

## 教員養成の観点からみた地域連携化学講座の構成と実践 Educational Design and Practice of Regionally Collaborative Chemistry Workshops from the Perspective of Teacher Education

松浦紀之<sup>\*1</sup>, 石原光<sup>\*2</sup>, 砂野真人<sup>\*2</sup>, 崎山健<sup>\*2</sup>

MATSUURA Noriyuki<sup>\*1</sup>, ISHIHARA Hikaru<sup>\*2</sup>, SUNANO Manato<sup>\*2</sup>, SAKIYAMA Takeru<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>愛媛大学教育学部, <sup>\*2</sup>愛媛大学大学院教育学研究科

<sup>\*1</sup>Faculty of Education, Ehime University, <sup>\*2</sup>Graduate School of Education, Ehime University

**【要約】** 本稿は、愛媛県教育委員会主催「えひめ科学特別授業」において、2025年10月18日に愛媛大学教育学部で実施した地域連携化学講座の実践を、教員養成の観点から報告する。小学生講座（参加30名）では、触媒反応、熱伝導、展性、形状記憶、銀鏡反応、表面処理（エッチング・メッキ）を演示と班実験、制作活動として構成し、金属の性質を多面的に体験させた。中学生講座（参加15名）では、試験による予想とキレート滴定法による硬度測定を関連付け、さらに居住地域の水源・硬度の解説を加えて学習内容を生活圏へ接続した。授業運営は、教員養成の学修機会として教職大学院生が中心となって担い、学部生が補助した。事後アンケートには肯定的な受け止めが多く、丁寧な支援への謝意が複数見られ、教職大学院生・学部生による学習支援の意義が示唆された。

**【キーワード】** 教員養成, 地域連携, 学習支援, 学修機会, 金属の性質, 硬度測定, 化学実験

### I. はじめに

地域の子どもたちに科学への興味・関心を喚起し、探究的な学びへの入口を提供することは、学校教育を補完する科学教育の重要な機能である。とりわけ化学領域は、日常生活と深く関係しながらも、反応の過程や物質のふるまいが直接には見えにくい場合が多く、体験を伴う学習機会を設計することが、理解や動機づけの形成において大きな意味を有する(河野ら, 2022)。加えて、大学が地域・行政と連携して科学講座を実施することは、学習者への支援にとどまらず、教員養成段階の学生にとっても、安全管理を含む授業運営や学習者理解の経験を蓄積する機会となる。

愛媛県教育委員会主催の「えひめ科学特別授業」は、将来教師を目指す大学院生・大学生等が指導に参画し、小・中学生を対象に科学特別授業を実施する取組として位置づけられている。本稿は、愛媛県教育委員会主催「えひめ科学特別授業」の化学講座として実施した小学生講座と中学生講座を対象とする。講座の構成と実施の概要を整理し、受講後の反応を踏まえて運営上の示唆を検討することを目的とする。あわせて、本実践は、教職大学院生・学部生が企画から指導までを担うことで、教員養成段階における授業づくりと学習支援の学修機会として位置づけられる点にも意義がある。

### II. 実践方法

#### 1. 実践概要

本実践は、愛媛県教育委員会主催の「えひめ科学特別授業」において、愛媛大学教育学部が共催として実施した化学講座である。実施日は2025年10月18日であり、愛媛大学教育学部・理科学学生共同実験室1で実施した。参加者募集は、愛媛県教育委員会が事前に関係校へ案内文を送付して行った。小学生講座「ふしぎがいっぱい！金属のヒミツをさぐろう！」の受講生は30名であり、中学生講座「この水、飲みやすいのはなぜ？—硬度のヒミツを解き明かそう—」の受講生は15名であった。

指導体制は、教員（松浦）に加え、教職大学院生3名および学部生4名（3回生1名、2回生3名）から構成した。教職大学院生と学部生を総称して学生スタッフとする。企画・準備ならびに当日の説明・実演・進行は教職大学院生が中心となって担い、学部生は班活動の補助、安全確認、器具準備等を担当した。教員は全体統括と安全管理の最終的な責任を負い、必要に応じて補足説明を行った。このような学生主導の運営は、説明・安全管理・学習支援を含む授業運営を実地に学ぶ教員養成上の学修機会として位置つけた。なお、受講生（小・中学生）の学びを「学習」、学生スタッフが指導を通して得る学びを「学修」として区別し、両者の学びの機会を区別して整理した。

