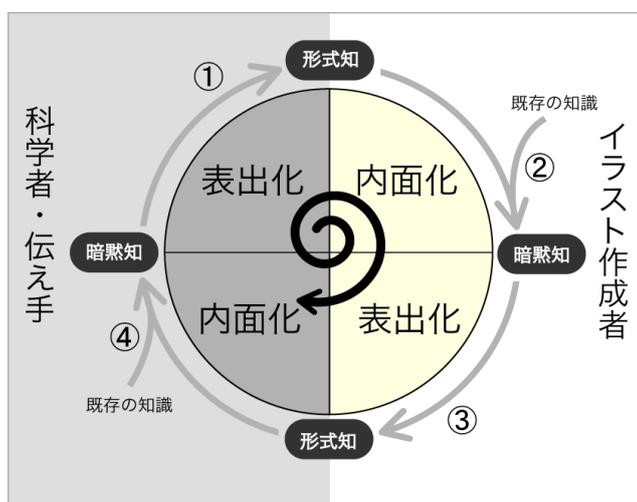


図 2-6 専門知識の統合による協働的イラストレーション創出モデル
出典：（大河、2010）をもとに筆者が作成

この知識創造プロセスにおいては、科学者の持つ科学の専門知識とイラスト作成者が持つイラストレーション制作の専門知識が統合されることにより、科学者が持っていた土台となるイメージ（暗黙知）がより質の高い完成図としてのイラストレーション（形式知）へと変化する。相手の形式知を理解（内面化）して自らの知識と統合する際には、新たなアイデアが生まれることがあり、知識の結合とそれに伴うアイデア創出という段階が含まれることにより、イラストレーション創造モデルのサイクルはスパイラルを描くと考えられる。

また、大河ら（2011）はサイエンティフィック・イラストレーションを行うアーティストに注目し、その創造について分析をしている。この議論によると、イラストレーターは、科学的知識を図として表現するにあたり、1) 複数の科学的知識の収集と取捨選択、2) 科学的情報の編集と視覚表現化、3) 科学的ではない情報の創造と追加を行っている。つまり、科学的情報を表現する際には、科学的ではない情報も収集・表現され、一つの文脈をもって再構築されるということである。この新しい文脈をもった表現は、それ自体が新しい知識であり、知識創造であると捉えることができる。

この二つの議論に基づくと、科学的知識を表現した図は、それ自体、元となった科学的知識と異なる新たな知識であり、その制作プロセスは知識創造として捉えることができる。上記は図に限定されていたものの、図と言葉を使った、発表というスタイルの科学技術コミュニケーションについても、表現されたものを知識として捉え、そのプロセスを知識創造として捉えることができる可能性が示唆される。

2.5 省察と実践

本節では、振り返りの理論としての省察について、本研究で参考にできる理論や考え方を整理したい。

2.5.1 省察とは

「省察 (reflection)」とは、一般的には自分自身を省みることといわれている。近年では哲学や社会学のほか、経営学や教育学でも議論の蓄積がある。本研究では主に、教育学の中の成人教育における著名な研究成果を援用することで、「省察」という概念を明確化し、科学技術コミュニケーションにおける「省察」を位置づけする。

教育学者の多くは、今日の教育学分野における「省察」研究の源流をアメリカの思想家、デューイに求めている（例えばクラントン、2008）。デューイは経験から学習する問題解決学習を唱え、教育学に大きな影響を与えた。この問題解決学習において、経験から学習するプロセスでの省察的思考の重要性を説いている。彼によると、省察とは「信念すなわち想定されている知識の型について、積極的に、持続的に、注意深く考慮することであるが、このような考慮は、信念に向かっていく結論に照らしながら行われる」と定義している。問題解決に向けた、証拠に基づ

いた思考を省察の中心的な要素と考えていた (Dewey, 1933)。一方、省察研究でよく引用される、もう一人の研究者は、哲学者のショーンである。ショーンは、実証主義が生み出した技術的合理性の優越を批判し、不確実な状況の中では問題の設定 (課題解決の目的を選択し、解決方法を決めるプロセス) が重要であると強調した上で、「行為の中の省察」という概念を提唱した。「行為の中の省察」とは、実践者が新たに会う状況や問題を認識し、行為している中でそのことを考える過程である。これによって、出会った問題にすぐに対処するために身近な刺激に関心をむけることができるようになる考えた。このような思想を打ち出したのは、状況依存的な問題に対しては、一般的で普遍的な解決よりも、個々の状況に適合した解決を行うことが必要であると考えたためであった (ショーン, 2007)。彼らの提唱した省察という概念は、サービス・ラーニングといった教育活動 (たとえば唐木, 2010 ; 和栗, 2010) や、教師の授業改良 (例えば岩田ほか, 2010)、看護の実践 (例えばバーンズ・バルマン, 2005) といった多様な教育実践の現場に応用されている。

成人教育学者で、省察研究に大きな影響を与えたメジローは、省察を三種類に区別した。この区別も省察という概念を明確化する上で有用である。三種の一つ目は「内容の省察」であり、問題の内容や説明についての振り返りである。二つ目は「過程の省察」であり、問題解決の方法について考えることである。三つ目は、「前提の省察」であり、前提を振り返って、問題自体の妥当性が問い直されることである。問題の背後にある前提や信念、価値観が問い直されることで、意識変容 (transformative learning) が生じる可能性がある (Mezirow, 1991)。ここでいう意識変容とは、「人やものごとがどうなるかについての前提や期待を振り返り、その前提が誤っていることに気づき、それを修正」することである。

背後にある価値観の変容という思想には、ハーバマスの「解放的認識関心」の思想が影響している。ハーバマスは、人間のもつ関心を3種に分類した。ひとつは「技術的認識関心」であり、対象化された外的環境を制御したいという欲求である。科学は技術的関心のもとにある。ふたつ目は「実践的認識関心」であり、人間の行動に方向を与えることの関心である。これを追求する際にはコミュニケーションが用いられる。そして「解放的認識関心」は、自己知識や自己認識を理解し、社会のゆがみから自由でありたいとする欲求である (ハーバマス, 1981)。メジローは、ハーバマスの理論に対し、ハーバマスは「支配的なコミュニケーション的学習のなかには文化的、あるいはより特殊なイデオロギー的な前提があり、その前提について批判的に省察すべきだと述べたのだと思っ

た（メジロー、2012、p. 121）」と述べている。すなわち、「解放的認識関心」によって自己の批判的な振り返りを行うことで、前提にあるイデオロギーや文化的な価値観を認識し、そこから解放される必要があると主張したのだと、メジローは考えた。意識変容はそのような批判的な振り返りによって生じる。

アージリスとショーンのダブルループ学習という概念も、前提の省察と共通する部分が見られる。彼らの理論によると、どうすれば上手くいくかという問題解決のために役立つ知識やスキルを得る「シングルループ学習」と、何のために行うのか、という自らの視点を省察する「ダブルループ学習」があるという（Argyris and Schon、1978）。

上記の研究者らが示唆することは、省察とはなんからの目的を伴った、問題や課題の解決を目指す行為であり、解決すべき問題の内容やその解決方法、それに対する自分あるいは自分が属する集団の行い、信念、価値観などを批判的に問い直す作業であるということである。そしてこの行為は個々の経験や状況に即して行われる。また、省察はなんらかの行為が終わった後だけでなく、行為を行っている最中でも行うことが可能である。ここでいう問題とは、プロジェクトの中にある小さな問題もあれば、社会の中での自分の位置づけ、仕事への取り組み方といった、生きる上での重大な問題も含まれる。

上記の研究を踏まえ、本論文では省察を「ある目的を果たす行為の解決すべき問題や、解決方法、あるいはその前提にある自らの知識や信念、価値観を自覚し、評価・検討する行為」と定義したい。「省察」は問題の前提にある知識や信念、価値観を検討する行為を含んでおり、かつ行為をしている最中にも生じる可能性がある。事後にのみ省察を行う行為を「反省」と定義し、分けて考えたい。

2.5.2 省察とコミュニケーション

ショーンは『省察的実践とは何か：プロフェッショナルの行為と思考』という著作の中で、デザインや医療などの様々な専門家が行為の中で省察する過程を分析している。ここでは、専門家が他者とコミュニケーションしながら、治療やデザイン上の問題の特徴を把握し、解決方法を考えていくという省察の過程が描き出されている（ショーン、2007）。また、メジローによると、「前提の省察」を行うためには、適切な条件下で会話をすることが有効であるという（Mezirow、1997）。社会学の観点から「リフレクション」を検討した野村も、「リフレクション」はコミュニケ

ーションの力であると述べている（野村、1994）。このように、省察はコミュニケーションの過程で生じうるものであり、また、コミュニケーションによって推進されるものと考えられる。

2.5.3 科学技術コミュニケーションと省察

近年広まった科学的知識の送り手（学生やコミュニケーター）への教育では、経験知を積むことやコミュニケーション・スキルの向上が目指されることが多い。一方、コミュニケーションを行う上では、スキルだけでなく動機や姿勢、知識も重要である（たとえば Spitzberg and Cupach、1994）。実際、科学技術社会論においては科学者の市民に対する姿勢や態度が批判されてきた。科学者が社会の中で自らの位置を自覚し、科学を相対化することが必要であるといわれている（たとえば Wynne、1996）。つまり、科学的知識の送り手が、自らの姿勢や知識、あるいは問題設定の仕方などを自覚し、批判的に検討する省察が必要とされている。学生を対象とした科学技術コミュニケーション講義には、科学技術コミュニケーションとは何か、なぜそれが必要なのか（杉山、2007）というメタな認知が必要とされ、実践を通じて内省を試みる講義（八木、2007）も行われている。

さらには科学者の社会的責任を考える上でも、科学者の、「何が責任として社会から求められているのか」「私はいま何をすべきか」「私や私の分野では、何をすることが社会にとって良いことで、何をすることが悪いことなのか」という倫理観・信念の変革、つまり省察が求められている（大河、2013）。科学技術コミュニケーションにおける省察は、科学者や学生が社会について学び、また社会と対話をしていく上で必要な行為になっていると考えられる。

2.5.4 省察の実践

では、どのようにして省察を行うのか。メジローは意識変容が生じる場面を次のように述べている。学習者は、異文化に接してこれまでにない価値観に出会う、あるいは死といった生き方やアイデンティティについて根本的な見直しが求められる場面に出会った時に、恐れや罪悪感を伴うジレンマを感じ、それまでの知識や価値観に基づいた対策ができなくなる。そしてこのジレンマが生じた時に、自分の生き方の前提を批判的に見直し、新たな知識を自分の前提を構成している枠組み（意味パー

スペクティブ)に統合するという。また、メジローによると、「前提の省察」を行うためには会話が有効であるという。会話をする際には、十分な情報があること、強制力がないこと、会話の多様な役割を想定する平等な機会があること、自己の前提に対して批判的な省察を行う姿勢を持つこと、他者の観点に共感的かつオープンであること、聞く意志と共通基盤や異なる観点の統合を探る意志があること、一時的で最善な判断を行うことができることをあげている。そしてこれを支援する教育者やファシリテーターの重要性を挙げている (Mezirow, 1997)。

これを踏まえると、科学者の省察には、適切なファシリテーターのもとで、科学者以外の異なる価値観をもつ人々と対話し、価値観や信念のギャップ、あるいは自らの社会に対する考え方を自覚し、批判的に省察することが求められると考えられる。省察の結果、もしも自らの価値観や信念が誤っていた場合にはそれを見直すことが求められる。

2.5.5 経験学習と省察

経験を通じた学習は多くの研究者が研究してきた課題である。この課題において、省察が大きな役割を持っている。ガービン (2002) によると、そもそも哲学の世界では、経験の重要性をめぐり、大きな二つの学派がみられる。一つはデカルトやライプニッツに代表される合理論で、知識は経験からは独立した先験的な理念や原理に基づいているという。もう一方はロックやヒュームが主張する経験論である。彼らは知識の源泉は知覚・感覚から得られたデータしかないという。これら理論に対し、デューイはプラグマティズムの立場から新たな視点を加えた。デューイは「あらゆる純粋な教育は経験を通じて得られる」と主張し、実践的なプロジェクトをこなす教育を提案した。これにより学習すべきテーマと方法の間の乖離が解消された。この流れを受け、コルブは学習をプロセスとして捉えた (Kolb, 1984)。コルブによれば、経験の変化を通じて知識が創造されるプロセスが学習である。また、知識は経験の把握と変容の組み合わせの結果である。コルブの理論において学習者は、(1) 具体的体験 (concrete experience)、すなわち、具体的な経験をし、(2) 省察的観察 (reflective observation)、すなわち経験のなかで他者や自分を省察的に観察し、(3) 抽象的概念化 (abstract conceptualization)、すなわち、観察して得られた教訓から抽象的な概念を生み出し、(4) 能動的実践 (active experimentation)、すなわち理論を問題解決に役立てていくこと、というサイクルを繰り返す中で知識を拡大すると述べている (図 2-7)。コルブ

は経験学習の中の知識を創造する過程に、省察を位置づけている。省察は、経験したことを解釈することであり、そこから何らかの概念、教訓を得る行為につながるという。

これに対して、サイクルは連続的ではない場合があり、簡潔すぎるという批判や（Jarvis、1987）、社会的な要因や無意識の学習、メタ学習のプロセスを考慮すべきであるという批判がある（松尾、2006）。しかし、このような批判がある現在も、経験学習は大きな影響力をもっており、モデルの根幹が否定されたわけではない。

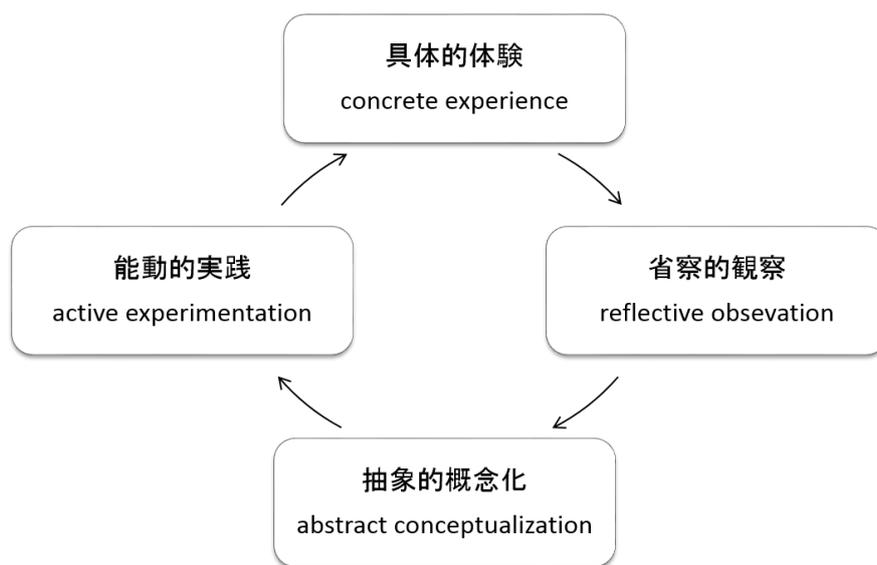


図 2-7 コルブの経験学習モデル
出典：Kolb（1984）を元に筆者が作成

コルブやデューイの思想を引き継いだ経験学習にサービスラーニングがある。サービスラーニングとは「学生達が、人々のコミュニティのニーズに対応した活動に従事する中で学ぶ、経験学習の1つの形であり、そこには意識的に学生の学びと成長を促進するように設計された構造的な機会が含まれている。内省と互惠がサービスラーニングの鍵概念になっている」（Jacoby et al.、1996、翻訳は桜井・津止、2009 から引用）。すなわち、学生達が地域貢献といったコミュニティのニーズに基づいたボランティア活動をすることによって、経験を積み、社会や責任などについて学んでいく学習である。

サービスラーニングにおいては、学習方法と効果を検討する研究が多く、その学習形式について理論化がなされていないといわれている（中

野・西野、2006)。これに対し、シェックリーとキートンは、学習理論を発展させるため、独自の理論モデルを提案している。この議論を中野らの翻訳に従ってしてみると、学習者はあらかじめ持っていた期待と、サービスラーニングの経験のなかで注目した情報が整合すると、もともともっている期待、そしてその前提にある意味モデルを強化し、より洗練された知識をもつようになる。一方、期待と経験が一致しないと、この不一致を否定し、もともと持っていた期待を支持する場合と、省察することを通じて期待を修正し、世の中についての知識を手に入れる場合がある。つまり、経験と省察を通じて、自分が持っていた世の中についての知識を修正・洗練していくと、この理論は主張している(図 2-8 参照)。

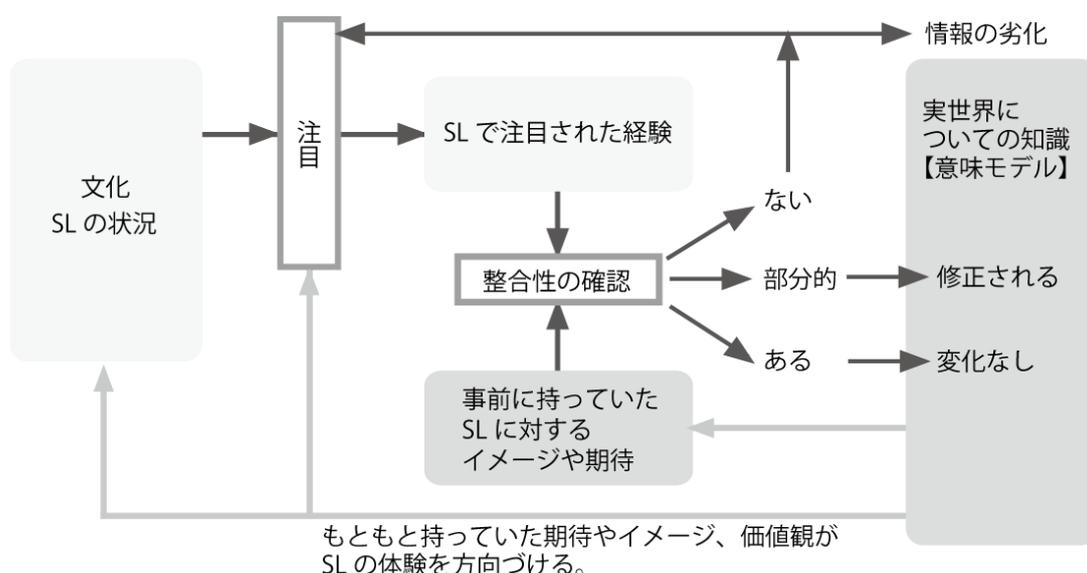


図 2-8 サービスラーニングの学習モデル

出典：中野・西野（2006）を元に筆者が作成

サービスラーニングは、学生への科学技術コミュニケーション実践教育と一部が重複する教育・学習形態である。特に市民参加型の科学技術コミュニケーションは、市民のニーズに答えようとする活動を含んでおり、親和性が高い。一方、教育・啓蒙型の科学技術コミュニケーションにおいては、ニーズを調査して応えるというよりは、伝える側に科学的知識を伝えることが重要であるという問題意識があり、活動をはじめることが多いのではないかと考えられる。その場合、必ずしも社会からのニーズが前提にあるわけではなく、その点はサービスラーニングと異なる。一方、ニーズの調査が先に行われていない場合でも、啓蒙型の科学

技術コミュニケーションを社会貢献として行っている例は多い。単に知識の伝達が目的なのではなく、社会貢献が目的である場合は、サービスラーニングと同様、活動を行い、期待と経験にギャップがあった場合に修正し、より聴衆の関心やニーズに合わせていく活動に変化していく可能性がある。このため、サービスラーニングの知見は、市民参加型、教育・啓蒙型双方の科学技術コミュニケーションに参照できるのではないかと考えられる。

2.6 おわりに

先行研究から得られた知見を整理すると以下のようになる。

(1) 科学技術コミュニケーションの日本と世界の動向

イギリスを中心とした海外では、欠如モデルの反省から、教育・啓蒙型の科学技術コミュニケーションだけでなく、市民参加型の科学技術コミュニケーションに関する議論や活動が展開されるようになった。

一方、日本の科学技術コミュニケーションは、特に政府主導の実践については、教育・啓蒙型が主流である。教育・啓蒙型と、欧米で議論されている市民参加型の議論や実践は、双方とも必要ではあり、一部共有する知識はあるものの、関心が違うゆえに議論には隔たりがある。

(2) 科学技術コミュニケーション教育の現状

日本・世界ともに、高等教育における科学技術コミュニケーション教育の大型プログラムでは、コミュニケーション実践・スキル教育とともに、科学・技術・社会に関わる座学の教育が行われている一方、日本の小規模な教育や大学生の実践活動では教育・啓蒙型の実践が多く、いかにわかりやすく、関心をひきながら伝えるか、というスキルが重視される傾向にある。

しかし、市民参加型の科学技術コミュニケーションで問題になるのはコミュニケーション・スキルだけではない。フレーミングの対立などの市民・科学者の知識・姿勢・態度も課題となっており、その視点からの教育は前者と比して少ない。

(3) 科学技術コミュニケーションとその主体

科学技術コミュニケーションを知識科学の観点から見たときには、科学的知識を科学コミュニティ外（社会）へアウトプットし、社会から知

識をインプットする過程である。知識の流れをみると、社会へのアウトプットの方が強く、それと比較するとインプットするチャンネルは弱いと考えられている。

アウトプットするメディアで最も影響力をもつのは、マスメディアであり、科学者はマスメディアを通じて社会との接点を持つ傾向があった。一方、近年は「アウトリーチ活動」が推奨されており、講演会やシンポジウム、サイエンスカフェなど、科学者による情報提供・対話の場が普及しつつある。

(4) 知識創造プロセスとしての科学技術コミュニケーション

科学的知識は形式知であり、普遍化を志向する、科学的検証を受けていない知識を科学的知識から排除する傾向があるなど、生活のなかで個人が持つ知識とは異なる傾向がある。用語や、背景にある文化、使われる場所も異なるため、知識移転をする際には翻訳の作業が必要となる。

知識の翻訳のプロセスでは、経営学での議論を踏まえると、相手との文脈の類似性や、受け取り手が知識を利用するのに必要な能力を持っているかどうか、知識をどう利用するのか、暗黙知なのか形式知なのか、などを踏まえて、相手に合わせて知識を変換することが求められる。

科学技術コミュニケーションでは、科学的知識が翻訳され、さらに新たな知識が加えられ、そこに翻訳された科学的知識が位置づけられた後に伝達される。この科学的知識の翻訳・再文脈化プロセスは、異なる形・文脈に変化した新たな知識の創造プロセス、すなわち知識創造プロセスとして分析することが可能である。

(5) 科学技術コミュニケーションにおける省察の有用性

省察は、プロジェクトの課題やその解決策を考えることのほかに、その前提となる知識や価値観を自覚し、批判的に問う行為を含んでいる。また、省察は行為後だけでなくプロセスでも生じている。省察、とくに前提の省察は、フレーミングの対立の自覚や解消、自分自身の位置づけの相対化という、市民参加におけるコミュニケーション不全の解決の方法論と同じ行為を含んでいる。省察はコミュニケーション実践と強く関係しており、経験学習のプロセスでも大きな役割をもっている。科学技術コミュニケーション実践のプロセスにおいても、省察が生じている可能性がある。

以上を踏まえ、本研究が取り上げる課題とその解決策を以下に示す。

課題 1. 前提の違いの自覚について、理解を深める必要性

科学技術コミュニケーションにおけるコミュニケーション不全の一部は、相手と自分の前提の違いが原因であるという指摘がある。それゆえに相手の背景を聴く力や、自分と相手の前提にある考え方、あるいはその違いについて理解する重要性が指摘されてきた。しかしながら自分と相手の前提にある考え方とその違いの理解という観点を導入した教育や、学生による実践例は、わずかしき報告されていない。今後教育や実践にこの観点を反映していくために、前提とその違いの理解が、実践プロセスのなかのどのような局面で生じるのかについて、検証する必要がある。

解決策 1. 省察という観点からの検証

先行研究から、前提の理解や、相手と自分の違いの理解に関わる方法論・考え方として、「省察」という概念が有用であることが見出された。科学技術コミュニケーション実践において、どのような省察が生じているのか、生じているとしたらどのような経緯で生じているのかを検証することで、科学技術コミュニケーション教育・実践の設計に有用な知見を得ることができると期待される。

また、フレーミング対立に関する議論は、特に市民参加型の科学技術コミュニケーションで議論されてきた傾向がある。より一般的に実施されている教育・啓蒙型の実践において省察を検討することで、市民参加型の科学技術コミュニケーションにも資する知見を得ることができると可能性がある。本研究は、両者の議論のギャップを埋めることにも貢献しうる。

課題 2. 科学的知識の送り手側の検証が少ない

科学技術コミュニケーションでは、科学的知識を受け取る側の変化に注目が集まる傾向がある。しかし、科学技術コミュニケーションの現状を評価し、改善していくためには、科学的知識の受け取り手、送り手双方ともを議論の対象として考える必要がある。また、科学的知識の送り手側の教育では、実践後のスキルの獲得に注目が集まる傾向がある。しかし科学的知識を伝えるプロセスは、翻訳、再文脈化、表現、学習などを含む複雑で動的な過程であり、スキルや結果以外の観点からも、検証する必要がある。

解決策 2. 知識プロセスという観点から、「伝える」実践を検証

科学技術コミュニケーションは、知識創造プロセスとして分析することが可能である。本研究では学生達がどのような過程を経てどんな知識を獲得し、それをどう伝達する知識に反映させていくのか、という科学的知識の送り手側の科学技術コミュニケーションプロセスを、「知識」に着目して明らかにする。これにより、「科学的知識を伝える」という現象の理解を深めることを目指す。本研究で得られる知見は、「科学的知識をどう伝えるべきか」という実践の規範を議論する際に有用であり、科学技術コミュニケーションを、科学的知識の送り手側から評価する上でも、重要であると考えられる。

第3章 事例分析 1

JAIST サイエンスコミュニケーション研究会

3.1 はじめに

本研究では、学生が行う科学技術コミュニケーションを三事例取り上げる。本章では第一の事例として、北陸先端科学技術大学院大学の学生団体、JAIST サイエンスコミュニケーション研究会の活動を取り上げる。まずは調査対象と研究方法について説明し、その後事例の全体像と分析結果を示す。

3.2 分析の対象と方法

本研究では、北陸先端科学技術大学院大学の学生団体、JAIST サイエンスコミュニケーション研究会の活動を対象に、分析を行った。JAIST サイエンスコミュニケーション研究会は大学院生が集まって構成された学生団体で、「サイエンスカフェ石川」の開催を主な活動としている。

JAIST サイエンスコミュニケーション研究会は2009年に発足している。活動目標は、専門家が有する知識や大学の研究成果を発表し、地域の声を研究にフィードバックすることを通じ、両者の相互交流・相互理解をすることである。近年においては専門知識の還元だけでなく、地元市民の活動支援も行っている¹。2010年度のJAIST サイエンスコミュニケーション研究会の活動学生は10名で、2010年度の一年間に計3回のサイエンスカフェを実施した。

事例となったサイエンスカフェは、2011年3月に実施された地元企業向けのサイエンスカフェである。実施に関わったのはJAIST サイエンスコミュニケーション研究会の学生6名（筆者を除く）で、企画の中心を担ったのは博士後期課程の学生A1である。このほか、運営については学生B1が責任を担い、そのほか博士後期課程の学生C1とD1、博士前期課程の学生E1、F1が運営や支援に関わった。6名の学生のうち、学生B1と学生D1は過去5回以上サイエンスカフェの企画・運営と、1回以

¹ JAIST サイエンスコミュニケーション研究会の活動経緯については、小林・浅野（2008）を参照した。2010年度の活動については、サイエンスカフェ石川のウェブサイトを（<http://www.jaist.ac.jp/coe/cafe/>）を、活動形式については、樽田ほか（2010）と大河ほか（2012）の報告を参照した。（2014年7月15日アクセス）

上のサイエンスカフェでの発表経験があった。一方、学生 A1、C1、E1、F1 は 2 回のサイエンスカフェの運営経験があり、サイエンスカフェでの発表経験はなかった。学生 A1 については、研究者以外の人に自らの研究内容を発表すること自体、今回が初めてであった²。

筆者は 2010 年 12 月～2011 年 5 月にかけて、事例に関する調査を行った。収集したデータと種類を表 3-1 に示した。事例のデータは、質的データ分析用ソフトウェア MAXQDA を用いて(1)実践の具体的なプロセス、(2)省察、(3)表現の創出・修正という三点の分析視点から分析を行った³。

表 3-1 収集データ

収集データ	種類
活動の観察データ (ミーティングや練習会など)	音声・写真・ フィールドノート
学生 A1 へのインタビュー記録 (4 回)	音声・フィールドノート
ミーティング時の配布資料	テキスト
発表時の配布資料	画像・テキスト
発表のプレゼンテーション資料 (練習会・体験会・サイエンスカフェ当日)	画像・テキスト
発表スピーチの記録 (練習会・体験会・サイエンスカフェ当日)	音声・テキスト
メーリングリストのメール	テキスト
学生 A1 と関係者間のメール	テキスト
サイエンスカフェの実施記録	写真・動画・ フィールドノート
企画書・議事録・報告書・アンケート結果	テキスト

