

〈高校化学〉

主体的に学ぶ力を伸ばす授業作りの工夫

——身近な「有機化合物」の授業実践を通して（第 2 学年）——

沖縄県立読谷高等学校教諭 瀬 利 宗 司

I テーマ設定の理由

国連サミットで 2015 年 9 月に採択された SDGs は、世界中で「貧困に終止符を打ち、地球を保護し、すべての人が平和と豊かさを享受できるようにすることを目指す普遍的な行動」を始めるよう呼びかけている。2030 年の達成を目指し、具体的な 17 の目標とそれをさらに詳細にした 169 の達成基準を設けている。国、企業、地方自治体の多くも取り組みを始めており、今後は学校教育においても、SDGs で掲げられた目標を達成する力を育成しなければならない。そのためには、生徒たちが将来にわたって主体的に学び続け、個々の課題に取り組んでいこうとする意識を持つことが不可欠である。

平成 30 年度告示の高等学校学習指導要領「理科」の目標では現行の指導要領からさらに踏み込み、「自然の事物・現象に関わり」、「見通しをもって観察、実験を行うこと」で、「科学的に探究するために必要な資質・能力」を育成するとしている。これは SDGs で掲げられた目標を解決するために必要な能力と同じ、体験から主体的に課題を発見し、学んだ知識・技能を活用して多様な分野の人々と協働しながら解決していく力の育成にほかならない。

これまでの化学の教科指導では、年間指導計画に沿って学習を進めることに主眼を置いてきた。しかし授業が計画通り進まず、実験や問題演習、グループ学習の機会が少なくなってしまう、生徒が主体的に考える学習が不足していた。

本研究では、生徒に身近な物質を通して化学に興味・関心を持たせ、単元を通した問いから生徒自身が今後の学習を見通し、主体的に学べるようにする。化学の単元「有機化合物」は、身近な物質や現象が多く生徒が興味・関心を持ちやすい分野である。また化学基礎で学習した「酸化還元反応」、「酸と塩基」などの基本的な知識を用いて考えることができる分野でもあるので、学んだ内容が生かせることを実感させ、深く探究しようとする意欲を引き出したい。さらに課題について自ら考え、協働しながら実験を行い、結果の考察を生かして次の課題を発見できるよう取り組む。この取り組みを通じ、主体的に学ぶ力を伸ばしたい。

〈研究仮説〉

「有機化合物」の分野を利用し、生徒が見通しをもって自ら課題を発見し、興味・関心を持って取り組めるような授業作りを工夫することで、主体的に学ぶ力を伸ばすことができるであろう。

II 研究内容

1 実態調査

(1) 目的

- ① アンケート調査で生徒の実態と現状を理解し、研究仮説を立てる資料とする。
- ② 研究仮説を検証する資料とする。

(2) 対象及び実施期日

対象：沖縄県立読谷高等学校 2 学年化学選択者 理系クラス・特進クラス 計 41 名

期日：事前アンケート・・・2020 年 6 月 29 日 事後アンケート・・・2020 年 11 月 18 日

(3) 事前アンケートの結果と考察

生徒が「主体的な学び」を行うための手立てができたか確認するため、独立行政法人教職員

支援機構（NITS）が掲げる「主体的な学び」を目指すために実現したい5つの子どものすがたのうち、「興味や関心を高める」、「振り返って次につなげる」、「見通しを持つ」、の変容を確認するため事前アンケートを行った。

記述式の質問では、本研究の事前、事後の記述内容の変容から成果と課題を探る。

〔事前アンケートの結果〕

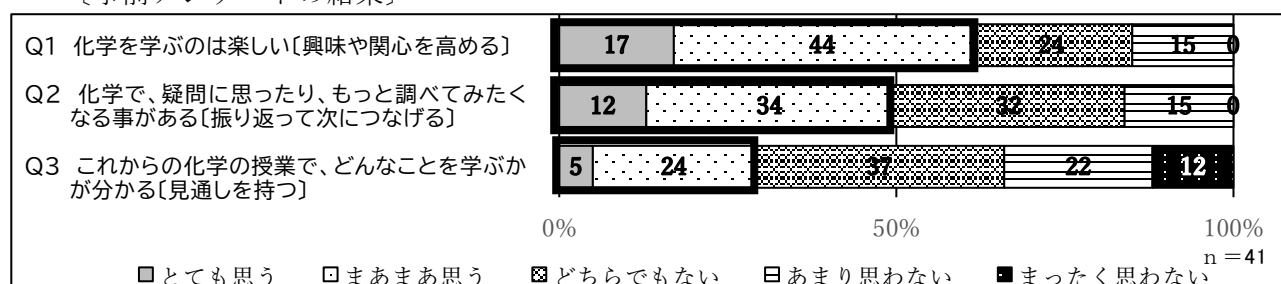


図1 主体的な学びに関する事前アンケートの結果 Q1～3

Q1〔興味や関心を高める〕、Q2〔振り返って次につなげる〕様子を調べる質問では、それぞれ61%、46%の生徒が肯定的な回答をしている（図1）。半数近くの生徒は、小学校からの理科の学びと身の回りの現象、物質を関連付け、主体的に学ぶ姿勢が定着していると推察できる。しかし、Q3「（これからの学びへの）見通しを持つ」ことについては、肯定的な回答が29%と他の質問と比較して少なくなっており、高校の化学で学んでいる内容が今後どのような学びにつながるか、また社会や自然、自分とどのようにつながるか、イメージを持たせられていないことが分かる（図1）。このことから今後の学びに対して見通しを持たせられることが、生徒がより主体的に学ぶための大きな課題の一つであると言える。



図2 『学び合い』に関する事前アンケートの結果

Q4は「学び合いができていくか」を問う質問で、アクティブ・ラーニングを行う際に、生徒同士のコミュニケーションが取れるかを調べた（図2）。すでに68%の生徒は学び合いができる環境であることが分かる。しかし、講義型授業の経験が多く、対話中心の授業に慣れない生徒も多い。

以上の実態を基に仮説検証する。

2 仮説検証の手だて

(1) 検証の観点

- ① アクティブ・ラーニングの実践で、興味・関心を高め、主体的に学ぶ力を伸ばすことができたか。
- ② 教材・教具の工夫で、興味・関心を高め、主体的に学ぶ力を伸ばすことができたか。
- ③ 見通しが持てる実験の工夫を行うことで、自ら課題を発見し、主体的に学ぶことができたか。