## 2. 講座の構成

小学生講座（120分）は、金属の性質を多面的に体験できるようにすることを目的として、演示実験と児童による班活動を組み合わせて構成した。具体的には、触媒による燃焼現象、熱の伝わりやすさ、変形しやすさ、温度に伴う性質変化、化学反応による金属生成、および表面処理を扱い、観察と体験を通じて金属の多様な性質に気づかせる流れとした。

中学生講座（120分）は、ミネラルウォーターの飲みやすさ（味覚）と、硬度（ $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ の総量、全硬度）という定量的指標を関連付けることを目的として、導入の説明、試飲活動、EDTA（エチレンジアミン四酢酸）によるキレート滴定、結果の比較と解釈、および受講生の居住地域（愛媛県内の市町）に対応した水源・硬度の解説から構成した。

## 3. 評価方法（事後アンケート）

講座終了後に、参加児童生徒を対象とした事後アンケートの結果を用いた。アンケートは愛媛県教育委員会により、本事業の実施状況の把握および今後の改善に資することを目的として実施されたものである。本稿では、講座改善に関わる受講生の反応の傾向を把握する目的で取り扱い、記述は必要最小限にとどめた。あわせて、指導に参画した学生スタッフに対して、授業準備・運営・安全管理・説明の支援に関する振り返りを行い、小学生講座と中学生講座ごとに、運営上の課題と改善点を整理した。

## Ⅲ. 小学生講座「ふしぎがいっぱい！金属のヒミツをさぐろう！」

### 1. ねらい

小学生講座では、身の回りに存在する金属を題材に、金属の性質が様ではなく、観点によって多様に現れることを体験的に理解させることをねらいとした。具体的には、①反応の起こり方（燃焼・触媒）、②熱の伝わりやすさ、③変形しやすさ（展性・延性）、④温度に伴う性質変化（形状記憶合金）、⑤化学反応により金属が生成する現象（銀鏡反応）、⑥金属表面を加工する技術（エッチング・メッキ）を取り上げ、演示実験と児童による実験を組み合わせた。特に、観察結果を言葉にして共有する場面を適宜設定し、「見たこと」を「気づいたこと」へと整理することを重視した。

### 2. 学習活動の流れ

導入では、金属製品が生活のさまざまな場面で用い

られていることを確認し、「金属にはどんな性質があるのか」「金属によって性質は同じなのか」といった問いを提示した。

まず、白金箔を触媒として用いた水素の燃焼（急激な反応）演示を行い、物質が反応する速さや起こり方が条件によって変化すること、また触媒が反応に与える影響を、視覚的に理解できるようにした（図1(a)）。続いて、鉄板と銀板を氷ブロック上に置き、銀板の方が早く氷を切り進む現象（熱伝導）を示した（図1(b)）。代表児童が前方で実施する形式とし、金属によって熱の伝わりやすさが異なることを、観察から導いた。

次に、スズ粒を金床上でつぶす演示を通して、金属が割れるのではなく、つぶれて広がる性質（展性）を体感させた（図1(c)）。さらに、形状記憶合金をビーカー内の温水に入れると形が変化する活動を行い、温度変化が材料の性質に影響しうることを示した。

児童が主体的に取り組む活動として、4名班で銀鏡反応を実施した。溶液の変化と銀の析出を観察し、化学反応によって金属が生成する現象を経験させた。最後に、銅板ネームプレート制作を行った（日本化学会、1987）。銅板に油性マーカーで図案を描いてマスキングしたのち、塩化鉄(III)水溶液に浸してエッチングし、取り出してエタノールでマーカーを除去した。さらに、亜鉛粉末と水酸化ナトリウム水溶液を用いて加熱し亜鉛メッキを行い、その後バーナーで加熱して真鍮へと変化させた（図1(d)）。完成品は持ち帰り可能な成果物として提示し、金属表面の加工が見た目や性質に関わることを、体験と結びつけて理解させた。

