

高等学校と連携した環境学習プログラムの開発

－環境教育を題材とした探究的な視点を取り入れた授業の提案－

村田 一平

高等学校化学において行われている実験の多くは、知識の定着や学習した内容の確認を目的としたもので、探究的な視点を取り入れた実験はあまり行われていないのが現状である。その理由としては、適切な実験教材が少ないことや、実験教材を開発する時間がなかなかとれないことにある。そこで、当センターと高等学校が連携し、当センターが作成した環境教育を題材とした実験教材を用いて、探究的な実験の取組を実際に高等学校で試みた。

〔キーワード〕 探究活動 高等学校との連携 環境教育

はじめに

平成20年1月に出された中央教育審議会答申では、学習指導要領改訂の基本的な考え方の一つとして「思考力・判断力・表現力等の育成」が取り上げられた。このような動向を踏まえ、高等学校化学において、実験を単に学習内容を確認するための手段として位置付けるのではなく、課題解決の手段として探究的に取り扱うため、実験内容を再構成する研究に取り組んだ。

本研究では次の3点から、環境教育における教材の作成を行い、高等学校との連携を試みた。

- 日常生活と関わりの深い「大気」と「土壌」を取り上げ、それぞれについて探究的な視点を取り入れた実験教材を作成する。
- 生徒の思考力・判断力・表現力を育成することや、環境保全に対する意識を高めることをねらいとする、観察・実験を中心とした、学習プログラムについて検討する。
- 探究的な授業の実践をととして教員のスキルアップを図るため、当センターが作成した教材の有効性を高等学校と連携により検証する。また、高等学校との適切な連携のあり方を検討する。

1 連携先の高等学校と連携の方法

(1) 連携先の高等学校

連携先学校名：北海道札幌西陵高等学校
学校概要：1学年8学級の全日制普通科
対象授業：化学Ⅱ（3年理型選択）

(2) 連携の方法

連携先の高等学校とは、次の手順により連携を進めた。

- ① 観察・実験を取り入れた2時間分のワークシート及び学習プログラム案を作成し、授業者である連携先の教員に提示する。その後、それらを連携先高等学校の状況に合わせた内容に修正する。
- ② 実験方法及び結果の取扱いについて授業者と打ち合わせを行う。
- ③ 授業者が授業を実施する。1時間目を終了した時点で、生徒による授業評価等をもとに授業内容や構成を検討し、その結果に応じて2時間目の学習内容を修正する。
- ④ 授業者が授業を実施する。2時間目終了後、教材及び授業に関する評価を行う。

2 学習活動の内容

本研究では、2時間分の授業を行い、1時間目の授業の翌週に2時間目の授業を実施した。

また、各時間終了後には、「授業チェックシート」を用いて、生徒による授業評価を行った。

(1) 1時間目の学習内容

ワークシートと実験プリントを配付し、次のア、イのような展開を繰り返し行った。ワークシートには発問に対する自分の考えを記入する欄と正答を記入する欄を設け、生徒が自分の考えと正答を対比できるように工夫した。実験プリントには、実験結果と考察を記入する欄を設けた。

ア 授業者からの発問に対して、自分の考えをワークシートに記入する。また、考えを発表する。
イ その発問の内容を確かめる実験を行い、結果と考察を実験プリントに記入する。

【1 時間目の学習活動】

発問 1：現在、この札幌の大気に影響を与えているものには、どのようなものがあるか。

実験 1：車の排気ガス中のNOx濃度を調べる

発問 2：実験 1 で排気ガスにはNOxを含んでいることがわかった。そのNOxは、水に溶けるとどうなるか。

実験 2：排気ガスの水溶液のpHとチャック付ポリ袋に残留しているNOx濃度の測定

発問 3：通学経路や家の周辺で、NOx濃度が一番高いと思われるところと、一番低いと思われるところはどこか。班で話し合い、そこを選んだ理由を記入する。



作業 1：授業チェックシートを用いて授業評価を行う。

課題 1：ワークシートの次の課題について、2 時間目の授業までに解答する。

〔課題内容〕

- ①酸性雨は地上に降ってどうなるか。
- ②酸性雨がしみ込んだ土はどうなるか。また、そこに生えている植物や土の中の生き物はどうか。
- ③②の影響を抑えるためには、土にどのような働きがあればよいか。

(2) 1 時間目の生徒の様子

生徒は発問に対し、自分の考えを積極的にワークシートに記入していた。また、中には、複数の考えを記入する生徒や、班の中で意見交換したり、積極的に全体場で発表する生徒も見られた。

実験においては、気体採取器など操作に不慣れな実験器具もあったが、班で協力しながら測定を行うなど、意欲的に取り組んでいた。また、細かな変化の様子も見逃さずに記録していた。