(2) 検証の方法

- ① 行動分析
- ② ワークシート、ポートフォリオの記述の分析
- ③ 事前・事後アンケートの比較・分析

3 理論研究

(1) これからの理科の学びに求められるもの

学習指導要領、学習指導要領解説では、これからの時代を情報化やグローバル化で予測困難

な一方、選挙権年齢の引き下げ等、積極的に社会に参画する環境が整いつつあるとしている。その中で学校教育を通して、積極的に向き合う態度、協働して課題を解決していく力、情報を再構成し目的を再構築する力につながる資質・能力である「知識及び技能」の習得、「思考力、判断力、表現力等」の育成、「学びに向かう力、人間性等」の涵養が必要であると示している。

理科に関しては、目的の中で「理科の見方・考え方」が示されている。「エネルギー」の領域では量的・関係的な視点、「粒子」の領域では質的・実体的な視点、「生命」の領域では、多様性と共通性の視点、「地球」の領域では時間的・空間的な視点を働かせるとしている。また小学校各学年で、「比較する」、「関係づける」、「条件を制御する」、「多面的に考える」力を各成長段階で身に着けることとし、小・中・高での計 10 年間の理科教育で一貫した視点と成長段階に応じた学習目標を定めている。

また T I M S S 2019 の結果から、日本の子どもたちは理科の学力は世界でも高水準だが、関心・意欲・有用性の意識が国際平均よりかなり低く「理科が楽しい」と答えた子どもの割合は、小学校では国際平均より高いが中学校では平均を下回っている。文部科学省は新学習指導要領で掲げる「主体的・対話的で深い学び」への授業改善が急務だとしている。

(2) 生徒が主体的に学べる授業作りについて ～アクティブ・ラーニング『学び合い』の研究～

西川 (2015) は、アクティブ・ラーニングが「学修者の能動的な学修への参加を取り入れ」、「認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験を含めた汎用的能力の育成を図る」ことができるとしている。アクティブ・ラーニング『学び合い』の学習の流れを以下に示す。

「生徒の準備 → 教師の語り → 学修 → 教師の見回り → 教師の語り」

また『学び合い』実施のポイントを以下の①～⑤にまとめる。

- ① 教師は授業の目的を本気で語り、生徒の主体的学修を求める。
- ② 全員達成の重要性を繰り返し、最後の語りで授業の様子を振り返る。
- ③ 問題の分量は、トップレベルの生徒が 15 分くらいで課題達成できる分量にする。
- ④ グループは指定せず、自由に学び合う。
- ⑤ 教師は解答や説明をせず、生徒たちの様子をつぶやき、学び合いを促す。

『学び合い』の実施で、生徒どうしの膨大な対話が促され、多様性により互いの理解を深め、全員が深く学ぶことができる。社会がグローバル化する中、多様な価値観を尊重し、新たな価値観を生み出す力の育成ができる。

(3) 「主体的に学習に取り組む態度」を伸ばす評価について ～O P P Aの研究～

堀 (2013) は、一枚ポートフォリオ評価 O P P A (One Page Portfolio Assessment) を用いることで、学びの本質に迫る資質能力が育成でき、最終目標として「一人で学び続けることができる人間」を育てることができるとしている。O P P A 実施のポイントとして、以下の 4 点が挙げられている。

- ① 「単元を貫く本質的な問い」について、単元の学習前後に回答させ比較する。
- ② 「授業の一番大切なこと（感想ではない）」を毎時間書かせる。
- ③ 単元や毎時間の授業の学習後に、その授業内容の「タイトル」を自分でつける。
- ④ それらを「1 枚のシート」に記入できるようにする。

O P P A の実践を通して、学習者の認知構造を可視化し、学習者が学びの手応えを得ることができ、復習にも活用できる。また教師の授業改善の手掛かりや、教師自身の評価にも使える。ただし、O P P A では、点数化やランク付けをしないのが原則である。学習者の知識習得の結果ではなく、変容を重視する。O P P A の活用で、学習者が学びの目標を持ち、見通しや振り返りを行いやすくなるため、より主体的に学習に取り組み易くなる。

4 素材研究

(1) 教材・教具の作製

① 有機化合物サイコロ (図 3、図 4)

ア 教材・教具の目的

本時の目標

〈40 アルデヒドとケトン〉 教科書 p339～342

目標

1. アルデヒドの特徴や生成方法、銀鏡反応等のアルデヒドの検出法について説明できる。
2. アルデヒドとケトンの違い、ヨードホルム反応について説明できる。

課題

1. 次のアルデヒドやケトンの構造式を書け。
(1) ホルムアルデヒド (2) アセトアルデヒド (3) アセトン

2. 次のアルコールは酸化すると、どのように変化するか。生成した物質の示性式と名称を書け。
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$
 $\xrightarrow{-2\text{H}}$
 $\xrightarrow{+\text{O}}$

3. 銀鏡反応について次の各問いに答えよ。
(1) 銀鏡反応は、アルデヒドのどのような性質を利用した反応か？
(2) 銀鏡反応の手順を、言葉や図で説明せよ。

(3) メタノールからホルムアルデヒドを生成する手順を、言葉や図で説明せよ。

(4) フェーリング液の還元について説明せよ。

4. 次の各問いに答えよ。
(1) ケトンとアルデヒドの違いを2つ以上書け。
(2) ヨードホルム反応は、どのような実験が説明せよ。
(2) ヨードホルム反応は、どのような構造を持つ物質に見られるか、説明せよ。

【この時間の振り返り】 ※ 指示があるまで記入しなさい。

1. あなたは、みんなと協力して学び合いができましたか？
〈よく出来た〉 5 - 4 - 3 - 2 - 1 〈まったく出来なかった〉
この時間の様子〈誰に教えてもらった、誰に教えた、どんな感じだったか〉

2. 分らなかったところや、新たに疑問に思ったことはありますか？感想でも可。

年 組 番 名 姓

対話を促す問い

想像を働かせる問い

自己評価

表現を工夫させる問い

『学び合い』の様子

疑問・質問

図8 ワークシート

単元の問い

単元の問いへの学習前の考え

1 月 日
自分が考えたタイトル
[学習のきとめ]

