

令和7年度 研究報告書

高校化学における学習内容の理解度を高めるための
思考力を活かした授業の追求

令和6年度入学

熊本大学大学院 教育学研究科

教職実践開発専攻 教科教育実践高度化コース

241-A9725

鈴木 悠李

第1章 研究の背景と目的

1.1 研究背景

我々が生きている現代社会は、グローバル化やAIの台頭など、目まぐるしく進歩するテクノロジーの発展により、生きていくために求められるスキルの変化や、新たな技術の導入、新しい業種の誕生による雇用機会の変遷など、先行きが不透明で予測が困難な時代となっている。こういった現代社会を生き抜くために、高等学校学習指導要領（平成30年度告示）解説総則編¹⁾では「第1節 改訂の経緯及び基本方針 2 改訂の基本方針 (2)」において、「ア『何を理解しているか、何ができるか（生きて働く「知識・技能」の習得）』、イ『理解していること・できることをどう使うか（未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力等」の育成）』、ウ『どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか（学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力・人間性等」の涵養）』の三つの柱をもとに、教育課程全体を通して育成を目指す資質・能力を示しており、授業改善の取り組みを活性化していくことが必要とされている。また、中央教育審議会(2016)²⁾では「資質・能力育成する学びの過程についての考え方」にて「理科においては、課題の把握（発見）、課題の探究（追究）、課題の解決という探究の過程を通じた学習活動を行い、それぞれの過程において、資質・能力が育成されるよう指導の改善を図ることが必要である。」と記しており、正解主義的なテストで点を取るための知識一辺倒の授業ではなく、生徒の主体性を基に実験・観察といった探究の過程を通じて、資質・能力を育むような授業へのシフトが求められている。

しかし、現状の高等学校化学基礎における教師の実験についての意識調査では、「実験を実施していないと感じている教員」が79.7%と多い結果となったことが報告されており³⁾、現代社会に求められている教育と現実とのギャップが生じていることが考えられる。このようなギャップが生じる要因の一つとして、受験意識の側面が強いと推測する。筆者は、非常勤講師として一年間勤務した際、楽しく探究的な学びが実施できるような化学の授業がしたいと思う反面、大学受験を見据えるが故のプレッシャーや、限られた授業時数などの関係から中々思うような授業を行うことができないという葛藤があった。また、「実験の実施回数を増やしたいと考えている教員」が79.7%となったことが報告されており³⁾、同様の悩みを抱えた教員は多くいると考えられる。

そこで筆者は、大学受験というプレッシャーが、教師の実験への前向きな姿勢の足枷となっている現状を踏まえ、探究の過程を通じて展開していく授業と大学受験を見据えた授業の両立の実現に注目し、その実践で得られた知見が、今後の授業改善の切り口になるのではないかと考えた。

1.2 研究目的

現在の教育現場では、大学受験への焦りから知識の詰め込みが優先され、本質的な理解や深く思考する活動が後回しにされる傾向にある。しかし、単なる暗記に頼った知識は応用が利かず、定着も不十分になりやすい。本質を捉え、思考を働かせて得たものこそが、「活用できる知識」として定着すると考える。

そこで本実践では、「探究の過程を通じて展開する授業」と「大学受験を見据えた効率的な授業」の両立に着目し、思考力を活用する場面が学習内容の理解に及ぼす影響を明らかにすることで、従来の知識一辺倒な指導からの脱却を図る初歩的な方策を得ることを目的とする。

第2章 研究のための理論

2.1 高等学校学習指導要領（平成30年度告示）解説総則編

「第1節 改訂の経緯及び基本方針 2 改訂の基本方針（2）」

高等学校学習指導要領では図1に示されている通り、授業改善の取り組みを活性化していくことが必要とされている。

(2) 育成を目指す資質・能力の明確化

平成28年12月の中央教育審議会答申においては、予測困難な社会の変化に主体的に関わり、感性を豊かに働かせながら、どのような未来を創っていくのか、どのように社会や人生をよりよいものにしていくのかという目的を自ら考え、自らの可能性を発揮し、よりよい社会と幸福な人生の創り手となる力を身に付けられるようにすることが重要であること、こうした力は全く新しい力ということではなく学校教育が長年その育成を目指してきた「生きる力」であることを改めて捉え直し、学校教育がしっかりとその強みを発揮できるようにしていくことが必要とされた。また、汎用的な能力の育成を重視する世界的な潮流を踏まえつつ、知識及び技能と思考力、判断力、表現力等とをバランスよく育成してきた我が国の学校教育の蓄積を生かしていくことが重要とされた。

このため「生きる力」をより具体化し、教育課程全体を通して育成を目指す資質・能力を、ア「何を理解しているか、何ができるか（生きて働く「知識・技能」の習得）」、イ「理解していること・できることをどう使うか（未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力等」の育成）」、ウ「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか（学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力・人間性等」の^{かん}涵養）」の三つの柱に整理するとともに、各教科等の目標や内容についても、この三つの柱に基づく再整理を図るよう提言がなされた。

今回の改訂では、知・徳・体にわたる「生きる力」を生徒に育むために「何のために学ぶのか」という各教科等を学ぶ意義を共有しながら、授業の創意工夫や教科書等の教材の改善を引き出していくことができるようにするため、全ての教科等の目標や内容を「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」の三つの柱で再整理した。

図1 育成を目指す資質・能力の明確化¹⁾

2.2 中央教育審議会(2016)

「4.理科 (2) 具体的な改善事項 ①教育課程の示し方の改善 i)」

中央教育審議会によると、理科の授業においては生徒の主体性を基に実験・観察といった探究の過程を通じて、資質・能力を育むような授業へのシフトが求められている。

<p>i) 資質・能力を育成する学びの過程についての考え方</p> <p>○ 理科においては、高等学校の例を示すと、課題の把握（発見）、課題の探究（追究）、課題の解決という探究の過程を通じた学習活動を行い、それぞれの過程において、資質・能力が育成されるよう指導の改善を図ることが必要である。（別添5-4を参照）</p>
--

図2 資質・能力を育成する学びの過程についての考え方²⁾

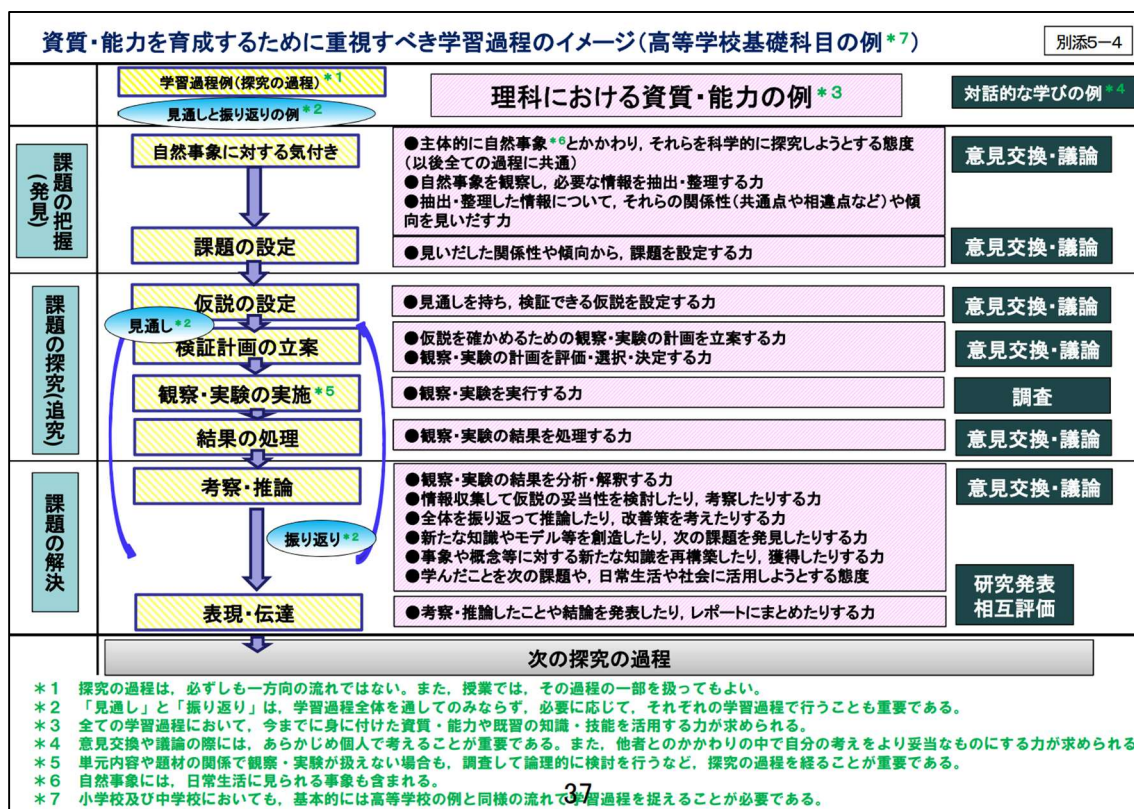


図3 資質・能力を育成するために重視すべき学習の過程のイメージ⁴⁾

2.3 高等学校理科「化学基礎」の実験実施状況と教員の意識

三次・工藤(2021)の調査によると、「何かしらの実験を行っている教員は多いもの(84.7%)、生徒実験となるとやや少なくなる(62.7%)。」という結果が得られている³⁾。また、「生徒実験を行わなかった理由や、実験を行うに当たっての障害については、指導する側の理由(時間、施設・備品)が多く、学習する側の理由は少ない。」という結果も得られている³⁾。

第3章 実践研究

3.1 実践研究の目的

学習内容を暗記事項として覚えるのではなく、思考を経た知識として定着させるための授業改善に着目し、思考力を活用する場面が学習内容の理解度にどれだけの影響を与えるかを明らかにする。そして、従来の知識一辺倒の授業から脱却するための初歩的な方策を明らかにする。

3.2 実践対象と期間

【対象】 熊本県立A高等学校 第3学年 普通科理系 4クラス

【概要】

対象の4クラスをそれぞれA、B、C、Dとラベリングした。A、Bクラスは数ⅢCを選択した生徒を中心にクラスが構成されており、2クラス間に大きな学力差はない。C、Dクラスは看護系の進路希望や数ⅢCを選択していない生徒を中心にクラスが構成されており、2クラス間に大きな学力差はない。数ⅢC選択の有無により、本実践報告ではA、Bクラスを選択郡、C、Dクラスを非選択郡と呼ぶ。担当教諭からの事前情報として選択郡は非選択郡より平均学力が高い傾向にあることが確認されている。

【実施期間と授業内容】

実践① 2025年6月3日～2025年6月6日

第4章 有機化合物 第2節 有機化合物の分析（啓林館）

実践② 2025年11月10日～2025年11月17日

第1章 固体の構造 第2節 結晶の構造（啓林館）

3.3 実践①

思考力を活用する場面が知識定着率に及ぼす影響を調査するために教材研究・授業構想を行った。

3.3.1 方法

4クラスを対象に授業実践を行い、その後、テストを実施して授業内容の理解度を測った。同程度の学力差で比較を行えるよう、A、Cクラスに授業実践パターン①を、B、Dクラスに授業実践パターン②を実施した。また、実践後に授業に対してのアンケートを実施した(図1)。