3.3 実践活動の分析結果

本節では、事例に関して何がいつ行われたのか、具体的な活動の段階、省察の内容、表現のプロセスに注目して分析結果を示す。事例で生じた主なイベントを次ページ表3-2に示した。この流れに沿って、以下に分析結果を示していく。具体的な活動、省察の分類結果、表現の創出・修正の分析結果それぞれのまとめは次節以降で行う。なお、表現の修正は些細なものを含めると膨大にあるため、一部の修正のみを抜粋して示した。

² 筆者は、事例の調査の前に、研究会の学生 A1～F1 にインタビューを行った(2010 年 12 月)。活動経験についてはその際に確認した。

³ 詳細は第 1 章の「研究の方法」を参照。

表3-2 事例の科学技術コミュニケーション活動の関連事項

段階	日程		主なイベント	主な内容	
準備	2010年 12月	25日	インタビュー		
	2011年 1月	19日	ミーティング	企画の提案	
		21日	ミーティング	企画書作成・ 今後のアジェンダ作り	
		25日	ミーティング	企画書の修正	
		28日	ミーティング	企画書の修正・運営に関する議論	
	2月	4日	練習会	発表練習	
		10日	体験会	研究会学生による発想法体験	
		15日	打ち合わせ	市役所役員との打ち合わせ	
		18日	インタビュー		
		21日	打ち合わせ	X1氏との打ち合わせ (企画協力の打診)	
		25日	ミーティング	発表の修正点報告・ 役割分担について	
	3月	2日	インタビュー		
		3日	打ち合わせ	X1氏との打ち合わせ(実施に関する 相談)	
		7日	ミーティング	発表の修正点報告・会場作りに関する 議論	
		10日	練習会・体験会	発表練習・発想法の体験	
		15日	ミーティング	前日・当日準備と確認	
		18日	前日準備	備品搬出・会場作り等	
	実践		19日	サイエンスカフェ	サイエンスカフェの実施
	反省		21日	インタビュー	
		4月	12日	反省会	サイエンスカフェの反省
5月		23日	報告書の完成	メールによる報告書の共有	

(1) 準備段階

(1-1) 立案

2010年11月以降、研究会は第17回サイエンスカフェをどうするかについて複数回のミーティングを開いて議論していた。このような状況を受け、12月末ごろに、学生A1は自らの研究をテーマにサイエンスカフェができないか、と考えるようになった⁴。

学生A1は博士後期課程の研究テーマとして技術に関するアイデア発想法について研究している。その研究成果として、特許公報という発明の詳細が記された公開資料を利用して、技術開発のためのアイデアを効率的に発想する方法論を開発していた。学生A1が開発したアイデア発想の方法論では、既存の特許公報を読む必要があった。しかし一人で大量の特許公報を読むのは難しい。そこで学生A1は、研究会が実施するサイエンスカフェのスタイルが利用できるという仮説を生成した。以下が仮説に関わる学生A1発言である。

サイエンスカフェの方式が技術に関しても使えると思えてきたんです。【中略】特許公報というのは一件一件が何ページかありまして、なかにはページ数が多いのがありまして50ページとか100ページというのがあるんです。で、読みたい人がそれぞれ別々にそういう文献を読んでいくという方法もあると思うんですけど、全体からみると効率が悪いなと思うんです。一人の人が全部読んで理解して、他の人が理解すると、他の人はその分楽になるなと思うんです。【中略】サイエンスカフェ形式を使うと、多くの人が容易に理解できて、利用できると思うんです。(インタビュー12月25日)

前提の省察：
カフェ形式が
技術のアイデア
発想に有効と
いう仮説

上記でいうところのサイエンスカフェの方式というのはつまり、1～2名が特許公報について勉強し、勉強した内容を他の参加者に話題提供をしてから参加者全員でアイデア発想を行うということである。そうすることにより、発想の効率が上がるのではないかと考えた。学生A1は、上記のような信念を背景に、サイエンスカフェの企画の意義や内容を表現した企画書を作成した。そしてその企画書を2011年1月19日のミーティングで研究会メンバーに提案した。表現された企画書は下記の通りである。

⁴ 学生A1へのインタビュー(2010年12月25日)に基づく。

タイトル：「あなたの研究内容に発明は含まれていませんか？今一度、ご確認ください！」

目的：発明や特許により親しみ、日本や他の多くの国々が所有している膨大な量の知識宝庫を活用し、新たな知識を生み出す際に役立たせる

対象：JAIST の学生

(1月19日に配布された企画書より一部を抜粋)

目的を言語化：
発明に親しみ、
知識宝庫を知識
創造に活用する
という目的

これに対し学生 B1 と学生 A1 の間では次のような対話がなされた。

学生 B1 が「こういうのを中小企業でやったらくるんじゃないですか？」と話すと、学生 A1 が「学生 B1 さん、【中小企業について】知っていたら教えてほしいんです」と答えた。学生 B1 は能美市内の中小企業でやれば学官連携でやれるし、皆さんも喜んでくれるはずだとこたえた。学生 A1 は「喜んでいただけると良いです」と返答した。(フィールドノーツ 1月19日)

知識の獲得：
学生 B1 から
企業のニーズと
実施可能性に
ついて学ぶ

このようにして学生 A1 は中小企業へ実施できるという選択肢があるという知識を獲得し、学生 B1 に同意した。その結果、企業関係者を対象に企画を実施することが決まった。

1月21日には、企画書を作成するためのミーティングを行った。この際には、学生 A1 の考えるサイエンスカフェの実施目的は、当初から変化していた。企画の対象者が中小企業関係者に変更された影響を受け、学生 A1 は地元の企業関係者と地元能美市への地域貢献を実施目的にしたい、と考えたのである。学生 A1 はミーティング時に次のように発言している。

今回のサイエンスカフェの第一の目的は、【中略】ちょっとこの地域の人に役立たせていただきたいと思うんです。(フィールドノーツ 1月21日)

前提の省察：
地域貢献という
目的の設定

地域貢献という目的は、単に後付けされたものではない。企画提案前のインタビューでは、学生 A1 は入学時より、研究と関わる人生の目標（モットー）があると語っている。それは地域社会、日本、世界に貢献したいという内容である。具体的には次のように述べている。

私、ひとつのモットーがありましてね、地域社会への貢献と日本への貢献と世界への貢献。【中略】私は子供のころから外国に関心がありましてね。地域社会への貢献は、最近、10年、20年前からですね。最初思っていたことは日本ではなくて、外国に目が向いていたんです。だけど良く考えると自分ところを大事にせなあかんというところが出てきて、地域社会への貢献というのが出てきているんです。

(インタビュー12月25日)

前提の省察：
研究目標の自覚

このように、サイエンスカフェの目的は、学生 A1 が自覚する研究目標のなかから生まれたものであった。ミーティングでは、ほかの学生との相談の結果、発明の過程を体験して自分でアイデアを出せるようになる思考法を身につけることを通じて地域貢献につなげることが決められた。そしてそのミーティングをもとに、再度企画書が作成された。その企画書では目的が次のように表現された。

発明につながるアイデア発想法を体験するサイエンスカフェを行うことにより、参加者がアイデア発想の方法論に対する理解を深めることを目的とする。

(1月20日企画書より一部を抜粋)

目的を言語化：
参加者が発想の方法論を理解するという目的

このように学生 A1 の地域貢献したいという意志に基づき、企画の目的が表現された。

(1-2) 資料の作成

学生 A1 は企画書に基づき、2月4日の練習会に向けた発表資料の案を作成した⁵。ここで作成された資料は、三つのテーマに分けられていた。一つは導入で、発明の例などをあげ、発明とは何か、どんな種類があるのかということなどを説明している。発明とは何かを初心者にも理解してもらうための説明であり、今回初めて作成された(図3-1参照)。

二つ目は理論の説明で、学生が開発したアイデア発想法の特徴や理論を説明した。自らが開発したアイデア発想法のキーとなる概念、「発明空間」がどのような概念であるかを重点的に、具体例をあげながら説明している。そのなかの図に関して、「モデル図はどこかの論文のを持ってきたんですか」という質問に対しては、過去にある学会に提出した論文の

⁵ どのように構成したかという記述は、学生 A1 へのインタビュー(2011年2月18日)に基づく。

中にこれが入っていると述べている。このように説明資料の一部は、過去に作成した研究資料から必要な図や文章を抜粋し、貼り付けるという形で作成された（図3-2参照）。



図3-1 スライドの例1

（出典：学生 A1が2月4日に発表したプレゼンテーション資料）

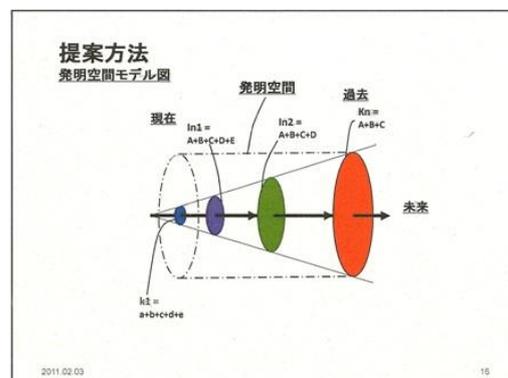


図3-2 スライドの例2

（出典：学生 A1が2月4日に発表したプレゼンテーション資料）

三つ目は体験ワークショップの説明で、参加者が行う作業について説明する内容である。学生 A1 は発想法の作業について、過去に一般の人に説明したことがなかった。このため事例のサイエンスカフェのために一般の人でもわかる作業工程の説明を考え、新たにスライドを作成した（図 3-3）。

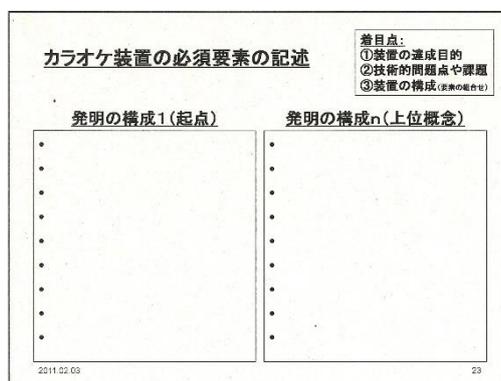


図3-3 ワークショップでの記述の説明のためのスライド

（出典：学生 A1が2月4日に発表したプレゼンテーション資料）

これらの構成は、アイデア発想を体験してもらうという目的からトップダウン的に考えられていた。学生 A1 は「これを作るときにどういう構成や内容を考えたんですか」という質問に対し、次のように述べた。

結局、最終的にはワークショップで実際にアイデアを考え出すということを経験してもらおうということですね。そのために何が必要かということでも考えました。(インタビュー2月18日)

発表資料構成の
根拠：アイデア
発想体験に何が
必要か考えた

このように、発表の目的に合わせてトップダウン的に発表内容の表現が作られた。

(1-3) 発表練習と修正

2月4日に発表の練習会が行われた。練習会では、学生A1が当日話す予定の内容を実際に発表した。学生A1の発表が終わると、他の学生メンバーから多数の指摘が行われた。たとえば学生B1は先行研究という言葉遣いに対して、次のような指摘をしている。

先行研究じゃなくて他の方法、代表的な発明発想方法でいいんじゃないですか。先行研究と言われてぱっと理解できる人はあまりいないと思います。(フィールドノーツ2月4日)

学生からの
問題点の指摘：
言葉遣いが
わかりにくい

そのほか、「スライドがシンプルすぎないか」といったレイアウトや言葉遣いなどの表現法に関する指摘、「改良発明とパイオニア説明が分かるように話してほしい」「対比すると分かりやすい」といった説明の補足を求める指摘、「全体の背景や大きな目標があるといい」「自己紹介をしたらいいのではないか」「大事なところだけピックアップしたほうがいい」といった、情報の追加や省略を求める指摘などである。その後、学生A1は修正を行っている。修正後、インタビューでどこをなぜ修正したのかという質問に対し、学生A1はほかの学生の指摘を受けて修正したと答えている。図3-4のスライドの言葉遣いの修正を例にあげると、次のような発言があった(図3-4、図3-5参照)。

【図3-4のスライドを指差して】このところを修正しています。以前はA+Bとか、過去とか現在とか、それはわかりにくいという指摘を受けまして。(インタビュー2月18日)

言葉遣いの変化
の修正理由：
指摘を受けた
ため

なお、他の学生からの指摘されたなかには採用されなかったものもみられた。

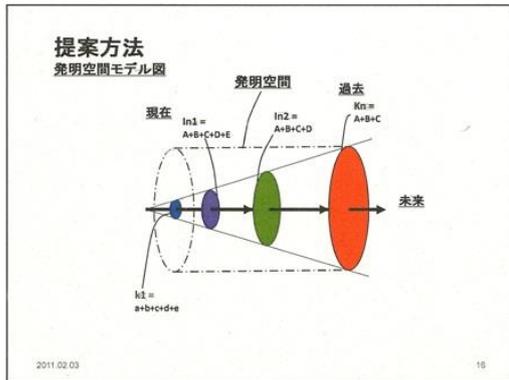


図3-4 修正前のスライド1

(出典：学生 A1が2月4日に発表した
プレゼンテーション資料)

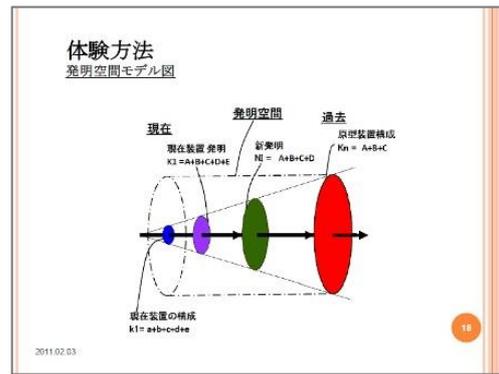


図3-5 修正後のスライド1

(出典：学生 A1が3月19日に発表した
プレゼンテーション資料)

2月10日には、サイエンスカフェで実施する予定のアイデア発想を、研究会の学生が体験するワークショップが行われた。研究会の学生メンバーは、学生 A1 の指導に従って、新しいカラオケ機器のアイデアを発想するというテーマで、当日の流れに沿って発想法を体験した。体験後に学生たちは、学生 A1 に、どこがわかりにくい、どこがよいということや、改善案を伝えた。例えば、学生 D1 は次のように話している。

何が大変だったかって、カラオケ装置の必須要素の記述というところで、書き方がよくわからなかった。いわゆる特許にある文言通り書かなきゃならないのかなと。そこで悩んでしまった。【中略】ひよっとしたらマイクは音の入力装置であると同時に、自分が楽曲をいれるときの入力装置になりうるかもしれませんよね。【中略】あんまりこう、マイクというふうな表現にしてしまうと考えるときにずれが生じると思うんです (フィールドノーツ 2月10日)

学生からの
問題点の指摘：
書き方がわから
ない

学生 A1 は、このような他の学生の指摘に対し、次のように答え、解決策を考案している。

そこんところは分けて考えると考えやすいとおもうんですよね。
【中略】具体的なレベルで考えていただくというのと、そのあとで概念化したもので考える。そういうふうに分けてやるとまあ、混乱なくいけると思うんです。(フィールドノーツ 2月10日)

内容の省察：
具体と概念を
分けるという
解決策を提案

このようにして学生 A1 は、ほかの学生からどういう点がわかりにくいのかを学び、それに対する解決策を考えた。そしてその解決策のアイデアはプレゼンテーション資料や、フォーマットの変更という形で、表現の修正に反映された。たとえば上記で問題となった具体と概念を分けたほうが良いという議論はアイデア発想のフォーマットの説明に反映された。これについて、学生 A1 は議事録に次のように記載し、フォーマットの修正点をほかのメンバーに知らせた（ここでは、機能的要素が概念、具体的部品が具体を指す）。

・新技術アイデア発想フォーマットに関して

新たな各アイデアに関して、「機能的要素又は具体的部品等」を追加した。これにより、参加者はどのように考えるとアイデアを発想できるかを理解できます。

（2月27日学生 A1 作成の議事録より一部を引用）

書き方の修正：
具体と概念を
明記した

3月10日には再び練習会・体験会が行われ、研究会メンバーらが発表内容について議論した。学生 C1 は、話のストーリー展開の大事さを次のように学生 A1 に伝えた。

ここでは JM 法と言うのは発明空間を利用するものというのが説明されていますよね。でも発明空間が何かは説明されていなくて、まずひとつの例として発明空間を先に説明して、そしてこれを使ってこういうことをやるんですよと言ったらわかりやすくなるんじゃないかなというのが、僕の感想です。で、そうすると、こういうものなんだというのがぼんやり、全体像がわかると思うんで、さらにこれにたたみかけるように、じゃあこれを利用して具体的な事例を考えてみましょうと言って具体的な話をすると、ああそういうことね、という理解に達する。（フィールドノーツ 3月10日）

学生からの
問題点の指摘と
解決案の提案：
わかりやすい
ストーリー展開
の提案

学生 A1 はこれに対して次のように返答し、ストーリー展開を考えるという解決策の重要性を認識した。

ストーリーになっていますね。いやあ、ほんまそれが大事なんですけどね。難しい。（フィールドノーツ 3月10日）

過程の省察：スト
ーリー展開とい
う解決案を大事
と認識

その後、学生 A1 は助言に従って修正を行い、自らもストーリー展開を意識するようになった。学生 A1 は事後のインタビューにおいて、ス

ライドの構成について次のように話し、学生 C1 からストーリー展開について学び、自分でも考えてスライドを修正したと述べている。

学生 A1「学生 C1 のアドバイスはこのスライドは後ろに入っている方がわかりやすいということで、こちら【のバージョン】ではこちらの位置にもってきているんです」

構成の変化の
修正理由：
学生 C1 の指摘

インタビュアー「ここらへんの順番が変わったのも学生 C1 さんの提案？」

学生 A1「どうやったのですかね。結局どういうふうに説明するかというストーリー作りですね。それでこの順番が決まっていますね」(インタビュー3月21日)

構成の変化の
修正理由：
ストーリー展開
を考えた

3月10日以降、研究会は受付や会場予約のような運営上の準備を主に行うようになった。発表に関する準備は学生 A1 が一人で進めた。この時期には、学生 A1 が自主的にレイアウト・言葉づかいの修正や、スライドの構成の変更を行った。(図 3-6、3-7 参照) この時期に自主的に多くの修正が行われたことに関して、事後のインタビューで「誰かに言われてというよりかは、自分で気づいたんですか？」という質問を受けると、次のように答え、自分で修正したと話した。

他の人に言われたのではなくて、自分で当日の作業を追っていきと、ちょっと後ろの方が手薄になっていて、参加者の人がやりにくいちゃうんか、と気づいて修正していったんです。(インタビュー3月21日)

説明の補足の
修正理由：
自分で気づいた

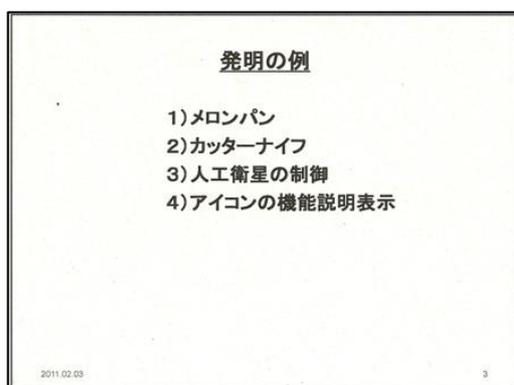


図 3-6 修正前のスライド 2
(出典：学生 A1 が 2 月 4 日に発表した
プレゼンテーション資料)

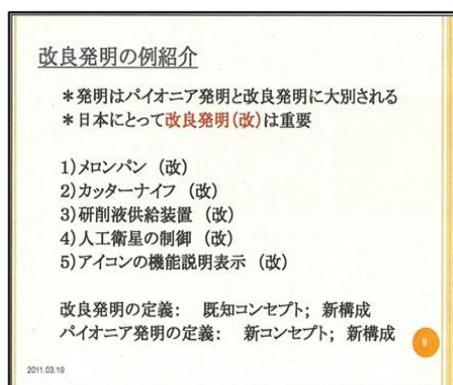


図 3-7 修正後のスライド 2
(出典：学生 A1 が 3 月 19 日に発表した
プレゼンテーション資料)

上記のような練習と修正プロセスは、学生 A1 にとって研究に対するフィードバックになった。具体的には学生 A1 は、ミーティングで説明をし、資料を作ることを通じて、日本とアメリカの基本的な特許観の違いをアイデア発想に関係付けることができたという。「今回発表して、自分自身の研究内容について気付いたことはありますか」という質問に対し、次のように答えている。

学生 A1 : 「ここ【図 3-8 の内部を指して】のところなんです。この緑の部分が新しいアイデアを表しているんです。これは日本の考え方なんですよ。【中略】アメリカの考え方はどうなっているかというと、実施例があるというのは同じなんです。それを概念化して K1 を作る場所も同じなんです。【中略】だけど、それらに基づいて新しい実施例を考えるのは出てこないんですよ。そのアメリカの考え方を表すところなんですけど、【円筒形から】はみださないんですね。それと日本の考え方の違いをはっきりさせることができた、というのは新しい点ですね【中略】」

前提の省察：
研究上の曖昧な理解を明確化

インタビュアー：「【上記の新しい点は】主に準備過程で発見したことですか」

省察の契機：
ミーティングで説明したため

学生 A1 「ミーティングがあって、説明していて気がついたんです」
(インタビュー3月21日)

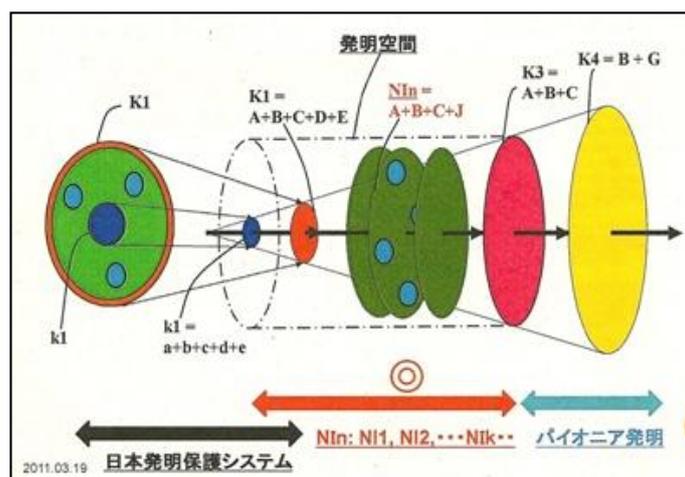


図 3-8 追加された説明スライド

(出典：学生 A1 が 3 月 19 日に発表したプレゼンテーション資料)

このように、学生 A1 はほかの学生との質疑応答や、発表準備をするなかでそれまで曖昧だった点を明確にし、それが研究の新たな推論を促し、理解につながった。また、この新たに明確になった内容は、発表スライドにも掲載された (図 3-8 参照)。

(1-4) 自治体へのアピール

練習と並行して、サイエンスカフェの運営についても議論された。研究会が企業関係者を募集するためには、能美市役所や企業組合に協力してもらう必要があった。このため、事例のサイエンスカフェを市役所や組合関係者にアピールする必要があった。このような問題が浮上すると、学生 A1 は、能美市の政策について調査を行ったという。これにより能美市についての知識を獲得した。そして、サイエンスカフェがいかに地元へ貢献するのかについて学生 A1 なりに思考した。学生 A1 は発表資料の修正箇所を指しながら、次のように話してアピールするために能美市にいかに貢献するかをまとめたと述べている。

それと背景と目的のところを調べまして、元のはぼやんとしていたと思うんですけど、能美市との関係が分かりやすくなるように直しました。【中略】結局、能美市にアピールしたほうがいいということで。研究会と能美市の関係というか、研究会が能美市にどういう貢献ができる、貢献をしないといけないという観点からまとめています。(インタビュー2月18日)

知識の獲得：
能美市の調査

前提の省察と
資料への記載：
能美市への貢献
をまとめた

考えた結果は、発表用のスライドの「背景と目的」に、次のような内容で追加表現された。

- * 「能美市協働型まちづくりガイドライン」の中に協働の分野として、「科学技術の振興を図る活動」と「経済活動の活性化を図る活動」があげられている。
 - * 「能美市環境基本計画」の中に「市民と産学官の連携・協働」が含まれ、その施策の展開方針として、「JAIST が保有する知的財産の活用を図り、望ましい環境像の実現に向けて積極的な取り組みを推進します。」と明記されている。
- 目的：技術アイデア件数の増加⇒能美市をより元気に・活性化する
(学生 A1 が 3 月 19 日に発表したプレゼンテーション資料より一部を抜粋)

発表資料に情報の追加：
能美市と企画の
関係の説明

同時に、学生 A1 は、地域貢献を目的に掲げるようになって以降、貢献の内容や位置付けを具体的に述べるようになった。たとえば 1 月 28 日のミーティングで学生 A1 は、次のように述べている。

北陸地域もそうだと思うんですけど、人口が減っていつているじゃないですか。減っていても地域の活性化というのはやっていかないといけないと思うんですけど、そのひとつの方法として、たくさんのアイデアをどんどんだしていくと。いうことがあるんじゃないかと思っているんです。【中略】北陸の過疎言くと語弊があって失礼になるかも知れないですけど人口そんなに増えてないと思うんですけど、だけど、インターネットがよくつかわれる社会においてですね、それはおかしいと思うんですよ。やっぱりこの地域が活性化してほしい。そのための方法としてアイデアの数を増やしていくというのがあると思うんですね。（フィールドノーツ 1月 28日）

前提の省察：
研究と地域貢献
の関係の考察

同様のことは実践後インタビューでも述べられた。このように、学生 A1 は企画が企業向けに決まり、地元に応用する必要があるときに、自らの研究がどのように社会に貢献するのかわかるのかを、より具体的に考えるようになった。

(1-5) X1 氏との対話

研究会の学生らは市役所の職員の紹介で、地元企業組合の組合長である X1 氏に協力を依頼することになった。2月 21 日には、学生 A1 を含む学生メンバーらが X1 氏を訪問し、協力を得た。X1 氏は 2月 21 日と 3月 3 日の二度にわたって学生 A1 と対談し、サイエンスカフェに関して助言を行った。この助言や情報に関しては、学生 A1 は極力答えようとする姿勢が見られた⁶。

たとえば、学生 A1 は X1 氏から地元企業と大学に距離感があることを学んだ。X1 氏は打ち合わせの際、次のように述べている。

X1 氏は、先端大は敷居が高い印象があるものの、X1 氏が開催している実践塾に参加している会社なら、意欲も高く、参加しやすいかもしれないと話した。（フィールドノーツ 2月 22日）

聴衆についての
知識の提供：
大学は敷居が
高いという印象

これを受けて、学生 A1 は身近に感じられるような表現を取り入れるようになった。特に、当日の発表には、「進め方」というスライドを追加した上で（図 3-9 参照）、次のように述べている。

⁶ フィールドノーツ（2011年 2月 21日、2011年 3月 3日）と学生 A1 へのインタビュー（2011年 3月 2日）、スライド資料・スピーチ（2011年 3月 19日）に基づく。



図3-9「進め方」のスライド

(出典：学生 A1が3月19日に発表したプレゼンテーション資料)

JAISTの敷居は高いと言われます。今日お帰りになられるときは
JAISTの敷居は低いなど思っていただけで幸いです
(フィールドノーツ 3月19日)

情報の追加：
大学の敷居は
低いという説明
追加

また、学生 A1 は X1 氏から地元の組合の共通点を学習し、そこで得た知識を発表に取り入れている。具体的には X1 は聴衆について次のように紹介した。

組合の業務内容の唯一の共通点は金属である。金属のコーディング
や曲げ、切断などの業種がある。(フィールドノーツ 2月22日)

聴衆についての
知識の教授：
金属が共通点

このように述べた上で、組合企業の中で特に技術開発に力を入れている企業を学生 A1 に紹介した。学生 A1 は打ち合わせ後、紹介された企業がどのような特許を出願しているのかを調査し、企業についての知識を得た。そして、身近に感じてもらえるようにと、地元企業の特許の紹介を発表資料に追加した。これについて A1 は次のように述べている。

前回技術開発に力を入れている会社を X1 さんが紹介したと思いますが、その会社がどれくらい特許出願を行っているか調べたら、多い会社は 62 件出願されていて、ほかはばらつきがありますね。やっぱり特許情報使っている会社もあるようですね。だから発明の例として、会員企業から出されている出願特許の内容を紹介すると、身近に受け取ってもらえるかなと思いますね。(インタビュー3月2日)

聴衆についての
知識の獲得：
地元企業の特許
情報

発表資料の情報
追加の理由：
身近に感じてほ
しい

また、学生 A1 は X1 氏の思いも打ち合わせで学んでいる。X1 氏は自分が関わってきた企業の人材育成の活動を紹介し、育成された人々には地域貢献まで目を向けてほしいと語っている。そして、学生 A1 に向けて次のように述べた。