2 月 日
自分が考えたタイトル
[学習のきとめ]

3 月 日
自分が考えたタイトル
[学習のきとめ]

4 月 日
自分が考えたタイトル
[学習のきとめ]

5 月 日
自分が考えたタイトル
[学習のきとめ]

6 月 日
自分が考えたタイトル
[学習のきとめ]

7 月 日
自分が考えたタイトル
[学習のきとめ]

8 月 日
自分が考えたタイトル
[学習のきとめ]

9 月 日
自分が考えたタイトル
[学習のきとめ]

10 月 日
自分が考えたタイトル
[学習のきとめ]

11 月 日
自分が考えたタイトル
[学習のきとめ]

12 月 日
自分が考えたタイトル
[学習のきとめ]

化学 5編 有機化合物

年 組 番 氏 名

学習後の考え

単元の振り返り

図9 一枚ポートフォリオ

生徒同士の対話で授業を進めるため、理解不足のまま学び続けることがないよう、毎授業後にポートフォリオに本時の学習をまとめさせ、教師がクラス全体の学習状況を確認できるようにした(図10)。必要があれば次時に補足説明を行う。また生徒自身もポートフォリオを学習の見通しに活用できるように工夫して作成した。

10 月 日

自分が考えたタイトル
「醛」の性質と検出法
[学習のきとめ]

有機化合物 (35点)

1. 醛の性質
2. 醛の検出法
3. 実験結果
4. 感想

自分てつけたタイトル

図10 ポートフォリオ1時間分の記入例

Ⅲ 指導の実際

1 単元名

5編 有機化合物 3章 アルコールと関連化合物 2節 アルデヒドとケトン

2 単元目標

- (1) 官能基を持つ脂肪族化合物の基本的な概念や原理・法則の理解を深め、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する技能を身に付ける。
- (2) 官能基を持つ脂肪族化合物の観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養う。
- (3) 官能基を持つ脂肪族化合物に関する化学的な事物・現象に主体的に関わり、科学的に探究し

ようとする態度を養う。

3 単元を通して育成したい資質・能力

知識及び技能	思考力、判断力、表現力等	学びに向かう力、人間性等
・有機化合物の性質について理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けている。	・有機化合物の性質について、観察、実験などを通して探究し、有機化合物の性質における規則性や関係性を見いだして表現している。	・有機化合物の性質に主体的に関わり、科学的に探究しようとしている。

4 評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
・官能基を持つ脂肪族化合物に関する実験などを行い、その構造、性質及び反応について理解している。	・官能基を持つ脂肪族化合物について、観察実験などを通して探究し、官能基を持つ脂肪族化合物の性質における規則性や関係性を見いだし表現するなど、科学的に探究している。	・官能基を持つ脂肪族化合物に主体的に関わり、科学的に探究しようとしている。

5 単元目標に迫る問い・本質に迫る問い

有機化合物の構造による性質の違いには、どのような規則性や関係性があるか。

6 単元の指導と評価計画（全7時間計画）

時	学習内容	学習活動	指導上の留意点	重点	記録	授業形態
1	アルコールとエーテル	・アルコールの性質と、級数等の違いによる反応の違いを理解する。 ・エーテルの構造と性質について理解する。	・アルコールの特徴的な構造と性質をエーテルと比較して理解する。〔記述分析〕 ・アルコールの級数と反応の違いを関連付けて理解する。〔記述分析〕	知	○	講義
2	アルデヒドとケトン	・アルデヒドの構造と還元性、銀鏡反応等の実験について理解する。 ・ケトンの構造と性質、アルデヒドとの違いについて理解する。	・アルデヒドの特徴的な構造と性質をケトンと比較して理解する。〔記述分析〕 ・アルデヒドの還元性を利用した様々な実験について理解する。〔記述分析〕 ・アルコールの特徴的な構造と性質をエーテルと比較して理解する。〔記述分析〕	知	○	アクティブ・ラーニング
3	カルボン酸とエステル	・カルボン酸の構造と性質、酸無水物やジカルボン酸、鏡像異性体について理解する。 ・エステルの構造と性質、カルボン酸との違いについて理解する。	・カルボン酸の特徴的な構造と性質をエステルと比較して理解する。 ・酸無水物やジカルボン酸等、カルボン酸の特徴について理解する。 ・鏡像異性体について理解する。	知		アクティブ・ラーニング
4	有機化合物・官能基を覚えよう	・様々な有機化合物の構造と名称、官能基について、カードゲームを通して覚える。	・有機化合物の構造と名称、官能基を原子の結合を意識して考え、工夫する。 ・有機化合物への関心を高める。	態		グループ活動
5	実験の事前学習	・アルコールやアルデヒド等の性質や、実験方法について復習し、実際に予備実験を行い次時の実験の事前学習を行う。	・銀鏡反応を中心に復習しながら実験の事前学習を行い、次時に主体的に実験が行えるよう準備する。	思		予備実験
6	実験：銀鏡反応	・銀鏡反応の実験を通し、第一級アルコールの酸化反応を確認する。	・ペアで協働して実験を行い、結果から単元の学習の振り返りを行う。〔記述分析〕	態	○	実験
7	単元のまとめ	・一枚ポートフォリオで、単元を振り返り、単元の問いに解答する。	・単元の学びを系統立てて振り返り、単元の問いに対する解答を考察する。〔記述分析〕	思	○	個別学習

7 本時の計画（第6時間／全7時間）

(1) 本時の目標

ペアで協働し、一人一人が主体的に銀鏡反応の実験を行う。また実験を通して、第一級アルコールとアルデヒドの還元性や銀鏡反応について確認する。

(2) 準備する物

- ① 教科書 ② 実験ワークシート ③ 一枚ポートフォリオ ④ 筆記用具
⑤ 実験器具（アルコールランプ、三脚、金網、目盛り付き・目盛りなし試験管各1本、ライ

ター、こまごめピペット3本、試験管はさみ、らせん状銅線、200mL ビーカー1個、温度計、保護メガネ、雑巾)

⑥ 試薬 (メタノール、アンモニア水、硝酸銀水溶液、蒸留水)