授業実践パターン①・・・思考力を活用する場面がある授業
授業実践パターン②・・・受験対策を意識した詰め込み型の授業
※実践①②において1時間の間で扱う内容に差異はない

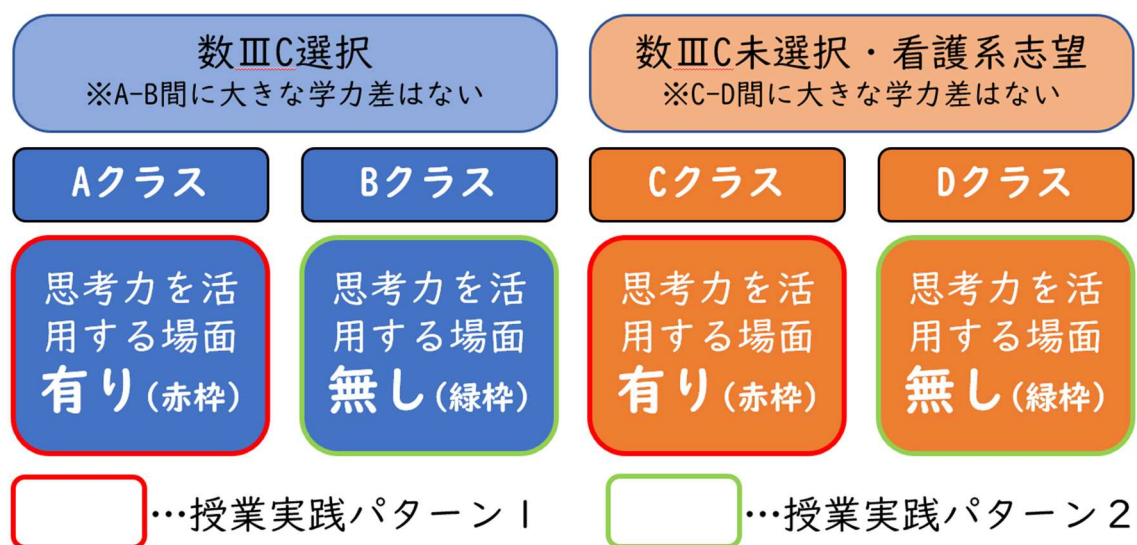


図4 実践①における授業パターンの概要

3.3.2 実践の概要

【実施したテスト】

以下の項目ごとに正誤判定を行った。

- ①塩化カルシウム管とソーダ石灰管がそれぞれ何を吸収するか述べている
(以降：Q1)
- ②塩化カルシウムとソーダ石灰の順番を逆にして設置してはいけない理由を述べている
(以降：Q2)
- ③試料に含まれる炭素原子、水素原子、酸素原子のモル比率を求めている (以降：Q3)
- ④組成式を示している (以降：Q4)
- ⑤分子式を示している (以降：Q5)
- ⑥構造式を示している (以降：Q6)

※テスト問題とその模範解答は図5に示す。

【実施した実践後アンケート】

以下の項目ごとに5件法を用いてアンケートを行った。

- 1…当てはまる 2…どちらかと言えば当てはまる 3…どちらとも言えない
4…どちらかと言えば当てはまらない 5…当てはまらない

- ①化学の学習は得意だ。
- ②ソーダ石灰管と塩化カルシウム管の役割について理解した。
- ③ソーダ石灰管と塩化カルシウム管の役割について説明できる。
- ④なぜソーダ石灰管を先に設置してはいけないか理解した。
- ⑤なぜソーダ石灰管を先に設置してはいけないか説明できる。
- ⑥組成式の求め方を理解できた。
- ⑦組成式の求め方を説明できる。
- ⑧今後、組成式を求める問題に出会った時に、自力で求められそうだ。
- ⑨この授業は受験対策に役立つと感じた。

また、以下の項目について項目⑩として授業実践パターン①と授業実践パターン②で分けて自由記述を設けた。

授業実践パターン①：今回、生徒のみなさん自身で思考を深められるようにするためにあえてこちらから詳細に説明することを控えました。この点については、どのように感じましたか？

授業実践パターン②：今回、受験対策を意識して、あえて授業者から詳細に説明することを意識しました。この点については、どのように感じましたか？

元素分析テスト

3年 組 氏名

炭素、水素、酸素だけからなる化合物 7.4mg を元素分析装置にて燃焼させたところ、二酸化炭素 17.6mg、水 9.0mg が得られた。またこの化合物の分子量は 74 であった。以下の間に答えよ。H=1.0、C=12、O=16

(1) 下線部について、以下の(a)(b)に答えよ。

(a) 元素分析装置では吸収材として塩化カルシウムとソーダ石灰を用いる。塩化カルシウムとソーダ石灰はそれぞれ何を吸収するか答えよ。

塩化カルシウム：

ソーダ石灰：

(b) 元素分析装置では塩化カルシウムとソーダ石灰の順番を逆にして設置してはいけない。その理由はなぜかソーダ石灰の化学的性質を踏まえて答えなさい。

(2) この化合物の組成式を求めよ。

図 5-1 実践①後テスト-表面-問題

(3)この化合物の分子式を求めよ。

(4) この化合物に金属ナトリウムを加えたところ水素が発生した。また、この化合物を水酸化ナトリウム水溶液中でヨウ素と反応させると黄色沈殿が生じた。この化合物の構造式を示せ。

図 5-2 実践①後テスト-裏面-問題

炭素、水素、酸素だけからなる化合物 7.4mg を元素分析装置にて燃焼させたところ、二酸化炭素 17.6mg、水 9.0mg が得られた。またこの化合物の分子量は 74 であった。以下の間に答えよ。H=1.0、C=12、O=16

(1)下線部について、以下の(a)(b)に答えよ。

(a)元素分析装置では吸収材として塩化カルシウムとソーダ石灰を用いる。塩化カルシウムとソーダ石灰はそれぞれ何を吸収するか答えよ。(化学式・名称の指定無し、完答1点)

塩化カルシウム：水 (H₂O、水蒸気 可) ソーダ石灰：二酸化炭素 (CO₂ 可)

(b)元素分析装置では塩化カルシウムとソーダ石灰の順番を逆にして設置してはいけない。その理由はなぜかソーダ石灰の化学的性質を踏まえて答えなさい。(趣旨があてれば1点)

①ソーダ石灰は水と二酸化炭素の両方を吸収する

②水と二酸化炭素がそれぞれの発生量が分からない

→①②の片方でも欠けていると0点

(2)この化合物の組成式を求めよ。

計算過程で C : H : O = 4 : 10 : 1 が書けている→1点

C₄H₁₀O が書けている→さらに1点

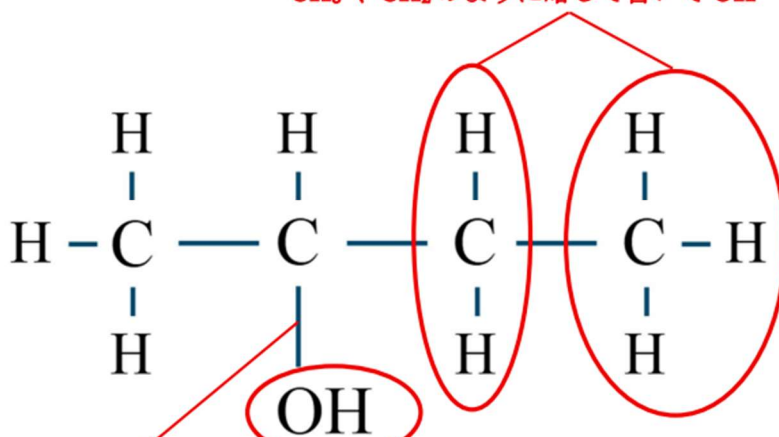
図 5-3 実践①後テスト-表面-解答

(3)この化合物の分子式を求めよ。

C₄H₁₀O が書けている→1点

(4) この化合物に金属ナトリウムを加えたところ水素が発生した。また、この化合物を水酸化ナトリウム水溶液中でヨウ素と反応させると黄色沈殿が生じた。この化合物の構造式を示せ。(1点)

CH₃やCH₂のように略して書いてOK



O-Hと書いてOK

OからではなくHから手が生えている、OとHの間から手が生えている

→×

図 5-4 実践①後テスト-裏面-解答

3.3.3 結果と考察

【テスト結果】

4クラスの各項目の正答率を表1に示す。

表1 各項目の正答率

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
A	86.1%	55.6%	38.9%	30.6%	30.6%	0.0%
B	72.2%	61.1%	33.3%	30.6%	16.7%	2.8%
C	59.5%	45.9%	16.2%	16.2%	16.2%	0.0%
D	62.2%	45.9%	2.7%	2.7%	5.4%	2.7%

選択郡、非選択郡、それぞれにおける正答率の差について χ^2 二乗検定を行った結果を表2に示す。

表2 正答率の χ^2 二乗検定結果

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
選択郡	$p = .147$	$p = .633$	$p = .624$	$p = 1.000$	$p = .165$	$p = .314$
非選択郡	$p = .812$	$p = 1.000$	$p = .047^*$	$p = .047^*$	$p = .134$	$p = .314$

【①～⑨アンケート結果】

アンケート項目①～⑨において各設問の回答率は表3に示す。

表3-1 ①化学の学習は得意だ。

	A	B	C	D
とてもよく当てはまる	0.0%	0.0%	2.7%	0.0%
少し当てはまる	16.7%	8.3%	13.5%	13.5%
どちらでもない	36.1%	25.0%	21.6%	10.8%
あまり当てはまらない	44.4%	58.3%	56.8%	59.5%
全く当てはまらない	2.8%	8.3%	5.4%	16.2%

表3-2 ②ソーダ石灰管と塩化カルシウム管の役割について理解した。

	A	B	C	D
とてもよく当てはまる	61.1%	66.7%	40.5%	35.1%
少し当てはまる	36.1%	27.8%	48.6%	56.8%
どちらでもない	2.8%	5.6%	2.7%	2.7%
あまり当てはまらない	0.0%	0.0%	8.1%	2.7%
全く当てはまらない	0.0%	0.0%	0.0%	2.7%

表 3-3 ③ソーダ石灰管と塩化カルシウム管の役割について説明できる。

	A	B	C	D
とてもよく当てはまる	27.8%	44.4%	27.0%	18.9%
少し当てはまる	61.1%	38.9%	48.6%	43.2%
どちらでもない	0.0%	8.3%	8.1%	16.2%
あまり当てはまらない	11.1%	8.3%	16.2%	18.9%
全く当てはまらない	0.0%	0.0%	0.0%	2.7%