もし可能ならば、会社だけでなく家庭とか社会につながっていくというフレーズを、サイエンスカフェの説明にも入れてほしい（フィールドノート 2 月 22 日）

X1 氏の要望の
伝達：家庭や
社会につながる
と言って欲しい

学生 A1 は地域貢献に対する X1 氏の思いを学び、自分の目標意識のなかに取り入れた。そして当日の発表で要望のフレーズを自己紹介のスピーチに取り入れて、次のように表現した。

能美市がよくなると日本がよくなる、日本がよくなると世界がよくなる、そういうふうに思っております。さらに申しますと、皆様方や私が建設的な活動をしますと、家族が良くなる、家族が良くなると能美市がよくなるというふうに思っております。（フィールドノート 3 月 19 日）

発表への情報の
追加：
家庭や社会につ
ながるとい
うメッセージ追加

このように、学生 A1 は X1 氏との打ち合わせによって地元企業や X1 氏の思いについて学習し、それを踏まえて、自らと地元企業との距離感を感じ取り、身近に感じてもらうための工夫を行うようになった。

(2) 実践段階

サイエンスカフェは北陸先端科学技術大学院大学のホールで行われた（図3-10参照）。出席者は研究会のメンバー7名、北陸先端科学技術大学院大学教員1名、参加者17名の計25名であった。参加者は地元の協同組合に所属する企業関係者が半数弱を占めた。このほかには市役所の職員、北陸先端科学技術大学院大学関係者、主婦などが参加した。上記参加者の中には、途中参加や途中退出した者も含まれるものの、スタッフを含めて常時20名以上の参加者がホールにいた。当日参加した17名のほとんどは学生A1が初めて会う人たちであった。

学生A1はプレゼンテーションスライドを利用しながら発表を行った。自己紹介や実施の背景などを説明した後、導入として発明の紹介や発明とは何かを説明し、最後に学生A1が開発したアイデア発想法の理論や方法論を解説した。最後に、体験ワークショップで行う作業の手順や書き方などを説明した。



図3-10 会場の様子

(JAIST コミュニケーション研究会の学生メンバー撮影)

休憩後、体験ワークショップが行われた。体験ワークショップでは、参加者は4つのグループごとにテーブルに着席し、各グループに1～2名の研究会学生メンバーが同席した。参加者は発表で説明された内容に従い、グループごとに会話をしながらアイデア発想を行った（図3-11 参照）。この間、学生 A1 はテーブルを巡回して観察しながら、質問に答えていた。



図3-11 体験ワークショップの様子

(JAIST コミュニケーション研究会の学生メンバー撮影)

その後、アイデア発想について参加者同士で意見を交換するグループディスカッションが行われた。学生 A1 は、この時もテーブルを巡回しながら観察を続けた。その後、グループごとにどのような討議を行ったのか、各グループの参加者や学生が発表を行い、サイエンスカフェが終了した。

学生 A1 は 3 つの方法で当日の参加者からフィードバックを受けた⁷。一つは、発表内容に関する質疑応答である。参加者のうち数人は、発表内容やアイデア発想法について学生 A1 に直接質問を行い、学生 A1 はそれに答えた。事後のインタビューでは質問のなかでおもしろいと思ったものもあったと話している。

二つ目は、参加者がアイデア発想やグループワークを体験している様子を学生 A1 が観察したことである。参加者の反応については、事後インタビューではバックグラウンドにばらつきがあったようだ、という感想を述べている。

三つ目は、参加者アンケートである。サイエンスカフェ実施後、学生 A1 が作成したアンケート調査が参加者に対して実施された。アンケートでは例えば「今回のテーマは分かりやすかったですか？」といった質問が掲載されていた。アンケートを見た感想として、事後のインタビューでテーマの内容を理解する人と理解しない人の二つに分かれていた、と話した。

(3) 反省段階

事後のインタビューにおいて、反省点について聞かれると、学生 A1 は運営上の問題を挙げた。「今回の反省点はどういうことがありますか」という質問に対して、たとえば次のように応えている。

やっぱり難しかったのは参加者募集です。X1 さんをお願いしたんですけど、本当にいろいろ動いていただいたと思うんです。だけど任せっきりはよくなくて、研究会の方でもパラレルにやっていったらよかったかなあとと思います。(インタビュー3月21日)

問題点の指摘：
参加者募集の
反省

このほか、発表者とリーダーを分けたほうが良いこと、学生メンバーに発表テーマについて関心をもってもらいたいこと、情報の共有が難しかったことが挙げられた。

⁷ フィールドノーツ(2011年3月19日、2011年4月12日)と学生A1へのインタビュー(2011年3月21日)に基づく。

サイエンスカフェ実施後には、研究会のメンバー用のアンケート調査が実施された。4月12日にはそのアンケート調査をもとに反省会が行われた。学生A1が発言した反省は、事後のインタビューと同じ内容であった。このほか、研究会メンバーは、研究会の体制として活動目的が不明瞭であることを反省点として指摘し、全員で議論した。

3.4 具体的なプロセスの分析結果まとめ

上記結果に基づき、具体的な実践プロセスを活動時期とその特徴ごとに段階として分けると、以下のようにまとめられた。

(1) 準備段階

(1-1) 立案

学生A1は第一に企画を考え出し、目標やプログラムを設定した。企画書を作成し、ミーティングを経て、企画の目標やプログラムを明確化した。

(1-2) 資料の作成

目標に即した発表資料を作成した。伝えたい科学的知識を過去の研究発表資料の図や説明をもとにスライドに表現するとともに、一般の人でも関心をもって作業できるよう、導入と作業手順の説明を記したスライドを作成した。

(1-3) 発表練習と修正

複数回の練習会や体験会を実施し、そのたびに上記の発表資料を用いて発表練習を行った。そして、ほかの学生から助言を受けて発表資料や話し方などを何度も修正した。また、そのような練習をするなかで、研究への理解が整理された。

(1-4) 自治体へのアピール

地元の人にアピールするために、自分の研究がいかに貢献するのかを考え、語るとともに、発表にも追加した。

(1-5) X1氏との対話

X1氏と対話することを踏まえ、発表資料を修正した。

(2) 実践段階

サイエンスカフェ当日、修正を重ねた資料をもとにプレゼンテーションを行った。

(3) 反省段階

事後に反省会を開き、運営上の反省を行った。

3.5 省察の分析結果まとめ

事例において行われた省察は表のように分類された (表 3-3)。それぞれについて以下に説明する。

表 3-3 省察の分類結果

省察の種類	内容	時期 (段階番号)
内容の省察	発表上の問題に対する省察	(1) 準備
	運営上の問題に対する省察	(3) 反省
過程の省察	発表上の問題の解決法に対する省察	(1) 準備
前提の省察	目標設定と自己の研究位置づけの省察	(1) 準備
	自分の研究理解に対する省察	(1) 準備
	聴衆に対する仮定・信念の省察	(1) 準備

3.5.1 内容の省察

(1) 発表上の問題に対する省察

学生 A1 は、準備段階に研究会の学生メンバーを対象とした練習会や体験会を実施することで、他者にとって自分の発表や研究のどこがわかりにくいのか、その問題に気づき、解決策を考えるようになった。ほかの学生に問題と解決案を指摘され、それに納得してその解決案を採用する場合もあった。そして、途中からは自分でも問題を見つけ出すようになった。それらの発表上の問題を省察したうえで、準備段階で多くの表現の修正を行った。

(2) 運営上の問題に対する省察

サイエンスカフェの終了後の反省会では、サイエンスカフェの準備体制など、イベント運営上の問題が挙げられ、その対策が話し合われた。

3.5.2 過程の省察

(1) 発表上の問題の解決法に対する省察

学生 A1 は、練習会によって、発表上の問題の解決プロセスに関する省察を行った。具体的には、学生 C1 は発表の流れがわかりにくいとい

う問題に対して、知らない人からの目線で発表の流れを考えるとという解決方法を提案し、ストーリー展開の重要性を学生 A1 に示した。学生 A1 は学生 C1 の提案した解決策は重要であると評価し、初めて見る人がわかりにくいところはどこかを考える、という解決方法を用いて、発表全体の修正を行った。

3.5.3 前提の省察

(1) 目標設定と自己の研究位置づけの省察

サイエンスカフェを提案した当初は、学生 A1 は、サイエンスカフェという発表形式がアイデア発想に効率的ではないかと考え、企画していた。しかし、ミーティングで地元企業関係者を対象にすることが決まると、効率性に対する考えよりも社会貢献に対する意欲が高まった。この地域貢献という目的は、入学時からの研究と関わる人生の目標、つまり、地域社会への貢献、日本への貢献、最終的には世界への貢献のなかに位置づけられていた。

学生 A1 は、地域貢献を目的に掲げるようになって以降、研究が地域貢献とどう関係するのかをより具体的に述べるようになった。また、参加者募集のために能美市の企業関係者にアピールすることが決まると、学生 A1 は、能美市の政策について調査し、企画がどう貢献するのかについても考えた。目標に関する省察の結果は、発表資料やスピーチに反映され、表現された。

(2) 自分の研究理解に対する省察

学生 A1 はサイエンスカフェの準備プロセスが、自分の研究に対するフィードバックになったと語った。学生 A1 は、練習会で説明を行い、資料を作るなかで、研究に関する見直しが行われ、日本とアメリカの基本的な特許観の違いをアイデア発想に関係付けた。

(3) 聴衆に対する仮定・信念の省察

学生 A1 は、準備段階で X1 氏に協力を要請し、対話する中で、能美市の企業組合にはどういう人がいて、何を求めているのか、X1 氏が自分たちのことをどう感じているのかという事に関して省察を行い、聴衆についての知識を得た。そして、自分と地元企業関係者の間に距離感があることに気づき、それを近づけるにはどうしたらいいのか考え、発表資料に工夫を加えた。

3.6 表現の創出・修正の分析結果まとめ

言葉やプレゼンテーション資料はどのように創出・修正されたのか、分析結果を示す。分析結果のまとめを、表 3-4 に示した。以下、この結果について説明する。

(1) 初期案の作成

初期案は、練習会に向けた準備として作成された。大きく分けて発明に関する導入、「発明空間」の理論、ワークショップの手順という流れで構成された。これらの構成は、アイデア発想を体験してもらうという目的からトップダウン的に考えられていた。発表の中心である「発明空間」の理論の説明資料は、過去の発表資料から抜粋して作られていた。

(2) 発表資料と説明の修正

上記初期案をもとに、2月4日以降発表資料やスピーチが修正された。2月4日の練習会におけるほかの学生らの指摘がきっかけとなって、レイアウトや言葉遣いが修正され、説明の補足なども行われた。

地元に応用する必要があるという運営上の問題が浮上すると、学生 A1 と参加者（地元の市民）の距離感を小さくするための情報が追加された。また、距離感を小さくするための情報は、X1 氏との対話後にも、その対話内容を反映して追加された。

2月には、発想法とほかの知識との関係性に関する説明が追加された。これは、学生 A1 が発表準備をする過程で気づき、新しく得た研究上の知識であり、学生 A1 は新しい知識を是非説明に入れたいと考えて、発表に追加した。3月10日の体験会におけるほかの学生の指摘も、構成の変化という修正に影響していた。

発表が近づくと、学生 A1 が発表を見直し、構成やレイアウト、言葉遣いなどを修正した。説明の補足も行われ、これは学生 A1 が概念をできるだけわかりやすく説明するために追加されていた。補足されたのは、背景知識や、聞き手がすぐには理解しにくいポイント、参加者が疑問を持ちそうなポイントなどであった。

表 3-4 表現の創出・修正の分析結果

時期	主な表現内容	変更のコードの例	契機・要因
～2月4日	初期案の作成		発表のための準備として作成した。目的からトップダウン的に必要な内容や構成を考えた。理論の説明は、過去の研究資料から抜粋されて作られた。
2月4日～ 2月25日	デザイン・言葉・書き方の変化	「先行研究」という言葉遣いの変化 文字サイズ・フォント・色の変更	練習会でほかの学生が指摘した。
	説明の補足	アイコンの補足的説明の追加	練習会でほかの学生が指摘した。
	情報の追加	自己紹介の追加	練習会でほかの学生が指摘した。
		背景・目的の追加	参加者募集のため、地元にアピールする情報が追加された。
情報の省略	公報の削除 説明内容のスライドの削除	練習会でほかの学生が指摘した。	
2月21日～	情報の追加	敷居についての説明の追加 地元企業の特許公報の追加	X1氏との対話の内容を踏まえて修正された。
2月25日～	情報の追加	他の要素と発想法の関係を示す説明の追加	学生 A1 が発表の準備過程で研究上の気づきを得た。この気づきの内容が追加された。
	構成の変化	スライドの順番の変化	体験会でほかの学生が指摘し、学習した。
	デザイン・言葉・書き方の変化	フォーマットデザインの変化	学生 A1 が点検してわかりにくい点に気づき、修正した。
	説明の補足	発想技術についての説明の補足的追加	学生 A1 が点検してわかりにくい点に気づき、修正した。

3.7 おわりに

本節では分析結果全体から得られた発見事項をまとめる。

活動プロセスは、(1)準備段階、(2)実践段階、(3)反省段階の大きく3段階に分けることができた。

省察について、内容の省察では(1)発表上の問題に対する省察と(2)運営上の問題に対する省察が、過程の省察では(1)発表上の問題に対する省察が観察された。前提の省察については(1)目標設定と自己の研究位置づけの省察、(2)自分の研究理解に対する省察、(3)聴衆に対する仮定・信念の省察の3種類が観察された。これらの省察による知識の変化は、発表内容にも影響を与えていた。省察の多くは(1)の準備段階で観察された。

(1)の準備段階では、表現の創出(修正を含む)の試みが何度も行われ、表現が発展的に変化していた。学生A1の表現する契機になっていたのは、他の学生からの指摘、X1氏からの意見、研究内容についての理解の変化、運営上の必要性、実践前の資料の見直しであった。

また、事例で創造されたと考えられる知識は下記の5種類であった。

1) 知識の表現

伝えるための知識の表現として、スピーチとスライドプレゼンテーション資料が作られ、実践プロセスにおいては企画書と議事録の表現も創造された。スライドプレゼンテーション資料は、学会発表資料から一部を抜粋して構成され、補足説明が入る、話す際の構成が変化するなど、様々な変化を受けた上で表現された。さらに準備段階では新たに発見した知識も追加された。また、科学的な知識に、親しみを感じるためのメッセージ、自分自身のアピールなどが組み合わせられて、ひとつの文脈を持った表現が作成されていた。

2) 表現方法についての知識

練習会で他の学生が発表上の問題点を指摘したことが契機となり、学生A1が発表上の問題とその解決方法を省察し、わかりやすく表現する方法についての知識を創造していた。

3) 他者についての知識

準備過程のX1氏との対話が、聴衆の特徴や思いを考える前提の省察を促し、地元企業組合の人々についての知識を創造する契機となった。

聴衆についての知識は発表資料に影響を与えていた。

4) 自分についての知識

本事例で創造された自分についての知識とは、自分がどのような信念や目標をもつのかに関する知識であった。前提の省察（目標設定と自己の研究位置づけの省察）によって、自分の研究の信念（モットー）が明示化され、研究がどのように地域貢献するのかについての知識が創造されていた。

また、自分の科学的知識の理解に対する気づきもみられた。練習会を重ねる中で、自分が科学的知識をどのように理解しているか、曖昧な理解となっている箇所はどこか、気づいた。これが契機となって追加の調査を行い、新たな科学的知識を創造していた。

5) 運営に関する知識

事後の反省会において、参加者募集を研究会でも行うべきであったなどの運営上の問題点についての省察を通じて、運営に関する知識が創造され、学生間に蓄積された。

第4章 事例分析 2

東京大学院生出張授業プロジェクト BAP

4.1 はじめに

本章では、第二の事例として東京大学の学生団体、大学院生出張授業プロジェクト（Back to Alma Mater Project: BAP）の活動を取りあげる。まずは調査対象と研究方法について説明し、その後事例の全体像と分析結果を示す。

4.2 分析の対象と方法

研究対象となった大学院生出張授業プロジェクト（BAP）は、東京大学の大学院に所属する大学院生が、主に自分の母校の高校に赴き、出張授業を行うサークルである。この出張授業では、大学院生が自らの研究分野や研究生活について紹介する¹。

BAPの特徴は、運営組織と、授業を行う講師が分離していることである。運営組織には代表、副代表などの幹部がおり、出張講義を支援すると同時に、そのノウハウを蓄積・管理する。講師は東京大学内から募集され、運営組織から支援を受けながら自分の力で授業を企画、実施する。

BAPは2008年に、母体となったOto1というサークルから出張授業を中心に行う団体として独立し、学生企画コンテストで優秀賞に選ばれて以降、活動を開始した。2008年の団体発足以降、2011年の4月までに41回の授業が実施され、そのノウハウは「虎の巻」としてまとめられ、講師に配布されている。

本章で分析する出張授業は、2011年7月に実施された事例である。都市計画の研究をしている博士後期課程1年の大学院生A2が講師を務め、A高校で実施された。学生A2は、BAP運営組織に関わり、ほかの講師の出張授業を支援した経験があるものの、自らが講師となるのは初めてである。また、サイエンスカフェ等の科学技術コミュニケーションの経験はない²。

¹ 活動概要については、2010年11月に行った、代表・副代表へのインタビュー、四季報(2010)と、BAPのウェブサイト (<http://sc.adm.s.u-tokyo.ac.jp/bap/>) を参照した。(2014年7月20日アクセス)

² 学生A2へのインタビュー(2011年4月18日)に基づく。

筆者は 2011 年 4 月から 7 月にかけて、事例に関する調査を行った。収集したデータとその種類を表 4-1 に示した。事例のデータは、事例 1 と同様、質的データ分析用ソフトウェア MAXQDA を用いて(1)実践の具体的なプロセス、(2)省察、(3) 表現の創出・修正という三点の分析視点から分析を行った³。

表 4-1 収集データ

収集データ	種類
活動の観察データ (ミーティングや練習会など)	音声・写真・ フィールドノート
学生 A2 へのインタビュー記録 (3 回)	音声・フィールドノート
発表のプレゼンテーション資料 (練習会・出張授業当日)	画像・ テキスト
発表スピーチの記録 (練習会・出張授業当日)	音声・ テキスト
メーリングリストのメール	テキスト
学生 A2 と関係者の間のメール	テキスト
出張授業の実施記録	写真・動画・ フィールドノート
企画書・議事録・報告書・ アンケート結果・内部資料	テキスト

4.3 実践活動の分析結果

本節では、事例に関して何がいつ行われたのか、具体的な活動の段階、省察の内容、表現のプロセスに注目して分析結果を示す。事例の主なイベントを表4-2に示した。この流れに沿って、以下に分析結果を示していく。具体的な活動、省察の分類結果、表現の創出・修正の分析結果それぞれのまとめは次節以降で行う。なお、表現修正プロセスは一部の修正のみを抜粋して示した。

³ 詳細は第 1 章の「研究の方法」を参照。

表4-2 事例の科学技術コミュニケーション活動の関連事項

段階	日程		主なイベント	主な内容
準備	2011年 1月	20日	打ち合わせ	高校教員への企画提案
		4月	18日	インタビュー
	5月	10日	打ち合わせ	高校教員との打ち合わせ
	6月～		授業計画書作成・ ポスター制作	授業計画書の作成 生徒募集用ポスターの作成
		18日	ミーティング	近況の報告
	7月	8日	練習会	発表練習と修正のための議論
		11日	インタビュー	
		14日	出張授業	授業の実施
実践		23日	反省会	実施報告と質疑応答
反省		27日	インタビュー	

(1) 準備段階

(1-1) 立案

学生 A2は、都市工学について研究し、研究者を目指している博士後期課程1年生であった。市民が自分たちで町を作る社会をどうやったら作っていけるのか、という目標のもと、都市に関わる制度研究をしていた。

学生 A2 は 2010 年の夏から BAP に参加していた。先輩から声をかけられ、研究以外のアクティビティをしてみたいという関心から、参加したという。はじめは運営側として活動していたが、2ヶ月ほどたったころに、自分も講師になってみたいと考えるようになった。学生 A2 はインタビューで出張授業をしようと思った理由について次のように述べている。

高校生に伝えたいことがあるというのが大きいですね。伝えたいことというのは、こないだ練習会でもあったとおり、理系と文系はあんまり関係ないというのがやっぱりあるので、世の中に貢献する手段は。その枠組みにとらわれてほしくないなというのがあったのと、あとは今やっていることの重要さを伝えたいと思ひまして。
(インタビュー7月11日)

前提の省察：
社会貢献に理系
文系は関係ない
と伝えたい

前提の省察：
今の活動の重要
さを伝えたい

理系文系にとらわれて欲しくないと言う信念には、学生 A2 自身が大学時代、理系選択から都市工学という（一部には社会学的な）進路を選んだ経緯が影響している。学生 A2 は次のように述べている。

単純に個人的な経験なんですけど、バイトやっていたんですよ、ホテルで。ホテルって人があつまる場所で人が集まる場所って問題も多く出てくるんですよ。それは社会的な部分が多いんですけど。ぼくが経験したのは家出少女の問題とか【中略】。そういうのがあって、人に着目したいな、というのが学部時代のことなんです。みんな工学部に進む流れの中で、どうやったら人と関われる場所に行けるかなと思いはじめた。建築もあったけど、建築も結局モノだしな、と思って。そしたら建築の下に都市工学という学科名があって、なんだろうというのが【進路を選んだ】きっかけだった。（フィールドノート 7月 10日）

前提の省察：
人と関わるため
都市工学を選択

このように学生 A2 はアルバイトの経験を経て、社会と関わりたいと考えて都市工学という進路を選んだという。その経験から、高校生に理系文系にとらわれて欲しくないというメッセージを伝えたいと考えようになった。

また、「今やっていることの重要さを伝えたい」は自分の研究分野を世の中に広めたいという信念に基づいている。学生 A2 は次のように述べている。

自分がやっている分野というのを世の中に広めていくことが大事なんじゃないかなと。特に、後付けですけど、震災の関係もありますからね。当然町づくりと言うと、都市と町を再生していくかという分野と言うのは、長期的に見ても必要になってくるので。（インタビュー 4月 18日）

前提の省察：
研究を社会に広
めたいと考えた

このように震災を受けて、都市をどう再生していくかという課題に貢献するため、自分の研究を世の中に広めたいと考えるようになった。このような信念のもと、講師となって授業をしたいと考え、企画を始めた。

(1-2) 資料の作成

企画は学生 A2 の出身校である A 高校への授業提案から始まった。1 月中旬に A 高校時代の担任であった X2 先生に連絡し、先生と直接会って企画を提案した。その場で企画が承認されると、5 月頃から企画に関

する活動が始まった。A 高校側とは、教員の X2 先生から、生徒募集のためのポスター作成が依頼されるなど、いくつかのやりとりがメールで行われた。

同時に学生 A2 は、BAP が指定する手順に従って授業計画書を作成した。授業計画書は、A4 一枚の用紙で、BAP がフォーマットを提供しており、授業の目標や内容を書くことになっていた。前述の企画の信念は、出張授業計画書の「一番伝えたいこと」という欄に次のように表現された。

理系文系は関係ない。大学に入ってからでも、それは変わるもの。大事なのは、やりたいことを見つけることとそれに向けた行動力。特に、社会が大きく転換するかもしれないこれからの時代では必要なこと。
(授業計画書 6 月 28 日より引用)

伝えたい事の
言語化：
やりたいこと
を見つけ努力
することが大事

授業の大きな流れについても考えられた。学生 A2 は講義の内容として「21 世紀の都市計画制度は変わらないといけない」という学生 A2 個人が考えたメッセージを中心テーマに置いた。「21 世紀の都市計画制度は変わらないといけない」というメッセージを中心にした理由として、学生 A2 は次のように述べている。

もし【都市工学を】学びたいと思ったときに、ここ考えないといけないよ、と単純にそれです。(インタビュー7月11日)

中心メッセージ
の根拠：
都市工学を
学ぶ上で必要

また、学生 A2 は次のようなことを意識して、資料を作成したと話している。

そこ【21 世紀の都市計画制度のためのアプローチ】はかなり自分の中で作った感じですね。これ作ったときは、僕の中の分析枠組み的な感じで作ったんですね。【中略】僕なりの研究視点という感じですね。(インタビュー7月11日)

中心メッセージ
作成の姿勢：
自分の分析枠
組として作成

このように、メインとなるメッセージは、学生 A2 が都市工学を学ぶ上で必要と考えた内容であり、同時にその内容は学生 A2 自身のオリジナルの分析枠組みであった。このメッセージを中心として、授業の流れが考えられた。学生 A2 は「なぜこのような授業の流れにしたのですか」という問いに対して、次のように述べている。

結局、21世紀の都市計画制度は変わらないといけないということを話さないといけないとなると、そもそも都市計画とは何かということに入って、都市計画の作り方を話さないといけないし...というような感じで。(インタビュー7月11日)

授業構成の
根拠：
メインテーマを
伝えるには何が
必要か考えた

授業の大きな流れは、授業計画書に次のようにまとめられた。

- ・ 自己紹介
- ・ 都市計画（都市プランニング）とは何か？
- ・ 都市計画の構造と制度の役割
- ・ 今の日本の都市計画制度の何が問題なの？
- ・ 21世紀の都市計画制度の追究のためのアプローチ
- ・ 復興プランニングについて
- ・ 質疑応答

(授業計画書 6月28日より抜粋)

授業の流れの
言語化：
構成を項目で
並列した

その後、学生 A2 はスライド・プレゼンテーション資料を作成した。授業計画書で書いた構成に沿って作られ、時間配分については、BAP が保有する過去の資料が参照された。プレゼンテーションの構成は大きく分けて前半部と、後半部に分かれていた。前半部はそれ自体完結しており、今回の授業のために作成された。自己紹介、都市計画とは何かという導入があり、本体として、都市計画の構造や制度の説明が行われ、現在の都市計画の課題が示されるという流れである。そして都市工学を研究したい場合、どこで研究できるか、ということが最後に紹介された (図 4-1 参照)。



図4-1 スライドの例1 (前半部)
(出典：学生 A2が7月8日に発表した
プレゼンテーション資料)



図4-2 スライドの例2 (後半部)
(出典：学生 A2が7月8日に発表した
プレゼンテーション資料)

後半部は、学生 A2 が東日本大震災後に関わっている、陸前高田市での市民への支援や街づくりに関わる調査の紹介である。ほかのワークショップで利用したスライドに修正を加えたものであった（図 4-2 参照）。

学生 A2 は前述のように、生徒に理系文系関係なく、自分が貢献できる分野を考えてほしい、というメッセージを伝えたいと考えていた。しかしながら、資料を作っているうちに、都市工学の説明がメインとなり、資料の第一稿では、メッセージが発表資料にほとんど反映されなかった。

学生 A2 は、事例の授業を行うことを、研究の問題意識や知識を整理することにつなげたいと考えていた。そのため、いくつかのスライドは、自分の考えていることのまとめとして作成したと話している。実際、資料を作成する過程では研究の理解が整理され、自分の研究上の問題意識の曖昧さに気づいた。学生 A2 はインタビューで次のように話した。

やっぱり作ってみて、どの都市問題に自分が答えていくのかということが明確になっていないなということに気づきました。【中略】いまは都市の問題自体が多面的になっちゃってきているんですね。何が重要というの、価値観によってやっぱりどうしてもかわってくるんですね。そういうときに、じゃあ自分としてはどの立場でいっているのかなと。修論の時は、この制度やります、というような感じで入っちゃって、その制度で何を解決しようとしているの？というのを曖昧にしたままで。改めて自分の中でしっかり、教科書ですけど【スライドを】作ってみた時に、自分が扱っている制度自体は何に答えようとしているのかな、というところが、意外と曖昧な状態だったなということに気づきましたね。（インタビュー7月11日）

前提の省察：
自分の研究理解
に対する気づき

学生 A2 は事後インタビューにおいては次のように述べ、自分の研究の理解を整理したいという目的はある程度達成されたと話した。

自分の視点の整理につなげるということが目標ではあったかなと思います。【中略】最後のところは達成されたかな。うまく自分なりに整理ができたかなと思います。（インタビュー7月27日）

前提の省察：
自分の視点を
整理する目標は
達成された

このように学生 A2 はスライドを作り、説明することで、研究に関わる知識が整理され、自分が曖昧にしてきた点が明確にした。整理されたのは学生 A2 の研究の意義や目的に関わるものであった。

(1-3) 発表練習と修正

7月8日には練習会が行われた。練習会には9名が参加し、議論が行われた。まず、学生A2が、ほかの学生らが高校生であるという仮定のもと、本番と同じように発表を行った。その後、全体の構成と個々のスライドについて、意見を交わした。参加した学生たちは、どこがわかりにくいのか、あるいはどう改善したらいいのかを、学生A2に伝えた。たとえば学生C2は次のように、全体の流れを俯瞰的に説明することも重要であると指摘している。