(3) 本時の展開

	学習活動	留意点	形態	重点	記録
導入 (5)	○始業のあいさつ ○ワークシートの受け取り ○前時の復習と本時の目標を確認する。 ① 協力して、積極的に実験を行う。 ② 銀鏡反応、アルコール、アルデヒドの性質について説明できる。 ○実験の注意点の確認	○出席確認 ○ワークシートの配布 ○本時の目標を提示する。 ○火傷や薬品の注意を伝える。	一斉		
展開 (35)	○実験器具の受け取り ○実験開始。結果を考察しながら、2回行う。 ○実験の手順・結果をペアで相談する。 ○実験終了後は実験器具を返却する。 ○実験結果からアルコール、アルデヒドの性質と銀鏡反応の様子について、ペアで振り返り、ワークシートに記入する。 ○他のアルコールの反応について推察する。	○実験器具の配布 ○実験の進捗状況を巡視し、ケガ・事故防止を注意喚起する。 ○ペア活動の様子を確認し、学び合いを促す。 ○廃液処理の注意 ○ペア・全体での学び合いの様子を確認し、学び合いを促す。	ペア・全体	態	○
まとめ (10)	○ワークシートに本時の振り返りを記入する。 ○本時のまとめをポートフォリオに記入する。 ○次時の確認 ○終わりのあいさつ、ワークシートの提出	○机間巡視 ○次時の学習内容を知らせる。 ○ワークシートの回収	個人	態	○

(4) 本時の評価規準

銀鏡反応の実験を通して、ペアで協働しながら、銀鏡反応やアルコールとアルデヒドの還元性について説明しようとする主体的に取り組もうとしている。

8 本時の観点別学習状況 (主体的に学習に取り組む態度) の評価例

図 11 の記述のように、ペアで対話を通し主体的に取り組もうとしていることが判定できる内容を、「おおむね満足できる」状況 (B) と評価した。

ペアで対話を通して、主体的に取り組もうとしていることが判定できる内容を、「おおむね満足できる」状況 (B) と評価した。

図 11 評価Bの記述 (一部抜粋) 例

IV 仮説の検証

1 アクティブ・ラーニング『学び合い』の実践で、興味・関心を高め、主体的に学ぶ力を伸ばすことができたか

(1) 行動分析

アクティブ・ラーニングに慣れるため、初めに『学び合い』の学習形式を用いてゲームを行った。楽しんで取り組めるよう、「異なる小学校出身のクラスメイトの名前と小学校名を10名分記入する」という課題にし、「30分以内に全員がクリアする」ことを目標に取り組ませた。最初は仲の良い友人同士の名前を記入していたが、異性やあまり会話したことがないクラスメイトにも声をかけ始め、終盤には互いに記入した情報を活発に交換する様子が見られた。終了時は全員が気分を高揚させ、授業最初より和やかな雰囲気になった。

全員達成はできなかったが、ほとんどの生徒が達成できた。成果は、多くの生徒が普段より主体的にコミュニケーションができたことと、「全員達成」という目標に向かい協働できたことである。また、目標達成には、それぞれがどのように行動すべきか考えるよう呼び掛けた。

有機化合物の単元で『学び合い』を行うと、最初のうちは一人で課題に取り組む時間が長く、移動して学び合いを行う時間が不足し、課題達成できない生徒が数名いた。しかし回を重ねるごとに、徐々に移動を始める時間が早くなり、他の生徒と分担して課題に取り組み、互いに教

え合うなど、協力しながら工夫することで、ほとんどの生徒が達成できるようになった。

『学び合い』に慣れてきたころ、答えを写している生徒を見受けるようになり、学習の振り返りで生徒自身からもそのような状況に対する記述が複数見られたことから、初心に立ち返り、「課題の達成とは、解答を記入することではなく、解答を説明できること」だと全員で再確認した。その後、さらに粘り強く取り組む姿や、さらに学び合いを深める姿が多く見られ、達成者が増加すると同時に学びの質も高めることができた（図 12）。



図 12 『学び合い』の授業の様子

(2) ワークシート、ポートフォリオの記述分析

① 『学び合い』ができていたか、生徒の自己評価と課題達成状況

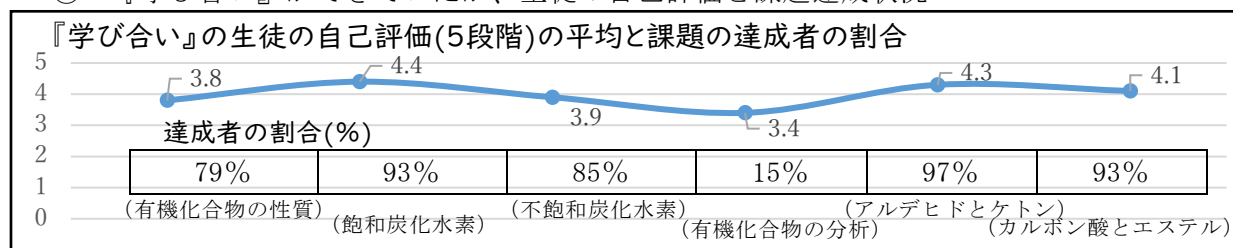


図 13 『学び合い』の生徒の自己評価と課題達成状況

(有機化合物の分析)の授業では計算や公式を導く問題が多く、他の授業の達成者の割合が8割以上であるのに比べ15%と少ない。しかし、生徒の自己評価は平均3.4で生徒自身の実感では『学び合い』を行えたと感じている生徒が多いことが分かった（図 13）。授業中の様子は、難易度が高い分、普段より活発に学び合いを行っており、達成まであと少しの生徒が多数いた。授業後も達成できなかった悔しさと学びの充実感を得た様子の生徒が多かった。このことから、達成者数と『学び合い』の自己評価は直結していないことが分かった。それ以外の授業は自己評価、達成者数から『学び合い』を通し主体的に学べたことが分かった。

② ワークシートでの授業の感想

表 1 ワークシートでの授業の感想の記述

生徒 a	〇〇、△△に教えた。教えるの楽しい！！
生徒 b	教科書では理解できなかったところも、分かった人がかみくだいて教えてくれたので分かりやすかった。
生徒 c	銀鏡反応見てみたい！！自分で構造式かけうれしかった。
生徒 d	理解した時のスッキリ感がヤバかったので、これからも計算問題が来てもめげず、理解するまで立ち向かおうと思います。