表 3-4 ④なぜソーダ石灰管を先に設置してはいけないか理解した。

	A	B	C	D
とてもよく当てはまる	80.6%	77.8%	62.2%	62.2%
少し当てはまる	19.4%	19.4%	35.1%	32.4%
どちらでもない	0.0%	0.0%	2.7%	0.0%
あまり当てはまらない	0.0%	2.8%	0.0%	2.7%
全く当てはまらない	0.0%	0.0%	0.0%	2.7%

表 3-5 ⑤なぜソーダ石灰管を先に設置してはいけないか説明できる。

	A	B	C	D
とてもよく当てはまる	55.6%	61.1%	27.0%	37.8%
少し当てはまる	36.1%	30.6%	62.2%	48.6%
どちらでもない	8.3%	5.6%	8.1%	2.7%
あまり当てはまらない	0.0%	2.8%	2.7%	8.1%
全く当てはまらない	0.0%	0.0%	0.0%	2.7%

表 3-6 ⑥組成式の求め方を理解できた。

	A	B	C	D
とてもよく当てはまる	25.0%	19.4%	13.5%	16.2%
少し当てはまる	58.3%	66.7%	56.8%	67.6%
どちらでもない	5.6%	5.6%	10.8%	2.7%
あまり当てはまらない	11.1%	8.3%	16.2%	10.8%
全く当てはまらない	0.0%	0.0%	2.7%	2.7%

表 3-7 ⑦組成式の求め方を説明できる。

	A	B	C	D
とてもよく当てはまる	11.1%	2.8%	2.7%	5.4%
少し当てはまる	41.7%	61.1%	54.1%	40.5%
どちらでもない	25.0%	27.8%	16.2%	18.9%
あまり当てはまらない	13.9%	8.3%	24.3%	32.4%
全く当てはまらない	8.3%	0.0%	2.7%	2.7%

表 3-8 ⑧今後、組成式を求める問題に出会った時に、自力で求められそうだ。

	A	B	C	D
とてもよく当てはまる	13.9%	5.6%	2.7%	5.4%
少し当てはまる	47.2%	50.0%	35.1%	43.2%
どちらでもない	16.7%	22.2%	27.0%	16.2%
あまり当てはまらない	22.2%	22.2%	29.7%	29.7%
全く当てはまらない	0.0%	0.0%	5.4%	5.4%

表 3-9 ⑨この授業は受験対策に役立つと感じた。

	A	B	C	D
とてもよく当てはまる	52.8%	47.2%	43.2%	37.8%
少し当てはまる	33.3%	47.2%	48.6%	56.8%
どちらでもない	11.1%	5.6%	8.1%	5.4%
あまり当てはまらない	2.8%	0.0%	0.0%	0.0%
全く当てはまらない	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

【⑩アンケート結果】

各クラスの肯定的な意見と否定的な意見（要望なども含む）の内訳は表 4 に示す。

表 4 ⑩アンケート結果の内訳

クラス	肯定	否定
A (35 人)	28 人 (80.0%)	7 人 (20.0%)
B (34 人)	27 人 (79.4%)	7 人 (20.4%)
C (37 人)	28 人 (75.7%)	9 人 (24.3%)
D (36 人)	32 人 (88.9%)	4 人 (11.1%)

【⑩アンケート結果（原文）】

A クラス

- ・最初から説明があるよりも定着すると思った
- ・少しヒントほしいと思った
- ・記憶の定着に役立ったと思う
- ・自分で考えたり友達と話し合っただけをだすことは思考を深めることに関してとてもいいと感じました
- ・自分たちで思考力を働かせ話し合うことで疑問点や解くべきところがわかり記憶に残りやすい授業になった
- ・自分で考えてやる方が記憶に定着もしやすい気がしたので良かったと思います。
- ・考えればわかるくらいの難易度の問題で、原理も自分で考えて理解できる授業だったので、とてもわかり易かったです。
- ・理解していないと全くわからなくてやる気が出なかったけど、少しヒントを貰ったら自分で解き勧めれるようになった
- ・自分で考えるほうがちゃんと意識に残って覚えやすいので良いと思った
- ・自分たちで問題についてしっかり考えることができ良かったです。
- ・組成式の作成の部分はもう少し詳しく説明してほしいと思ったが、ソーダ石灰の部分はしっかりと理解できた
- ・分からないところを自分で理解しようとするので原理や仕組みなどを深く理解できた
- ・自分は化学が苦手なので最初にやり方を教えてもらったほうが良かったかもしれないです
- ・ただ答えを解説される授業だとどうしても聞く専門になってしまい、「そういう理屈なんだ」で終わってしまい、なかなか知識としては定着しないのですが、今回のように自ら考えるという方法のほうが、わかったときに嬉しいし、その「わかった」ということがとても実感し、より知識として定着したと感じます。
- ・時間経過でヒントが少しずつ開示されていく形式が自分たちでちゃんと考えられるし、わからなくても答えが一回で全部出されるわけではないので好きだった。
- ・直接教わったことをそのまま書くよりも自分たちで考えて書くほうが自分のためにもなって、良いと思った。
- ・自分自身で考えて問題点を解決することで聞いているときよりも記憶に残りやすいと思った。理解があまり進んでいなかった部分も後に説明があることでわかりやすいと感じた。
- ・今回の授業で扱った問題は自分が今まで解いたことがないようなものだったので先に説明をしていただきたかった。
- ・自分たちで課題解決に取り組むことで知識の定着に繋がりました
- ・難しかったけど、ソーダ石灰管を先に設置していけない理由とかおしえてもらうよりも定着した感じがして良かったと思います。
- ・自分で考えたり調べたりして答えを探し出したほうがただじっとして先生の話はずっと聞いているよりも退屈にならないし覚えやすいなと思いました。
- ・講義系の授業だと説明されて終わることが多かったけれど教科書の内容を自分で確認しながら問題を解くことができるのはとても記憶に残りやすいと感じました。

一回ですべてを覚えることはなかなか難しいので復習したときにも自分で調べていたほうが復習の価値も上がると感じました

- ソーダ石灰を先に設置してはいけない理由を考える問題は自分で考えることで頭に定着した感じがしました。組成式の求め方は先生にヒントを与えてもらったことでしっかり理解できました。
- 友達と一緒に考えることで意見の相違に気づいたりして正しくしていくことによって理解を深められたと思いました
- 生徒の自主性を深めるという意味合いでは、かなり有効で、自分で考えることで定着率を上げる良い授業方式だった(ただ教えるだけだと聞き逃される可能性がある)と思うので、ぜひとも続けていただきたいと思いました。
- 自分たちで考える力がつくような授業だったのでためになると思いました。周りの人にわからない人や考えるのが難しい人がいたのももう少し詳細(ヒントのようなもの)を出しておくとう万人に受けると思います。
- 自分で教科書を見ながら考えたり、友達と話し合いながら考えることができたから、最後の先生の問題の解説が頭に入ってきたし自分のどういう考え方

があっっていて間違っていたかなど気づきやすかったので良かったです。

- 自分で調べたほうがただ教えられるよりかは達成感が多くなった気がします。
- 自分でソーダ石灰管の特徴等について調べると、頭に残りやすかったです。
- 今までと違って自分で考えたことで答えがわかったときにいつもより身についていると感じた。
- 質問するのが苦手な生徒もいると思うので一回すべて説明して問題を解かせるのがいいと思った
- 自分で考える時間がたくさんあったので時間を気にせずに気楽に考える事ができた。
- 自分で探さなければいけない所は難しかったけど、その分方法が身についた感じがあった。ペアとお互いに話しながら試行錯誤しながら授業を受けたため、ただ聞くよりは効果があった気がする
- ソーダ石灰管を先に置いてはいけない理由や、組成式の求め方を、自分たちで考えて書き、理解することができたのでありがたかったです。
- 答えをわかったうえで理解するよりも自分で調べて理解したほうが定着したのでいいと思った。

B クラス

- ・受験でも活用できることを学べて、十分理解もできたので、楽しい授業だった。
- ・テストに出てきそうだから、知れてよかったと思った。
- ・少し考える時間があったり、ソーダ石灰がなぜ先がいけないのかなど教えてもらってわかりやすかった。やり方も黒板に書いてあったのでやりやすかった。
- ・自分にはあっているやり方だと感じた
- ・一つ一つ丁寧にステップを踏んだやり方でわかりやすかった
- ・わかりやすかった
- ・初見で見ても難しくて解けないことのほうが多いから説明してから自分たちに解く時間をもらえるほうが嬉しい。
- ・良かったと感じました
- ・解き方を最初に教えてもらったのでその後友達とかと考えて理解できたので良かったと思う。
- ・わかりやすくていいと思った
- ・ソーダ石灰を先に入れてはいけない理由とか受験に出やすそうなところを詳細に説明していただいたのでわかりやすかったです
- ・問題に対して解く時間が十分に設けられていたので、よく考えて答えを求める事ができた。
- ・とてもわかりやすかった
- ・初見では難しい問題でもしっかり噛み砕いて説明されたのでとてもわかりやすかったし、理解することができた
- ・理解することができたので良かったと感じました。
- ・詳しく説明していただいたのでわかりやすかった。スライド資料もわかりやすかったけど、プリントに印刷されているものは字が小さくて少し見えにくい部分があった。
- ・自分で考える時間も十分にあったし問題の理解がしやすかった。
- ・解き方は分かったが、なぜなのかはあまり理解できなかった。
- ・説明が詳細だったのでわかりやすかった。説明の途中に自分でも考える時間があるといいと思います
- ・化学が苦手な人にはいいと思う
- ・わかりやすかったのでいいと思います
- ・わかりやすかった
- ・授業速度が速く要点はしっかりと抑えられるので量を覚えなければいけない受験勉強にはいいと思った。
- ・良いと思う。話す時間が長過ぎなければ良い
- ・説明の後の演習がすごくしやすかったから詳細な説明が演習の前にあるのが効果的で良かったと思った
- ・わかりやすくスムーズに内容を理解することができました。
- ・僕としても抜けている知識でありましたが、一から最後のところまでしっかり理解することができ全体を見をとしてから授業に入るとゆう知識を繋げやすい入り方をしていてとてもわかり易かった。
- ・最初に詳しく説明してくれるので自分で解くときに教えてもらったことを参考にして自力で解くことができてとても良かったです。最後の問題の解説もとてもわかりやすかったです。
- ・あの授業の仕方でちゃんと分かったのでもうできたらな一つくらいな感じなん

ですけど、最初一気にドバっといろいろ言われたからもう少し短くまとめてもらって類題みたいなものを考える時間がほしいなとは思った。

- 詳細に説明されたことによって、問題が解きやすかった。
- 受験でどんなかたちで出題されることが多いのかとかも教えてほしいです。
- 問題を 1 問しか解いていないため解き方

を完全に理解しきることができなかった。問題を 2 問作って、1 問は今回のようにみんなでやって、もう 1 問は自分で解いたほうが 1 時間である程度理解できると思う。