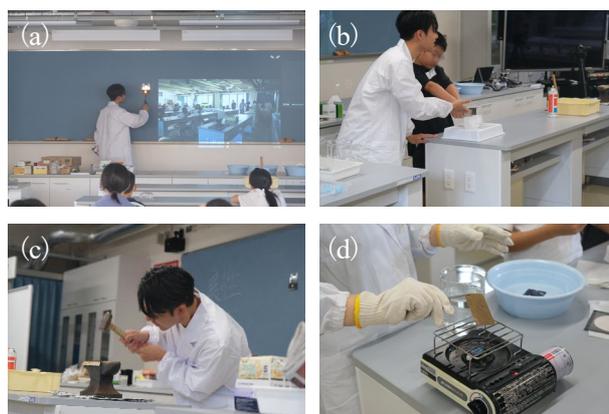


図1 小学生講座の活動の様子

- (a) 白金箔を触媒として用いた水素の燃焼（演示）、  
 (b) 鉄板と銀板を用いた熱伝導の比較（演示）、(c) スズ粒の展性（演示）、(d) 銅板ネームプレートの作製（亜鉛メッキ後の加熱による真鍮化）。

### 3. 運営上の工夫と安全管理

小学生講座では、演示実験により現象を全体で共有した後、班活動で操作を伴う活動を行う構成とし、安全確保と学習効果の両立を図った。薬品や加熱器具を扱う場面では、事前に注意点を明確に示し、学生スタッフが班ごとに配置されて操作の補助と安全確認を行った。特にネームプレート制作では、薬品の取扱い、手袋・保護具の着用、飛散防止、廃液回収の手順を定め、児童が不安なく取り組める環境の整備を重視した。

## IV. 中学生講座「この水、飲みやすいのはなぜ？—硬度のヒミツを解き明かそう—」

### 1. ねらい

中学生講座では、日常的な飲料であるミネラルウォーターを題材に、飲みやすさ（味覚・印象）と硬度を関連付け、身近な現象を化学的指標で説明する見方を育てることをねらいとした。特に、硬度をEDTAによるキレート滴定法により定量し、得られた数値と試飲時の印象を照合する活動を通して、感覚的理解と定量的理解の往還を促す構成とした。加えて、受講生の居住地域に対応した水源や硬度の情報を提示し、「自分の生活圏の水」を科学的に捉え直す契機をつくることを意図した。

### 2. 学習活動の構成と流れ

導入では、硬度が水中のカルシウムイオン  $\text{Ca}^{2+}$ 、マグネシウムイオン  $\text{Mg}^{2+}$  に由来すること、硬度の大小により軟水・硬水と呼称されること、および硬度が地域の地質や水源環境の影響を受けることを概説した。ここでは、生活経験（飲料水の好み、料理との相性）と結びつけながら、硬度を身近な水の個性を表す指標として位置づけた。

次に、複数のミネラルウォーターと水道水を対象に試飲活動を行い、受講生が「ミネラル分が多い（硬度が高い）」と感じる順に順位付けする課題を設定した。試飲後ただちに数値を示すのではなく、先に各自の予想を形成させることで、感覚に基づく仮説を明確化し、のちの測定結果との比較が意味をもつように設計した。

測定活動では、EDTA 標準溶液を用いたキレート滴定法により硬度を定量した（日本分析化学会北海道支部, 2005）。指示薬としてエリオクロムブラック T (BT 指示薬) を用い、pH をアンモニア-塩化アンモニウム緩衝液 (pH 10) で調整した条件下で滴定を行った (図

2)。終点は溶液の色調変化を手がかりに判定し、滴定に要した EDTA 標準溶液の体積から硬度（炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$  換算）を算出した。操作手順は、①ビュレットの共洗いと先端部の気泡除去、②検査水の一定量採取、③緩衝液と指示薬の添加、④滴定操作、⑤終点判定と体積の読み取り、⑥計算、の順に整理し、はじめて扱う受講生でも作業の見通しがもてるようにした。

結果の整理では、試飲での予想順位と、滴定から得られた硬度値とを照合し、「予想が当たった点」「ずれた点」を共有した。ここでは、味の印象が硬度以外の要因（温度、炭酸の有無、個人差など）にも左右されうることに触れ、数値化できる指標の有用性と限界の両面を扱った。

最後に、受講生の居住地域ごとに水源の特徴や硬度に関する情報をスライドで示し、地域差が生じる理由を概説した。測定したミネラルウォーターの硬度と、自分の生活圏の水の硬度とを対比することで、「学んだ概念を自分の環境に適用する」段階まで学習を拡張できるようにした。これにより、単発の分析実験にとどまらず、環境と暮らしの接点として化学的指標を位置づける学びをねらった。