全体を俯瞰したイントロダクションがあっても【いいのではないか】。ボトムアップ的にトークが構成されているんですよ。一枚一枚の内容はわかるんですけど、ある程度トップダウン的なことが欠けているんじゃないかな。(フィールドノーツ7月8日)

学生からの
問題点の指摘：
トップダウンの
情報が足りない

当初、学生A2はトップダウン式（ガイドとなる俯瞰的な説明をしてから詳細の説明を行う方法）ではなく、ボトムアップ式（一つ一つの事例の説明から、示唆を抽出していく方法）にスライドを作りたいと考えていた。しかし学生C2の指摘を受け、修正を行った。事後には学生A2はボトムアップ式な方法により発表内容がわかりにくくなっていたと評価をしている。学生A2は反省会で次のように話した。

練習会でも指摘されたとおり、積み上げ式に授業をしているときにガイドラインがないと進むのがわからないというのがあったので、そこをどうガイドライン化していくかというところは難しく感じましたね。物語的なかんじでスライドをつくりたかったと思った。逆にそれが負の効果が出ちゃった、というのが練習会でした。(フィールドノーツ7月23日)

過程の省察：
ガイドライン化
が難しかった

過程の省察：
物語的な方法は
負の効果が出た

このように、構成の変更を求める意見が出された後、学生A2は自らの発表方法を評価し、ボトムアップの方法論を取り入れた表現に修正をした。

練習会ではそのほか、「物的空間という言葉は、(中略) 自明でない言葉。ぼくもはじめて聴いた言葉なので、注意して使った方がいい」といったデザインや言葉遣いに関する指摘や、「4000人/平方kmというのがさっぱり見当がつかないので、ここはそれくらいです、とか集落とか絵もあるとわかりやすいかな」などの説明の補足を求める意見、「大学で専門をやるまでの話をしたらいい」といった情報の追加を求める意見、

「一番話したいことを何かと言うのをもう一度考えて、しゃべりたいことが山ほどあると思うんですよね。それ以外は削ぎ落とすつもりでいいと思うんですよ」といった情報の削除・絞込みを求める意見などがあつた⁴。後のインタビューでは学生 A2 は次のように述べ、指摘を受けて納得したと話している。

わかりづらいスライドは何かというところとか、何を伝えたいのかわからないということを言われたことが【良かった】。構成の話もあつて、そういうのが、改めてそうかもと。【中略】第一にスライドごとに言いたいことがあつて、それがわかるようなスライドにしないといけないと【思った】。そういうスライドになっていなかった。やっぱり客観的にみてもらったからみえてきた、ためになったということですね。(インタビュー7月11日)

知識の獲得：
問題点を指摘されて納得した

内容の省察：
言いたいことがわかるスライドでなかった

練習会以降、学生 A2 は指摘された点を中心に、資料を見直して省察し、一人で資料の修正を行った。たとえば、わかりにくいという意見が集中した都市を作る仕組みの説明について、学生 A2 は次のように述べている。(図 4-3、4-4 参照)

ここ【図 4-3 のスライド】も結構重要なスライドにしていたんですけど、自分の中では。【中略】これもいろんなことが複雑にあったうえでの図になっちゃったのが、すごい反省点ですね。でも本番はこの図は変えますね。【中略】皆さんの意見を取り入れて。(インタビュー7月11日)

内容の省察：
複雑になったのが反省点

修正の根拠：
意見を取り入れて修正したい

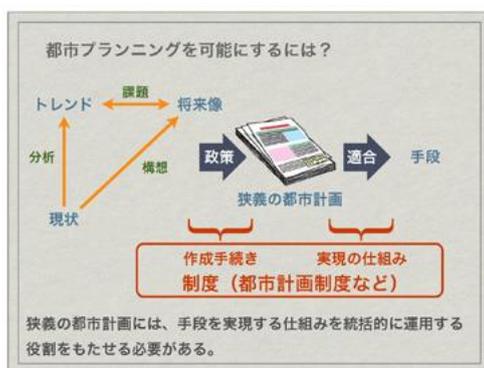


図4-3修正前のスライド1

(出典：学生 A2が7月8日に発表したプレゼンテーション資料)



図4-4 修正後のスライド1

(出典：学生 A2が7月14日に発表したプレゼンテーション資料)

⁴ フィールドノート (2011年7月8日) に基づく。

上記のインタビュー後、図 4-3 のスライドは図 4-4 に修正され、研究上の解釈やアイデアが整理された。

この他、学生 A2 は実践当日までに図の表現を簡略化したりするなど表現の多くに修正を加えた⁵。

また、練習会の資料やスピーチでは、学生 A2 が一番伝えたいとしていた、理系文系関係なくやりたいことを見つけ、行動してほしいというメッセージが入らなかった。ほかの学生たちからメッセージをいれるよう指摘を受け、自己紹介にメッセージと関わる進路選択の経緯の話を追加し、前半部の最後にメッセージを書いたスライドを追加した（図 4-5 参照）。学生 A2 は「自己紹介が分厚くなりましたが、なぜですか」という質問に対して、次のように述べている。

練習会ですね。理系と文系のメッセージはここから言えるんじゃないのって話が練習会の時あったから、そうだなと思って。ここは厚く内容をふやそうと思った感じですね。（インタビュー7月27日）

内容の省察：
指摘に納得して
修正

このように、学生は練習会での問題点の指摘を受け、発表を見直し、修正後を行った。

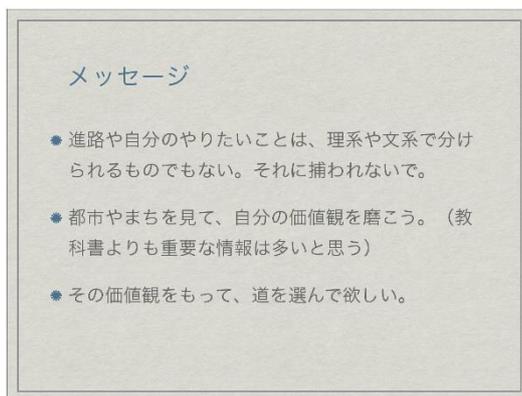


図4-5 メッセージのスライド

（出典：学生 A2が7月14日に発表したプレゼンテーション資料）

学生 A2 は練習会後に、ほかの分野の大学院生に対する認識を見直す機会をもった。学生 A2 はインタビューにおいて、事例の活動で意外に感じたこととして、練習会後にある学生から社会に答えるための学問があるということが新しい発見だったと言われたことを挙げている。これについて、学生 A2 は次のように述べている。

⁵ 学生 A2 へのインタビュー（2011年7月27日）に基づく。

しめしめと思いました。要は、高校生に伝えるときは当然そういうことはわかってほしいなということはあるんですけど、院生になっている人も意外とそういうふうに捉えるもんだな、分野が違うとそういうふうに捉えてなかったりするんだなと思って。(7月11日インタビュー)

前提の省察：
大学院生でも
分野によって
認識が異なる
という気づき

このように、活動の過程で、同じ大学院生でも分野が異なれば認識が異なるということを学んでいた。

(2) 実践段階

出張授業はA高校の教室で行われた。出席者は講師、X2先生のほか、高校生7名、中学生2名であった。学生A2は中学生が参加することは想定してなかったものの、A高校が中高一貫校で、中学生にも希望者がいたため、出席してもらった。授業時間は60分の予定であったが、実際には延長して75分ほどで行われた。

学生A2は練習会と同様に、プレゼンテーションスライドを利用しながら授業を行った。スライドは教室の前のスクリーンに映し出された(図4-6参照)。



図4-6 授業の様子
(筆者撮影)

発表は練習会と同様、前半部の都市計画の説明を中心とした発表と、後半部の陸前高田市での活動に分かれていた。発表資料・スピーチともに練習会で指摘された点の多くが修正されていた。

また、学生 A2 は授業中に何度も生徒たちを指して質問をした。例えば、学生 A2 がある生徒を指して「そもそも都市計画ってなんでできたと思いますか。いつ頃できたと思いますか？」と聞き、その生徒は「戦後の、一気に高度成長期の前あたりで、効率よく発展させよう、日本だったらそれくらいですかね」と返答している。このような質疑が生徒全員に対して行われた。

授業中、授業後の質問時間を含め、生徒側からも質問が出された。たとえばある生徒は授業中にスライドを指して「もしこのとき図中の A さんとかが宅地化しなくてもいいとか反対したら、できませんよね」と質問し、学生 A2 は「そうそう。まさにその通りで、一公庫の事業を進めるときは組合というのを作るんですね。土地区画事業組合とか。そういう組合の中で、地権者同士合意をとってやってもらうと。合意がとれないところは、やっぱりそこははずして事業を実際は進めると。そこの合意形成はすごく難しい問題で」と返答している。また授業後には「都市工学を大学で学ぶときに、どういうことを学ぶのかなど」という質問や、「大学の都市工学の方と、行政の方の現場の者との付き合い方というか、どれくらいお互いに都市について理解をして事業を進めていったのか」といった質問が出され、質問ごとに学生 A2 は返答をした。事後のインタビューで学生 A2 は、これらの生徒との質問応答に関して「そんな多かったわけではないので、どれも印象には残っています」と話しつつ、「するどい質問というのはそこまでなかったかなという気がしますね」という感想を述べている。

質疑応答が終わると、授業が終了した。終了後も数人の生徒が質問にきたため、対応した。

学生 A2 は、参加した高校生が主に次の二つの点で、学生 A2 の想定と異なっていたと感じていた。一つ目は、都市工学に興味をもつ高校生がいるとは思っていなかったことである。学生 A2 は、授業に参加するのは、町に興味をもっていない、普通の高校生を想定していた。しかし授業には、地元で再開発を行っていることに、関心をもつ高校生が参加した。その高校生は学生 A2 に何に興味を持って参加したのかと聞かれ、次のように答えている。

自分の地元の町が新しい都市開発をしているんですけど、そういうのはどういうふうにやっているのかな、どういう考えでそういうことをしているのか、ということ。(フィールドノーツ 7月 14日)

高校生の反応：
自分の町が都市
開発しているた
め関心をもった

学生 A2 はこの生徒に対して次のように感じたと話している。

実際に再開発が地元で起こっている【高校生が参加している】ということ念頭においていなかった。高校生の段階ではそこまで興味をもたないかなって。あんまり興味を持っていないんじゃないかという勝手な思い込みがあったから、そこはちょっとはっと気づかされた感じがありますよね。(インタビュー7月 27日)

前提の省察：
高校生が興味を
持っていないと
いう仮定を修正

学生 A2 は、高校生でも都市工学に興味をもつ者がいることを想定していれば、話す内容も変わっただろうと述べている。

また、二つ目は、高校生と大学生では、距離に対する感覚が違うということである。生徒に陸前高田市の話をしたとき、学生 A2 は、生徒らはあまり実感がわいてないようにみえたと話している。そしてこれに対して、次のように述べている。

やはりリアルには感じられなかったのかなって、印象はあったかんじですかね。やっぱり東北って遠いな。イメージわからないから、距離にして 500km とか書きましたけど、まあ遠いなと。きっとそうなんだと、いまは思います。高校生にとっては、どのへんが近場に感じるんだろ。東京、神奈川、一都三県あたりが、近いというイメージかもしれませぬね。【中略】大学生になると移動距離も増えるから。(インタビュー7月 27日)

前提の省察：
高校生が現実味
を感じなかった
理由の仮説生成

学生 A2 は、上記のように、高校生は移動範囲が大学生よりも少ないため、距離感が異なっていると考えた。そして遠いと感じるがゆえに、陸前高田市の活動も、実感がわからないのだろうと考えた。このように学生 A2 は、参加する生徒の対応や態度の観察を通じて、自分の想定と実際の生徒に違いがあることに気づいた。

授業後、生徒が全員退出すると、X2 先生から反省のコメントがだされた。レベルは適切であったが、分量は少し多かったということと、もっとインタラクティブで内容を考えさせる授業にしてもよかったという助言であった⁶。その後、先生と生徒を対象としたアンケートを受

⁶ フィールドノーツ (2011年 7月 14日) に基づく。

けとった。生徒を対象にしたアンケートに対しては、事後のインタビューで予想通りの反応であったと感想を述べている。アンケートを受け取った後、学生 A2 は帰宅した。

(3) 反省段階

7月23日には反省会が行われた。BAP関係者10名が集まり、学生A2が実施報告の発表を行った。反省会では、授業の日時や人数の紹介と、授業にいたるまでの経緯、アンケートの結果が紹介され、発表内容に関して実際に使った資料を見ながら、質疑応答を行った。

生徒のアンケート結果としては、良い点として、写真や図がわかりやすかったということ、内容に興味をもてたということ、年齢的に近く、親しみをもてたという点が紹介された。また、良くなかった点として、説明が冗長であったこと、具体例がなかったことが紹介された。そして自分の反省点として、次のことを述べた。

個人的な反省点ですが、まあちょっと現象をみせるスライドを作るべきだったかなということと、現場でどのように役立っているかというところ、社会との接点をもう少し見せるべきだったというのが、反省です。

内容の省察：
社会との接点を
みせるべき

あと少人数だったので、生徒たちが考える時間をもっと作るべきだったかなと。(フィールドノーツ 7月23日)

内容の省察：
生徒が考える
時間を作るべき

また、反省会では、BAPのメンバーから、BAPの貢献や、実践のノウハウをまとめた「虎の巻」に関して評価を求められた。次のようなやりとりが見られた。

学生B2が「どの程度我々の寄与があったのか。虎の巻とかどれくらい使ったのかとか」と聞くと、学生A2が「虎の巻はファーストコンタクトをとるときに活用しましたね。ただ四月以降の激務があって、虎の巻を読む時間がなかったので、一番ためになったのは練習会でしたね」と答えた。学生B2は「顔合わせるのはそこなので。虎の巻の簡易版を作るとか、別途用意した方がいいかというのは？」と再び質問すると、学生A2は「うーん。基本的にはいまのままでいいとは思いますが。とにかくぼくの机の上が汚くなっていたので探すのも大変だったんです。それは自分の普段の生活の問題なんですけど」と答えた。(フィールドノーツ 7月23日)

過程の省察：
団体の支援に
関する省察

BAPの運営側の反省は、このほか相談員がいなかったことなどが反省

会であげられた。そのほか、授業についての細かい質疑応答が行われ、反省会を終えた。

反省会後のインタビューでは、個人の反省として次のような点を挙げている。

進行管理という意味では、後手後手になったというところですかね。
【中略】やっぱりプレゼンテーションのスライドを作る時間を、もっとちゃんと作っておくべきだったなあと（インタビュー7月27日）

内容の省察：
進行管理の問題

そのほか、高校からポスターを作ってもらいたいと依頼されたことに対し、どういうものを作るのか認識を共有できていなかったことなどが問題としてあげられた。

また、発表に関する反省としては次のように述べている。

意見が出てきて、それに対して応えるという形で進めたらよかった。うまく自分のほうも、プレゼンテーション、スピーチがうまくいかなかったなど。説明が長いところもあったし、無駄のない、すっきりしたことができたなら100点だったと思うんですけど。（インタビュー7月27日）

内容の省察：
意見に答える形で進めたかった

内容の省察：
説明が長く無駄があった

このように、発表の問題点を事後に振り返っていた。

4.4 具体的なプロセスの分析結果まとめ

活動プロセスを、以下に簡潔にまとめたい。

(1) 準備段階

(1-1) 立案

企画の発案段階では、研究を社会に広めたい、高校生に視野を広げてほしいと伝えたい、という問題意識から、講師を務めたいと考えるようになり、企画を開始した。

(1-2) 資料の作成

高校と連絡を取りあうと同時に、BAPの指導に従い、計画書や発表資料を作成した。資料作りの際は、過去の資料を参照して時間配分を考え、都市計画の問題を中心テーマに据えて、スライドを構成した。この一部は自分の研究の整理として作成された。

(1-3) 発表練習と修正

練習会を実施し、ほかの学生から多くの指摘を受けた。その指摘に沿った修正や、彼らがわかりにくいと反応した部分の作りかえを中心に、修正を行った。

(2) 実践段階

A 高校で、中学生・高校生を対象に授業を行った。練習会時よりも質疑応答を増やし、伝えたいメッセージに関わる説明を補強するなど、反省を踏まえた方針で授業を行った。

(3) 反省段階

事後に反省会を開き、生徒の反応や自分が感じる反省点などを紹介した。また、ほかの学生からの質疑応答を受けた。

4.5 省察の分析結果まとめ

事例において行われた省察は表のように分類された (表 4-3)。それぞれについて以下に説明する。

表 4-3 省察の分類結果

省察の種類	内容	時期 (段階番号)
内容の省察	発表上の問題に対する省察	(1) 準備 (3) 反省
	企画進行上の問題に対する省察	(3) 反省
過程の省察	発表上の問題の解決法に対する省察	(1) 準備 (3) 反省
	団体の支援に関する省察	(3) 反省
前提の省察	研究に関わる信念の自覚	(1) 準備
	自分の研究理解に対する省察	(1) 準備
	他者に対する仮定・信念の省察	(1) 準備 (2) 実践 (3) 反省

4.5.1 内容の省察

(1) 発表上の問題に対する省察

学生 A2 は準備段階の練習会でほかの学生たちの前で練習した後に、判りにくいところについてなど、多くの問題点を指摘され、解決策の提案を受けた。学生 A2 はそれらの指摘について考え、納得したものに関

して見直して解決策を取り入れ、資料を修正した。

また、反省段階においても社会との接点をみせる具体的な事例を見せるスライドを見せるべきであった、など、発表内容に問題点に関する反省が見られた。

(2) 企画進行上の問題に対する省察

学生 A2 は反省段階の反省会やインタビューにおいて、進行管理がうまくできないといった企画進行上の問題を振り返った。

4.5.2 過程の省察

(1) 発表上の問題の解決法に対する省察

学生 A2 は、当初はガイドとなる俯瞰的な説明をせず、ボトムアップ式にスライドを作りたいと考えていた。しかし練習会でわかりにくいという指摘を受け、学生 A2 自身も、そのような方法のせいで逆に発表がわかりにくくなったと反省した。その後、学生 A2 はガイドライン式の説明方法を取り入れ、わかりやすくなるという効果があったと感じた。

(2) 団体の支援に関する省察

反省会では、学生 A2 はほかの学生メンバーから、BAP の貢献や、実践のノウハウをまとめた「虎の巻」に関して評価を求められた。これは学生 A2 自身の反省というよりは、BAP の団体としての、過程の反省であった。

4.5.3 前提の省察

(1) 研究に関わる信念の自覚

学生 A2 が企画をする背景には、二つの信念が自覚されていた。一つは、高校生には理系文系にとらわれずに社会貢献できる分野を選んでほしいという信念である。これには学生 A2 が進路選択の際、社会に関わりたいたいと考えて都市工学という分野を選んだ経緯が影響していた。もう一つは、自分の研究分野を世の中に広めたいという信念であり、特に震災を受けて、都市工学を世の中に広めたいと考えるようになった。

(2) 自分の研究理解に対する省察

学生 A2 は、授業を行うことを、研究の問題意識や知識を整理するこ

とにつなげたいと考えていた。実際、学生 A2 は資料を作成する中で、研究に関わる知識を整理し、曖昧にしてきた点を明確にした。

(3) 他者に対する仮定・信念の省察

学生 A2 は実践の過程で、ほかの分野の大学院生や、高校生に対する仮定を見直す機会をもった。BAP の練習会後のほかの大学院生との会話から、大学院生でも分野によって認識が異なることを、高校生からは、都市工学に興味がある生徒がいるということ、距離感の感じ方に違いがあるということを知っていた。

4.6 表現の創出・修正の分析結果まとめ

発話の内容やプレゼンテーション資料はどう作られ、またどのような影響をうけて修正されたのか、分析結果を示す。分析結果のまとめを、表 4-4 に示した。この結果をまとめると以下のようなようになった。

(1) 初期案の作成

初期案は、前半部と後半部に分けて作成された。前半部の最も伝えたいテーマは、学生 A2 のオリジナルの研究枠組みをもとに、新たに作成され、そのテーマにしたがって構成を考えた。資料の作成は、自分のなかの研究の整理としての役割もあり、研究の問題関心の曖昧さに気づく契機になった。後半部は過去のワークショップの資料に修正を加えて作成した。

(2) 発表資料と説明の修正

練習会でほかの学生らの指摘を受けて多くの修正を行った。言葉遣いやデザインを修正したり、説明を補足したり、情報を絞るなどの工夫をした。また、高校生に伝えたいメッセージに対して重み付けも行われた。修正は、基本的には練習会で指摘されたことに従って行われた。

(3) 出張授業後の発表

授業は、練習会後の修正に基づいて行われ、生徒との質疑応答が増やされた。

表 4-4 表現の創出・修正の分析結果

時期	主な表現内容	上位コードの例	契機・要因
～ 7月8日	初期案の 構成		発表のための準備として作成した。 前半部は過去の資料を参考にして 伝えたい研究の問題意識にあわせて 資料を作成した。後半部は過去に 使用した資料を修正して作成した。
7月8日 ～ 7月14日	デザイン・ 言葉・書き方の 変化	重要な情報を太字に 変更 都市マスという言葉 遣いの変更	練習会でほかの学生が指摘した
	説明の補足	説明のまとめを追加	練習会でほかの学生が指摘した。
		レゴの例で説明を 補足	学生 A2 が自分で考えて修正した
	情報の追加	学問の全体について の情報の追加	練習会でほかの学生が指摘した。
		アメリカの土地利用 の図面を追加	学生 A2 はもともとそうするつもり だったが練習会に間に合わなかつ た。
	情報の省略	現状分析の説明の 省略	練習会でほかの学生が指摘した。
	構成の変化	本日のテーマの スライドの移動	練習会でほかの学生が指摘した。
		一部の文章を 別スライドに分割	学生 A2 が自分で考えて修正した
	インタラクシ ョンの増加	都市をどう作ればい いかという生徒への 質問の追加	練習会でほかの学生が指摘した。
		都市計画はいつでき たかという生徒への 質問の追加	学生 A2 が自分で考えて修正した
どんな期待をもって 参加したのかについ て生徒に質問		学生 A2 はもともとそうするつもり だったが練習会に間に合わなかつ た。	
説明の変更	学部の説明に変更	練習会でほかの学生が指摘した。	
7月14日 ～	説明の補足	具体的に説明する べき	生徒のアンケートの回答を見て学 生 A2 がそう考えた。
	指導方針の変 化	生徒に考えさせる べき	X2 先生の指摘を受けた。 学生 A2 自身が、実践後に考えた。
	情報の省略	分量を減らすべき	X2 先生に指摘を受けた。

(4) 出張授業後の反省

反省会では、もっと社会との接点を見せたい、もっと生徒が考える時間を作るべきだったという反省が述べられた。また、説明が長く無駄があったなどの反省も、事後インタビューでは出された。

4.7 おわりに

本事例の活動プロセスは、(1)準備段階、(2)実践段階、(3)反省段階の大きく3段階に分けることができた。

省察については、内容の省察では(1)発表上の問題に対する省察、(2)企画進行上の問題に対する省察が観察され、過程の省察では(1)発表上の問題の解決法に対する省察、(2)団体の支援に関する省察が観察された。前提の省察では(1)研究に関わる信念の自覚、(2)自分の研究理解に対する省察、(3)他者に対する仮定・信念の省察が観察された。最も多くの省察や知識の獲得が観察されたのは、事例1と同様、(1)の準備段階であった。一方、事例1と異なり、(2)実践段階や(3)反省段階においても、省察が観察された。

(1)の準備段階では、練習会に向けて表現の創出が行われ、練習後に大きな修正を経たうえで、実践段階に移っていた。学生A1の資料や説明方法の修正の契機になっていたのは、他の学生からの指摘、先生からの指摘、高校生の反応、実践後の反省であった。

また、事例で創造されたと考えられる知識は下記の5種類であった。

1) 知識の表現

伝えるための知識の表現として、スピーチとスライド・プレゼンテーション資料が作られ、実践プロセスにおいては授業計画書の表現も創造された。スライド・プレゼンテーション資料は、前半部と後半部に分けて作成された。前半部の構成は、最も伝えたいテーマに即して表現された。練習会を経て説明を補足し、情報を絞るなどの工夫が加えられた。科学的知識だけでなく、学生A2が伝えたいメッセージの表現が、練習会後には重点的に加えられた。

2) 表現方法についての知識

練習会で他の学生が発表上の問題点を指摘したことを契機とし、学生A2が発表上の問題とその解決方法を省察し、わかりやすく表現する方法についての知識を創造していた。この知識を用いて発表の修正が行われた。

事後にも反省が行われ、どうしたらもっと良くなるのかについての知識を創造していた。

3) 他者についての知識

練習会後のほかの学生や高校生の反応から、自分の想定と実際の人々のギャップに気づき、他者についての知識を得ていた。

4) 自分についての知識

自分がどのような信念をもつのが明示化された。この信念に基づいて授業が行われ、伝える内容にも影響を与えた。表現することを通じて、学生 A2 の研究理解が整理され、自分がどのような点を曖昧に理解していたのかについて、新たな知識を得た。

5) 運営に関する知識

事後に進行管理をうまくするべきであったという企画進行上の知識が創造された。

第5章 事例分析3

立教大学理工工房

5.1 はじめに

本章では、第三の事例として、立教大学のサークル、立教大学理工工房の事例をとりあげる。調査対象と研究方法について説明し、その後事例の全体像と分析結果を示す。

5.2 分析の対象と方法

立教大学では、理学部の講義で小中学校への出張授業を行っている。立教大学理工工房はこの講義の履修者を中心に 2007 年に設立された、理学部の学部生が中心となって活動する学生サークルである。活動目的は理科の面白さを知ってもらうことであり、主な活動は、自らが企画した理数系科目の講義を、大学近隣の小中学校に出向いて提供することである。科学館などのイベントで企画を行うこともある¹。

本調査が事例としてとりあげた活動は、2011 年 9 月に二つの小学校で実施された、小学校 4 年～6 年生向けの出張授業である。実施に関わった学生メンバーは 7 名で、いずれも学部生である。

企画を中心的に進めたのは学生 B3 と学生 C3 である。この 2 名は、授業当日は講師ではなく、TA を担当した。講義を行ったのは学生 A3 であり、企画準備は、途中から参加した。そのほかのメンバーは準備の手伝いと当日の TA を担当した。すべての学生は過去に企画に関わったことがあり、学生 A3、B3、C3 については、過去 20 回以上企画に関わった経験があった²。

本事例では、学生グループの企画の経験が豊富なこと、自分の研究を発表するわけではないこと、また発表内容やどう説明するかということを集団で考え、決定している点がこれまでの二つの事例と異なる。また、この事例では、実践を二度含んでいる。一度目の実践と二度目の実践の間が一週間と短かったため、一連の活動として両方を調査対象とした。

¹ 立教大学理工工房の活動経緯については、濱島・岡・菅原(2010)とウェブサイト(http://www.geocities.jp/rsf_4220/)を参照した。(2014 年 7 月 15 日アクセス)

² 筆者は学生メンバーを対象に、活動動機や活動経験を聞いたアンケートを 8 月と 9 月に実施した。各学生の企画経験については、このアンケート結果を参照した。

筆者は2011年8月～11月の期間、事例に関する調査を行った。収集したデータと種類を表5-1に示した。事例のデータは、事例1,2と同様に、質的データ分析用ソフトウェアMAXQDAを用いて(1)実践の具体的なプロセス、(2)省察、(3)表現の創出・修正という三点の分析視点から分析を行った³。

表 5-1 収集データ

収集データ	種類
活動の観察データ (ミーティングや練習会など)	音声・写真・ フィールドノート
学生A3・学生グループへの インタビュー記録(3回)	音声・ フィールドノート
発表のプレゼンテーション資料 (出張授業2回)	画像・ テキスト
発表スピーチの記録(発表練習2回・出張授業2回)	音声・テキスト
メーリングリストのメール	テキスト
出張授業の実施記録(2回分)	写真・動画・ フィールドノート
企画書・配布資料・議事録・報告書	テキスト
学生へのアンケート	テキスト
ウェブサイトの掲載データ	テキスト

5.3 実践活動の分析結果

本節では、事例の具体的なプロセスを示す。事例で生じた主なイベントを表5-2に表した。これに沿って、具体的な活動の詳細を記述し、次に、具体的プロセスの簡単なまとめを提示する。