- 問題を詳しく説明したあとに自分で解くと理解しやすかったです
- もっと、演習を解きたかったなと思った。

C クラス

- ・友達と問題についてしっかり考えることができたのでよかったです。
- ・自分たちで考えて答えにたどり着くのが楽しかった。解いてる途中でヒントをくれたのでスムーズに解くことができた。
- ・最初は自分や友達と考えたからいつも以上に授業に集中できたと思う
- ・周りの人と協力することができたため良かった
- ・自分で考えて友達と発見したことで、その発見が頭に残りやすかったです。自分たちで考えた方が記憶に残りやすいなと感じました。
- ・自分たちで話し合ったり、調べての学習ができたので説明を聞くだけよりも知識が身についたと感じた。
- ・最初に自分で考えたあとに先生の説明を聞いたことで、考えがより深まった
- ・すぐに答えを出されたら知識としてだけ理解して問題を解く際止まってしまうので自分で感が出たほうが記憶の定着につながったと思う
- ・ヒントを与えてくれたので、詳細な説明がなくても理解することができた。
- ・人から教えられるより自分で調べたほうが記憶が定着しやすいと感じた。
- ・自分で式を立てたり、教科書で調べる必要があったため、教科書をしっかり読むことにつながって理解しやすくなったのでいいと感じた。
- ・いつもは答えを見て少し納得というのが多かったけど友達と一緒に教科書を見ながらソーダ石灰の性質から考えることでいつもは教科書を見ないからどこらへんにどんな事が書いてあるかわからないけど、今回は理解できたプラスで教科書を活用することができました。もう少しヒントの時間を早くしてほしかったです。
- ・自分で考えて答えを出したのであっても間違っている記憶に残りやすいなと思いました。
- ・黒板に少しずつヒントを貰うことで、自分でも考えながら解くことができました。式の作り方の授業の中で覚えることができたので良かったです。
- ・最初に授業内容の説明があったあとに関連のある問題を解くことでより授業内容の理解を深めることができたと思いました。また最初はわからなかったけれど少しずつヒントが与えられることで自分で考えて解くことができて良かったです。他の授業ではいつも答えが表示されてしまっていて理解してないまま終わってしまうことがあったのでヒントを出しながらする授業方法はとても助かるなと感じました。
- ・いいと思う。自分で考えようとするから
- ・初めて解く問題（似たような問題は解いたことはあった）であったため、最初からは解くことができなかった。だから、最初にヒントを出してそこから自分たちで考えて行けたら良いと思った。
- ・難しかったから最初からヒントを提示してほしいと思った。
- ・周りの人たちにわからないところを聞いたり逆にわかるところを教えたりできたのでコミュニケーションをとる良い機会になったと思いました。
- ・問題解く際にソーダ石灰や塩化カルシウムの特性についてあまり知らなかったが、自分で調べてみることで記憶が定着しや

すかった。また、自分で考えてみたほうが眠くならないので授業時間を有効に学習できたと感じた。

- みんなで協力して問題を取り組んで解くことができたときに嬉しかった。
- 化学が苦手でも最初問題を自分で解くことに不安はあったが、ヒントがあったのでそれを参考に解くことができ、解き終わったあとは達成感を感じたので思考を深めるのにとっても良い方法だと思った。
- 友達と相談し合ったりして、自力で問題を解くことができたときの達成感を感じられてよかった。
- ソーダ石灰管と塩化カルシウム管の役割を理解でき、なぜソーダ石灰管を先にしてはいけないのかそれぞれの性質から自分で考えることができたし、それによって普段より説明など深めることができたと思う。計算が苦手だから組成式の求め方はもう少し詳しく説明してほしいと思った。なぜこの式なのか求め方を完璧に理解できなかった。
- 自分たちで考える時間が長くて、ヒントから答えを考えるように頑張ったけどそれでも全部はわからなかったため、結局先生が解説するまで待っているみたいになってしまっていました。
- 最初自分で考える時間があったから授業に集中して取り組めたと思うから頭には入りやすいと思った。最初わからないところがあっても解説を少しずつしていたから少しずつわかっていった。
- 最初に自分で考えて調べたりすることで記憶に残りやすかったです。
- 答えをすぐに出されるのではなく、自分で考えることで次解くときにここからわ

からなかったなとかここでつまづいたなとかを覚えているので理解を深めることができたと思う。でも、わからなくてぼーっとした時間を過ごすこともあるからヒントがほしい。

- 考えるのは難しかったけど友達と話しながら考えることができてそれで自分たちで解けたのもあったから嬉しかったし、分からないときは先生の方から少しずつヒントを出していくのもいいと思いました。
- 自分のペースで考えられて良かったです。
- 自分は化学が苦手でも理解が追いつかない事が多いので前回の授業も説明があまりなくて理解ができなかった
- 自分で考えて問題を解く時間が多かったため、いつもよりじっくり考えることができました。問題が難しかったので、問題の説明の時間があと5分くらい欲しかったです。
- 良かったと感じた。最初から黒板にヒントを書くのではなく“時間経過”によってヒントが提示されるのも、分かる人も分からない人も多少は考える時間があるという点で個人的は気に入った。スライドショーの構造も“初め”に有機化合物の決定にどれくらいの過程があるのかを載せていただいたので、心構えもしやすかった。順序よく授業のプログラムが組まれていたので、わかりやすいのはもちろん、気持ち的に聴きやすかった。
- 私は教科書を見ても黒板を見ても正直全然わからなくてももう少し説明がないとやる気がなくなって解く気にならなかったためもう少し口答で説明が欲しかったです。先生に質問したくても自分が何をわ

かっではないのかすらわからなかったの
で化学が苦手な人からすると難しかった
です。もう少し難易度の低い問題から解
いていけばたぶん理解できそうだなっ
て思いました。

- 周りと話合ったり、自力で調べたりす
る力を身につけることができたし、先に
詳しい説明を聞くより、まず自分でじっ

くり考えてみることで答えを導き出せた
ときの定着力が違うと思うので良かった
と思う。

- 私は化学が苦手なので考えられなかつ
たけれど、できる人にとってはいいと思
います。
- 周りの人と協力しながら答えを考
えることができたのでよかった。

D クラス

- ・分かりやすかった
 - ・難しく理解できなかった
 - ・疑問が残りにくいのですっきりした
 - ・わかりやすくてよかった
 - ・とてもわかり易かったです。勉強したことを受験でも活かせるようにもっと演習をしていきたいです。
 - ・わかりやすいと思った
 - ・最初に説明を聞いてから演習をしていたので計算のやり方の見通しを立てて考えることができ良かったです。
 - ・参加型の授業より重要なことを頭に入れるほうが効率が良くて個人的にはいいなと思いました。
 - ・最初にどうやって解くのかを教えてもらったから後の演習が解きやすかったです。
 - ・問題を自力で解くとき、何に注意するか事前の説明でわかったのでスムーズに解き進めることができました。
 - ・演習する内容がしっかりわかった状態だったので解くことができた
 - ・わかりやすかったです。
 - ・説明がわかりやすかったです。
 - ・とてもわかりやすかったです。
 - ・いつもとちょっと違った授業で印象に残りやすくて良かった。
 - ・自分で解くときに求め方を復習しながら解くことができ良かった。
 - ・もともと化学が苦手なので、組成式の作り方を細かいところも説明してもらえたのが良かったです
 - ・ただ聞く授業ではなく、自分でしっかりと考えたことで印象に残って覚えやすかったです。
 - ・また問題でも同様のことが聞かれたので
- ・すごくためになりました。
 - ・理解できたのでいいと思った。
 - ・説明がわかりやすかったから、自力で考えることができました。組成式の作り方は苦手だったけど、前より覚えられるようになりました。
 - ・解き方を詳しく教えていただいたので分かりやすかった。
 - ・求め方などが決まっているものは、説明してくれたほうが演習に活かせし自分から進んで取り組みやすかった。
 - ・受験に役に立つと感じた。
 - ・分かりやすかったと思う。また、説明するときに例題をもう少し増やしてほしいなとは思った。
 - ・正直、比較がしにくいので受験対策なのかよくわからないけれど説明を受けるだけで理解できたのか不安だったので演習問題ができたのは良かったです。でも、1 時間の内容をすべて使って自力で解くのは難しかったなと感じました。
 - ・重要なポイントが明確でとてもわかりやすかったです。化学は苦手だと思っていたけれどちゃんと理解すると楽しいなと感じることができました。
 - ・内容がとても難しかったです。自分で復習したときに授業内容を思い出して解けそうだと思います。
 - ・授業が受けやすかった、わかりやすく感じた。
 - ・しっかり聞いたあとに問題を解けたので、理解が深まって、良かったと思う。
 - ・難しかったけど分かりやすかった。
 - ・なぜそうなるのかという疑問に思ったことを、詳細な説明のおかげではっきりさ

せることができ、より学びを深めることができたので良かったと感じました。

- 求めるまでの手順が明確になっていたの
で問題を見通しを持って解くことができた
- 有機化合物の分析の流れも理解できたし、
組成式の決定も理解できた。結構わかり
やすかった。授業のやり方とてもいいと
思います。
- 先に詳細な説明を聞くことで実際に解く

ときに取り掛かりやすかったと感じました

- ソーダ石灰管が先にはいけない理由
はわかりやすかったが、組成式が少しわ
かりにくいと感じたので、問題を解く前
に一緒に例題を解くとよりわかりやすい
と思う。
- 特に良くも悪くも感じなかった。今まで
の普通の科学の授業のやり方と同じだと
であったので違和感なく受けれた。

【考察：テスト結果】

選択郡ではどの設問に対しても有意差が見られなかった。しかし、非選択郡では「Q3」「Q4」に関する正答率について有意差が見られたことから、計算においてどんな目的で計算を行っているのかを自身で考える活動が、当該問題の学習理解度に対して有意な影響を与えると考えられる。

【考察：アンケート結果】

アンケート項目②～⑤までは回答結果に大きな差は見られなかった。非選択郡でテスト結果に有意差が見られた比率・組成式に関するアンケート項目⑥⑦に着目すると、⑥は大きな差が見られないのに対し、⑦では「とてもよく当てはまる」「少し当てはまる」と回答した生徒が、Cクラスは56.8%、Dクラスは45.9%であり、Cクラスの方が多く、「あまり当てはまらない」「全く当てはまらない」と回答した生徒は、Cクラスが27.0%、Dクラスが35.1%であり、Cクラスの方が少なかった。どんな目的で計算を行っているのかを自身で考える活動は、生徒の理解度を高める可能性があると考えられる。しかしながらアンケート項目⑧では「あまり当てはまらない」「全く当てはまらない」と回答した生徒の割合に差が見られず、「とてもよく当てはまる」「少し当てはまる」と回答した生徒に至ってはCクラスが37.8%、Dクラスが48.6%とDクラスの方が高い結果が得られたことから、必ずしも学習内容の理解度と問題が解けるという自信に関係があるとは限らないと考えられる。

授業実践パターン①では公式を与えずに自力で導き出させ、授業実践パターン②では公式を与えて授業を行ったが、アンケート項目⑨にてアンケート結果に大きな差がないことから、学習者は公式を自力で考えることを受験対策において無駄ではないと感じていると思われる。