ワークシートの感想から、生徒 a「教えるの楽しい」、生徒 b「分かった人がかみくだいて教えてくれたので分かりやすかった」等、講義型の授業や一人の学習では得られない理解する喜びの分かち合いができたことが分かる（表 1）。さらに理解を深め合い、学び合う環境を作ることができたと考えられる。また生徒 c や生徒 d のように意欲を高め、粘り強く取り組もうとする記述もあり、『学び合い』の授業を通して、生徒の主体的に学ぶ力を伸ばせたこと

が分かる。

③ ポートフォリオでの学びの振り返りの記述

表2 ポートフォリオでの学びの振り返りの記述

生徒 e	有機化合物という単語だけは知っていたが、授業を受けてより詳しくなり、身近なアルコールで「これは何価、何級アルコールなんだろう?」とか化学と生活の結びつきができた気がする。
生徒 f	アルコールが実際どのように分解されるのか知りたい。
生徒 g	いつもより楽しく授業ができて、時間が流れるスピードが、早く感じました。

ポートフォリオの振り返り(表2)より、生徒 e は身の回りの物と有機化合物を結び付けることができ、生徒 f は新たな疑問を自ら見いだしている。また生徒 g は学びの楽しさや授業時間が過ぎるのを早く感じるなど、興味・関心をもって主体的に学んでいることが読み取れる。

④ ポートフォリオの記述内容の変容

ポートフォリオの記述から、生徒 h は単元の問い「お酒は、体内でどのように変化するか?」について、学習前も既習の生体内での肝臓の働きの知識を用いて答えているが、学習後は単元で学んだ知識を生かし、アルコールの化学変化について官能基の特徴や酸化還元反応から答えを導いている(図14)。

図14 ポートフォリオの記述の変容(単元の問い)

また生徒 i は、授業ごとの記述内容が初めは「～を知れた。」等の抽象的な内容だったが、学び合いを進めるにしたがって「マレイン酸とフマル酸の融点や溶解度が違うのは水素結合の量のちがい?」等、具体的な記述が増え、考察ができるようになった(図15)。さらに自発的に問いを見いだすことができていた。生徒自ら課題に向き合い、主体的に学べたことが確認できる。

図15 ポートフォリオの記述の変容(学習のまとめ)

(3) 事前・事後アンケートの比較・分析

① 事後アンケートでの『学び合い』の感想

表3 事後アンケートでの『学び合い』についての記述

生徒 e	学び合いの授業は発言できない生徒でも、友達に聞けば理解が深まるから、とても良い授業だと思った。
生徒 j	「学び合い」や「全員達成」では、あまり話したことがない人とも話せたのがとても良かったと思いました。
生徒 a	これからも「1人もとり残さない」ことを目標にしていきたい!

『学び合い』では、生徒 e、生徒 j のように発言がしやすく、友人の説明が分かりやすい

との利点をあげる生徒が多い(表3)。また、生徒aは学びを通して「1人もとり残さない」というSDGsにもつながる姿勢を身に着けることができた。

② 『学び合い』の事前・事後アンケートの比較

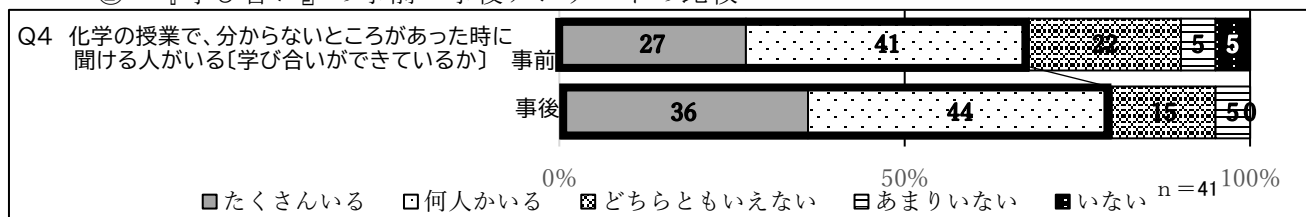


図16 事前・事後アンケートの結果[学び合えているか]

事後アンケートでは、分からないところを聞ける生徒が80%に増加した(図16)。講義型の授業が学習しやすいと回答した生徒もいたが、一人でじっくり考えたいとの理由だった。以上のことから、『学び合い』を通して生徒全員が主体的に学習に取り組み、自分に合った学習方法を見いだせたことが分かった。

ポートフォリオで学びに見通しを持たせ、『学び合い』で協働して学習する環境を整えたことで、生徒が自ら問いを持ち、互いに学び合える主体的に学ぶ力を伸ばすことができたと言える。

(4) アクティブ・ラーニングの実践についての考察

『学び合い』は、楽しみながら主体的に学ぶのに適した授業方法であることが、生徒の行動の様子や記述から読み取ることができる。最初は講義型の授業を望む生徒もいるが、講義型の授業を試しに行くと、「分かりやすかった」との感想がある一方、眠気を催す生徒もあり、大部分の生徒は講義型より『学び合い』の方が主体的に楽しく学べるとの意見だった。

またポートフォリオに生徒が記述した「学習のまとめ」を確認することで、理解が深められていない部分や間違いやすい部分を確認し、次時に簡単な説明を行うことで補足することができた。

『学び合い』の質を高めるには、より多く実践し、課題があれば生徒と話し合い、よりよく活用していく方法を学ばなければならない。また、『学び合い』の手法は、教科学習以外にもクラス活動や部活動、社会に出てからも役立てることができる。

2 教材・教具の工夫で、興味・関心を高め、主体的に学ぶ力を伸ばすことができたか

(1) 「有機化合物サイコロ」

① 生徒がサイコロ作成で取り上げた有機化合物

グリシン(図17)、ポリスチレン、1-ブタノール、メタノール、ベンゼン、アセトン、酢酸、ホルムアルデヒド、フェノール、エチレン、ベンゼンスルホン酸、アセトアルデヒド、プロパン、ジエチルエーテル、ニトロベンゼン、サリチル酸メチル、ギ酸、ベンゼンヘキサクロリド、グルタミン酸 全19種類/39名



図17 生徒作成例(グリシン)