³ 詳細は第一章の「研究の方法」を参照のこと。

表 5-2 事例の科学技術コミュニケーション活動の関連事項

段階	日程		主なイベント	主な内容	
準備 段階1	2011年 3月	-	依頼	A 小学校から授業実施の依頼	
		5月	-	ミーティング	企画アイデアの提案
	8月	6月	-	依頼	B 小学校から授業実施の依頼
		1日		ミーティング	企画の決定・予備実験の実施
		3日		ミーティング	企画書の提案・予備実験の実施
		22日		ミーティング	説明方法についての議論
		24日		ミーティング	「まとめプリント」の提案
		29日		ミーティング	講師の決定・試薬準備
		29日		グループ インタビュー	
		31日		ミーティング	試薬・資料準備
実践 段階1 反省 段階1 準備 段階2 実践 段階2 反省 段階2	9月	5日	ミーティング	発表内容の確認	
		5日	出張授業 (A 小学校)	授業の実施	
	5日	反省会	授業の反省		
	7日		ミーティング	試薬準備・発表の修正	
		12日		ミーティング	発表内容の確認
	12日		出張授業 (B 小学校)	授業の実施	
		12日		反省会	授業の反省
	10月	12日		グループ インタビュー	
		11月	14日		インタビュー

(1) 準備段階

(1-1) 立案

立教大学理科工房では毎年5月頃になると、今年度にどんな企画をするのか、案を出し合うことになっていた。この話し合いの際、学生A3が吸熱実験の企画を提案した。これは試薬を混ぜて吸熱反応を観察しようという内容であった。

この企画を考えるのには、次のような背景があった。学生A3は、2009年（学生A3の一年次）に、子供が親と一緒に岩絵の具を作るという企画を手伝ったことがあった。そのときの参加者の反応について次のように述べている。

アンケートをとると、親は、綺麗な色が出て、昔の人は綺麗な色を使っていてびっくりしました、とか見た目について言うんですね。でも子供の方は、見た目よりは、指先の感覚について言うんですね。ざらざらしていた、とか、塗った時おもしろかったとか。そういう感触について言ったので、だから子供の記憶に残るのは視覚よりも触覚なのかなと思って。（インタビュー9月11日）

前提の省察：
子供の記憶に残るには触覚が良いという仮説

上記のように学生A3は、子供は視覚より触覚の方が記憶に残るのではないかと考えた。この仮説に基づき、学生A3は2009年に「ホッカイロを作ろう」という企画を作った。小学校でホッカイロを手作りしたところ、小学生たちは「熱くなる」という現象を面白がったという。これを踏まえ、今度は混ぜると冷たくなるという実験を企画しようと考えた。これについて学生A3は次のように述べている。

そういう経緯もあって、ホッカイロをつくろうにしたんですよ。案の定、実験をやると、わあ熱くなったとか大騒ぎですね。【中略】熱くなるというのを作ったので、今度は冷たくなるをやったらいいんじゃない？という単純な理由です。熱くなるのはやったんだから、冷たくなるのを。（インタビュー9月11日）

立案の根拠：
発熱実験が好評のため吸熱実験を考案

学生A3はミーティングで他の学生らにインターネットで見つけた吸熱反応の実験方法の紹介ページを印刷して配布した。そして、持参したレモン汁と重曹をその場で混ぜあわせ、吸熱反応がおきていることを示した⁴。

その後、この企画はしばらく進展を見せなかった。6月にほかの企画

⁴ 学生A3へのインタビュー(2011年11月14日)に基づく。

をする予定があり、その準備に専念していたためである。

一方で、学生 A3 は以前出張授業をしたことのある A 小学校の X3 先生と、B 小学校の Y3 先生から、それぞれ別の機会にメールを受け取った。立教理科工房で何かの授業をしてほしいという内容であった。日程の相談をした結果、9月6日に A 小学校、12日に B 小学校で授業を行うことが決まった。それぞれの小学校の教員は、実験内容に関して特に要望は出さなかったという⁵。

吸熱実験の企画が実際に動き出したのは8月であった。8月1日のミーティングで9月に吸熱実験の企画を実施することがきまると、学生 B3 と学生 C3 が予備実験を行い、レモン汁よりもクエン酸と重曹のほうが扱いやすく、かつ手で感じられる程度に冷たくなることを確認した。また、最適な実験の条件（試薬の種類、量など）を割り出した。実験後、学生 C3 は市販の急冷パックを購入し、何が入っているのかを確認した。

二人はその後、吸熱反応がなぜ起きるのか原理を調べ、理論的な計算を行った。また、インターネット等で調べた結果、市販の「ヒヤロン」では尿素が使われていること、チオ硫酸ナトリウムでも吸熱反応の実験ができることを発見した。学生 B3 は原理や計算結果をもとに、簡単な企画書を作成した。企画書には目的、想定される企画の流れ、実験内容、実験の原理が掲載された。このなかで、目的と流れは次のように記載されている。

○目的

- ・楽しんでもらう
- ・誘導形式の問題に答えてもらうことで、その現象について無理なく考察を行ってもらう

○ 想定される企画の流れ

- ・ 導入
- ・ 実験の説明（2分）
- ・ 実験
- ・ 考察（ワークシート）
- ・ 原理の説明&ワークシートの答え合わせ（8月3日企画書より抜粋）

目的の言語化：
楽しんでもらうこと、考察してもらうこと

⁵ 学生 A3 へのインタビュー(2011年11月14日)に基づく。

上記で掲載された目的は、今までの企画と同じであった。学生たちはグループインタビューで今回の授業の公式の目的を聞かれ、次のように述べている。

学生 C3「単純に遊んでもらおう、楽しんでもらおうというのが第一で。【中略】ついでにちょっとした仕組みを」

学生 B3「ホッカイロと対応させて、考察を行ってもらおうかなと最初は考えていまして。まあちょっと無理そうですね。楽しんでもらうのが一番で、でも原理は理解してもらいたい」

学生 C3「毎回そうだよね」

(グループインタビュー8月29日)

目的の理由：
毎回楽しんでもらうことが目標で、理解もしてほしい

同様に企画の流れも今までの企画と同じであった。このように、企画書は調べた結果とこれまでの慣例に従って学生 B3 と C3 によって作成された。

(1-2) 表現方法の検討

8月3日のミーティングでは、まず学生 B3 が予備実験を行ったことをほかの学生らに報告した。その後、尿素やチオ硫酸ナトリウムを水に溶かした際の吸熱反応と、クエン酸と重曹を水でとかけた際の吸熱反応が起きる原理を説明し、この二つの実験を行いたいと提案した。学生 B3 によると、吸熱する原理は次のようになっている。

まず尿素やチオ硫酸ナトリウムが吸熱するのは、これらの結晶の分子間力が高く、水に溶かすときに結合を切るのにエネルギーを使うため、吸熱するという。吸熱反応が進むのは、エントロピー的に有利なためである。

また、クエン酸と重層の反応では、二つの物質を水と混ぜると中和して炭酸ができる。この炭酸が分解し、二酸化炭素となって遊離する際に吸熱がおきる。中和反応は発熱反応であるものの、二酸化炭素が遊離する反応は吸熱反応であり、発熱量より吸熱量のほうが大きいいため、全体として吸熱するという。なぜ吸熱反応が進むかという、炭酸が水和すると、水分子が水素結合して秩序立った構造で炭酸に集まるため、炭酸イオンはエントロピーが低い。そこでエントロピーの高いほうに移行するために、二酸化炭素を遊離する反応が進む。その結果、吸熱が進むのだという。

ミーティングではこの機構の理解をメンバー間で共有した。学生 B3 によると、説明が難しい理由は、二種類の吸熱機構が異なることと、

エントロピーの概念がかかわるためであるという。二つの原理をどのように小学生に理解してもらうのかを議論したものの、8月3日には決まらなかった。

8月22日にもミーティングが行われた。最初に、学生 C3 が吸熱反応の原理を説明し、参加した学生ら全員で理解を共有した。そして、出張授業では、尿素の実験をした後に、クエン酸と重曹を使った実験をすることが決められた。ここからは、この二つの実験の原理をいかにわかりやすく説明するかということがミーティングの議題となった。

ミーティングでは、次のような議論がみられた。

学生 D3 は「エネルギーだし、形を変えて消えたり現れたりするんだよって。使えるエネルギーの総量は決まっていて、弾き飛ばすのに何パーセントとか。エネルギーがいろんな形になるのは、電池とモーターで説明できるでしょう？例えばの話。電池でモーター回して運動になるし、電池でパソコンも熱くなる」と提案した。学生 B3 は、あまり乗り気ではない様子で、「あんまり話があちこち行くのは絶対混乱するけどね」と答えた。

説明法の提案：
エネルギー変換
の説明をする

内容の省察：
混乱する

学生 D3 が「もっとリッチなビジュアル表現がしたいですよ。動画表示でサーモグラフィーの図です、とか」と話した。学生 B3 は「Flash【Adobe 社が開発する動画等のソフトウェア】で無理やりごまかすという手があるけど」と答えた。学生 D3 が「でっちあげの H₂O と CO₂ を用意して、離れるとほら温度が下がったよ、とか」と話すと、学生 F3 が「腑に落ちない」と答えた。

説明法の提案：
絵でごまかす

内容の省察：
腑に落ちない

(上記いずれもフィールドノート 8月22日)

上記のような多数のアイデアが出されて検討されたものの、科学的に不適切である場合や、わかりにくいということで却下された。途中、学生 C3 がエネルギーを通貨に喩える方法を提案すると、そのメタファに、メンバーが同意した。そのときの会話は次のような内容であった。

学生 B3 が「エネルギーを通貨みたいに扱ってみるとか。通貨は日銀が刷らなければ保存されるし」と提案した。それを受けて学生 C3 が「熱という通貨があって、水分子があって、尿素結晶がいる。【水分子が】この尿素くんひとりちょうだいていって、【通貨を】あげてもってくる。今のよくな？割とすっきりしたよね」と話した。学生 D3 が「通貨を払うと仕事してくれるというのはわりといい」と反応した。

説明法の提案：
通貨に喩える

内容の省察：
通貨の喩えは
良い

(フィールドノート 8月22日)

エネルギーを通貨に喩えることが決まると、どのように説明するかが検討された。この過程で、分子を擬人化することが決められた。このように、様々なアイデアが出され、何の科学的知識を伝え、何を伝えないか、知識をどう解釈して表現するかが検討され、説明方法が決められた。

しかし、擬人化する方法を使っても、「尿素が熱エネルギーを仕事に変換する」ということをどう説明したらいいのか結論がでなかった。このため、学生 B3 は天下り式に（児童が自ら考え出せるよう誘導するのではなく一方的に答を教える方法で）教えるしかないと提案した。

学生 B3 「あんまり余計なことは言いたくないな」と話すと、学生 C3 は「正確にするとどんどん余計なことが増えていく」と答えた。学生 B3 は「思い切った天下りが必要だよ」と話した。（フィールドノート 8 月 22 日）

内容の省察：
天下りが必要

この提案に従い、科学的説明の一部は、天下り式に教えることに決められた⁶。天下りの方法については学生らにとっては決して乗り気とはいえない決定であった。学生らは、今までの活動のなかで、科学的な機構を面白いと思ってもらうための工夫を行ってきた。その工夫とは、誘導形式の問題を通じて、小学生に自分で科学的な機構について考察してもらい、答えに辿り着いてもらうという方法である。

本事例でも、学生たちは小学生に自分で考えてもらう方法を検討していた。しかし、熱や分子、エントロピーといった背景知識のない小学生が、科学的知識を自力で考え出すのは難しいという結論に至り、断念した。これについて、グループインタビューでは次のように話している。

学生 B3 「たいてい、最初に立てた目標と齟齬が発生して、うまくいかないですね」
インタビュアー 「今回は齟齬があるんですか？」
学生 B3 「ワークシートで誘導形式で問題を解かせて、無理なく現象について考えてもらうというのができそうにない」
インタビュアー 「まとめプリントは違うんですか？」
学生 C3 「無理なく考察を行うというよりはまとめプリントなんです」
学生 B3 「授業でやったことを穴埋めするだけです。こちらから天下り的に教えるだけなので、子供が飽きやすいです」
(グループインタビュー 8 月 29 日)

過程の省察：
誘導形式の方法
採用が難しい

過程の省察：
天下り式は
飽きやすい

⁶ アイデアを出し合い、決めていく過程は、フィールドノート(2011年8月22日)に基づく。

このように、「無理なく現象について考えてもらう」方法についてこれまで利用してきた方法論を適用しようとし、この方法論が適切であると評価しながらも、天下り式を採用していた。

その後、どう表現するかについて、学生 B3 は 4 コマ漫画で説明したらどうかと提案した。学生 B3 は次のように話している。

なんかアニメーションじゃなくて、パラパラ漫画というか、4 コマ漫画的にしたくなった。そのほうが作るの楽だし、今回はそのほうがいい気がしてきた【中略】四コマで起承転結という感じで。だって、あんまりごちゃごちゃしたアニメーションつけるのも原理が説明しにくくなるから、これくらいの 4 コマ漫画くらいがいいかなと思ってさ。これだったら画像を作っただけだからすぐできる。(フィールドノーツ 8 月 22 日)

表現方法提案：
4 コマ漫画

これを受け、原理説明のための 4 コマ漫画を作ることがきめられ、加えて小学生が書き込みできる「ワークシート (まとめプリント)」を作成する事も決められた。

(1-3) 資料の作成

22 日のミーティング後、学生 C3 は「まとめプリント」を作成した。ミーティングで話し合われた説明方法をもとに、熱と温度の関係、ヒヤロンが冷たくなる理由、クエン酸と重曹をまぜると冷たくなる理由を説明した小学生向けの文章を作成した。そしてそのなかの重要単語をいくつか空欄にし、小学生が穴埋め式で書き込めるようにした。

一方で学生 B3 は原理を説明した 4 コマ漫画を作成した。学生 B3 は、学生 C3 から「まとめプリント」の仮案を受け取ると、4 コマ漫画を挿入し、部分的に文章を整え、A4 の紙面に読みやすいよう考えてレイアウトした。このプロセスについて学生らは次のように話している。

学生 B3 「学生 C3 が原案作って。絵は俺が全部作って。【中略】レイアウトで変えたところはここに温度と熱を加えただけですよ。あと、4 コマ入れる位置が右から左になった。【中略】四コマが左にないと読みづらいんですよ。そういう理由があって、変えた」
インタビュアー「文章は学生 C3 が考えたんですか？」
学生 B3 「基本的に。でも俺が結構変えましたね。デザイン考えて、4 行にしたいとか、この括弧外したいとか。あとルビも俺がふりました」(グループインタビュー 8 月 29 日)

プリント作成・
修正の経緯：
C3 が文章、B3
が絵を作成し、
B3 が全体を
調整

このようにして学生 B3 と C3 によって、「まとめプリント」の原案が作成された（図 5-1 参照）。

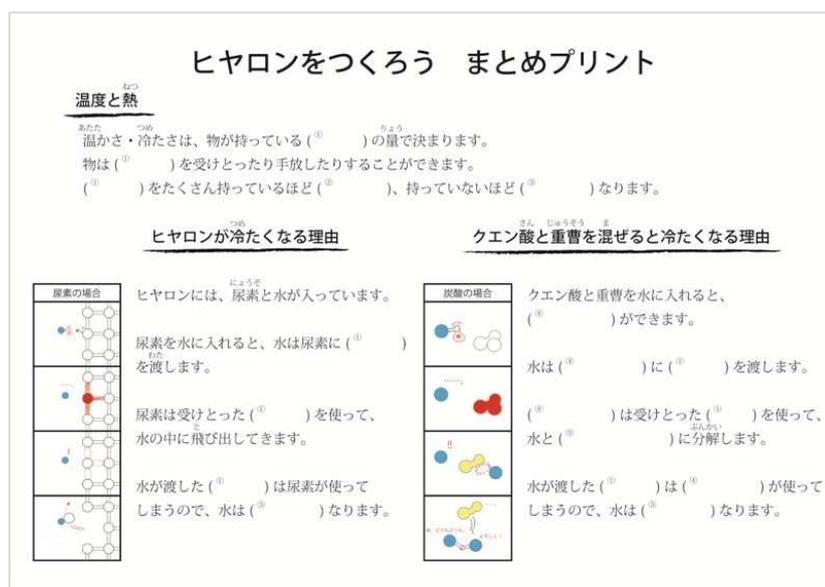


図 5-1 「まとめプリント」

（出典：学生 B3 と C3 が作成したまとめプリント）

8月24日のミーティングでは、この「まとめプリント」の原案が出され、ほかの学生らが内容を確認した。また、クエン酸や重曹を測って人数分まとめるといった、試薬の準備作業が行われた。29日のミーティングでも引き続き試薬の準備作業が行われた。

29日のミーティングでは全体の説明を担当する講師も話し合われ、提案者の A3 に決められた。しかしながら学生 A3 は私用のため、8月のミーティングに一度も出席できていなかった。このため、参考資料として、学生 B3 と学生 C3 から「まとめプリント」と、目的や企画の流れ、原理の説明が掲載された「備忘録」がメールで送られた。

学生 A3 は資料を受け取ると、「まとめプリント」と「備忘録」に沿う形でプレゼンテーション資料を作成した。全体の流れは、導入、実験 1 についての説明、実験 2 についての説明、それぞれの実験の科学的機構の説明というものだった。このような流れは、学生 B3 と C3 が提案しており、また、これまで学生 A3 が経験してきた企画と同じであった。学生 A3 は次のように話している。

【学生 B3・C3 から送られてきた資料の】説明の部分は綺麗にまとまっていたので、これに沿うようなかんじで。【中略】どの実験のときも、導入をやって、実験をやって、まとめをやるという感じですかね。
(インタビュー11月4日)

構成の根拠：
資料に沿って作成した

構成の根拠：
どの実験の時も同じ流れである

また、資料の作成のときは、これまでの企画と同様に、シンプルにし、全体に一本の筋道を通すことを意識していた。学生 A3 は、工夫したところはるかという質問に対して、次のように話している。

今回に限らずですが、とにかく明確な一本線を示すということはプレゼンを作るときには気をつけています。シンプルになる一番の要因ですね。ほかのものは見せない。ドライアイスとか冷たいものいっぱいあるよね、とかはしない。混乱させないように作ろうと思うと、だいたいこんなシンプルになります。(インタビュー11月4日)

資料の工夫：
明確な一本線を見せる

学生 A3 は上記の流れ、方針に従って図 5-2、5-3 のようなプレゼンテーション資料を作成した。



図 5-2 スライドの例 1

(出典：学生 A3 が9月3日に発表したプレゼンテーション資料)

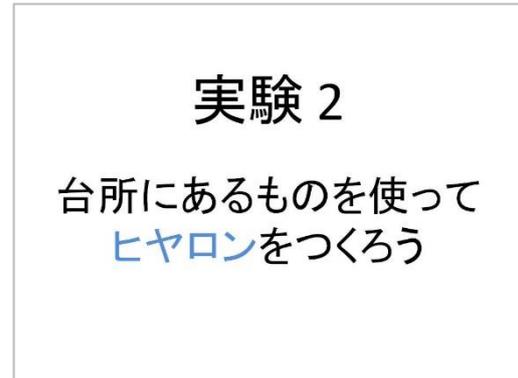


図 5-3 スライドの例 2

(出典：学生 A3 が9月3日に発表したプレゼンテーション資料)

(1-4) 発表練習と指導方針の確認

出張授業前に、学生たちは大学に集まって、ミーティングを実施した。まず学生 A3 が全体の流れを説明し、小学生 40 名が対象で、5 人ずつの班で別れていることも話した。そして、実験 1 と 2 については、テーブルごとにつく予定の TA(ティーチングアシスタント：講師を除いた 6 名の学生)に進行をまかせたい、と話した。

その後、発表練習が行われた。学生 A3 が講師としてパワーポイントを使って当日のとおり説明をし、ほかの学生らが小学生のふりをして質問をし、不明瞭なところなどを確認するなどした。

このときに説明方法として修正されたのは次の二点である。一点目は、ヒヤロンを行きがけに購入し、小学生に実際に触ってもらいながら説明したほうがわかりやすいのではないか、という提案である。この提案は採用され、ヒヤロンが購入された。

二点目は、学生 A3 は「まとめプリント」の穴埋め問題を小学生に各自で解いてもらおうと考えていたものの、それは難しいという指摘がなされたことである。学生 D3 は次のように発言している。

これ TA がヒント与えないととけなくね？【中略】だって熱とかなんとか、酸素を渡すとか、まだ一言もこっちは言っていないでしょ？化学反応が起きているんだよってそもそもいままでの話ででてないから、たぶんそういう姿勢を持っているんじゃないと、何を書いているかわからないと思う。(フィールドノーツ 9月5日)

内容の省察：
ヒントがないと
書けない

これを受け、学生 A3 は講師が説明しながら穴埋めをしてもらうことに、説明方法を変更することに決めた。

また、小学生が行いそうな行動を、TA がどう統制をするか、ということも、議論された。たとえば、クエン酸と重曹と水は、ジッパー付きの袋に入れて混ぜることになっていた。これらを混ぜると泡が発生するため、ジッパーは開くよう指導する必要がある。このとき、もしもジッパーを閉めたままにしたらどうなるか、について、事前準備で次のようなやりとりが観察されている。

学生 D3 が「混ぜた瞬間にふたを閉じてたらどうなるのか興味がある」と話した。学生 B3 は「じゃあ閉めたらどうなるかいまやってみる？」と答えた。【中略】学生 E3 がふたをしめる実験を始めた。他のメンバーは袋の中身が飛び散っても濡れることがないようにパソコンや貴重品をしまった。学生 E3 がクエン酸と重曹の入った袋に水を入れ、ふたを閉めると、袋がどんどん膨らみ始めた。みんな「危ない」「怖い」と言いながら笑って騒いだ。袋は限界まで膨らむと、「パンっ」と音をたててしぼんだ。袋は破れることはなく、口があいたようだった。そのため、中身が飛び散ることはなかった。しぼんだ袋をみながら、学生たちは大声で笑った。そして、子供がやらないよう気をつけよう、と全員で方針を確認した。(フィールドノーツ 9月5日)

実験による
学び：
蓋を閉じると何
がおきるか検討

指導方針決定：
TA は子供がや
らないよう指導

また、実験材料を舐めるとどうなるのかについても次のような議論があった。

学生 B3 が「舐めると？舐めると？まあ問題ないけど。お水が危ないくらいか。なめてみる？」と聞くと、学生 A3 が軽く舐めてから「しゅっぱ苦いね。重曹とクエン酸のハーモニーが」と言って笑った。【中略】学生 B3 は「まあ両方とも食品の添加物だから」と話した。(フィールドノート 9 月 5 日)

実験による
学び：
舐めるとどうか
検討

このように、小学生が行いそうな物事に関しては、実際に自らが実験して確認し、指導方法を決めた。

(2) 実践段階-1：A 小学校の出張授業

小学校に移動すると、理科室で実験道具の準備を行った。開始時刻になると予定通り 40 名ほどの小学生が集まり、授業が始まった。学生 A3 は教室の前方に立ち、パワーポイントのスライドショーでヒヤロンの写真を見せ、児童たちに向けてヒヤロンを知っているかと質問した(図 5-4 参照)。そして、ヒヤロンとはどういうものなのかを説明しながら、実物のヒヤロンを、児童が触れられるようまわした。そして、ヒヤロンの中身は尿素と水であることを説明し、今から尿素と水を混ぜる実験を行うと話した。



図5-4 授業の様子(9月5日)
(筆者撮影)

実験 1 が始まると、6 つの机にそれぞれ一人ずつの学生が TA として付き、実験を指導した。児童たちは雑談しながら作業を進めた。

学生 B3 が TA をしている机を例にとると、次のような様子が観察された。

学生 B3 の机では、5 人の児童が座っていた。まず、机の上にあった尿素有の袋と水を児童に配ると、学生 B3 が「まず尿素有の袋の入り口を開けてみてください」「水を入れてください」と児童の作業のペースに合わせながら作業を指導した。児童たちはおとなしく指示にしたがった。そして児童が尿素有の袋に水をいれるとすぐに、「冷たい！！」と楽しそうに声をはりあげた。粒状の尿素有をみて、「尿素有お米に似てる」と話したり、「まだ冷たい」などつぶやいたり雑談している。ある児童が学生 B3 に向かって「マイナスってますか？」と聞いた。学生 B3 は「マイナスはってないなあ。でもそうなる場合もあるよ」などと受け答えた。(フィールドノーツ 9 月 5 日)

このように TA は児童たちの様子を見ながら、グループ内の児童の作業を指導した。

袋が冷えると子どもたちは歓声をあげたものの、だんだん袋が温まってくると雑談が生じた。学生 A3 が再び教室の前に立ち、尿素有は家には普通は置いてないので、次は家にあるものを使って実験をしよう、と話した。そして、重曹やクエン酸が日常のどのような場面で使われるのか、小学生たちに問いかけながら、説明した。

実験 2 が始まると、再び TA がグループごとに児童たちに作業の説明をした。実験 1 と同じように、TA はグループ内の児童の作業を指導した。そして、一部の TA は会話の中で、泡として何が出ているのか、何が起きているのかなどを説明したり、児童に考えることを促すような質問をしたりした。例えば、学生 B3 の机では次のようなやりとりがみられた。

学生 B3 の机では、学生 B3 が「ぶくぶくがでたらさわってください」と話し、「袋の口は閉めないでください」と指導している。【中略】学生 B3 が「ところで、この泡ってなんだ？」と聞くと、児童たちは袋に触ったまま「クエン酸！」「炭酸！」と単語をあげた。一人が「二酸化炭素有！」というので、学生 B3 が「そう、二酸化炭素有」と答えた。すかさず児童が「ビールの泡？」と聞くと、学生 B3 は「ビールの泡もたぶん二酸化炭素有」と答えた。(フィールドノーツ 9 月 5 日)

手作りのヒヤロンが温まってくると、再び児童たちが退屈し始めた。ここで学生 A3 が教室の前に立ってプリントを配布し、吸熱機構の説明を始めた。学生 A3 はスライドショーに「まとめプリント」を映し出すと、プリントの説明を読み上げながら、穴埋め部分の答えを児童に質問した。しかし、一部の児童たちはペンを持っておらず、貸し借りしている間、説明を聞かない様子が観察された。また、一部の児童はいま自分が何をしたらいいのかわからなくなり、ざわついた。全体としてざわついたまま、学生 A3 は 4 コマ漫画の説明をした。児童が困っている場合は、TA が個別に答えを教えた。

全ての穴埋めの答えの説明が終わった頃に、授業終了のチャイムが鳴った。質問があるか聞いた後、終わりの挨拶をして、授業を終了した⁷。

(3) 反省段階-1：A 小学校授業後の反省会

授業が終わると、X3 先生とともに理科室で反省会が行われた⁸。学生 A3 の司会のもと、一人ずつ反省を話した。出された反省の中には、講師の説明方法や絵などの表現、時間の采配に関するものと、TA の対応に関わる反省がみられた。

前者については、たとえば、実験時間が中途半端に長かったことなどがあげられた。学生 B3 による次のような意見である。

時間配分は結果的に良かったのかなと思うけど、実験が中途半端に長かった気がするな。結構困った。これは頑張って補足説明なりなんかいろいろしたので、あまりにもひまだったので二酸化炭素の話をしてしまった。そういうところでつじつまを合わせられたのはよかったかな。(フィールドノーツ 9月5日)

内容の省察：
実験時間が
長かった

また、小学生が誤解する可能性のある表現個所が指摘された。例えば学生 E3 は次のような指摘をしている。

ひとつ気になったのは、あの結晶の格子があるじゃないですか。あの丸い粒が一個の分子だとちゃんと理解しているのか、それとも、子供たちが配ったときの粒粒があの丸だと思ったのか。もしかしたらそういう風に解釈したんじゃないかな。(フィールドノーツ 9月5日)

内容の省察：
尿素分子の絵を
粒と誤解する

⁷ 9月5日の実践の様子は、動画記録とフィールドノーツ（2011年9月5日）に基づく。

⁸ 反省会の記述は、フィールドノーツ（2011年9月5日）に基づく。

このように、資料の一部に誤解を招く表現があったことなどが問題として挙げられた。このほか、原理説明の途中で児童の集中力が切れていたことなどが上げられた。

後者については、TA のなかに子どもの目線の高さに合わさずに話す人がいたことがあげられた。学生 C3 による次のような意見である。

改善すべき点。一点は、子供たちと目線を合わせましょう。だいたいできていたんですけど、ところどころ上から目線で。
(フィールドノート 9月5日)

内容の省察：
目線を合わせる
こと

TA 自身も実験キットをもち、一緒に作業をしたほうがわかりやすいことも指摘された。この点に関しては、学生 B3 と X3 先生が次のように話している。

ちょっと思いついたんですけど、改善すべき点で、TA が自分自身でキットを一組持っているといいなと思った。今日は忘れていた。(フィールドノート 9月5日)

過程の省察：
TA もキットを
持つ方がいい

これに対して、X3 先生も同意する意見を述べている。

そうね。授業でも、同じものをやってみせないとわからない。言葉の説明だけではわからないですね。だからクラスのみんなを集めて、前の机で囲ませて、こうやってやるんだよって、電気の配線なんかもここここをつなぐんだよって、初めて言葉と図の説明をしたあとで、やって見せて、はいやりましょうっていうと失敗が少ない。(フィールドノート 9月5日)