(3) 2 時間目の学習内容

前時の学習内容をもとに、NOx濃度が高い場所と低い場所を予想させ、それぞれの場所から採取した試料を用いて予想について検証させるなど、探究的な視点を取り入

れた実験を行った。また、土壌に関する 2 つの実験を行い、表現力を育成するために実験結果からグラフを作成させるとともに、思考力・判断力を育成するため、既習事項をもとに発生した気体を特定する方法を検討させた。

【2 時間目の学習活動】

実験 3：ザルツマン試薬を用いて身の回りのNOxを調べる（発問 3 の検証）

発問 4：1 時間目の課題 1 のそれぞれの解答はどのようなであったか。

実験 4：土壌の緩衝作用について調べる

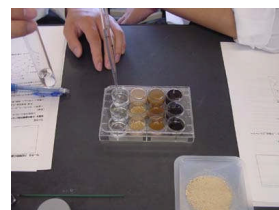
実験 5：土壌中の腐植成分を調べる

まとめ

質問 1 私たちの身の回りにある大気と土壌は、環境を保全するという点において、どのような関係で結びついているか。また、影響し合っているか。この授業を通じて考えたことを書き出してみよう。

質問 2 身の回りの「環境」について、相互に関わり合っていることがらを書き出してみよう。

作業 2：授業チェックシートを用いて授業評価を行う。



(4) 2 時間目の生徒の様子

NOx濃度に関する自分たちの予想について検証する実験では、予想とは異なる結果を示した班もあった。生徒たちは、その結果に関心を持ちながら、原因について班で話し合っていた。

3 結果及び考察

(1) 生徒による授業評価と自己評価

ア 授業チェックシートは、当センターの「わかる授業」実践研究プロジェクトチーム（平成19年度）が、授業改善のためのPDCAサイクルの確立をめざして作成したもので、生徒による授業評価「本日の授業について」と、自己評価「自分について」をそれぞれ4段階で評価するものである。

各時間の終了後に行った授業チェック

シートにおける生徒の評価は、表のとおりであった。

表 授業チェックシートの質問項目と評価の平均
(評価の基準 4: と思う 3: だいたいそう思う
2: あまり思わない 1: 全く思わない)

	評価の項目	1時間目の平均	2時間目の平均	増減
本時に ついて	① 授業のねらいがわかった	3.8	3.9	↑
	② 興味がわく学習内容であり、やる気の高まる授業だった。	3.6	3.6	→
	③ 観察・実験など、課題を解決する時間が設定されていた。	3.2	3.5	↑
	④ 実験・観察などを通して、いろいろな方面から考察する場面が設定されていた。	3.3		↑
	⑤ 前の時間とのつながりがあり、その内容も観察・実験などを通して、いろいろな方面から考察する場面が設定されていた。		3.6	
	⑥ 器具の取扱い方法や危険性が説明され、安全に配慮されていた。	3.9	3.6	↓
	⑦ 考察を文章でまとめたり、自分の考えを発表する場面が設定されていた。	3.5	3.1	↓
	⑧ 説明の内容が適切で理解しやすかった。	3.6	3.5	↓
	⑨ 授業の準備や計画が十分になされており、授業の進め方が適切であった。前の時間とのつながりが明確であった。	3.7	3.5	
自分 について	⑩ プリント・板書などが効果的に使われていた。	3.5	3.6	↑
	①～⑨の平均	3.6	3.6	→
	⑩ 授業で学んだ内容について関心を持ち、自分で意欲的に取り組めた。	3.5	3.5	↑
	⑪ 自分の考えで、予想をして観察・実験に取り組むことができた。	3.4	3.5	↑
	⑫ 観察・実験の結果を考察し、課題を解決することができた。	3.1		↑
	⑬ 前の時間で学んだことを含めて、観察・実験の結果を考察し、課題を解決することができた。		3.2	
	⑭ 器具や機器などの機能を理解して、うまく使うことができた。	3.5	3.2	↓
	⑮ 自分の考えをまとめ、文章で作成したり、発表や発言を行うことができた。	3.2	3.2	→
	⑯ 授業で学習した内容を理解し、その知識を身につけることができた。	3.1		↑
	⑰ 前の時間とのつながりをもって、学習した内容を理解し、その知識を身に付けることができた。		3.2	
	⑱ 学習した内容を、実社会・実生活のことがらに関連づけることができた。	3.2	3.4	↑
	⑩～⑱の平均	3.3	3.3	→
各時間ごとの平均		3.4	3.4	→
2時間の平均		3.4		

イ 評価の分析と考察

(ア) 生徒による授業評価「本日の授業について」

実験教材や学習活動の構成に関する評価については、「①授業のねらいがわかった」が 4 段階評価で 3.9、「②興味がわく学習内容でやる気の高

まる授業だった」が 3.6、「⑧授業の準備や計画が十分になされており、授業の進め方が適切であった」が 3.7 と高い評価を得た。

(イ) 生徒の自己評価「自分について」

生徒の思考力・判断力・表現力の育成に関する評価については、「⑩自分の考えで、予想をして観察・実験に取り組むことができた」が 4 段階評価で 3.5、「⑭自分の考えをまとめ、文章でと作成したり、発表や発言を行うことができた」が 3.2 と比較的高い評価を得た。