② 生徒の作成後の振り返り 記述例

生徒g:自分の作ったサイコロに愛着がわいて、調べた物質についてとても良く理解できた。

生徒d:アセトンについて学びながら、楽しくサイコロを作ることができた。

③ 事後アンケートの回答の様子

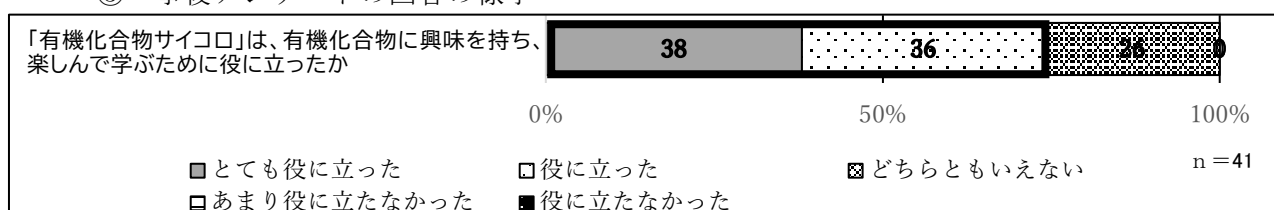


図18 「有機化合物サイコロ」で楽しく学べたか

生徒は多彩な有機化合物を選び、その性質等をインターネット等で調べ、興味・関心を持ち作成できた。また、自分が選んだ化合物について覚えており、互いに見比べる等、楽しく有機化合物を学べた（図 18）。

(2) 「有機化合物カードゲーム」

① 生徒がカードゲームで作った有機化合物

無水マレイン酸（図 19）、プロピオン酸、トルエン、シクロヘキサン、ギ酸、酢酸、ベンゼン、エチレン、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、メタノール、プロパン、エタン、メタン 全 14 種類／40 名

② 生徒の作成後の振り返り 記述例

生徒 e：H<C<Oで分子量が増えることが体感できた。

生徒 g：ゲームを楽しみながら構造式を考えたので、とても楽しかったし勉強になった。



図 19 生徒作成例（無水マレイン酸）

③ 事後アンケートでの回答の様子

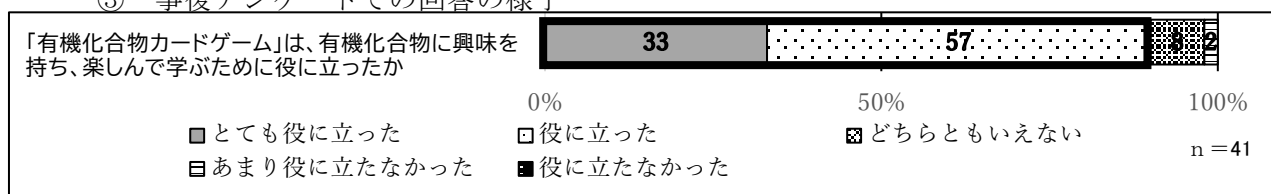


図 20 「有機化合物カードゲーム」で楽しく学べたか

90%の生徒は、ゲームが有機化合物に興味を持つのに役に立ったと回答した（図 20）。振り返りの記述からもゲームを通して楽しんで学べた様子が分かる。ゲームの勝敗に拘らず、大きな化合物や特徴的な構造を持つ化合物を作ることには挑戦した生徒もあり、主体的な学びができた。またゲームを通して構成原子の原子量と化合物の分子量の関係を実感する等、学びを深めることができた生徒もいた。

(3) 教材・教具の工夫についての考察

「有機化合物サイコロ」では、生徒自ら化合物を選び、調べ、手作りすることで愛着を持たせ、興味・関心を高めることができた。

「有機化合物カードゲーム」では、生徒に競いながら様々な有機化合物の名前と構造を覚えさせることができた。くり返し授業で使用し徐々に難易度を上げることで、復習や学びの振り返りにも利用できる。さらに効果的に学びを深めるためにゲームのルールを工夫したい。

3 見通しが持てる実験の工夫を行うことで、自ら課題を発見し、主体的に学ぶことができたか

(1) 行動分析

前時に実験手順のまとめと練習実験（予備実験）を行った。ワークシートに後日見返して理解できるよう、実験手順を文章や図でまとめさせた。練習実験で気づいたことを言葉や図でメモするよう促した。ペア同士や他の生徒と実験手順や観察結果について活発に対話しながら取り組んでいた。また実験の考察をワークシートに記入できた生徒もいた。



図 21 実験中の様子

実験本番では、前時のワークシートを確認しながら実験を行った（図 21）。実験の流れもスムーズで、器具操作もしっかり行えていた。本番は2回実験を行い、1回目の結果や考察を基に2回目の実験に取り組んだ。1回目に銀鏡反応が見られなかった原因を考察し、2回目で銀鏡反応が見られたペアもあった。練習を含め3回実験をくり返すことで、観察や考察内容も深まった。またペアの生徒や他のグループの生徒と活発に対話し、互いの実験の様子を確認し合い、主体的に実験に取り組む姿が見られた。

(2) ワークシートの記述

① 生徒の実験ワークシート記入例

生徒 k

実験 1. 「タイトル: においの変化」 試薬: 高麗水、メタノール、CH₃OH、アンモニア水、NH₄、糖

(1) 目盛り付き試験管にメタノール2mLと水2mLを目盛りで測り、(2) (1)を試験管はさみで持ち、試験管を数回振り、試験管内の溶液を5回振り、試験管を取り、振り混ぜ、においをかぐ。(※1 手でおいでかぐ) (※2 ヤケド注意) これを5回以上くり返し、においをかぎ、変化があるまでくり返す。

実験の図・ポイント・変化

においの変化 → 銅線は酸化と還元をくり返している

反応の考察

Q どんな反応が起こった? (反応式)

生徒 c

実験 2. 「タイトル: 色の変化」

(3) 目盛りなし試験管に硝酸銀水溶液 3mLをとり、アンモニア水を1滴ずつ加え透明にする。実験1 (2)の溶液を2mLを加え、かるく振る。溶液が入った試験管を湯浴 50～60℃で温める。(※3 湯浴中は試験管を揺らない) (4) 試験管内の変化を観察する。(※4 試験管内の溶液は完全に透明になるまで、回収する。)