一緒にやる
重要性の説明：
一緒にやって
見せると失敗が
少ない

学生 B3 の「今日は忘れていた」という発言から、この指導方法はその他の企画でも採用されている方法と考えられる。このほか、学生間で情報共有ができない、テーブルの児童全員を相手にするのは難しかったこと、などがあげられた。

学生たちの反省が出された後、X3 先生からも意見が出された。ひとつには、4 コマのイラストの中にある丸が何を示しているのかわからない、という意見をあげた。また、普段の授業と今回の授業がどのように違うのかを話した。X3 先生は次のように話している。

普段はひとりで話をして、担任がそこにいて、チームティーチングをやっているんですけど、今日みたいに各テーブルにひとりずつついていると、雰囲気は全然違います。【中略】人が一人ついていると、落ち着き方が違います。話を聞いてとか、こちらを向いてとか、生活指導上の注意を全くしなくていい。実験の手順やなんかを解説する必要もない。なんて楽なんでしょう！質問もすぐ、聞けば返ってくるという条件ですよね。【中略】グループに一人ついてくれるとこんなに教育効果があるのかと実感しました。(フィールドノーツ、9月5日)

先生の意見：
先生と学生の
教育法の違い

このことに対して、学生 B3 は後に次のように述べた。

我々の教育のどういうところが先生の教育と違うのかを言ってくれたから。それはいいところも悪いところも含め参考になったかな。【中略】我々は人海戦術だから、子供たちもちゃんと実験してくれるって言ってたね。(グループインタビュー11月12日)

前提の省察：
先生の教育法と
の違いの自覚

このように、自分たちの教育方法のどのようなところが教師による指導と違うのか、他者から学んだと考えられる。

X3 先生の助言が終わると、雑談をして反省会を終えた。

(4) 準備段階-2：次の出張授業に向けた準備

出張授業を終えた9月6日、学生 B3 と学生 C3 は、学生間で原理の理解が共有できていなかったという反省を踏まえ、「ヒヤロンを作ろう TA 用資料」を作成した。学生 B3 と C3 が、自分が企画に関連して調べた内容、知っている内容をまとめ、内容を整えた⁹。TA 用資料に書かれていたのは、市販のヒヤロン・実験で作るヒヤロンの特徴や誤飲の際の対処法、尿素やクエン酸、重曹、炭酸の由来や入手先、販売価格、用途、毒性の有無などについてであった。これはメーリングリストで全員に配布された。この TA 用資料は、児童たちが実験に飽きて退屈した時などに、TA が話すための「ネタ」として利用されることになった。

9月7日にはミーティングが行われた。ここでは主に原理をどう説明するのか、どう表現していくのかということが議論のテーマとなり、プレゼンテーションの表現や内容の修正が行われた¹⁰。

たとえば、5日の反省には、原理の説明が小学生には難しいという問題があげられていた。この原理の説明は、「まとめプリント」全体をスラ

⁹ 学生 B3 と C3 の間のメール(2011年11月)に基づく。

¹⁰ フィールドノーツ(2011年9月7日)に基づく。

イドプレゼンテーションに貼り付け、講師が内容を説明するという形をとっていた（図 5-5 参照）。しかし 9 月 7 日のミーティングでは、それでは見にくいという意見が出された。改善の過程では次のような会話がみられた。

学生 A3「なんか【プリントでは】一言で終わっているけど、すごいことがおきているんだよね。結合が切れているんだよね」

学生 C3「そのへんはパワポに 4 コマ出しちゃったらどう？ 1 コマずつ」

学生 A3「うーん。できるかな。プリントを出しつつ、オーバーラップで出るようにする」

学生 C3「あるいは 1 コマだして、右の方に説明文がのっているというのでもいいかもしれない。小さくなるとみにくくなるんですよ」

学生 A3「ですね。そうしよう」【中略】

学生 C3「いまの説明のかんじだと、プリント見ながら、説明文とスクリーンを交互に見る感じじゃん。そうするとテニスの試合になる気がする。だから一回そのテキストを忘れてもらって、4 コマ漫画を説明して、それをまとめてみようというスタイルで説明したらどうでしょう？」

（フィールドノーツ 9 月 7 日）

内容の省察：
1 コマずつ表示し、隣に説明文を掲載する

内容の省察：
漫画を説明し、それをまとめる流れはどうか

このような会話を経て、最終的には 4 コマ漫画をひとつひとつ表示し、最後にプリントでまとめるという改善案が出され、学生 A3 は修正を行った（図 5-6 参照）。

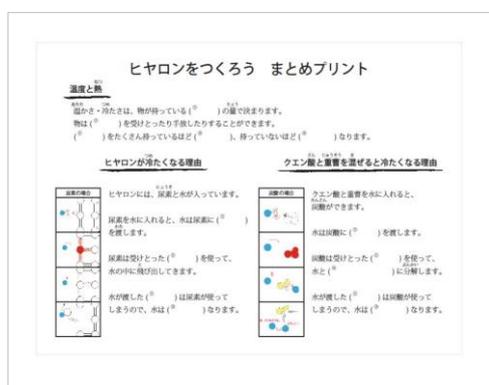


図 5-5 修正前のスライド 1
（出典：学生 A3 が 9 月 5 日に発表したスライドプレゼンテーション資料）



図 5-6 修正後のスライド 1
（出典：学生 A3 が 9 月 12 日に発表したスライドプレゼンテーション資料）

このように、スライドの表現や説明の方法について反省点が出され、改善案が出される、というやり取りが繰り返された。そして、改善案に沿って学生 A3 がその場でスライドを修正し、修正後には発表練習を行った。ほかの学生らが内容を確認し、ミーティングを終えた。

9月12日のB小学校の出張授業の前には、再び大学に学生が集まった。そして、TA全員でTA用資料の内容を確認し、またA小学校での反省会の議事録を読み上げ、反省点を再確認した¹¹。

(5) 実践段階-2：B小学校の出張授業

B小学校に移動すると、理科室で実験の準備を行った。開始時刻になると小学生24名が集まった。Y3先生が始まりの声をかけ、出席をとり、授業が始まった¹²。

A小学校と同様に、学生A3が教室の前面に立ち、ヒヤロンとは何かについて、実物を見せながら説明をした。そして、尿素と水を混ぜて実験を行うと話した。

実験1が始まると、6つの机それぞれにTAが一人ずつついた(図5-7参照)。その日は学生が5名しかいなかったため、学生A3もテーブルでの指導に加わり、また学生C3は一人で二つのテーブルを指導した。



図5-7 授業の様子(9月12日)
(筆者撮影)

¹¹ フィールドノート(2011年9月12日)に基づく。

¹² 実践の様子は、フィールドノート(2011年9月12日)に基づく。

TA である学生は、TA 用資料に書かれた温度などの情報を教えつつ、自らも一緒に実験しながら指導を行った。この2点は、前回から変化していた。例えば、学生 D3 のテーブルでは次のような様子が観察された。

学生D3が、「袋をあけてください」と児童たちに声をかけ、自分も一緒に作業をした。児童が「なんだか全然匂いしない」と話すと、学生D3は「匂いしないね」と相槌をうった。学生D3の指導に従って尿素と水を混ぜると、子供たちが「冷たい」「あー。きもちいー」と声をあげた。学生D3は「粉が溶けただけだよ」と話すと、子供のひとりが「白くくもってきた」と話した。学生D3は「うん。結露。コーラとか飲むとそうなるよね」と返した。児童がどれくらい冷たいのかと聞くと、「温度計だと6℃か8℃くらいになるよ」と答えた。(フィールドノート9月12日)

袋がぬるくなってくると、学生 A3 が再び教室の前に立ち、次は家にあるもので実験しようとした。実験に使う資料の説明を、A 小学校のときと同様に行った。

実験 2 が始まると、TA が実験の道具を配り、再び指導を始めた。実験 1 と同様に、どの TA も一緒に作業しながら小学生に指導をし、また TA 用資料に書かれた情報を会話の中で伝えていた。例えば、学生 A3 のテーブルでは実験材料がスーパーで手に入ることを次のようにして伝えていた。

学生A3の机で実験が終わると、学生A3が「ぬるくなってきちゃったですね」と話した。子供たちが嬉しそうに「袋が破裂したら？」ときいた。学生A3が「中身が出てきちゃいます」と言う。学生A3は「クエン酸と重曹はスーパーでも売っているよ」と話すと、児童が「えっそうなの？」と聞いた。児童たちは袋を触ったり、じっと眺めたりしながら、学生A3と会話していた。

(フィールドノート9月12日)

実験が終わると、学生 A3 が教室の前に立ち、プリントを配布した。そして仕組みの説明を始めた。穴埋め問題の説明では、A 小学校では、答を小学生に聞きながら説明していたものの、B 小学校では、小学生が思いつくのは難しかったという反省を踏まえ、小学生に聞かずに答を教えながら、説明した。そして、4 コマ漫画を一枚ずつ表示し説明した。説明が終わり、穴埋めもすべて終了すると、前回の反省を踏まえ、学生

A3 はすべての文章をはっきりと読みなおした。そして、質問があるかどうか、聞いた。Y3 先生が「クエン酸の方は家でもすぐできるか是非試してください」と話し、全員で挨拶をして授業を終了した。

(6) 反省段階-2：B 小学校授業後の反省会

授業が終わると、B 小学校の最寄り駅まで移動し、ファーストフード店に入って反省会を行った。前回の反省会と同様に、学生 A3 が司会をしながら、ひとりひとりが反省を述べた。ここでもいくつかの問題が提示された。たとえば学生 B3 は次のような問題を指摘している。

気になったのはね、クエン酸と尿素の実験の境目が微妙にはっきりしなかったんだな。途中でクエン酸の実験でダレ始める子がちょこちょこ後ろの方で出始めていたから。これが尿素の説明ですって一回強く区切っちゃったほうがいいのか。尿素の説明とクエン酸の説明が地続きみたいになっていたので、もうちょっと区切れ目をはっきりさせたほうがいいんじゃないかな。(9月12日フィールドノーツ)。

内容の省察：
実験の境界を
明確に区切る

また、TA 用の資料についても、役に立ったかを評価し、次回以降に役立てようとする次のような会話が観察されている。

学生 B3 が「TA 用資料は役に立ったかどうか聞かないと」
学生 D3 「たったよ。具体的な温度の数字があったのがよかった」【中略】
学生 B3 「TA 資料毎回作るのは骨が折れるな。企画をやりながらまとめていかないと」(フィールドノーツ 9月12日)

過程の省察：TA
資料は有用

このように TA 用資料が役に立ったという評価が出され、次回以降も作成することが決められた。このほか、よかった点としては、説明と時間配分に関しては、前回よりもよくなったということ、反省すべき点として、実験後のパックを回収しないと、机に溶液をこぼす小学生がいること、落ち着きのない児童は TA が注意すべきということ、集中力が切れた小学生がいたことなどがあげられた¹³。

反省会は学生 C3 が議事録をとり、実施報告としてメーリングリストに報告した。

¹³ フィールドノーツ (2011年9月12日) に基づく。

5.4 具体的なプロセスの分析結果まとめ

実践のプロセスの詳細を簡潔にまとめると、次のようになっていた。

(1) 準備段階

(1-1) 立案

学生 A3 が吸熱反応の実験を行う企画案を発案した。学生 B3 と学生 C3 が予備実験を行い、実験方法を考えると同時に、吸熱反応の機構がどうなっているのか文献等で調べたり、計算したりして明らかにした。これを踏まえ、企画書を作成した。

(1-2) 表現方法の検討

ミーティングで、学生 B3 と学生 C3 はほかの学生たちと吸熱機構に関する知識を共有した後、どのように説明するか、アイデアを出し合って話し合った。

(1-3) 資料の作成

話し合って決められた説明方法に基づいて、吸熱機構の説明がまとめられ、小学生たちが穴埋め作業を行う「まとめプリント」として整理された。また、「まとめプリント」と「備忘録」に沿って、学生 A3 が発表スライドを作成した。発表は、これまでやってきた授業と同じ流れで作られた。

(1-4) 発表練習と指導方針の確認

授業の直前に学生 A3 がほかのメンバーの前で発表練習を行い、流れの確認を行った。また TA の指導内容や方法を確認した。さらに、小学生が行いそうな行動にどう対応するのか、実験したり、話し合ったりして決めた。

(2) 実践段階-1

A 小学校で、学生 A3 が発表を行った。ほかの学生らは TA として小学生を指導し、会話した。

(3) 反省段階-1

A 小学校の X3 先生とともに反省会を行い、修正すべき点をあげた。

(4) 準備段階-2

反省点を踏まえ、ミーティングで発表練習と修正作業を行った。

(5) 実践段階-2

B 小学校で授業を実施した。前回とほぼ同じ形式で授業を行い、発表と指導を行った。その際、反省会で出された修正点は修正された。

(6) 反省段階-2

学生らで反省会を行い、次回以降の修正点がまとめられた。

5.5 省察の分析結果まとめ

事例において行われた省察は表のように分類された（表 5-3）。それぞれについて以下に説明する。

表 5-3 省察の分類結果

省察の種類	内容	時期（段階番号）
内容の省察	発表上の問題に対する省察	(1) 準備-1 (3) 反省-1 (4) 準備-2 (6) 反省-2
	TA による指導上の問題に対する省察	(1) 準備-1 (2) 反省-1 (6) 反省-2
過程の省察	発表上の問題の解決策に対する省察	(1) 準備-1
	TA による指導上の問題の解決策に対する省察	(3) 反省-1 (6) 反省-2
前提の省察	企画の前提となる仮説の生成・自覚	(1) 準備-1
	教師との指導方法の違いについての自覚	(3) 反省-1

5.5.1 内容の省察

(1) 発表上の問題に対する省察

発表上の問題に対する省察は、いかにしてわかりやすく伝えるのか、方法を練る段階と、実践の前後で観察された。

学生らは発表資料を作るために、(1-2) 表現方法の検討の段階において、小学生には難解な反応機構をどのようにして伝えるかを議論した。この際、様々なアイデアが出され、分かりやすいか否か、科学的に妥当かどうか批判的に検討することを繰り返した。最終的には熱を通貨のメタファで説明すること、分子を擬人化することに決まった。

また、練習と二度の実践を行った後にも、伝える上でどのような問題があるのか、どう解決したら良いかについて学生間で指摘や議論がなされた。たとえば準備段階-1 ではプリントの穴埋めは講師が説明しながらが良いといった意見が出され、A 小学校の実践に反映された。反省段階-1 や準備段階-2 では様々な学生から、小学生が尿素の分子と粒を誤解するのではないかと、といった反省点が出され、学生 A3 がそれらの点を修正した。反省段階-2 においても実験の区切りがわかりにくいなどの反省点が出され、次回以降の課題として実施報告にまとめられた。

(2) TA による指導上の問題に対する省察

本事例では、講師である学生 A3 だけでなく、ほかの学生らも TA として小学生を指導した。この TA の行動についても、何が問題で、どう解決したらよいかという省察が観察された。

一つは小学生が行いうる行動に対して、どのように対応したらいいのかということが、実践段階-1 の直前で議論されていた。その際、試しに蓋を閉じて実験するなどの実験を行い、結果を学んだ上で TA の指導方針を決めた。この方針は二つの実践で採用された。

もう一つは、実践が終わったあと、反省段階-1 と 2 において、学生の間で TA の対応に関する反省点が出されたことである。反省段階-1 では子供と視線をあせていなかったことや、TA 間で原理や知識を共有していなかったことなどが挙げられ、実践段階-2 では改善された。反省段階-2 では実験後にパックを回収すべきといった反省が挙げられ、次回以降の課題として実施報告にまとめられた。

5.5.2 過程の省察

(1) 発表上の問題の解決策に対する省察

児童にどのように指導したらいいかという方法論を自覚的に利用し、評価していた。

学生らは、これまでの活動のなかで、誘導形式の問題を通じて、小学生に自分で科学的な機構について考察してもらい、答えに辿り着いてもらう方法を確立していた。本事例でもこの方法をとりたいと考えていたものの、内容が難解であったために、科学的機構を講師が積極的に教えるという天下り式の方法をやむを得ず採用した。学生たちは天下り式の方法は飽きやすいと評価した。この省察の結果は、まとめプリントや説明の方針などに反映された。

(2) TA による指導上の問題の解決策に対する省察

TA の指導方法の解決策に対して、過程の省察が観察された。反省段階-1 では、見せないとわかりにくいという問題に対する解決策として、TA 自身も一緒にキットを持って実験したらどうかという解決策が学生 B3 から提案された。これは他の企画で採用されていた方法であった。学生 B3 のこの提案に対し、X3 先生も、自身の経験を紹介し、失敗が少ない方法であると評価した。

また、知識が共有されていないという問題の解決策として作られた TA 資料についても、反省段階-2 において役に立ったかどうかの評価され、次回以降も資料作りを取り入れることが決められた。

5.5.3 前提の省察

(1) 企画の前提となる仮説の生成・自覚

企画の立案時には、吸熱反応の実験を企画する前提にある、仮説の生成と自覚プロセスがあった。

本事例の企画を提案した学生 A3 は、2009 年（学生 A3 の一年次）に、子供が親と一緒に岩絵の具を作るという企画を手伝ったことがあった。その際、触覚が子供の記憶に残るという仮説を得た。それに基づき、発熱反応の企画を行い、好評を得た。次は吸熱反応の企画を行いたいと考え、企画を提案した。

(2) 教師との指導方法の違いについての自覚

A 小学校の X3 先生は、反省段階-1 の反省会に参加し、学生たちに感想を伝えていた。この際、学生らのように指導側の人数が多い授業は普通の授業と異なることを伝えた。この意見を受け、学生 B3 は自分たちの教育方法のどういうところが教師による指導と違うのかがわかって参考になったと話している。他者の視点から自分たちの教授法の特徴を自覚したと考えられる。

5.6 表現の創出・修正の分析結果まとめ

言葉やプレゼンテーション資料はどのように創出・修正されたのか、分析結果を示す。分析結果のまとめを、表 5-4 に示した。この結果について説明する。

(1) 説明方法の考案とまとめプリントの作成

8 月 1 日に企画が始まって以降、学生 B3 と C3 は企画案にあった実験の吸熱反応の科学的機構を調査した。そして 8 月 3 日と 8 月 22 日のミーティングでほかの学生と科学的機構の理解を共有し、何をいかにしてわかりやすく説明するか検討した。多くのアイデアが出され、それらを批判的に検討した結果、通貨の喩えと分子の擬人化を利用することが決められた。検討した結果は、「まとめプリント」に反映された。

表 5-4 表現の創出・修正の分析結果

時期	主な表現内容	上位コードの例	契機・要因
8月1日- 8月22日	説明方法の考 案とまとめプ リントの作成		学生らがディスカッション し、説明方法を考え出した。 その説明方法に基づき、見易 さを考慮したうえで、学生 B3 と C3 がまとめプリントを作 成した。
8月24日- 9月5日	初期案の作成		学生 A3 が送られた資料と過 去の経験に基づき、資料を作 成した。
9月5日	説明法の変化	穴埋め問題の説明法の修 正	練習後、学生の提案により変 更した。
	TA の指導法の 決定	袋の中身は舐めてもよい という方針に決定	学生らが議論し、どう指導す るか決めた。
9月5日- 9月12日	説明法の変更	天下り式の説明に変更	反省会とミーティングで学 生らが提案
	デザイン・言 葉・書き方の変 化	穴埋めの答を赤文字で表 示	
	説明の補足	分子と粒子の違いの説明 を図示化	
	TA の指導法の 修正	実験を一緒に行う方針に 変更	
9月12日 ～	説明法の変更	実験の間を明確な区切を 挿入	反省会で学生らが提案
	TA の指導法の 修正	実験後は袋を回収	

(2) 発表資料の初期案の作成

発表資料は学生 A3 によって作成された。学生 A3 は 8 月のミーティングに参加していなかったため、学生 B3 と C3 が送った「まとめプリント」と実験内容と原理をまとめた資料に基づき、資料を作成した。全体の流れは、導入、実験 1 についての説明、実験 2 についての説明、それぞれの科学的機構の説明というものだった。このような流れは、これまで学生 A3 が経験してきた企画と同じであった。作成の際は、これまで

の企画と同様に、シンプルにし、全体に一本の筋道を通すことを意識していた。

(3) A 小学校実践前後の、説明と指導法の修正

9月5日のA小学校の実験の直前期には、練習が行われ、説明方法とTAの指導方法について確認や修正が行われた。

A小学校の実践後は、反省会で学生らが意見を出し合い、反省点がまとめられた。9月7日のミーティングでは、学生A3の説明の内容を、反省点を踏まえてどのように修正していくかが議論された。議論された修正点は、その場で学生A3によって修正された。

TAの指導法については、反省会でTAが知識を共有していないという指摘がなされたことを踏まえ、学生B3が、TAが知るべき知識を集めたTA用資料を作成した。これがメンバー全員に配布された。この資料に掲載された知識の一部は、B小学校でTAが実験指導をする際に、児童に「ネタ」として話された。このほかにも、反省会で出された反省点を踏まえ、TAの指導方針が修正された。

(4) B 小学校実践後の、説明と指導法の修正

B小学校の実践後、反省会で反省点が出された。B小学校の実践後にも同じ企画をする可能性があるため、今後の企画の際に修正すべき点として、反省点が実施報告にまとめられた。学生たちは、学生A3による説明はB小学校での授業の時点でよくなっていたと感じていた。そのため、学生A3による説明の修正は、実験1と2の間を明確に区切ることで以外には、あまり出されなかった。

TAの指導方針については、いくつか反省点が出され、実施報告にまとめられた。例えば実験後に、実験で使用したパックを回収することなどが提案された。

5.6 おわりに

活動プロセスは(1)準備段階-1、(2)実践段階-1、(3)反省段階-1、(4)準備段階-2、(5)実践段階-2、(6)反省段階-2に分けられた。実践を二度行ったために6段階に分かれたものの、実質的にはほかの二事例と同様、(1)企画段階、(2)準備段階、(3)実践段階、(4)反省段階が基本プロセスであった。

省察について、内容の省察は、(1)発表上の問題に対する省察、(2)TAの

指導上の問題に対する省察、過程の省察は(1)発表上の問題の解決策に対する省察、(2)TAの指導上の問題の解決策に対する省察が観察された。前提の省察としては、(1)企画の前提となる仮説の生成・自覚、(2)教師との指導方法の違いについての自覚が観察された。内容と過程の省察の一部は、資料を作る段階、わかりやすく説明するにはどうしたらいいかという議論の際に観察された。また、内容と過程の省察のその他の部分は、練習や実践の反省点として出され、省察の結果は実践の内容に反映された。前提の省察は、過去の経験、X3先生のコメントが契機となっていた。

発表資料は、練習、実践を行うたびに修正が行われ、学生A3とその他の学生らの意見が合わさって発展的に変化した。学生A3が資料を創出、修正する契機となっていたのは、学生らの説明方法についての議論、過去の経験、反省会での意見、X3先生の意見であった。

また、事例で創造されたと考えられる知識は主に下記の4種類であった。

1) 知識の表現

伝えるための知識の表現として、スピーチとスライドプレゼンテーション資料、まとめプリントが作られ、TAが何をどう伝えるのか(指導方針)も決められた。そのほかの表現物として企画書と議事録、知識共有の資料が作られている。スライドプレゼンテーション資料は、過去の企画経験に基づいて構成され、活動の一連のプロセスを経て説明の補足が入る、時間配分が変化するなどの変化を受けた。まとめプリントは言葉と漫画によって科学的な知識がシンプルに表現された。また、TA用資料には、今回の企画に関わる科学的な知識が小学生への話のネタ、質問対応のための知識として表現された。

さらに、伝える知識の一部として、企画書を作成する前に実験を行い、実験の最適条件についての知識を得ていた。それらの知識は当日の実験指導に反映された。実践当日には小学生とともに吸熱実験の様子を確認し、実験に関わる知識を創造・共有した。

2) 表現方法についての知識

どのようにしたらわかりやすく伝わるのか、ということに関して、多くのアイデアが出され、検討された。その結果、擬人化やメタファを利用する方法が提案され、採用された。

また、学生たちが反省会やミーティングで意見を出し合い、漫画を一

コマずつ表示するなど、わかりやすく表現する方法についての知識を創造していた。TAの指導について、目線が上からなのであわせるようにするなど、現状にどのような問題があり、どのような指導を行うべきかと言うことに関して知識が創造されていた。

3) 自分についての知識

学生たちは、学校の先生と自分たちの教育がどう違うのかについて X3先生との対話を通じて知った。X3先生は、学生たちと授業を行うなかで教育の特徴の違いに気づいたので、この知識は今回の活動を通じて創造されたものと考えられる。

第6章 結論

6.1 はじめに

本研究では、知識の送り手側の科学技術コミュニケーションのプロセスを知識という観点から明らかにすることを目的に、関連する先行研究のレビューと3つの事例分析を行った。

本章では、以上から明らかになった発見事項を整理し、リサーチ・クエスチョンに対する解答として提示する。次に、本研究の理論的含意を論述し、科学技術コミュニケーションの表現創出に関するプロセスモデルを提示する。さらに本研究の実務的含意を論じ、最後に本研究の課題を将来研究への示唆としてまとめる。

6.2 発見事項のまとめ

本節では、事例分析から導き出された発見事項を整理する。序論において示した以下の3つのサブシディアリー・リサーチ・クエスチョン（SRQ）に解答し、それらをまとめる形で、メジャー・リサーチ・クエスチョン（MRQ）に解答する。

MRQ: 学生の科学技術コミュニケーション活動はいかに行われているのか？

SRQ1: 科学技術コミュニケーションではどのような活動が行われているのか？

SRQ2: 活動を通じて、学生はどのような振り返りを行っているのか？

SRQ3: 知識を表現する言葉や図表はいかに創出・修正されるのか？

6.2.1 SRQ1 の答え

SRQ1: 科学技術コミュニケーションではどのような活動が行われているのか？

本節では、学生による科学技術コミュニケーション活動の概要を3つの事例の分析結果からまとめて提示する。学生らの科学技術コミュニケ

ーションは以下のように行われていた。

(1) 準備段階

立案の段階では、自らの問題意識や目標を背景に、活動案を考え出し、企画書や計画書を作成した。また、企画に必要な活動として、予備実験やプログラム作成なども行われた。その後、発表準備が行われ、発表資料の初期案が作成された。また、発表練習が行われ、スライドやスピーチの修正が行われた。学生以外の関係者からの助言も行われた。

(2) 実践段階

練習した内容を発表し、質疑応答で聴衆と対話した。

(3) 反省段階

反省会が実施され、修正点や今後について議論・報告された。

なお、事例3については、上記の(1)～(3)を実施後、二度目の実践のため、(2)と(3)がふたたび行われた。

6.2.2 SRQ2 の答え

SRQ2: 活動を通じて、学生はどのような振り返りを行っているのか？

本研究では、学生の振り返りを、メジローの三種の省察の分類に基づいて分析した。三種の省察とは問題の内容や説明について振り返る「内容の省察」、問題解決の方法を振り返る「過程の省察」、問題の背後にある前提の知識や信念を問い直す「前提の省察」である。本節では、それぞれの省察について、どのような省察がいかなる契機で生じたのか、3事例を総合した結果を示す。

1. 内容の省察

内容の省察では、「発表上の課題に対する省察」「TAによる指導上の課題に対する省察」が観察された。これは発表をいかにわかりやすく、目的に即した形で行うか、ということに関わる省察である。これらの省察が生じた契機のほとんどは、他の学生からの指摘であった。そして、時期としては準備段階が多かった。このことから、「発表上の課題に対する省察」を促し、表現の修正を進めていくためには、他者に発表を批判してもらい、どう伝わるのかを学ぶことが重要であると考えられる。内容の省察としては、この他に運営上の問題に対する省察もみられた。

2. 過程の省察

過程の省察では、「発表上の課題の解決法に対する省察」が三事例で共通した。これは課題そのものではなく、課題解決の方法を評価するという省察である。この省察は、発表者の学生が他の学生からの指摘を受けの中で、あるいは他の学生とともに考える中で生じており、時期としては準備段階で多く見られた。これは内容の省察である「発表上の課題に対する省察」に付随するような形で生じていた。

また、事例2では「団体の支援に関する省察」が、事例3では「TAによる指導上の課題の解決策に対する省察」が、反省段階で行われた。事例2と3ともに団体としてノウハウを蓄積する必要性を感じたときに、この省察を行っていた。このことから過程の省察は、個人・団体として次回以降どう実践していくか、という今後への問題意識を持ったときに生じやすいと考えられる。

3. 前提の省察

前提の省察としては、次の三種類が観察された。以下に詳細を示す。

1) 企画の前提となる仮定や信念が明確化されること

学生たちは、準備段階の立案のときに、こういうことを伝えたい、どのような社会貢献をしたいといった、前提となる自分自身の仮定や信念を自覚・明確化していた。これには事例1の「目標設定と自己の研究位置づけの省察」、事例2の「研究に関わる信念の自覚」、事例3の「企画の前提となる仮定の生成・自覚」が当てはまる。今回の3つの事例では、前提が自覚される、あるいは具体化されるのみで、前提が大きく修正されることは観察されなかった。