図2 キレート滴定の操作（中学生講座）

### 3. 運営上の工夫と安全管理

中学生講座では、中学生を主対象としつつ、小学生の参加も含まれたため、操作難易度と安全性の確保を重視した。具体的には、ビュレット操作や終点判定の場面で学生スタッフが支援に入り、体積読み取りや器具の保持、滴下速度の調整等の要点を適宜確認した。また、薬品およびガラス器具を扱う活動であることを踏まえ、保護具の着用、薬品が皮膚に付着した場合の対応、器具破損時の行動などを事前に明示し、安心して参加できる環境の整備を行った。廃液は所定の方法で回収し、実験室のルールに基づき適切に処理した。

## V. 考察

### 1. 小学生講座における学習の特徴

小学生講座は、金属という身近な素材を軸にしつつ、触媒による燃焼、熱の伝わりやすさ、展性、形状記憶、銀鏡反応、表面処理（エッチング・メッキ）という複数の観点から金属の性質を扱った点に特徴がある。金属を「磁石につく・つかない」のような一つの観点だけで説明するのではなく、現象の多様性として提示したことで、児童は金属の性質を総体として捉えやすい構成となった。こうした構成により、複数の性質を比較する視点が促された。特に、演示実験で現象を全体で共有した後に、班活動（銀鏡反応）や制作活動（ネームプレート）へ移行する流れは、観察と操作の双方を経験させる上で有効であったと考えられる。

また、ネームプレート制作を成果物として持ち帰れる形にしたことは、活動を単なる体験に終わらせず、学習経験を手元に残す点で教育的意義が大きい。エッチングやメッキの工程は、金属表面の加工が見た目や性質に関係することを実感させ、化学的操作とものづくりを接続する契機となる。児童期の理科への動機づけは理解の正確さだけでなく、「おどろき」や「できた」という達成感によっても支えられる側面があり、本講座はそうした要素を取り入れた構成であったといえる。

### 2. 中学生講座における学習の特徴

中学生講座は、飲みやすさという身近な感覚を入口として、硬度という指標を用いた測定活動へつなげ、得られた数値をもとに解釈する学習過程を組み込んだ点に特徴がある。試飲により各自が予想を立てた後、EDTA 滴定で硬度を定量し、予想と測定結果の一致・不一致を比較する流れは、直感的な判断を検証可能な形に整理し、科学的説明の必要性を立ち上げやすい。すなわち、先に数値を提示して理解させるのではなく、予想を形成したうえで測定へ進む構成が、学習の主体性を支えたと考えられる。また、予想と結果のずれを振り返る場面を設けた。

さらに、受講生の居住地域に基づく水源や硬度の情報提示は、測定結果をその場限りの数値にとどめず、生活圏の水へと視点を広げる契機となった。理科の学習内容が教室内で完結しやすいという課題に対し、自分の地域の水を手がかりに概念を捉え直す要素を加えた点は、学習内容の関連付けを促す工夫として位置づけられる。

### 3. 運営上の工夫

中学生講座には小学生の参加も含まれ、ビュレット操作や終点判定など技能的負荷の高い活動を扱った。こうした状況でも講座が成立した要因として、学生スタッフが近接して支援に入り、操作の要点（体積読み取り、滴下速度、終点判定）を適宜確認しながら進化した点が挙げられる。学年が異なる受講生が同席する状況では、理解度や技能差が活動停滞につながりやすいが、本講座では役割分担と支援体制により、安全確保と学習機会の両立を図った。これらの運営上の工夫は、今後、同様の地域連携講座を計画する際の留意点となる。

また、本講座の運営は、受講生の学習を支えるだけでなく、学生スタッフにとっても授業運営を学修する機会となった。具体的には、説明の焦点化、支援に入るタイミング、安全確認といった観点で、自らの関わりを見直す視点を獲得する契機となった。地域連携の場を教員養成に接続する上では、役割分担に加え、振り返りを促す仕掛けを組み込むことが重要であると考えられる。

### 4. 受講生の反応

受講後、愛媛県教育委員会により事後アンケートが実施され、本事業の実施状況の把握と今後の改善のために用いられた。本稿では、個人が特定されない形で回答を取り扱い、講座改善に関わる反応の概況を把握する目的で、必要最小限の範囲で参照した。