実験の図・ポイント・変化

色の変化

反応の考察

Q どんな反応が起こった? (反応式と言葉で)

図 22 実験の手順と観察の記入例 生徒記入例

生徒 c

実験2の様子

〈練習〉
少し量を加えて、
よく混ぜる。

〈1回目〉
湯浴中に試験管をとり、メタノールを加え、よく混ぜる。溶液が透明になるまで、回収する。

〈2回目〉
成功。内側の溶液が銀がコーティングされた。

生徒 i

実験2の様子

〈練習〉
アンモニアを少しずつ入れて、
にこったけど、少しづつ入れて、
透明になった。

〈1回目〉
よく混ぜ、
銀色になって、
透明になった。

図 23 実験結果 生徒記入例

生徒は銀鏡反応の実験を、練習と本番2回と合わせて3回くり返すことで、実験の技術が向上し、観察も詳細になっていっていることがワークシートから読み取れる（図 22、図 23）。複数回実験を行う事で、実験手順や結果の見通しが持て、より良い実験結果への工夫や詳細な観察を主体的に行えるようになった。また実験を行いながら観察した化学変化についての考察も行い、学びを深めようとする姿勢も見られた。

② 実験ワークシートの振り返りと感想

表 4 実験ワークシートの振り返りと感想の記述

生徒 h	多分、もっとアンモニア水をくわえていれば、ちゃんと銀鏡反応がみられていたと思う。
生徒 c	初めの失敗を生かして、自分たちで見落としていた部分に気づいて2回目では成功することができてうれしかった。
生徒 m	私達のは熱する前にねずみ色だったけど、□□達は透明だった。なぜ。
生徒 j	成功しているかしていないかを話して、その理由もはなした。

実験の振り返りと感想から、生徒同士で協働し、実験手順の確認や実験結果の考察、予想と結果が異なる理由についてしっかり考察できたことが分かる（表4）。また予想した結果が得られなかった生徒も、考察する中で新たな疑問を見いだしている。

③ 実験で『学び合い』ができていたか自己評価

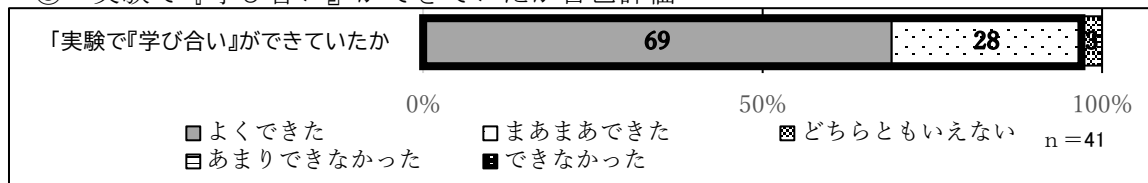


図 24 実験で『学び合い』ができていたか自己評価

実験で『学び合い』ができていたか、生徒の自己評価では、97%が肯定的な回答だった（図24）。生徒同士で主体的に実験を行い、学び合えたことを一人一人が実感できたことが分かる。

(3) 見通しの持てる実験の工夫についての考察

事前学習で、生徒は自分で内容を理解できるように実験手順をまとめ、予備実験を行うことで、見通しを持ち実験できた。また観察結果や考察も、より詳細になり学びが深まった。

4 主体的に学ぶ力を伸ばすことができたか（事前・事後アンケートの分析）

(1) 事前・事後アンケートの比較と分析

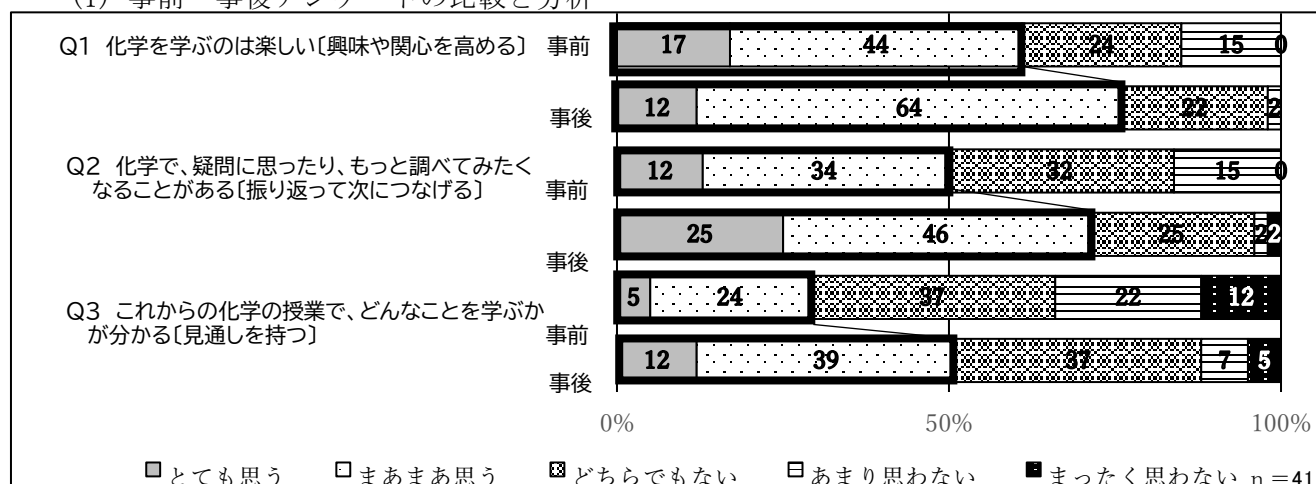


図 25 事前・事後アンケートの結果 「主体的な学び」に関する姿勢の変容

事前・事後アンケートの結果（図25）では、Q1は、肯定的な回答が15%増え、楽しく学べる教材・教具や『学び合い』での対話を通し、自ら課題に取り組み、興味・関心を高め、化学の学びを楽しんでいる生徒の増加につながったと考えられる。Q2も肯定的な回答が25%増え、『学び合い』での対話や見通しが持てる実験から、粘り強く学ぶ意欲を引き出せたと考えられる。Q3では、肯定的な回答が22%増え、見通しが持てる実験やポートフォリオにより、単元の学習との関連や今後の学びへの見通しが持ちやすくなったと考えられる。