2) 研究・科学的知識に対する自分の理解が深まっていくこと

事例1と事例2の「自分の研究理解に対する省察」が当てはまる。この省察は主に準備段階で生じており、契機となったのは練習を繰り返し、資料をまとめる作業であった。この省察で変化したのは、科学的知識そのものではなく、まだ検証されていない科学に関するアイデアや推論、解釈など、科学的知識に対する送り手の理解であった。事例3では伝える科学的知識に対する理解は深まっていた。そしてその理解が、どのようなメタファーで説明するか、というアイデアにつながっていた。

3) 他者／自己についての仮定が修正されること

学生たちは、他者や自分の特徴や仮定を自覚し、修正していた。事例1の「聴衆に対する仮定・信念の省察」、事例2の「他者に対する仮定・信念の省察」、事例3の「教師との指導方法の違いについての自覚」が該当する。これらはいずれも準備段階、反省段階に他者と直接対話したときに生じていた。

他者や自己についての仮定の修正は、相手や自分が置かれている文脈の差異を知り、その差異を受け入れるために必要な省察である。事例1においては、この省察は事後に生じるというよりは、むしろ準備段階でX1氏と対話したときに生じていた。準備段階でより多く生じた理由としては、準備段階は実践を成功させたいという目標があり、他者との対話は、その目標意識の下に位置づけられているためと考えられる。また、本来サイエンスカフェの開催とは関係のないX1氏が、企画に協力してくれることに対し、何か報いたいという思いもあったと考えられる。つまり、もっと発表を良くしたい、支援者とよい関係を築きたいという思いが、省察の動機付けになったと考えられる。

一方、事例2については、大学院生でも分野が違っていると認識が異なる、高校生は大学生と距離感が異なる、といった他者についての仮定が修正されていた。また、事例3では、A小学校のX3先生が教師による指導と学生たちの指導の違いを説明したことから、自分たちの活動の特徴を把握する省察が生じていた。このことから、他者の反応をただ見るだけでは省察は生じず、他者がある集団の一員としてとらえ、メタな視点からその特徴や自分との違いを理解する機会があったときに、省察が生じると考えられる。

以上から、教育・啓蒙型の学生による科学技術コミュニケーションにおいて、前提の省察は1) 自分自身の前提となる仮定や信念が明示化されること、2) 研究そのものに対する自分の理解が深まっていくこと、3) 他者／自己についての仮定が修正されることという三種類が生じており、その契機は、企画の意義や前提を考えたり、わかりやすく伝えようと試みたり、他者に協力してもらったり、メタな視点から自分や他者を理解した時であることが明らかになった。

6.2.3 SRQ3 の答え

SRQ3: 知識を表現する言葉や図表はいかに創出・修正されるのか？

本節では、学生が作成した発表のスピーチと資料がどのようなプロセ

スで作成されているのか、それらの修正が生じた契機は何かについて、分析結果のまとめを提示する。

3 事例とも、初期案はそれぞれ研究上の、あるいは過去の経験に基づく知識や信念、目標意識を明示化し、それに従ってテーマを決めていた。その上で、大まかな構成を考え、資料を作成するというプロセスをとった。資料には、科学的知識とその解釈や推論、聴衆に伝えるための文脈が表現された。その後、練習会や本番で発表を行い、他者から意見をもらった。この過程で見た目や言葉遣い、補足情報や聴衆との知識を近づけるための情報追加といった表現の修正が行われた。本人が全体の流れを確認し、経験知を得たことや、他の学生が客観的な立場から分かりづらいところなどを指摘したこと、発表者が自分の発表を客観的に見るための視点を学んだことが、修正の契機になった。また、発表練習以外では、X1 氏などの支援者との対話が、表現の修正に影響していた。発表を通じて研究に対する理解が深まったことも、科学的知識の解釈や推論、アイデアの変更という形で表現の修正に影響していた。

実践後は、実践前の練習会などと比べて、修正しようとする事項が少なかった。準備段階に「この発表をよくしたい」という意識のもとでディスカッションや練習を行うことが、表現の修正に大きく影響する可能性がある。

以上をまとめると、知識を表す言葉や図表は次のような流れで作られていた。準備段階において、信念や目標意識が省察され、その目標に従って大まかな構成が考えられ、資料が作られた。資料には、科学的知識や、科学と聴衆をつなぐための知識、科学に関わる送り手の解釈や推論が表現された。そして、練習会や実践を通じて、あるいは支援者からの意見を聞くことによって、発表者は他者の反応を知り、何を修正すべきかを省察して表現を修正した。一方、反省段階には発表の修正はほとんど行われなかった。

省察は学生の前提となる知識・信念の変化を分析する目的で利用した分析視角であったものの、上記分析の結果、表現の創造プロセスにも大きな影響を与えていることが明らかになった。

6.2.4 MRQ の答え

MRQ: 学生の科学技術コミュニケーション活動はいかに行われているのか？

本節では SRQs への解答を踏まえて、MRQ の解答を示す。三つの事例から、学生による科学技術コミュニケーションでは、「学習する」→「反

省する」→「表現する」という3つのフェイズをスパイラルに繰り返す中で、主体が持つ知識が変化し、その知識の変化が表現を変化させることが明らかになった。

ここで用いている「学習する」とは、事例分析の結果に基づいて導き出された概念であり、その主体が持っていなかった知識を獲得することを意味する。資料や人々の間で明示的に共有されているような既存の知識を獲得することと、新たに創造された形式知・暗黙知を獲得することの双方を含んでいる。また、「反省する」は事後に行われる省察 (reflection after action) である。「表現する」とは、科学技術コミュニケーションに関わる表現、すなわちスピーチ、図と言葉を含む資料を作ること、あるいは修正することを指している。これは、科学に関わる形式知や暗黙知を含んだ知識の総体を他者に伝達するために形式知に表す行為である。

これらの3つのフェイズは、準備段階・実践段階・反省段階という具体的な活動プロセスとは対応しない。むしろ、準備段階中に何度もスパイラル状にフェイズを繰り返していた。

実践プロセスを要約すると次のようになる。まず、学生たちは研究や過去の企画、大学での学び（学習）の後に、研究や実践の前提である自らの問題意識や信念を自覚して、目標を設定し（反省）、それを達成するための企画を提案した（表現）。

準備段階では、過去の経験を参照し、他の資料を調べて、あるいはディスカッションをしながら互いにアイデアや意見を出し合い（学習）、どうしたらわかりやすい表現になるのか、どこがわかりにくいのかを考慮（反省）、設定した目標に合うような説明資料を作成した（表現）。

さらに、発表練習を行い（表現）、他の学生の意見を聞いた（学習）。そして自分の発表の何がわかりにくいのかを考えて（反省）、修正を行った（表現）。学生以外の他者の意見を聞いたり、聴衆についての知識を獲得したりして（学習）、自分の認識を改め（反省）、それらに基づいて発表資料を修正することもあった（表現）。修正の過程では、自分の研究に対する理解の曖昧さに気づくこともあった（反省）。

そして、実践段階では、聴衆の前で発表を行った（表現）。実践中あるいは実践後に、支援者や聴衆や聴衆について学ぶこともあった（学習）。反省段階では、反省会が実施され、学生らが反省点をあげて共有した（反省）。

このように、「学習する」→「反省する」→「表現する」→「学習する」→…という流れがあり、その中で伝える形式知が表現を変えながら発展していた。これらの3つのフェイズの最中には「行為の中の省察

(reflection in action)」も行われていると考えられる。

また、科学技術コミュニケーションの形式知が創造される過程では、表現以外の知識も創造されていた。以下では、主に観察可能な形式知を示しているが、暗黙知の創造が推論される場合には、それらも含めている。3つの事例で創造された知識は以下のように分類できる。

1) 知識の表現

創造された知識の一つは、伝えるための知識の表現である。具体的には、スピーチとスライドプレゼンテーション資料、配布物である。学生が伝える科学的知識は、教科書や学会発表と同じではなく、比喩が多用される、言葉遣いが変わる、デザインが変わるなど、目的に合わせて表現の形式が変化していた。また、さらには観衆を惹きつけるための話、科学的知識とともに伝えたいメッセージなどの対社会的な表現、科学的な補足説明や研究上の推論など科学的知識を取り巻く文脈が作られ、表現が作られていた。さらには、何が伝えるべき科学的知識であるかについての理解も準備の過程で変化した。

2) 表現方法についての知識

いかにわかりやすく、興味を引くように表現する方法についての知識が創造されていた。特に、練習会や反省会での他の学生らの意見を契機として、発表の中心となる学生が発表上の課題とその解決方法について省察し知識を創造していた。

3) 他者についての知識

他者がどういう特徴を持ち、研究に対してどう思っているのかに関する知識も獲得あるいは創造されていた。たとえば事例1では準備過程のX1氏との対話により、聴衆のニーズや思いを知り、事例2では聴衆は何がわからないかなどを、練習会と本番での学生らや生徒の反応をみて学習していた。

4) 自分についての知識

3つの事例において、自分自身についての知識を創造していた。自分がどのような信念や目標を持っているのか、あるいは自分の目標の前提は何か明確化した。また、科学的知識を自分はどのように理解しているのか、自分たちの教育方法はどのような特徴を持っているのかという知識も創られていた。

5) 運営に関する知識

運営上の知識も創造された。主に反省会において、募集を早く行うべきであるなどの意見が出され、報告書にまとめられた。これらは運営に関するノウハウとして、学生グループに蓄積された。

以上の5種類の創造された知識の多くは、他の学生や支援者の助言が契機になったり、ディスカッションの中で創造されたりしていた。したがって、本事例研究における知識の創造は「共創」と考えられる。

6.3 理論的含意

本節では、先行研究と、3つの事例から得られた知見を基に、科学技術コミュニケーション実践における科学的知識の送り手側の知識プロセスを説明するモデルを提示する(図6-1)。このモデルは、科学技術コミュニケーションにおける知識の共有・活用・創造の過程を示しており、3つのフェーズを経て送り手の知識が変化し、その変化が表現に反映され、形式知や暗黙知が創造されることを示すプロセスモデルである。

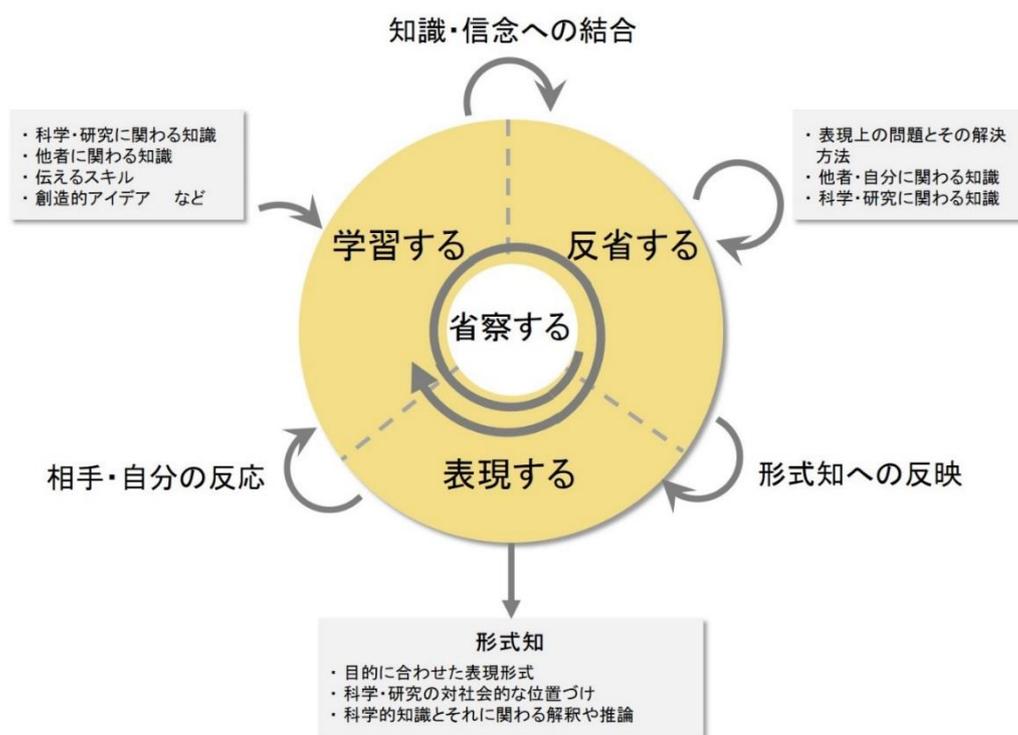


図 6-1 省察的科学技術コミュニケーションの送り手側の知識プロセス

モデルの3つのフェイズとは、(1) いままで持っていなかった形式知や暗黙知を獲得する「学習する」、(2) 表現上の問題やその解決方法、前提にある科学に関する、あるいは他者・自分に関する知識を行為の後に自覚し、問い直す「反省する」、(3) 形式知や暗黙知を言葉や絵で伝えるための形式知として表す、「表現する」である。また、これらのすべてのフェイズにおいて、行為の最中に知識の問い直しを行う「省察する」が行われている。これらの3つのフェイズがスパイラルに展開し、送り手の知識が変化して表現が変化する¹。以下に各フェイズを説明する。

フェイズ 1. 学習する

企画が立案される前、知識の送り手は研究を行う、他の企画を経験する、あるいは新聞や雑誌などから科学について知るなど、何らかの知識を獲得している。このような企画前の「学習する」というフェイズがあった上で、どのような企画がよいか、自分の研究はどう役立つのかなどを反省的に思考し、実践を立案する。

企画の立案後には、送り手は「表現する」のフェイズを経て他者に知識を伝え、感想や意見などを聞く。これらの反応から送り手は科学に関わる知識、他者に関する知識、伝えるスキル、創造的アイデアなどの知識を獲得する。資料から科学的知識を追加で学習する場合もある。

学習された暗黙知や形式知は、「反省する」のフェイズを経て個人の中で既存の知識に結合され、「表現する」を経て形式知に反映される。

フェイズ 2. 反省する

立案の段階では、送り手は研究や企画の前提にある知識と信念を反省し、企画の目的を考える。

また、練習会などで「学習する」のフェイズを経ると、何が表現上の問題なのか、どのようにして問題を解決するのがよいのか、そもそもの前提に誤りがないかということを確認する。ここで送り手は、科学・研究が社会とどう関わっているのか考え、科学的知識の理解の仕方を変化させ、どのような表現がよいのか考える。他者や自分に関する知識を得た場合には、新しい知識に従って聴衆の理解を変化させ、自分の中で想

¹ 実際にはフェイズが一つずつ順番に進むのではなく、同時並行に進むことがある。また、1つのフェイズが、次のフェイズにつながることもある。このモデルで重要なのは、実際の実践のプロセスを厳密に言い当てることではなく、3つのフェイズのプロセスが知識の共有・活用・創造とどう関わるのかを示すことである。

定された聴衆と対話し、どうしたら関心を引いて理解してもらえるのか思考する。この反省を通じて、これまで持っていた送り手の暗黙知や形式知に学習で得られた新たな知識が結合される。

フェイズ 3. 表現する

「省察する」で見直された、あるいは自覚された暗黙知・形式知に基づき、言葉や図表などを形式知として表現する。ここで科学的知識は、論文や教科書などの科学技術の文脈から切り出され、メタファー化やデフォルメ、言葉遣いの変更といった目的に合わせた表現形式で表現される。また、相手の関心を引きつける情報、どう社会貢献するかという情報、補足すべき情報など、科学・研究の対社会的な位置づけに関する知識と、送り手の科学的知識とともに解釈や推論が加えられ、新たに文脈化された形式知が創造される。

一度作られた形式知は、学習と省察を経て何度も修正される。表現された形式知は、練習会や対話、実践の本番で他者に伝達される。

これらが知識プロセスの3つのフェイズである。また、ショーンの行為の中の省察(ショーン、2007)という考え方を踏まえると、省察は事後のみならず、事中でも生じる。省察はすべてのフェイズで生じているという意味で、モデルの中央に「省察する」を配置している。

この知識プロセスでは、科学技術コミュニケーションで伝えられる形式知だけでなく、表現方法に関する知識、他者や自分についての知識、運営についての知識といった暗黙知を含む知識が創造される。

科学的知識を表現するという点について廣野(2008)は、第2章でも述べたとおり、「伝えるべきこと」と「受け取る側のその対応物」を設定し、送り手側の文脈や受け取る側の文脈を明示化し、「伝えるべきこと」とその文脈を切り出して分かりやすい形に変奏したうえで、聴衆に伝え、その後に聴衆の理解をチェックして評価するというプロセスと述べている。一方、本研究で示したモデルでは、廣野のいうチェックや評価は必ずしも伝え終わった後だけに生じるものではないことを示している。準備プロセスや、表現の最中にも生じると考えられる。また、廣野は「伝えるべきこと」があったうえでその文脈を明示化し、それを変奏すると述べているが、本研究の成果を踏まえると、科学技術コミュニケーションではどの科学的知識を伝えるべきかという理解や表現の形式、科学・研究の対社会的な位置づけに関する知識、あるいは科学的知識に対する送り手の解釈や推論が変化し、「伝えるべきこと」とその文脈が変化すると

考えられる。これらの理解や知識は、検証を受けて一貫した様式をもつ科学的知識よりも柔軟性を持っており、伝えるプロセスの中で変化するものである。科学的知識を伝える行為とは、単に伝えるべき科学的知識とその文脈を明確化し、表現形式を変更するだけの行為ではなく、送り手の前提にある知識や理解の変化に伴って、「伝えるべきこと」やその文脈自体も変化する動的なプロセスを含む行為であると考えられる。

では、このモデルは科学技術コミュニケーションのこれまでのモデルとどう対応するのか。第2章で示したとおり、藤垣らは科学技術コミュニケーションには「伝えることのモデル」がないと指摘し、欠如モデルなどの既存のモデルは、いずれも「受け取ることのモデル」であると分類している(藤垣・廣野、2008)。本研究のモデルは、以下に示す既存の「受け取ることのモデル」のいずれかに対応した「伝えることのモデル」なのかというと、そうではない。

本研究の対象となった教育・啓蒙型の科学技術コミュニケーションは講義形式が多く、その点でインタラクティブ性が少ない。欠如モデルのように、相手に知識を伝えれば好きになってもらえるだろうと想定し、一方的に知識を伝える可能性がある。実際、教育に重点を置く場合、そのような活動は多いと考えられる。このため、本研究のモデルは欠如モデルに対応する「伝えることのモデル」であるように見える。しかし、本研究で対象とする活動は、実践段階のみに注目すると一方向的な性格が強いものの、準備過程を含めて検討すると、対話や反応からの学びがある。省察しただけでは、前提の仮定を修正する可能性もある。活動を通じて欠如モデル的な仮定を省察し、変更しうる可能性をもつ点で、欠如モデルに対応する「伝えることのモデル」ではない。

また、相手や自分についての知識を増やし、科学的知識を表現するという点では、科学技術コミュニケーションの文脈モデルにおける「伝えることのモデル」にも近い。しかしながら、文脈モデルには、特定の意図を達成するためのツールとして利用されているという批判があるように、意図や目的の設定は一方的という側面がある。本研究のモデルでは、目標が聴衆や状況に合わせて変更される可能性があるという点で、文脈モデルとは異なっている。

本研究のモデルは、市民参加型モデルや素人の専門性モデルのように、何らかの目的で積極的にローカルナレッジを獲得し、あるいは合意を形成するわけではない。しかし、聴衆の知識を受け入れ、相手の反応から知識を得る点では共通している。啓蒙・教育型の科学技術コミュニケーションであっても省察によって聴衆について学び、目標を共有しうると

いう可能性を示すモデルである。これは受け手のみに注目するモデルでは見過ごされる論点である。科学技術コミュニケーションを受け手と送り手の双方から研究する重要性を示している。

6.4 実務的含意

本研究の知見を、科学技術コミュニケーション教育や実践に役立てるため、実務レベルでの含意を提示したい。

非生産的なフレーミング対立や、理解されない、互いの信頼感を損なう、といったコミュニケーション不全を避けることを目指して前提の省察を促すためには、企画の目的や社会での位置づけを実践者が自ら考え、活動の準備段階から反省を通じて、何度も自覚し、検討することが重要である。聴衆にアピールするにはどうしたらいいのか考えることも、科学者としての社会的な位置づけを省察することにつながりうる。また、自分や他者の特徴・違いを自覚するには、準備段階で聴衆と同じ文脈を持つ人、あるいは聴衆についてよく知っている人に協力してもらい、意見や助言をもらうなど、対話を充実させることが重要である。参加者アンケートや参加者との単純な質疑応答だけでは、省察や学習は生じにくいことに注意する必要がある。

実践段階で多く学習しようとするならば、実践を一度きりで終わらせるのではなく、複数回、継続的に実践を繰り返し、実践者が得た知識を次回に役立てるようモチベートする必要があると考えられる。それが困難な場合は、「次回もう一度行うとしたらどのようなことを改善したいか」「聴衆は何を理解しにくいと感じたと思うか」を聞くなど、学習を促す仕掛けを作る必要がある。

科学者が、発表を通じて研究に対する理解を整理するというフィードバックを望む場合には、自分の研究を学会等の研究発表とは異なる流れや説明方法でもって話す内容を準備し、背景知識を共有していない相手にわかりやすく伝えるよう努力することが有効である。本研究では、自分には当たり前だが相手にはわからないことは何か、どのようなメタファーならば科学的に不正確にならないのか、どのような言い方ならばシンプルでわかりやすいのか等、これまでの研究発表では考えることがなかった事項を考える過程で、発表者自身が理解の曖昧さに気づくことが観察されている。このような工夫をコミュニケーションの全体を通じて行うことが有用と考えられる。

科学技術コミュニケーションのプレゼンテーションスライド（図・文

字) とスピーチの表現を修正するスキルを獲得するには、何度か練習や実践を行い、異分野など、背景知識の異なる他者から意見を聞くことが有用である。その際、ただどこをどう修正したらいい、という意見を聞くだけでは十分でなく、他者が「どういう見方をするのか」について学習することが有効であると考えられる。

また、本研究で示したモデルに基づけば、学習する、反省する、表現するという行為は、それぞれを切り取るよりも、総合的・実践的に教育することによって、より効果的に発達させることができると考えられる。教育の際には、以上の三点をバランスよく配慮していくことが重要である。

6.5 将来研究への示唆

最後に、本研究の限界と将来研究への示唆を述べる。

本研究は、科学的知識の送り手に注目した研究である。本来、コミュニケーションというのは、双方が知識の送り手・受け手になって双方向的に学習しあうものであり、また双方の異なる立場があって初めて成立するものである。科学技術コミュニケーションでどのような知識プロセス、すなわち知識の創造・共有・活用がいかにかに生じているのかを明らかにするためには、科学的知識の受け手側にある聴衆の研究や、受け手・送り手が相互に成り変わるプロセスを分析する研究が必要である。本研究では、第一段階としてまずは科学的知識の送り手に注目して研究した。今後は、受け手側でどのような知識プロセスが生じたのか、双方のインタラクションの中でどのような知識プロセスが生じるのか、研究する必要がある。

また、本研究は学生グループの科学技術コミュニケーション活動を対象とした研究である。科学者一般について言及するには本研究だけでは十分ではない。本研究で得られたモデルを学生以外でも検証していく必要がある。

本研究の事例では学生がグループで練習会や準備を実施し、活動を行っていた。発表者が一人である場合でも、他の学生らの意見は伝達内容に反映されており、知識の表現は共創的であった。一方、近年の科学研究はグループで行われることが多く、結果としてグループで科学技術コミュニケーションを実施する場合も多いと考えられる。知識の共創性を踏まえると、グループで活動する場合と個人で活動する場合では活動プロセスの性質が異なる可能性が考えられる。今後は、グループの場合は

個人の場合とどう違うのかという点も整理する必要がある。

また、科学技術コミュニケーションの実施形式は、本研究の事例のような、プレゼンテーションや質疑応答、指導だけではない。意思決定のための議論、信頼関係を築くための継続的な対話、あるいは実験を見せる演示などもある。本研究で示した「表現」がどの範囲まで示すことが可能なのかについても、今後検証していきたい。

本研究では、先行研究レビューにおいて、日本では教育・啓蒙型と市民参加型の議論と実践にギャップがあることを示した。そして、フレーミング前提の差異や科学者の価値観の相対化などの、市民参加型科学技術コミュニケーションで議論される傾向のあった論点を、教育・啓蒙型の活動の分析に導入し、分析を行った。教育・啓蒙型の科学技術コミュニケーションは、科学者や学生に実践され、日本で広く実施されるようになった一方で、市民のニーズと大きく離れたものや欠如モデル的な活動もみられる。市民参加型の科学技術コミュニケーションは、社会のニーズ、市民の意見を踏まえた意思決定を重視する一方で、科学者や学生に広く浸透しているわけではない。本来、教育・啓蒙型と市民参加型の科学技術コミュニケーションは連続性をもち、互いに議論や論点を共有できるものである。リスクや不確実性、意思決定について市民と科学者双方が考えることや、市民だけでなく科学者側も市民の意見から学び、自らの知識や価値観を変化させる啓蒙型の活動、あるいは科学者や学生が自らの研究の一環としての意義を感じ、積極的に企画する市民参加型の活動を、現状よりも広げられるのではないだろうか。本研究をそのような融合的な活動、あるいは双方の知見に基づいた活動を提案する足がかりにしていきたい。

参考文献

- エイキンヘッド, G. (2003) 「異文化理解としてのサイエンス・コミュニケーション」 ストックルマイヤー, S.ほか(編著) 佐々木勝浩ほか(訳) 『サイエンス・コミュニケーション：科学を伝える人の理論と実践』 丸善プラネット.
- Argyris, C. and Schön, D. (1978) *Organizational Learning: A Theory of Action Perspective*. Reading, MA: Addison Wesley.
- Arnstein, S. H. (1969) A Ladder of Citizen Participation. *Journal of the American Institute of Planners*, 35, 216-224.
- 綾部広則(2009) 「科学技術は社会の中でどう位置づけられるのか：科学技術ジャーナリズムとの関連で」 岡本暁子・西村吉雄・若杉なおみ(編著) 『科学技術は社会とどう共生するか』 東京電機大学出版局.
- Bauer, Martin W. (2008) Paradigm change for science communication: commercial science needs a critical public. In Cheng, Donghong and Claessens, Michel and Gascoigne, Toss and Metcalfe, Jenni and Schiele, Bernard and Shi, Shunke (Eds.), *Communicating Science in Social Contexts*. New York, NY: Springer, 7-25.
- ベック, U. (1998) 『危険社会：新しい近代への道』 法政大学出版局.
- Bellinger, G., Castro, D. and Mills, A. (2004) Data, Information, Knowledge, and Wisdom. In Beillinger, G. (Ed.) *Systems Thinking* (web archive).
<http://www.systems-thinking.org/dikw/dikw.htm> (2014年12月27日アクセス)
- Brossard, D. and Lewenstein, B. (2010) A Critical Appraisal of Models of Public Understanding of Science. In Kahlor, L. and Stout, P. A. (Eds) *Communicating Science: New Agendas in Communication*. New York, NY: Routledge.
- バーンズ, S.・バルマン, C. (2005) 田村由美・中田康夫・津田紀子(監訳) 『看護における反省的実践：専門的プラクティショナーの成長』 ゆみる出版.
- Burns, T. W., O'Connor, D. J. and Stocklmayer, S. M. (2003) Science Communication: A Contemporary Definition. *Public Understanding of Science*, 12, 183-202.
- 千葉和義・仲矢史雄・真島秀行(2007) 『サイエンスコミュニケーション：科学を伝える5つの技法』 日本評論社.
- Committee on Science U.S. House of Representatives 105 Congress (1998) *Unlocking Our Future: Toward a New National Science Policy*.
<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/GPO-CPRT-105hprt105-b/pdf/GPO-CPRT-105hprt105-b.pdf> (2014年11月10日アクセス)

- クラントン, P.A.(2008) 入江直子・豊田千代子・三輪建二 (訳)『おとなの学びを創
る—専門職の省察的実践をめざして』風書房; Cranton, P.A.(1996)*Professional
Development as Transformative Learning: New Perspectives for Teachers of Adults.*
San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- ダベンポート, T. H. ・プルサック, L. (2003) 梅本勝博(訳)『ワーキング・ナレッ
ジ : 「知」を活かす経営』生産性出版.
- Dewey, J. (1933) *How We Think*. Boston, MA: Heath.
- ディクソン, N, M. (2003) 梅本勝博・遠藤温・末永聡 (訳)『ナレッジ・マネジメ
ント5つの方法』生産性出版.
- 独立行政法人科学技術振興機構科学コミュニケーションセンター (2013a)『科学
技術コミュニケーションの現状と展望に関する意見交換会 - 科学技術社会
論の視角から—中間取りまとめ報告書』.
http://www.jst.go.jp/csc/pdf/hirakawa_02.pdf (2014年11月10日アクセス)
- (2013b)『研究者による科学コミュニケーション活動に関するアンケー
ト調査報告書』. http://www.jst.go.jp/csc/archive/pdf/csc_fy2013_03.pdf (2014年
11月10日アクセス)
- EC (European Commission) (2007) *Special Eurobarometer Report: Scientific Research in
the Media*. European Commission.
- Evans, G. and Durant, J. (1995) The relationship between knowledge and attitudes in the
public understanding of science in Britain. *Public Understanding of Science*, 4(1),
57-74.
- ファラデー, M. (1962) 三石巖(訳)『ロウソクの科学』角川書店.
- ファーンハム, A. F. (1992) 細江達郎(監訳)『しろうと理論』北大路書房.
- 藤垣裕子(2003)『専門知と公共性』東京大学出版会.
————(2008)「受け取ることのモデル」藤垣裕子・廣野善幸(編)『科学コミュニ
ケーション論』東京大学出版会.
————(2010)「科学者の社会的責任の現代的課題」『日本物理学学会誌』65(3),
172-80.
- 藤垣裕子・廣野善幸(2008)「日本における科学コミュニケーションの歴史」藤垣
裕子・廣野善幸(編)『科学コミュニケーション論』東京大学出版会, 125-141.
- ガービン, A.D. (2002)『アクション・ラーニング』ダイヤモンド社.
- Gardner, G. (1962) Cross-cultural Communication. *Journal of Social Psychology*, 58, 241-
256.
- ギボンズ, M (編著) (1997) 小林信一(監訳)『現代社会と知の創造 : モード論とは何
か』丸善.