3.3.4 実践①のまとめ

選択郡ではテスト結果に大きな差は見られなかったことから、化学が得意な傾向にあるクラスにおいて、知識定着を図るには授業実践①、②どちらを実施してもいいと考えられる。しかしながら、アンケート結果にてBクラスには見られず、Aクラスに多く見られた意見として「自分たちで思考力を働かせ話し合うことで疑問点や解くべきところがわかり記憶に残りやすい」「先生の話はずっと聞いているよりも退屈にならない」「自分のどういう考え方があって間違っていたかなど気づきやすかった」などがあつた。教育基本法に基づく目的を踏まえ、知識定着以外の側面を考慮するならば授業実践パターン①の方が適していると思われる。非選択郡では一部のテスト結果に有意な差が見られたため、化学が苦手な傾向にあるクラスでは授業実践パターン①を実施した方が良いと思われる。

3.3.5 実践①の課題

授業実践パターン①を行ったクラスのアンケート結果では、自力で公式を導き出す活動に好意的な意見が多く見られたが、「もう少しヒントが欲しい」「最初にやり方を教えてもらったほうが良かった」「最初からヒントを提示してほしい」「もう少しヒントの時間を早くしてほしい」など、活動に困難を感じている生徒が見られたため、自力で考えるための補助やヒント提示のタイミングに課題が残った。

第3学年 理科（化学）学習指導案

令和7年6月実施 場所 化学教室

授業者 鈴木 悠李

1 単元名 第4部 有機化合物 第1章 有機化合物の特徴と分類 第2節 有機化合物の分析（啓林館）

2 本時の目標

有機化合物の分析の目的や流れを理解し、実際に有機化合物の構造式を決定することができるようになる

3 展開

過程	配当	主な学習活動	形態	指導上の留意点 (学習活動の目的・意図、内容、方法等)	備考
導入	1分	1.本時の学習の目標を共有する。(表1参照)	一斉	スライドに示した上で、配布プリントにも記載をしておく。	スライド
展開	14分	2.スライド資料をもとに元素分析の概要について理解する。	一斉	説明が長くなりすぎないように簡潔に行う。	板書、スライド
	30分	3.演習の時間を通して、話し合いや教え合いを行ったり、問題を解いたりする。	個人	机間巡回をしつつ、生徒の進捗に応じて適宜、質問対応や演習問題のヒントを提示する。質問対応の際、一人の生徒につきすぎないように注意する。	ワークシート
まとめ	5分	4.まとめを行う	一斉	簡潔な説明を行う。	板書、スライド

表1 本時の学習の目標

評価	態度目標	内容目標
S	・他の人に教えて、理解してもらえた	・有機化合物の分析の目的や流れを説明できる
A	・他の人に教えた ・問題を自分の力で解いてみた ・分からないところは他の人に聞いた	・有機化合物の分析で行う計算を理解できている
B	・解答を丸写しした ・分からないところを他の人に聞かなかった	・有機化合物の分析で行う計算を理解できていない。

図 6-1 実践①学習指導案

評価	態度目標	内容目標
S	・他の人に教えて、理解してもらえた	・有機化合物の分析の目的や流れを説明できる
A	・他の人に教えた ・問題を自分の力で解いてみた ・分からないところは他の人に聞いた	・有機化合物の分析で行う計算を理解できている
B	・解答を丸写しした ・分からないところを他の人に聞かなかった	・有機化合物の分析で行う計算を理解できていない。

復習

組成式：物質に含まれる原子の割合を最も簡単な整数比で表した化学式
 分子式：分子1つに含まれる原子の数を示した化学式
 示性式：分子式のうち、官能基を示した化学式
 構造式：原子の繋がり方を示したもの

内側に行くほど詳しく書かれている

化学式

組成式 水素分子：H₂ 酢酸：C₂H₄O₂ エタノール：C₂H₆O
 分子式 水素分子：H₂ 酢酸：C₂H₄O₂ エタノール：C₂H₆O
 示性式 酢酸：CH₃COOH エタノール：C₂H₅OH
 構造式

酢酸 $\begin{matrix} & H & & & & & \\ & | & & & & & \\ H & - & C & - & O & - & H \\ & & || & & & & \\ & & O & & & & \end{matrix}$ エタノール $\begin{matrix} & H & & H & & & \\ & | & & | & & & \\ H & - & C & - & C & - & O & - & H \\ & & | & & | & & & & \\ & & H & & H & & & & \end{matrix}$

有機化合物の分析：最終目的は構造式の決定

①目的の化合物を純物質として取り出す
 ↓
 ②構成元素の検出 (何の元素でできているか)
 ↓
 ③組成式の決定 (構成元素の割合)
 ↓
 ④分子式の決定 (構成元素の数)
 ↓
 ⑤構造式の決定 (原子の結合の仕方)

分離・精製
 蒸留・再結晶・抽出・クロマトグラフィー等

C、Hからできている

C:H=1:2 つまりCH₂ (式量14)

分子量が28だった。C₂H₄

臭素水が脱色された

$\begin{matrix} & H & & H & \\ & | & & | & \\ H & - & C & = & C & - & H \\ & & & & & & \end{matrix}$

②構成元素の検出

特定の元素にだけ関係する反応 → その化合物にその元素が含まれる

元素	操作	生成物	検出反応の例
炭素	酸化銅(II)などの酸化剤で酸化する	二酸化炭素 CO ₂	石灰水に通すと白濁する
水素	ソーダ石灰 (p.213) と混合して加熱する	水 H ₂ O	白色の硫酸銅(II)無水物が青色に変わる
窒素	アンモニアと混合して加熱する	NH ₃	濃塩酸をつけたガラス棒を近づけると、塩化アンモニウムの白煙が生じる
硫黄	ナトリウムの小片とともに加熱溶解し、水に溶かす	硫化ナトリウム Na ₂ S	酢酸で酸性にして酢酸鉛(II)水溶液を加えると、硫化鉛(II)PbSの黒色沈殿が生じる
塩素	加熱した銅線に触れさせる	塩化銅(II) CuCl ₂	再びその銅線を炎の中に入れて、銅の青緑色の炎色反応が見られる

③組成式の決定

元素分析
 目的：試料内の元素の割合(組成式)が知りたい。

試料を燃やす → 気体が発生 → 塩化カルシウム管の質量増加

試料を燃やす → 気体が発生 → ソーダ石灰管の質量増加

乾燥したO₂ → ガスバーナー → 試料 → 酸化銅(II)：酸化剤(試料を完全燃焼させる) → 塩化カルシウム管 → ソーダ石灰管 → 吸引

発生したCO₂、H₂O、O₂

塩化カルシウム管の増加量 = 発生した水の質量
 ソーダ石灰管の増加量 = 発生した二酸化炭素の質量

吸収材	吸収する物質
塩化カルシウム	水 (H ₂ O)
ソーダ石灰 主成分：CaOとNaOH	二酸化炭素 (CO ₂)

③組成式の決定

元素分析
 方法：試料内に各元素が何molずつあるか分れば、試料内の各元素の割合(組成式)が分かる。

試料を燃やす → CO₂が発生
 試料の中の炭素：Wc(g) → 二酸化炭素の中の炭素
 同じ

発生したCO₂の質量 → Cだけの質量：Wc(g)
 発生したH₂Oの質量 → Hだけの質量：Ww(g)
 W_{試料} - (Wc + Ww) → 試料内のOの質量：Wo(g)

C : H : O = $\frac{Wc \text{ mg}}{12 \text{ g/mol}} : \frac{Ww \text{ mg}}{1 \text{ g/mol}} : \frac{Wo \text{ mg}}{16 \text{ g/mol}}$ → 最も簡単な整数比で表す

補足
 $\frac{\text{質量(g)}}{\text{モル質量(g/mol)}} = \text{物質量(mol)}$
 試料：W_{試料}(g) 試料内の水素：W_w(g)
 試料内の炭素：W_c(g) 試料内の酸素：W_o(g)

図 6-2 授業実践パターン①授業スライド資料-1

④分子式の決定

元素分析	元素の割合○ 分子量×
分子量測定	元素の割合× 分子量○

有機化合物 → 元素分析 → 組成式
→ 分子量測定 → 分子量 → 分子式

物理的性質
化学的性質 → 構造式の決定

元素分析：組成式 CH_2O (式量30)
分子量測定：分子量60

$n = \frac{\text{分子量}}{\text{組成式の式量}} = \frac{60}{30} = 2$

CH_2O (式量30) $\times 2 = \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ (分子量60)

分子式は組成式のn倍
分子式 $(\text{CH}_2\text{O})_n$

組成式の整数倍して
分子量と
同じ値になればOK

⑤構造式の決定

分子式 → 物理的性質
化学的性質 → 構造式の決定

異性体の存在
同じ分子式でも違う物質
の可能性がある → その化合物の性質を
調べる必要がある

例
分子式が $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ だった

考えられる異性体	
エタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$	ジメチルエーテル $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$

Naと反応し H_2 発生

↓

-OHをもつ
エタノール
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$

Naと反応しない

↓

-Oをもつ
ジメチルエーテル
 $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$

メモ

図 6-3 授業実践パターン①授業スライド資料-2

問1 : とある理由により元素分析装置では、**ソーダ石灰管を先に設置しては**いけない。なぜソーダ石灰管を先に設置してはいけないのか、**化学的性質を踏まえて**答えなさい。

塩化カルシウム : 水を吸収する
二酸化炭素とは反応しない

ソーダ石灰 : 水を吸収する
二酸化炭素とも反応する

質量
↓
物質質量
↓
組成式

解答例 : ソーダ石灰は水とも二酸化炭素とも反応するため
ソーダ石灰を先にとすると水と二酸化炭素それぞれの質量を
調べるができなから。

問2 : C、H、Oから構成される化合物12mgを完全燃焼させると塩化カルシウム管の質量が7.2mgソーダ石灰管の質量が17.6mg増加した。
この試料の組成式を求めよ。

炭素の質量
 $17.6\text{mg} \times \frac{12}{44} = 4.8\text{mg}$
二酸化炭素の質量 炭素の質量

水素の質量
 $7.2\text{mg} \times \frac{2}{18} = 0.8\text{mg}$
水素の質量 水素の質量

酸素の質量
 $12\text{mg} - (4.8\text{mg} + 0.8\text{mg}) = 6.4\text{mg}$
試料の質量 炭素の質量 水素の質量 酸素の質量

C : H : O = $\frac{4.8\text{mg}}{12\text{g/mol}} : \frac{0.8\text{mg}}{1\text{g/mol}} : \frac{6.4\text{mg}}{16\text{g/mol}} = 1 : 2 : 1$

答 CH_2O

メモ

図 6-4 授業実践パターン①授業スライド資料-3

評価	態度目標	内容目標
S	・他の人に教えて、理解してもらえた	・有機化合物の分析の目的や流れを説明できる
A	・他の人に教えた ・問題を自分の力で解いてみた ・分からないところは他の人に聞いた	・有機化合物の分析で行う計算を理解できている
B	・解答を丸写しした ・分からないところを他の人に聞かなかった	・有機化合物の分析で行う計算を理解できていない。