(2) 生徒個人の学びの変容（生徒cの学びの変容）

表5 生徒cのワークシートの記述の変容 ※AL…アクティブ・ラーニング

1 時間目（AL）	行動に移すのが遅かったと思う。
2 時間目（AL）	前回より早く行動出来て良かった。次回はもっと周りと協力したい。
4 時間目（AL）	最後の問題おしかった。組成式は分子式の比だと分かって問題が理解できた。
6 時間目（AL）	少し教えることができた。銀鏡反応見てみたい！！自分で構造式がかけてうれしかった。
7 時間目（AL）	行動出来た。“鏡像異性体”にとっても興味あるー！
8 時間目（実験）	初めの失敗を生かして、自分たちで見落としとしてた部分に気づいて2回目では、成功することができてうれしかった。

生徒cの記述の変容から、『学び合い』での対話が活性化していき、それに伴い理解が深まり、

興味・関心が高まっていく様子が見られる(表5)。また実験を繰り返しながら対話と考察を重ねることで、実験技術が向上し、銀鏡反応の観察に成功している。実験時のポートフォリオへの記述では、「実験で内容の理解がいっしょに深まった。」とあり、主体的に学ぶ力の伸長に伴い、思考が深まり、知識や技術の向上へとつながっていった様子が分かる。

(3) アンケートの記述から読み取れる主体的に学ぶ力の伸長

化学と自分の将来のつながりについて事前・事後アンケートの回答を比較した(表5)。

表6 「化学の学びが将来にどうつながるか」への事前・事後アンケートの回答

	事前アンケート	事後アンケート
生徒 j	わかりません。	自分の楽しみ方の幅が広がっていくと思う。
生徒 n	正直あまり分からない。	化学は人の生活に欠かせないもので、新しい物質などが見つかることで生活の質が上がるかもしれない。
生徒 i	身の回りの現象を知る上で必要だと思う。	いろんな視点から一つの物事について考える力がつく。

生徒 j は最初『学び合い』の課題を達成できなかったが、他の生徒との対話を通し達成できるようになり、最後は他の生徒に教えられるようになった。実験でも周囲の生徒と考察を重ね、2回目で銀鏡反応に成功した。対話を通し粘り強く学んでいくことで学びの楽しさを見だし、「自分の楽しみ方の幅が広がる」ことに気づいた(表6)。

また生徒 n は、一人で課題に取り組む印象が強かったが、振り返りの記述では、周囲の生徒に教わり理解が深まったと毎時間記述していた。記述内容も「フェーリング液の中身が知りたい」等、興味・関心が具体的に、化学を生活の質の向上につながるものとして、自分と結びつけて考えられるようになった。

生徒 i は、事前アンケートでは化学の必要性を漠然と記述していた。ポートフォリオの記述も初めは抽象的だったが、だんだん内容が具体的にになっていき、学びへの意欲も見られるようになった。事後アンケートからは、対話を通した学びの中で、多面的に物事を考える力が身についたことが読み取れる。

(4) 「主体的な学び」の変容についての考察

本実践により、生徒は学びに見通しを持ち、主体的に学ぶ力を伸ばすことができた。生徒が楽しみながら取り組めたことで、主体的に学ぶ力を大きく伸ばすことができた。

また本実践を通して、主体的に学ぶ力を伸ばすだけでなく、教科学習の枠を超え、クラス活動や学校行事等においても生かせる、目的達成に向けて協働する力や、将来の夢に向かい社会と主体的に関わり学び続けようとする、キャリア教育にもつながる学びの素地を作ることができた。

V 成果と課題

1 成果

- (1) 『学び合い』を通して、主体的に学ぶ力を伸ばすことができた。また「一人も取り残さない」というSDGsの理念に通じる意識を持った生徒もおり、主体的に生きる力につながられた。
- (2) 楽しんで学べる教材・教具の工夫で、生徒の興味・関心を高め、主体的に学ぶ力を伸ばすことができた。また身の回りの物質への興味や、新たな問いにつなげることができた。
- (3) 単元を通した問いや、対話や考察を重ね協働する実験で、見通しを持たせた学びができた。学びと社会とのつながりを見いだした生徒もおり、主体的に社会に関わる意識も涵養できた。

2 課題

- (1) 主体的に学習に取り組む態度をどのように見取り、評価につなげるか、さらに工夫したい。
- (2) 教材・教具を生かし、さらに学びへの意欲を引き出すことができる活用方法を工夫したい。
- (3) 生徒自ら発見した課題を全体の学びにどのように効果的に生かすか、さらに工夫したい。

〈参考文献〉

- 沖縄県教育委員会 2020 『令和2年度版 沖縄県学力向上推進5か年プラン・プロジェクトⅡ～学びの質を高める授業改善・学校改善～』
- 文部科学省 2018 『高等学校学習指導要領（平成30年告示）』
- 文部科学省 教育課程課長 淵上孝 2018 「新高等学校学習指導要領について」
- 文部科学省 2017 『中学校学習指導要領解説 理科編』
- 文部科学省 2017 『小学校学習指導要領解説 理科編』
- 西川純 2015 『高校教師のためのアクティブ・ラーニング』 東洋館出版社
- 堀哲夫 2013 『教育評価の本質を問う 一枚ポートフォリオ評価 O P P A 一枚の用紙の可能性』 東洋館出版社

〈参考WEBサイト〉

- 文部科学省 高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1407074.htm（最終閲覧 2021年2月）
- 独立行政法人教職員支援機構（N I T S） 主体的・対話的で深い学びの視点からの学習過程の質的改善により実現したい子供の姿
<https://www.nits.go.jp/jisedai/achievement/jirei/pictogram.html>（最終閲覧 2020年12月）
- 文部科学省 国際数学・理科教育動向調査（T I M S S）の調査結果
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/detail/1344312.htm（最終閲覧 2020年12月）
- 沖縄県教育委員会 「問い」が生まれる授業展開のポイント（理科）
<https://www.pref.okinawa.jp/edu/gimu/gakuryoku/toisapo/documents/h31toisapo-17.pdf>（最終閲覧 2020年4月）
- 国連開発計画（U N D P）駐日代表事務所 持続可能な開発目標
<https://www.p.undp.org/content/tokyo/ja/home/sustainable-development-goals.html>（最終閲覧 2020年4月）