評価の傾向をまとめた(ア)、(イ)からと、本研究で作成した教材は、生徒の学習意欲を高めて、生徒を探究的な視点でに実験に取り組ませ、思考力・判断力・表現力の育成を図る上で有効な教材であるといえる。

(2) ワークシートの質問に対する生徒の回答
授業の終了後に生徒に書かせた質問内容と主な生徒の回答は次のとおりであった。

質問 1 私たちの身の回りにある大気と土壌は、環境を保全するということにおいて、どのような関係で結びついているか。また、影響し合っているか。この授業を通じて考えたことを書き出してみよう。

- 車の排気ガスなどによって、大気に含まれた NOx が酸性雨となって土壌にしみ込み浄化される。今回、実験し調べた物質は NOx だったので、他の大気汚染につながる物質が浄化される仕組みについても調べてみたい。
- 自然の中にあるサイクルのおかげで、環境は保たれているけれど、どこかで過剰な汚染が出ると処理しきれなくなる。

質問 2 身の回りの「環境」について、相互に関わり合っていることがらを書き出してみよう。

- 大気汚染→酸性雨、森林伐採→二酸化炭素、ゴミのポイ捨て→水質汚染
- 空気の汚れ→酸性雨→土壌の酸性化→森林が枯れる→空気の汚れ・・・

特に質問1の回答から、本研究で作成した教材は、生徒の環境の保全に対する意識を高める教材として有効であるといえる。

(3) 授業者による評価及び感想

ア 評価及び感想

授業終了後、生徒から提出されたワークシートや授業チェックシートをもとに、本研究の教材、当センターと高等学校との連携などについて、授業者とともに検討したところ、授業者である教員による評価及び感想は次のとおりであった。

<教材について>

(評価) 生徒に思考させながら展開する授業を実践する上で、この教材は、生徒の思考力・判断力・表現力を育成する上で有効な教材であると思われる。

(感想) 高校生にとって環境問題は関心の高い話題であることがわかった。生徒たちは、ワークシートの質問に、自分なりの考えで回答しており、予想していた以上に興味を持って取り組んでいた。

<連携授業について>

(評価) 教材が発展的な内容であった。このような内容の教材開発には時間を要するので、この連携により授業で扱うことができたことは有意義であった。また、今回のような連携による授業の教材としては、環境以外にも、食やエネルギーなどを取り上げると、生徒にとって身近でかつ応用的な内容となり有効ではないかと考える。

(感想) 授業者としても、打合せや予備実験、授業、そして検証というプロセスを経て、このような教材を用いた授業を行ったことにより、自分自身のスキルアップにつながったと感じている。

<その他>

○ 単なる確認だけの実験ではなく、予想を立てながら進める実験なので、生徒たちは結果を期待しながら実験を行い、結果を自分の目で確かめることにより、現象の特徴とその仕組みを理解していたようだ。

○ 発展的な内容の授業を通じて、化学の基礎・基本において、足りない部分が逆に見えてきた。生徒の進路実現に向けた受験指導という面でも有効であった。

イ 今後に向けた改善策

今回の取組において、ワークシートの記入や実験結果のまとめにあてる時間が十分ではなかったという反省がある。今後に向けた改善策として、前時に授業の

概要や実験器具の使用法を説明する時間を設けるなど、全体の構成に余裕を持たせるようにすることを検討したい。

4 おわりに

高等学校化学の授業で行われている実験の多くは、知識の定着や学習した内容の確認を目的としたもので、探究的な視点を取り入れた実験はあまり行われていないのが現状である。その理由としては、適切な実験教材が少ないことや、実験教材を開発する時間がなかなか取れないことがあげられる。

本研究では、当センターと高等学校が連携し、当センターが作成した教材を授業で実践することにより、作成した教材の有効性と高等学校における探究的な視点を取り入れた実験が可能であることを検証することができた。

また、授業を担当した教員から自身のスキルアップにつながったとの感想を得たことから、連携の目的を達成できたと考える。

一方、今回の取組から、今後改善を図るべき課題も得られた。授業チェックシートに、自由記述欄を設けなかったことから、授業改善の方向が十分に明確にならなかった。この反省は、次回の授業チェックシートの作成に生かしていきたい。

今後も、高等学校との連携を軸にした、高等学校における探究的な取組への支援を検討し推進していきたい。

参考文献

- 1) 左巻健男, 市川智史編著, 誰にでもできる環境調査マニュアル, 東京書籍, (1999), p64~88
- 2) 村田一平, 全国理科教育大会論文集, 18, (1996), p130
- 3) 北海道立理科教育センター, 環境教育研修講座テキスト, (1993)

(むらた いっぺい 化学研究室研究員)