復習

組成式: 物質に含まれる原子の割合を最も簡単な整数比で表した化学式
 分子式: 分子1つに含まれる原子の数を示した化学式
 示性式: 分子式のうち、官能基を示した化学式
 構造式: 原子の繋がり方を示したもの

内側に行くほど詳しく書かれている

化学式

組成式 水素分子: H₂ 酢酸: CH₃O エタノール: C₂H₆O
 分子式 水素分子: H₂ 酢酸: C₂H₄O₂ エタノール: C₂H₆O
 示性式 酢酸: CH₃COOH エタノール: C₂H₅OH
 構造式

酢酸 $\begin{matrix} & H & & & \\ & | & & & \\ H & - C & - O & - H \\ & | & & & \\ & O & & & \end{matrix}$ エタノール $\begin{matrix} & H & & H & \\ & | & & | & \\ H & - C & - C & - O & - H \\ & | & & | & \\ & H & & H & \end{matrix}$

有機化合物の分析：最終目的は構造式の決定

①目的の化合物を純物質として取り出す
 ↓ 分離・精製 (蒸留・再結晶・抽出・クロマトグラフィー等)

②構成元素の検出 (何の元素かでできるか)
 ↓ C、Hからできている

③組成式の決定 (構成元素の割合)
 ↓ C:H=1:2 つまりCH₂ (式量14)

④分子式の決定 (構成元素の数)
 ↓ 分子量が28だった。C₂H₄

⑤構造式の決定 (原子の結合の仕方)
 ↓ 臭素水が脱色された

$\begin{matrix} & H & & H & \\ & | & & | & \\ H & - C & = & C & - H \\ & | & & | & \\ & H & & H & \end{matrix}$

②構成元素の検出

特定の元素にだけ関係する反応 → その化合物にその元素が含まれる

元素	操作	生成物	検出反応の例
炭素	酸化銅(II)などの酸化剤で酸化	二酸化炭素 CO ₂	石灰水に通すと白濁する
水素	酸化	水 H ₂ O	白色の硫酸銅(II)無水物が青色に変わる
窒素	ソーダ石灰 (p.213) と混合して加熱する	アンモニア NH ₃	濃塩酸をつけたガラス棒を近づけると、塩化アンモニウムの白煙が生じる
ナトリウムの小片とともに加熱融解し、水に溶かす	硫化ナトリウム Na ₂ S	酢酸で酸性にして酢酸鉛(II)水溶液を加えると、硫化鉛(II)PbSの黒色沈殿が生じる	
塩素	加熱した銅線に触れさせる	塩化銅(II) CuCl ₂	再びその銅線を炎の中に入れると、銅の青緑色の炎色反応が見られる

③組成式の決定 元素分析

重要なポイント

①酸化銅(II)の役割: 試料を完全燃焼させるため

②塩化カルシウム管、ソーダ石灰管の順番: 塩化カルシウム管を絶対に先にする

白金ボート: 試料、酸化銅(II) (酸化剤)

塩化カルシウム管 (水蒸気吸収)

ソーダ石灰管 (二酸化炭素吸収)

吸引

乾燥したO₂ → ガスバーナー → CO₂, H₂O, O₂ → CO₂, O₂ → O₂

塩化カルシウム	水O
ソーダ石灰	二酸化炭素X

ソーダ石灰が先だと・・・
 水も二酸化炭素も吸収
 どちらが何g発生したかが分からない

③組成式の決定

吸収材	吸収する物質
塩化カルシウム	水 (H ₂ O)
ソーダ石灰	二酸化炭素 (CO ₂)
主成分: CaOとNaOH	

元素分析
 目的: 試料内の元素の割合 (組成式) が知りたい。

試料を燃やす → 気体が発生 → 塩化カルシウム管の質量増加 → ソーダ石灰管の質量増加

試料 → 酸化銅(II): 酸化剤 (試料を完全燃焼させる) → 塩化カルシウム管 → ソーダ石灰管 → 吸引

乾燥したO₂ → ガスバーナー → CO₂, H₂O, O₂ → CO₂, O₂ → O₂

塩化カルシウム管の増加量 = 発生した水の質量
 ソーダ石灰管の増加量 = 発生した二酸化炭素の質量

図 6-5 授業実践パターン②授業スライド資料-1

③組成式の決定
元素分析

方法：試料内に各元素が何molずつあるか分れば、試料内の各元素の割合(組成式)が分かる。

試料を燃やす → 試料由来 CO_2 が発生
 試料中の炭素: W_c (g) → 二酸化炭素中の炭素

炭素の質量: $W_{\text{CO}_2} \times \frac{12}{44} = W_c$
 水素の質量: $W_{\text{H}_2\text{O}} \times \frac{2}{18} = W_H$
 酸素の質量: $W_{\text{O}} = (W_c + W_H) = W_O$ (g)

$C : H : O = \frac{W_c \text{ mg}}{12 \text{ g/mol}} : \frac{W_H \text{ mg}}{1 \text{ g/mol}} : \frac{W_O \text{ mg}}{16 \text{ g/mol}} \rightarrow$ 最も簡単な整数比で表す

補足

質量(g) モル質量(g/mol)	=	物質質量(mol)
試料: $W_{\text{試料}}$ (g) 発生した CO_2 : W_{CO_2} (g) 発生した H_2 : W_{H_2} (g)		試料内の炭素: W_c (g) 試料内の水素: W_H (g) 試料内の酸素: W_O (g)

④分子式の決定

元素分析	元素の割合 \times 分子量 \times
分子量測定	元素の割合 \times 分子量 \div

元素分析と分子量測定を組み合わせることで分子式を決定

有機化合物 → 元素分析 → 組成式
 有機化合物 → 分子量測定 → 分子量
 組成式 → 分子量 → 分子式
 物理的性質 → 分子式 → 構造式の決定
 化学的性質 → 構造式の決定

元素分析: 組成式 CH_2O (式量30)
 分子量測定: 分子量60
分子式は組成式のn倍
 分子式 $(\text{CH}_2\text{O})_n$

$n = \frac{\text{分子量}}{\text{組成式の式量}} = \frac{60}{30} = 2$
 CH_2O (式量30) $\times 2 = \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ (分子量60)
 組成式の整数倍して分子量と同じ値になればOK

⑤構造式の決定

分子式 → 物理的性質 → 構造式の決定
 分子式 → 化学的性質 → 構造式の決定

異性体の存在
 同じ分子式でも違う物質の可能性がある → その化合物の性質を調べる必要がある

例
 分子式が $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ だった

考えられる異性体	エタノール	ジメチルエーテル
	$\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$	$\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$

Naと反応し H_2 発生 → -OHをもつ → エタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$
 Naと反応しない → -Oをもつ → ジメチルエーテル $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$

メモ

図 6-6 授業実践パターン②授業スライド資料-2

3.4 実践②

ヒントの有無による知識定着率の差や、ヒントの量、頻度に対しての学習者の感じ方・要望を得ることを目的とし教材研究・授業構想を行った。さらに、本実践では知識・技能の定着だけでなく、思考力・表現力・判断力、社会的スキルの向上を図り、学習者が結晶の密度の求め方を理解し、説明ができるようになることを目的とした、「結晶の密度を求めるためのマニュアル作成」という表現活動を実施した。また、実践による影響を見取るために実践の前後でテストとアンケートを実施した。

3.4.1 実践前ミニテスト・アンケート調査

2025年10月27日(月)、28日(火)の2日間で、4クラスの生徒全員に対して、Google form を用いて実践前にミニテストとアンケート調査を行った。実践前ミニテスト及びアンケート①に関しては受験に化学が必要な生徒のデータのみ抽出した。

【実践前ミニテスト項目】

	質問事項	選択肢
①	体心立方格子について、単位格子1個あたりに含まれる原子の個数を答えよ。	①1個 ②2個 ③3個 ④4個 ⑤5個 ⑥6個 ⑦分からない
②	面心立方格子の配位数を答えよ。	①1個 ②2個 ③3個 ④4個 ⑤5個 ⑥6個 ⑦7個 ⑧8個 ⑨9個 ⑩10個 ⑪11個 ⑫12個 ⑬13個 ⑭14個 ⑮分からない
③	面心立方格子の密度 d を求める式として正しいものを1つ選べ。 (ただし、単位格子の1辺を a [cm]、アボガドロ定数を N_A [mol]、モル質量を M [g/mol] とする)	① $d = \frac{M}{N_A a^3}$ ② $d = \frac{2M}{N_A a^3}$ ③ $d = \frac{4M}{N_A a^3}$ ④ $d = \frac{4N_A}{M a^3}$ ⑤ $d = \frac{MN_A}{4a^3}$ ⑥ $d = \frac{M}{4N_A a^3}$ ⑦分からない

【実践前ミニテスト結果】

実践前ミニテスト①～③の正答率は表5に示す。

※Aクラスのみ②の問題分に不備があったためデータは得られていない。

表5 事前ミニテスト結果

	①	②	③
A	95.8%	—	25.0%
B	100.0%	33.3%	22.2%
C	92.9%	35.7%	35.7%
D	80.0%	28.0%	32.0%

【実践前アンケート項目】

①	結晶格子の内容に対する意識について最も近いものを選んでください。	<ul style="list-style-type: none">・とても苦手意識がある・少し苦手意識がある・どちらでもない・あまり苦手意識はない・全く苦手意識はない
②	「はい」と答えた方に質問です。具体的にどういうところに苦手意識がありますか？あてはまるものをすべてチェックしてください。	<ul style="list-style-type: none">・結晶格子の構造を立体的にイメージしづらい・結晶格子の種類や性質を整理することが難しい・計算式が理解できない・文字を使った計算や単位変換（nmをcmに変えるなど）が苦手

【実践前アンケート結果】

実践前アンケート結果は表 6 と図 7 に示す。

表 6 事前アンケート①の回答率

	A	B	C	D
とても苦手意識がある	8.3%	3.7%	14.3%	12.0%
少し苦手意識がある	50.0%	55.6%	57.1%	68.0%
どちらでもない	12.5%	29.6%	21.4%	12.0%
あまり苦手意識はない	29.2%	11.1%	7.1%	8.0%
全く苦手意識はない	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