- 濱島裕輝・岡将太郎・菅原龍(2010)「小学校・科学館における立教理科工房の活動」『科学技術コミュニケーション』8, 113-125.
- ハーバマス, J.(1981) 奥山次良・八木橋貢・渡辺祐邦(訳)『認識と関心』未来社.
- 平川秀幸(2002)「専門家と非専門家の協働ーサイエンスショップの可能性」小林傳司(編)『公共のための科学技術』玉川大学出版部.
- (2005)「遺伝子組み換え食品規制のリスクガバナンス」藤垣裕子(編)『科学技術社会論の技法』133-154.
- (2010)『科学は誰のものか 社会の側から問い直す』日本放送出版協会.
- 廣野善幸(2008)「伝えることのモデル」藤垣裕子・廣野善幸(編)『科学コミュニケーション論』東京大学出版会, 125-141.
- 北海道大学科学技術コミュニケーター養成ユニット(2008)『はじめよう！科学技術コミュニケーション』ナカニシヤ出版.
- House of Lords (2000) *Science and Society*.
<http://www.publications.parliament.uk/pa/ld199900/ldselect/ldsctech/38/3801.htm>
 (2014年11月10日アクセス)
- 飯島玲生・中川威・石田峰洋・鈴木竜太・中津壮人・橋本亮・矢引達教(2010)「学生による横断的科学コミュニケーションの試み：阪大学生有志団体 Scienthrough を事例として」『科学技術コミュニケーション』7, 165-176.
- 池内了(2007)『科学者心得帳：科学者の三つの責任とは』みすず書房.
- Irwin, A. and Wynne, B. (1996) *Misunderstanding Science? The Public Reconstruction of Science and Technology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- 伊勢田哲治(2013)「欠如モデル」中村雅征樹(編)『ポスト 3.11 の科学と政治』ナカニシヤ出版.
- 石浦章一・黒田玲子・長谷川寿一・藤垣裕子・松井孝典・村上陽一郎 (2008)『社会人のための東大科学講座ー科学技術インタープリター養成プログラム』講談社.
- 石村源生(2007)「科学技術コミュニケーションにおける「教育」「実践」「モデル化」の相互連関：CoSTEPにおけるウェブ実習を事例として」『科学技術コミュニケーション』2, 30-45.
- 岩田昌太郎・久保研二・嘉数健悟・竹内俊介(2010)「教員養成における体育科目の模擬授業の方法論に関する検討：「リフレクション」を促すためのシート開発」『広島大学大学院教育学研究科紀要. 第二部, 文化教育開発関連領域』59, 329-336.
- 石田三千雄(2007)「科学倫理とは何か」石田三千雄・村上理一他『科学技術と倫理』ナカニシヤ出版, 4-17.

- Jacoby, B. and associates. (1996) *Service-learning in Higher Education: Concepts and Practices*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.
- Jarvis, P. (1987) *Adult Learning in Social Context*. London: Croom Helm.
- 科学技術理解増進政策に関する懇談会(2005)『人々とともにある科学技術を目指してー3つのビジョンと7つのメッセージー』文部科学省科学技術・学術政策局基盤政策課。
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/gijyutu/006/houkoku/05072701.htm
(2014年11月10日アクセス)
- 科学技術庁(1994)『平成5年版科学技術白書』。
http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa199301/index.html
(2014年11月10日アクセス)
- 金森修(2002)「科学知識の社会学」金森修・中島秀人(編)『科学論の現在』勁草書房。
- 唐木清志(2010)『アメリカ公民教育におけるサービス・ラーニング』東信堂。
- 加藤学・佐藤紳二(2012)「学生による出前授業の繰り返し実施と受講者アンケート結果の変化」『工学教育』60(2), 57-62.
- 川本思心(2009)「楽しみのための科学技術コミュニケーション」梶雅範・西條美紀・野原佳代子(編)『科学・技術の現場と社会をつなぐ 科学技術コミュニケーション入門』培風館.129-140.
- 小林傳司(2005)「科学技術とガバナンス」『思想』973, 5-26.
———(2004)『誰が科学技術について考えるのか』名古屋大学出版会。
———(2007)『トランスサイエンスの時代：科学技術と社会をつなぐ』NTT出版。
- 小林信一(1996)「モード論と科学の脱一制度化」『現代思想』24(6), 254-264。
———(2007)「社会のための科学技術：その歴史」小林信一・小林傳司・藤垣裕子(編)『社会技術概論』放送大学教育振興会, 68-79.
- 小林信一・小林傳司・藤垣裕子(編)(2007)『社会技術概論』放送大学教育振興会。
- 小林俊哉・浅野浩央(2008)「生涯学習の場としてのサイエンスカフェ」『知識創造場論集』4(5), 9-19.
- 小寺千絵ほか(2009)「大学院生による科学者コミュニケーションの可能性と課題～東大院生有志グループ 0to1 の実践を通して～」『科学技術コミュニケーション』6, 69-81.
- Kolb, D. A. (1984) *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- 窪田ひろみ・小杉素子・横山隆壽・土屋智子(2006)「ベンゼンの健康リスクに関する提供情報内容の抽出」『電力中央研究所報告 研究報告』1-32.

- クーン, T. (1971) 中山茂(訳)『科学革命の構造』みすず書房.
- Logan, R. A. (2001) Science mass communication. Its conceptual history. *Science Communication*, 23, 135-63.
- 松尾睦(2006)『経験からの学習：プロフェッショナルへの成長プロセス』同文舘出版.
- マートン, R.K. (1961) 森東吾・森好夫・金沢実・中島竜太郎(訳)『社会理論と社会構造』みすず書房.
- Mezirow, J. (1991) *Transformative Dimensions of Adult Learning*. San Francisco, CA: Jossey-Bass. メジロー, J. (2012) 金澤睦・三輪健三(監訳)『おとなの学びと変容：変容的学習とは何か』鳳書房.
- (1997). Transformative learning: Theory to practice. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 74, 5-12.
- 三上直之・石村源生・隈本邦彦・杉山滋郎・栃内新・細川敏幸・松王政浩(2008)「大学院生の共通教育としての科学コミュニケーションの授業開発 ～「バイオ燃料と地球環境問題」をテーマに～」『科学技術コミュニケーション』4, 78-89.
- Miller, S. (2001) Public understanding of science at the crossroads. *Public Understanding of Science*, 10, 115-120.
- 南貴久・小幡哲士・吉田貴寿・加古貴大・石川奈津美(2012)「大学生のサイエンスコミュニケーション活動の社会における役割：共同イベント「サイエンスリンク」の実施を通じて」『科学技術コミュニケーション』12, 108-121.
- ミルトン, N. (2009) 梅本勝博・石村弘子 (監訳)『プロジェクト・ナレッジマネジメント』生産性出版.
- 水沢光(2008)「英国における科学コミュニケーションの歴史」藤垣裕子・廣野喜幸(編)『科学コミュニケーション論』東京大学出版会.
- 文部科学省(2004)『平成 16 年版 科学技術白書』
- (2011)『平成 23 年版 科学技術白書』.
- (2013)『平成 25 年版 科学技術白書』.
- Mulder, H.A.J., Longnecker, N. and Davis, L.S. (2008) The State of Science Communication Programs at Universities Around the World. *Science Communication*, 30(2), 277-287.
- 内閣府大臣官房政府広報室(2010)『世論調査報告書 平成 22 年 1 月調査』.
<http://www8.cao.go.jp/survey/h21/h21-kagaku/>(2013 年 11 月 10 日アクセス)
- 中野享香・三宅恵子・佐藤孝・五十嵐由利子(2011)「新潟大学発「女性大学院生によるサイエンス・セミナー(出前授業)」の取組とその効果」『工学教育』59(3), 88-92.

- 中野潔(2006)「社会的に影響を及ぼしうる科学技術関連情報の社会への伝達に
関する人材の育成に関する一考察」『創造都市研究 e』1(1), 1-12.
- 中野真志・西野雄一郎(2006)「サービスラーニングの理論モデルに関する研究」
『愛知教育大学教育実践総合センター-紀要』9, 1-8.
- 中村征樹(2008)「サイエンスカフェ：現状と課題」『科学技術社会論研究』5, 31-42.
- 仲矢史雄(2008)「教員向け科学コミュニケーション能力養成プロジェクト：お茶
の水女子大学の取り組み」『化学と教育』56(7), 312-315.
- 奈良由美子・伊勢田哲治(2009)「生活知と科学知によるコミュニケーション時代
の到来」奈良由美子・伊勢田哲治(編)『生活知と科学知』放送大学教育振興
会.
- National Research Council (1989) *Improving Risk Communication*. The National
Academies Press.
- National Science Board (2012) *Science and Engineering Indicators 2012*.
- 西潟千明・中西顕宏・平野千博(1989)『理工系学生の就職動向について』Nistep
Report, 1, 科学技術政策研究所.
- 野村一夫(1994)『リフレクション：社会学的な感受性へ』文化書房博文社.
- 野中郁次郎・竹内弘高(1996) 梅本勝博(訳)『知識創造企業』東洋経済新報社.
- 額賀淑郎(2012)『大学の地域社会貢献としてのサイエンスショップの研究』科学
技術政策研究所 第2 調査研究グループ.
<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/mat210j/pdf/mat210j.pdf> (2014 年 11 月 10
日アクセス)
- 岡本信司・丹羽富士雄・清水欽也・杉万俊夫(2001)『科学技術に関する意識調査
- 2001 年 2~3 月調査』NISTEP Report, No.72.
- 大河雅奈(2010)『サイエンス・イラストレーション制作における科学者とイラス
ト作成者のコミュニケーションに関する研究』京都大学大学院生命科学研究
科 修士論文
- (2013)「日本における科学者の責任論の議論の系譜とその課題：省察に
注目した解決策の考察」『知識共創』3, July, IV4-1-4-10.
- 大河雅奈・加藤和人(2010)「サイエンスイラストレーション制作における協働プ
ロセス：『幹細胞ハンドブック』を事例に」『科学技術コミュニケーション』
8, 41-55.
- 大河雅奈・永井由佳里・梅本勝博(2011)「知識創造としてのサイエンスイラス
トレーション作成ー イラストレーターへのインタビュー調査からー」『知識
共創』1, July, III101-110.

- 大河雅奈・樽田泰宜・小林俊哉・梅本勝博(2012)「大学院生による市民活動支援：北陸先端科学技術大学院大学のサイエンスカフェの事例研究」『北陸地域研究』4(1), 60-74.
- Polanyi, M. (1966) *The Tacit Dimension*. London: Routledge & Kegan Paul. ポランニー, M. (2005) 高橋勇夫(訳)『暗黙知の次元』筑摩書房.
- Royal Society (1985) *The Public Understanding of Science*. 大山雄二(訳) (1986)「公共に科学を理解してもらうために I」『科学』56(1), 21-29. ; 「公共に科学を理解してもらうために II」『科学』56(2), 96-102. ; 「公共に科学を理解してもらうために II」『科学』56(3), 171-181.
- 西條美紀・野原佳代子・日下部治(2007)「談話研究から見た科学技術コミュニケーションの意義と実践」『Journal of JSEE』55(1), 59-65.
- 斉藤芳子・戸田山和久(2009)「日本における科学コミュニケーション概念の変遷」『年次学術大会講演要旨集』24, 353-356.
- 齋藤芳子・戸田山和久・福井康雄(2009)「宇宙 100 の謎—研究室をベースとする科学コミュニケーション教育の試み」『名古屋高等教育研究』9, 133-153.
- 桜井政成・津止正敏(2009)『ボランティア教育の新地平：サービスラーニングの原理と実践』ミネルヴァ書房.
- 佐藤悦男・菊池博之・平野千博(1990)『大学の進学希望者の進路選択について』Nistep Report, 12, 科学技術政策研究所.
<http://data.nistep.go.jp/dspace/bitstream/11035/574/4/NISTEP-NR012-FullJ.pdf>
 (2014年11月10日アクセス)
- 佐藤郁哉(2008)『質的データ分析法』新曜社.
- 四季報(2010)『大学院生がおこなうサイエンスコミュニケーション団体紹介冊子』
<https://sites.google.com/site/scicomshiki/saishin-gou>(2014年11月10日アクセス)
- 調麻佐志・川崎 勝(1997)『科学技術時代への処方箋』北樹出版.
- ショーン, D. (2007) 柳沢昌一・三輪健二(監訳)『省察的实践とは何か：プロフェッショナルの行為と思考』鳳書房.
- スノー, C. P. (1967) 松井卷之助 (訳)『二つの文化と科学革命』みすず書房.
- Spitzberg, B. H. and Cupach, W. R. (1984) *Interpersonal Communication Competence*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- ストックルマイヤー, S.・ゴア, M.・ブライアント, C.(2003)「日本語版への序文」ストックルマイヤー, S.ほか(編著) 佐々木勝浩ほか(訳)『サイエンス・コミュニケーション：科学を伝える人の理論と実践』丸善プラネット.
- 末本哲雄・田中清裕・金井俊輔・笠原茂佳・石上歩・池田紘美(2007)「出前授業の企画・実施がもたらす大学院生への教育効果：学びの双方向化を目指して」『高等教育ジャーナル：高等教育と生涯学習』15, 45-60.

- 杉山滋郎(2005)「科学コミュニケーション」『思想』973, 68-84.
- (2007)「科学技術コミュニケーターの育成：大学において(<特集>サイエンス・コミュニケーション)」『科学教育研究』31(4), 287-294.
- (2008)「大学とサイエンス・コミュニケーション：人材養成ユニットの経験から」『科学技術社会論研究』5,22-30.
- 高橋暁子(2002)「科学技術行政への市民参加：「原子力政策円卓会議」と「遺伝子組み換え農作物を考えるコンセンサス会議」にみる現状と展望」『科学技術史』6, 71-117.
- 竹澤悠典(2006)『学生によるサイエンスコミュニケーション活動』科学技術インタプリター養成プログラム 修士論文
- 田中久徳(2005)「科学技術リテラシーの向上をめぐる：公共政策の社会的合意形成の観点から」『レファレンス』平成18年3月号, 57-83.
- 田中浩朗(1992)「科学者の社会学と科学知識の社会学」『年報 科学・技術・社会』1, 55-70.
- 樽田泰宜・小林俊哉・中森義輝(2010)「地域の問題解決へのサイエンスコミュニケーション手法：北陸先端科学技術大学院大学におけるサイエンスカフェの事例から」『北陸地域研究』3(2), 66-77.
- 栃内新 (2010)「理系大学院生が身につけるべき科学技術コミュニケーション能力」『科学技術コミュニケーション』7, 187-195.
- 都築章子・鈴木真理子(2014)「高等教育での科学技術コミュニケーション関連実践についての一考察」鈴木真理子ほか『科学リテラシーを育むサイエンス・コミュニケーション』北大路書房.
- 塚原東吾・松岡夏子・福本江利子・玉田雅子(2009)「バイオサイエンスにおける科学コミュニケーションとリスク概念についての一考察：新自由主義か、フリーコー的な生—政治か？」『神戸大学都市安全研究センター研究報告』13, 185-195.
- 筒井由起乃(2007)「学生による高校出張授業の試みとその学習効果」『アジア観光学年報』8, 105-113.
- 上田晴彦・毛利春治(2012)「サイエンスライティング・サイエンスカフェ企画を取り入れた大学新生に対する教育実践報告」『秋田大学教養基礎教育研究年報』14, 89-96.
- 梅本勝博 (2006)「ナレッジ・マネジメントの起源と本質」『週刊エコノミスト』50-53.
- Vinck, D. (2010) *The Sociology of Scientific Work: the Fundamental Relationship Between Science and Society*. Cheltenham: Edward Elgar.

- 和栗百恵(2010)「「ふりかえり」と学習：大学教育における振り返り支援のために」
『国立教育政策研究所紀要』 139, 85-100.
- 若松征男(2010)『科学技術政策に市民の声をどう届けるか：コンセンサス会議、
シナリオ・ワークショップ、ディープ・ダイアログ』東京電機大学出版局.
- 若松征男ほか(2004)『科学技術政策形成過程を開くために：「開かれた科学技術政
策形成支援システムの開発」プロジェクト研究成果報告書』『開かれた科学
技術政策形成支援システムの開発』プロジェクト.
- 渡辺政隆・今井寛(2003)『科学技術理解増進と科学コミュニケーションの活性化
について』調査資料 100 科学技術政策研究所.
- (2005)『科学技術コミュニケーション拡大への取り組みについ
て』 Discussion paper No.39 科学技術政策研究所.
- 渡辺政隆(2008)「科学技術理解増進からサイエンスコミュニケーションへの流れ」
『科学技術社会論研究』 5, 10-21.
- Weigold, M. F. (2001) Communicating Science: Review of the literature. *Science
Communication*, 23(2), 164-193.
- Weinberg, A. (1972) Science and trans-science. *Minerva*, 10, 209-22.
- ウィルソン, A (2006) 畠山雄二・秋田カオリ(訳)『研究者のための上手なサイエン
ス・コミュニケーション』東京図書.
- Wynne, B. (1996) Misunderstood Misunderstanding: Social Identities and Public Uptake
of Science. In Irwin, A. and Wynne, B. *Misunderstanding Science? The Public
Reconstruction of Science and Technology*. Cambridge: Cambridge University Press,
19-46.
- 八木絵香(2007)「大学院教養教育としての「科学技術コミュニケーション」教育
の提案」『Communication-design』 0, 121-143.
- (2009)『対話の場をデザインする 科学技術と社会のあいだをつなぐとい
うこと』大阪大学出版会.
- 八木絵香・春日匠・小林傳司(2008)「科学技術コミュニケーション演習プログラ
ムの開発—CSCD 方式の提案」『Communication-Design 1 異なる分野・文化・
フィールド—人と人のつながりをデザインする』大阪大学出版会,107-123.
- 柳下正治ほか(2004)「市民参加による循環型社会の創生をめざしたステークホル
ダー会議の評価」『社会技術研究論文集』 2, 49-58.
http://shakai-gijutsu.org/vol2/2_49.pdf (2014年11月10日アクセス)
- 矢治健太郎・村山真紀・北本俊二(2007)「立教大学理学部における CBLIS プログ
ラムの実践について」『日本科学教育学会 年会論文集』 31, 475-476.
- 山崎詩郎(2007)「大学院生による出前授業：NPO 法人 Science Station の活動(講義
室)」『大学の物理教育』 13(1), 41-44.

- 吉岡齊(1986)『科学社会学の構想—ハイサイエンス批判』リポート.
- 吉澤剛(2009)「日本におけるテクノロジーアセスメント—概念と歴史の再構築」
『社会技術研究論文集』6, 42-57.
- ザイマン, J.(1981) 松井卷之助 (訳)『社会における科学(上)』草思社.
- ザイマン, J.(1995) 村上陽一郎・川崎勝・三宅苞(訳)『縛られたプロメテウス : 動的定常状態における科学』シュプリンガー・フェアラーク東京

付録 1. 分析結果のまとめの表

表 1 省察に関わる発見事項のまとめ

	事例 1	事例 2	事例 3
内容の省察	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発表上の課題に対する省察 ・ 運営上の課題に対する省察 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発表上の課題に対する省察 ・ 企画進行上の問題に対する省察 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発表上の課題に対する省察 ・ TA による指導上の課題に対する省察
過程の省察	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発表上の課題に対する省察 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発表上の課題に対する省察 ・ 団体の支援に関する省察 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発表上の課題に対する省察 ・ TA による指導上の課題に対する省察
前提の省察	<ul style="list-style-type: none"> ・ 目標設定と自己の研究位置づけの省察 ・ 自分の研究理解に対する省察 ・ 聴衆に対する仮定・信念の省察 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 研究に関わる信念の自覚 ・ 自分の研究理解に対する省察 ・ 他者に対する仮定・信念の省察 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 企画の前提となる仮説の生成・自覚 ・ 教師との指導方法の違いについての自覚

表 2. 表現創出・修正の分析結果：3 事例のまとめ

段階	契機	主な創出・修正内容		
		事例 1	事例 2	事例 3
準備段階	発表に向けた準備	<ul style="list-style-type: none"> ・目的に必要な内容や構成を考えてスライドを作成 ・理論の説明は過去の研究資料から抜粋 	<ul style="list-style-type: none"> ・前半部は過去の資料を参照し、伝えたい課題にあわせてスライドを作成 ・後半部は過去に使用したスライドを修正 	<ul style="list-style-type: none"> ・ミーティングで説明方法を議論 ・議論の結果を踏まえまとめプリントを作成 ・まとめプリントと過去の経験に基づきスライドを作成
	練習後の指摘	<ul style="list-style-type: none"> ・デザイン・言葉の変化 ・説明の補足 ・情報の追加 ・情報の省略 ・構成の変化 	<ul style="list-style-type: none"> ・デザイン・言葉の変化 ・説明の補足 ・情報の追加 ・情報の省略 ・構成の変化 	<ul style="list-style-type: none"> ・説明法の変化
	運営上の課題	<ul style="list-style-type: none"> ・情報の追加 		
	学生以外の他者との対話	<ul style="list-style-type: none"> ・情報の追加 		
	自ら気づいた	<ul style="list-style-type: none"> ・情報の追加 ・デザイン・言葉の変化 ・説明の補足 ・情報の省略 	<ul style="list-style-type: none"> ・説明の補足 ・情報の省略 ・構成の変化 ・指導方針の変化 	
	学生同士で議論			<ul style="list-style-type: none"> ・TA の指導法の決定
事後段階 (1 回目)	実践後の自分(たち)の反省		<ul style="list-style-type: none"> ・説明の補足 ・指導方針の変化 ・情報の省略 	<ul style="list-style-type: none"> ・説明法の変化 ・デザイン・言葉の変化 ・説明の補足 ・TA の指導法の修正
	学生以外の他者の助言		<ul style="list-style-type: none"> ・指導方針の変化 ・情報の省略 	<ul style="list-style-type: none"> ・説明の補足
事後段階 (2 回目)	実践後の自分たちの反省			<ul style="list-style-type: none"> ・説明法の変化 ・TA の指導法の修正

付録 2. インタビューの実施概要

インタビューの実施概要

事例	日程	場所	対象
事例 1	2010 年 12 月 25 日	北陸先端科学技術大学院大学	学生 A1
	2011 年 2 月 18 日	北陸先端科学技術大学院大学	学生 A1
	2011 年 3 月 2 日	北陸先端科学技術大学院大学	学生 A1
	2011 年 3 月 21 日	北陸先端科学技術大学院大学	学生 A1
事例 2	2011 年 4 月 18 日	東京大学	学生 A2
	2011 年 7 月 11 日	東京大学	学生 A2
	2011 年 7 月 27 日	東京大学付近の飲食店	学生 A2
事例 3	2011 年 8 月 29 日	立教大学	学生 B3・学生 C3・ 学生 D3・学生 F3
	2011 年 10 月 12 日	立教大学	学生 A3・学生 B3・ 学生 C3・学生 D3・ 学生 F3
	2011 年 11 月 14 日	立教大学	学生 A3

謝辞

本研究を進めるにあたっては、多くの方からご支援、ご教示をいただきました。この場を借りてお礼を申し上げたいと思います。

北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科の梅本勝博教授には、2009年にお会いし、2010年に博士後期課程入学して以来、休学、退学を経つつも4年以上にわたり、指導教官としてご指導をいただきました。私が石川から関東に移動して以降も、東京キャンパスにおいて何度もディスカッションの場を作ってくださいました。梅本先生の広範な知識のもと、研究を企画し、遂行し、纏め上げるノウハウの多くを学ぶことができました。深く感謝申し上げます。

また、知識科学研究科の永井由佳里教授には、副テーマ研究の指導をいただきました。私が迷ったときにも、シンプルで的確、かつ鋭い指摘をしてくださり、ブレークスルーを後押しして下さいました。同研究科の伊藤泰信准教授には、ゼミに参加させていただき、研究の方法についてのご助言をいただきました。この場を借りて感謝申し上げます。

私は2010年に博士後期課程から北陸先端科学技術大学院大学に入学しました。石川キャンパスで学んだのは一年のみでしたが、この一年は濃厚な時間でした。授業や、申請書の検討会、フォーラムを通じて、知識とは何かを考え、議論する機会を与えて下さった、北陸先端科学技術大学院大学の先生方には、深く感謝しています。また、授業やゼミでは多くの国の留学生とともに学ぶことができました。年齢も、文化も多様で、視野を大きく広げる機会となりました。大学院で充実した時間を過ごすことができたことに、教員、学生、そして大学を様々な形で支えている職員の方々に感謝いたします。

また、梅本研究室の皆様には、研究や生活の面で多くの励ましをうけました。伊藤研究室の皆様には、プライベートでも楽しい時間を過ごさせていただきました。この二つの研究室以外にも、研究についての悩みや意見を聞き、助言をくれた友人がいます。彼らのおかげで、石川キャンパスにいた一年という期間を楽しく過ごすことができました。ありがとうございました。

また、研究を進めるにあたっては、JAIST サイエンス・コミュニケーション研究会（北陸先端科学技術大学院大学）、東京大学 BAP（東京大学）、立教理工工房（立教大学）の皆様に変にお世話になりました。科学

技術コミュニケーションの当事者である学生の方々は、私が活動に参加し、データを収集し、分析することを許可して下さるだけでなく、日常の対話など、楽しい時間も与えて下さいました。私の力不足により、本論文に掲載できなかった調査に協力して下さいました方もいますが、調査をすること、また、博論に掲載できなかったことも含め、寛容に対応して下さいました。発表者以外の学生や、教師などの支援者の方々も、調査することを快諾し、観察やヒヤリングに応じて下さいました。彼らの協力的な態度があってこそこの研究ができたと思います。また彼らのおかげで、時間はかかりましたが、体調を崩した後も研究をまとめることができました。深く感謝いたします。

副テーマの研究では、サイエンティフィック・イラストレーションを描くイラストレーターや、研究者、その支援者の方々にお世話になりました。副テーマの研究は本論文の研究アイデアを支えています。ご支援をいただいたことを感謝申し上げます。

この研究を遂行するにあたっては、修士課程で学んだ経験や知識も重要な意味を持ちました。京都大学で指導して下さいました、加藤和人先生（現大阪大学教授）には、修士課程において学ぶ場を与え、親身になって指導して下さいましたことを深く感謝しています。加藤研究室の皆様には、修士課程在籍中、多くのご迷惑とご心配をかけ、そしてご支援をいただきました。また、研究室の一部の方には博士後期課程進学後も助言や有用なご支援をいただきました。心より感謝申し上げます。

博士論文の審査に当たっては、外部審査委員を引き受けて下さった大阪大学の小林傳司教授、北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科内の審査委員を引き受けて下さった藤波努教授、伊藤泰信准教授、由井菌隆也准教授に貴重な助言やご意見をいただきました。また、学会や査読等でコメントを下された研究者もいます。皆様のおかげで研究や論文がより良くなりましたことを、お礼申し上げます。

最後となりますが、私は2011年より体調不良となり、療養のために実質的には2年間以上博士研究を休止しました。研究や博士号の取得をあきらめた時期もあります。その間も父、母、二人の姉は焦ることなく見守ってくれました。彼らの支えがなければ、今の私はありません。そして、博士後期課程入学以降、療養、復帰、そして現在に至るまで、夫である暢迪は私を支え続けてくれました。感謝の言葉を贈ります。ありがとうございました。