アンケートでは、全体として満足度や分かりやすさに関する肯定的回答が多く、受講生が意欲的に参加したことが示唆された。自由記述にも同様の傾向が見られた。記述には「丁寧に教えてくれてうれしかったです」「分かりやすく説明してくれてありがとうございました」など、指導者の関わりに関する肯定的な言及が見られた。また、「優しく話しかけてくださったおかげで安心して楽しめた」等の記述もあり、学生スタッフによる支援が参加者の安心感に寄与した可能性が考えられる。一方、中学生講座に関連して「ビュレットを初めて使ってみて、目盛りが上から0から始まるのがびっくりしました」のような記述も見られ、器具操作の新規性が印象に残ったことがうかがえる。なお、本アンケートは小学生講座と中学生講座で共通の質問紙を用いているため、回答の解釈には一定の限界がある。

## VI. まとめと今後の課題

本稿では、愛媛県教育委員会主催「えひめ科学特別授業」において実施した化学講座について、小学生講座「ふしぎがいっぱい！金属のヒミツをさぐろう！」と中学生講座「この水、飲みやすいのはなぜ？—硬度のヒミツを解き明かそう—」を一体的に報告した。小学生講座では、触媒反応、熱の伝わりやすさ、展性、形状記憶合金、銀鏡反応、表面処理（エッチング・メッキ）を演示実験、班活動、制作活動として構成し、金属の性質を多面的に体験させた。中学生講座では、試飲による予想を手がかりに、キレート滴定法により硬度を定量し、結果の比較・解釈に加えて居住地域の水源・硬度の解説を行うことで、学習内容を生活圏へ接続することをねらった。いずれの講座においても、教職大学院生および学部生が学習支援に参画し、安全管理と操作支援を含む授業運営を分担した。

愛媛県教育委員会が実施した事後アンケートの自由記述には、学習活動を肯定的に受け止める記述や、学生スタッフの関わりに対する謝意が複数見られた。一方で、中学生講座で扱った器具操作の新規性に言及する記述もあり、操作の見通しを支える説明や支援の在り方が、受講生の経験に影響しうることが示唆された。以上より、本実践は、地域・行政・大学の連携のもとで、体験的な化学学習の機会を小学生・中学生段階に提供しうること、また学生スタッフが参画することにより、学習支援と安全確保を支えることを示した。

今後の課題は次の3点である。①講座運営と安全確保に関わる手順を、担当者間で共有可能な形で明文化する必要がある。本実践では、事前の注意喚起、学生スタッフの配置、回収・廃液処理等により安全に配慮して運営したが、地域連携講座は参加人数や進行が変動しやすい。安全指導の要点、器具・薬品の配置、班の動線、切り替え手順をチェックリスト等として整理し、条件変動にも対応できる形で蓄積する必要がある。②学習の見通しを支える教材・説明資料の改善が挙げられる。小学生講座では、多様な現象の中で「何を比べるか」「何に気づくか」を短い言葉や記録用紙で支える工夫が有効となる。中学生講座では、終点判定や計算の意味づけ等をつまづきやすい箇所があるため、要点の可視化や結果の整理の枠を整える必要がある。導入で問いを明確化し、まとめで気づきの言語化を促す構造を強めたい。③学習支援を担う学生スタッフの育成と振り返りの仕組みを整える必要がある。事前リハ

ーサル、役割分担、声かけや説明の統一、ヒヤリ・ハットの共有等により支援の質を高め、実施後の振り返り（気づいた点、改善点）を簡潔に記録して講座改善へつなげたい。今後も、以上の点を踏まえて講座改善を継続する。

## 謝辞

本実践の実施にあたり、「えひめ科学特別授業」を主催し、受講生募集および運営全般にご尽力いただいた愛媛県教育委員会義務教育課の関係各位に深く感謝申し上げます。

## 文献

- 河野桃代, 吉富勇人, 下川恵輔, 松岡雅忠 (2022) : 油脂の劣化を実感させる実験教材の開発—ろ紙への塗布による空気酸化の加速—, 化学と教育, 206-209.
- 日本分析化学会北海道支部 (2005) : 水の分析第5版, 化学同人.
- 日本化学会訳編 (1987) : 実験による化学への招待, 丸善.