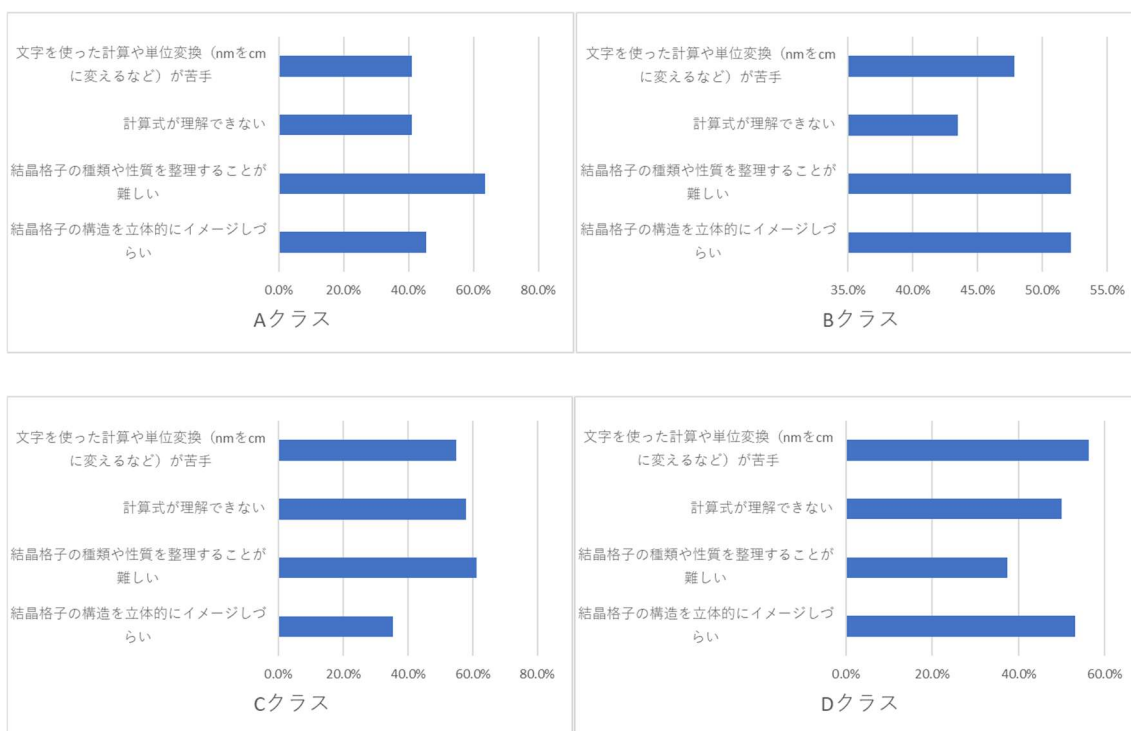


図 7 事前アンケート②の回答率

3.4.2 方法

各クラスの受験に化学が必要な生徒を対象に授業実践を行い、その後、テストを実施して授業内容の理解度を測った。同程度の学力差で比較を行えるよう、A、Dクラスに授業実践パターン①を、B、Cクラスに授業実践パターン②を実施した。また、実践後に授業に対するアンケートを実施した。

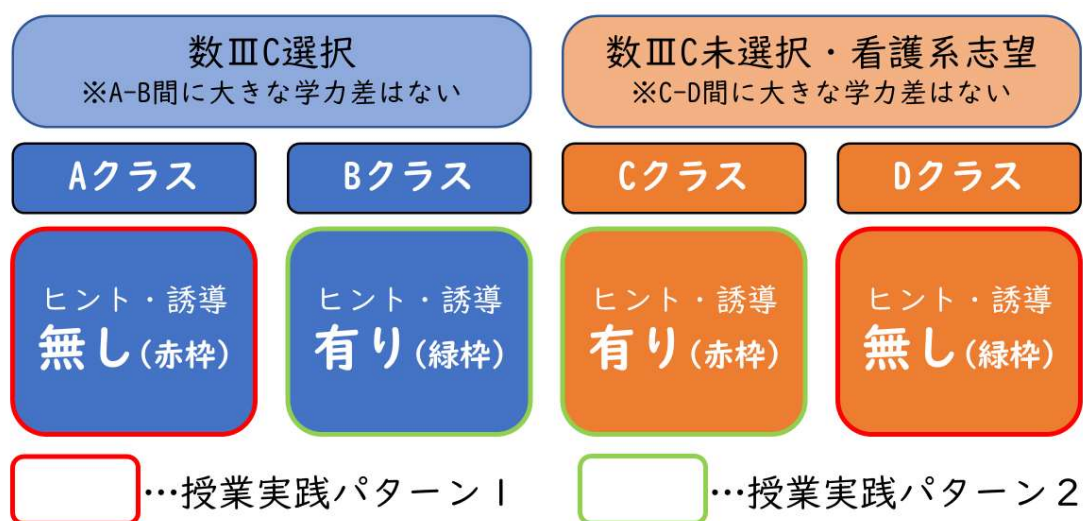


図8 実践①における授業パターンの概要

3.4.3 実践の概要

【実施したテスト】

テスト問題とその模範解答は別紙参照。以下の項目ごとに正誤判定を行った。

- ①結晶構造の名称が述べられるか (以降：Q1)
- ②単位格子1つあたりに含まれる原子の数を答えられるか (以降：Q2)
- ③配位数を述べられるか (以降：Q3)
- ④単位格子一辺の長さを、原子半径を用いて述べられるか (以降：Q4)
- ⑤結晶の密度を求められるか (以降：Q5)

※テスト問題とその模範解答は図9に示す

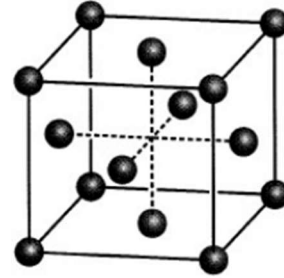
確認テスト(15分)

3年 組 号 氏名 _____

右の図は銅の結晶構造を示したものである。

(1)この構造は何と呼ばれるか、名称を記せ。

(2)単位格子1つ当たりに含まれる原子の数を答えよ。



(3)1個の銅原子に隣接している他の銅原子は何個か。ただし、銅原子は球形で、最も近い原子は互いに接しているものとする。

(4)単位格子の一边の長さを $a[\text{cm}]$ 、銅原子の半径を $r[\text{cm}]$ とするとき、 a を r を用いて表す式を書け。

(5)単位格子の一边の長さを $a[\text{cm}]$ 、銅の原子量を M 、アボガドロ定数を $N_A[\text{mol}]$ とするとき、銅の密度 $d[\text{g/cm}^3]$ を表す式を書け。

図 9-1 実践②後テスト-問題

確認テスト(15分)

3年 組 号 氏名 _____

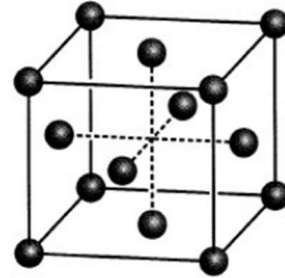
右の図は銅の結晶構造を示したものである。

(1)この構造は何と呼ばれるか、名称を記せ。

面心立方格子

(2)単位格子1つあたりに含まれる原子の数を答えよ。

4個



(3)1個の銅原子に隣接している他の銅原子は何個か。ただし、銅原子は球形で、最も近い原子は互いに接しているものとする。

12個

(4)単位格子の一辺の長さを $a[\text{cm}]$ 、銅原子の半径を $r[\text{cm}]$ とするとき、 a を r を用いて表す式を書け。

$2\sqrt{2}r$

(5)単位格子の一辺の長さを $a[\text{cm}]$ 、銅の原子量を M 、アボガドロ定数を $N_A[\text{mol}]$ とするとき、銅の密度 $d[\text{g/cm}^3]$ を表す式を書け。

$$d = \frac{4M}{N_A a^3}$$

図 9-2 実践②後テスト-解答

【実施した実践後アンケート】

全クラス共通

	質問事項	回答
①	結晶格子の内容に対する意識について最も近いものを選んでください。	<ul style="list-style-type: none"> ・とても苦手意識がある ・少し苦手意識がある ・どちらでもない ・あまり苦手意識はない ・全く苦手意識はない
②	単位格子の模型は、学習する上で役に立ったと感じましたか？	<ul style="list-style-type: none"> ・役に立った ・少し役に立った ・どちらでもない ・あまり役に立たなかった ・役に立たなかった
③	②で「役に立った」「少し役に立った」と答えた方に質問です。特にどのような点で役に立ちましたか？	自由記述
④	今回用意した練習問題や演習問題の難易度について当てはまるものを教えてください。	<ul style="list-style-type: none"> ・難しかった ・少し難しかった ・ちょうど良かった ・少し簡単だった ・簡単だった
⑤	マニュアル作成の活動について質問です。この活動は結晶の密度の求め方を理解するのに適した活動だと感じましたか。	<ul style="list-style-type: none"> ・適している ・どちらでもない ・適していない
⑥	⑤において「適している」と答えた方に質問です。特にどのような点で適していると感じましたか。	自由記述
⑦	⑤において「適していない」と答えた方に質問です。特にどのような点で適していないと感じましたか。	自由記述
⑧	⑤において「どちらでもない」「適していない」と答えた方に質問です。どのような活動だと適していると感じますか。	自由記述

実践②ではヒントの有無や頻度の差による影響の比較をするために授業内で一部指導に差異を設けた。そのため、⑨においてはA、DクラスとB、Cクラスで質問事項が異なる。

A、Dクラス

	質問事項	回答
⑨	今回の授業では、「結晶の密度の計算」の説明において「自分たちで考えること」や「周りの人と協力すること」を目的とし、あえて教師からの誘導やヒントの提示を控えました。この点に関してどのように感じましたか？	自由記述

B、Cクラス

	質問事項	回答
⑨	今回の授業では「結晶の密度の計算」の説明において「質量の求め方」や「体積の求め方」など、手順を踏み、教師がリードする形で説明を行いました。この点に関してどのように感じましたか？	自由記述

3.4.4 結果と考察

【テスト結果】

4クラスの各項目の正答率を表7に示す。

表7 各項目の正答率

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
A	88.9%	100.0%	77.8%	85.2%	77.8%
B	85.2%	100.0%	77.8%	66.7%	88.9%
C	94.1%	100.0%	70.6%	58.8%	70.6%
D	81.0%	95.2%	85.7%	81.0%	85.7%

選択郡、非選択郡、それぞれにおける正答率の差について χ^2 二乗検定を行ったが、どの項目でも有意差は見られなかった。

また、項目ごとにおける各クラスの実践前ミニテストと実践後テストの正答率を並べたものを表8に示す。

表8-1 項目：単位格子1つあたりに含まれる原子の数を答えられるか

	実践前	実践後
Aクラス	95.8%	100.0%
Bクラス	100.0%	100.0%
Cクラス	92.9%	100.0%
Dクラス	80.0%	95.2%

表8-2 項目：配位数を述べられるか

	実践前	実践後
Aクラス	—	77.8%
Bクラス	33.3%	77.8%
Cクラス	35.7%	70.6%
Dクラス	28.0%	85.7%

表8-3 項目：結晶の密度を求められるか

	実践前	実践後
Aクラス	25.0%	77.8%
Bクラス	22.2%	88.9%
Cクラス	35.7%	70.6%
Dクラス	32.0%	85.7%

【①②④⑤アンケート結果】

アンケート項目①②④⑤において各設問の回答は表9に示す。

表9-1 アンケート項目①の回答率

	A	B	C	D
とても苦手意識がある	3.8%	3.7%	17.6%	9.5%
少し苦手意識がある	38.5%	25.9%	41.2%	42.9%
どちらでもない	15.4%	25.9%	17.6%	9.5%
あまり苦手意識はない	38.5%	33.3%	23.5%	33.3%
全く苦手意識はない	3.8%	11.1%	0.0%	4.8%

表9-2 アンケート項目②の回答率

	A	B	C	D
役に立った	73.1%	70.4%	94.1%	95.2%
少し役に立った	26.9%	11.1%	5.9%	4.8%
どちらでもない	0.0%	18.5%	0.0%	0.0%
あまり役に立たなかった	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
役に立たなかった	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

表9-3 アンケート項目④の回答率

	A	B	C	D
難しかった	7.7%	3.7%	0.0%	0.0%
少し難しかった	11.5%	7.4%	35.3%	19.0%
ちょうど良かった	42.3%	40.7%	47.1%	66.7%
少し簡単だった	34.6%	29.6%	11.8%	9.5%
簡単だった	3.8%	18.5%	5.9%	4.8%

表9-4 アンケート項目⑤の回答率

	A	B	C	D
適している	96.2%	88.9%	100.0%	100.0%
どちらでもない	3.8%	11.1%	0.0%	0.0%
適していない	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

実践前と実践後の苦手意識の比較（事前アンケート①とアンケート項目①の比較）を図10に示す。

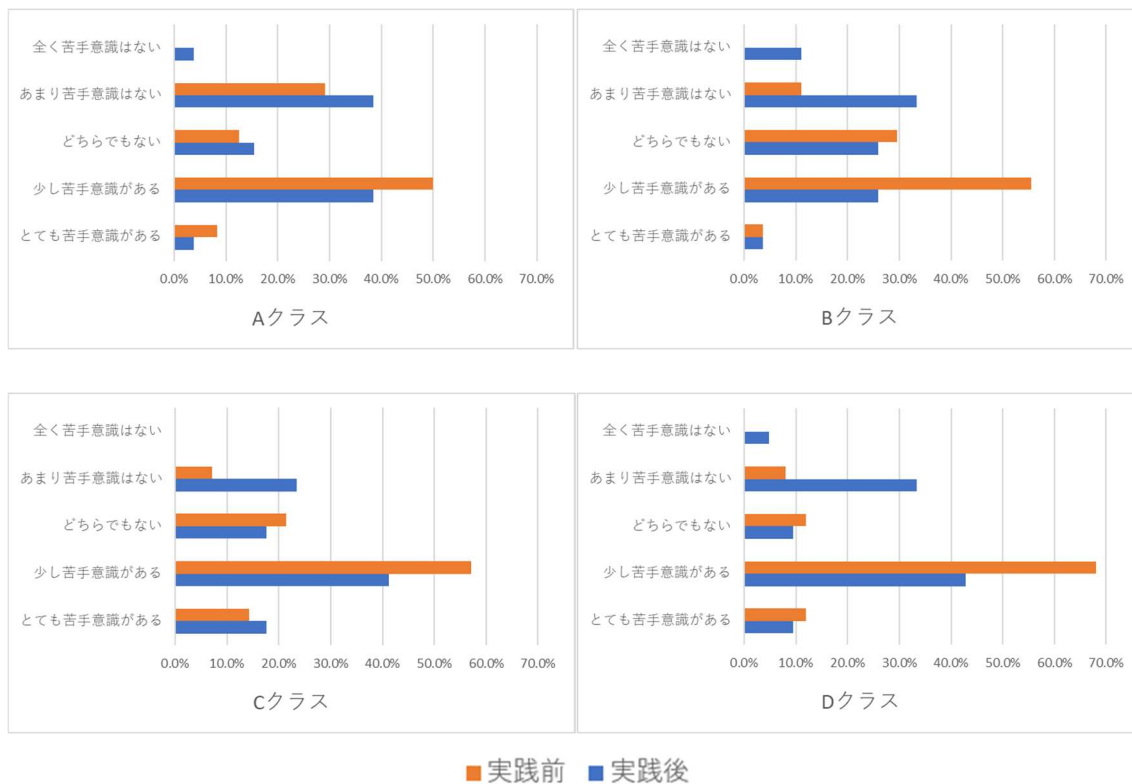


図10 実践前と実践後の苦手意識の比較

【③⑥⑦⑧アンケート結果（原文）】

③ ②で「役に立った」「少し役に立った」と答えた方に質問です。

特にどのような点で役に立ちましたか？（自由記述）

A クラス

- ・想像しやすかった点
- ・想像しやすくなった
- ・配位数を考えたときにとてもわかりやすかった。
- ・配位数を考えたときに役立った。
- ・想像する時
- ・原子の数を考える点。
- ・教科書などでは醜いところなどを視覚的に見ることができてわかりやすかったです。
- ・模型を見ることで単位格子を視覚的に理解するための手助けになった。
- ・体心立方格子の原子半径を求めるときに半分に切ると具体的にわかりやすかった。
- ・配位数がイメージしやすかった。
- ・見やすく想像がしやすくて考えるときにスムーズに考えることができた。
- ・配位数を調べるとき
- ・半径 r を一辺の長さ a を用いて求めるとき
- ・図でしか見ない格子を手にとって観察できるのは今後格子について考える際にイメージしやすくしてくれる点
- ・接触の仕方や断面図を見ることができる点
- ・頭で考えるよりも目で見て観察できたので理解しやすかった
- ・構造を視覚的に捉えることができ、頭の中でイメージを持ちやすかった
- ・自分の中で中途半端な位置にいる原子同士の関係を可視化できて確認できたから。
- ・平面で図としてみるだけでは全体像が掴みにくかったので、3次元的に色んな視点から見れたので配位数などがよりわかりやすかったです
- ・配位数の見つけ方を忘れていたので見つけ方を再確認できたので良かった
- ・構造を組み合わせて考えられた。
- ・密度などの根本的な求め方を改めて学ぶ機会になった。
- ・プリントや教科書だけでは分かりにくい図を実際の模型を使って確かめることができて良かったです。
- ・立体的に構造を確認する事ができたので理解しやすかった
- ・上下左右から立体的に見ることができて、理解に役立った。
- ・自分でマニュアルを作って見たことでなんで計算をするのかなど自分でも曖昧な理解になっているところを確認することができたので役に立った。

B クラス

- ・断面がいい感じでした
- ・イメージしやすくなった
- ・イメージしにくい
- ・想像しやすかった
- ・イメージの理解に役にたった
- ・立体的に見れるところ
- ・配位数を考えるとき。
- ・配位数を求めるときに数えやすかった。
- ・立体を想像するのが苦手だったから実物があるとわかりやすかった。
- ・一辺の長さを粒子の半径を用いて表すとき
- ・配位数を考えるときにイメージしやすかった。
- ・配位数を数えるとき
- ・単体格子のイメージがしやすかった
- ・半径を求めるとき
- ・実際に模型がある方が想像しやすくなったから
- ・実際に実物で見ることで六方最密構造の横の面ではちょうど半分ずつ入っているわけじゃないんだと言うのを初めて知ることができた。
- ・ときどき配位数がわからなくなるので実際に見れて理解しやすかったです
- ・イメージしやすい
- ・格子の形を視覚的に捉えやすかった
- ・配位数を数えるときにイメージがしやすくなった。今までどの原子に注目して数えるかいまいちわからなかったのがわかりやすかった。
- ・頭で想像しながら解くのはイメージが湧きにくいから。原子が触れているかどうか実際に見て確かめることができるから。
- ・立体になっているおかげで単体格子の構造が視覚的にわかるのでイメージしやすかった点。

Cクラス

- 色んな角度から見えたところ
- 視覚化することでわかりやすかった
- 配位数を求めるとき
- 立体を頭の中で想像するより実際に3Dで見たほうがわかりやすいから
- 原子の個数を考える時に役に立ちました。
- 似た問題を解けるようになる
- 配位数を求めるときに2つ重ねるとわかりやすいというのはわかっていただけ正直頭の中で考えてもわからなかったので今回の模型でそういうことか！ってなってとても役立ちました。
- 平面で見るよりイメージが付きやすいのと合体させたときにこれと一緒にじゃんみたいな平面では考えられなかったようなかんがえかたができること。
- 空間を想像するのが苦手なため、目で見て理解できるのでわかりやすかった
- 接している原子の数を考える時
- 接している面を数えるとき分かりやすかった
- 配位数を考えるときに頭の中だと想像しにくいから、模型を使ったら視覚的に考えることができた点。
- 複雑な構造なので頭のなかで考えるよりも実際にあったほうが構造について理解しやすかった
- 体心立方格子の断面を考えることが難しかったので模型を見ることでとてもわかり易く考えられました。
- 面心立方格子の配位数を考えるとき。
- 3つの立方体の断面がどのようなものか可視化できてわかりやすかったし、一辺の長さや円の半径などを考えるときに助かりました。
- 模型を組み合わせて、1原子に面している原子数を考えるのに役に立った

D クラス

- ・視覚的にわかりやすいし、楽しい
- ・立体的に理解するのに役立った
- ・接している個数を数えるとき
- ・半径を求めるとき
- ・今まで頭の中で考えていたものが実際に見ることができて、比較する際にわかりやすかった。
- ・格子内の構造の認識と格子の1辺と原子の半径の関係について学ぶ際
- ・計算式を立てることはできていたけれど、理屈をしっかりと理解していなかったのが理屈をしっかりと確認できた点
- ・配位数を考えるうえでとてもわかりやすかった
- ・配位数を考えるときに、特に面心立方格子は体心立方格子に比べてイメージしにくいので考える手助けになりました。
- ・イメージが沸かない人へ説明するときしやすかった。
- ・面心立方格子の配位数を考えるときに、模型を重ねて見ることができたので考えやすかった。
- ・密度や原子の数など、模試で出てきたときに曖昧な時があったので、先生の授業のお陰で意味を理解することができました。
- ・実際に見ることで理解しやすくなった
- ・接している原子を数えるところで役に立ったかなと思いました。同じ構造の単位原子がいくつあることで重ねて数えることができたので良かったかなと思います。
- ・原子の個数や配位数を調べるとき
- ・実際に配位数をイメージしやすかった
- ・イラストだけじゃイメージしづらかったけど、模型を用いることで可視化されてわかりやすかった。
- ・物質質量や原子量、アボガドロ定数などの意味の確認ができた。求める流れがわかった。
- ・原子と原子が接している感じがよくわかったし、体心立方格子を半分にした断面図もわかりやすかった。
- ・配位数を求めるとき模型がないとイメージがつきにくかったので考えるときにすごく役立ちました。
- ・辺の長さや原子の半径の関係がわかりやすかった。

⑥ ⑤において「適している」と答えた方に質問です。特にどのような点で適していると感じましたか。(自由記述)

A クラス

- ・理解を整理することができた
- ・アボガドロ定数を何故使うのかが今まであやふやでしたが、それがより詳しくなれたので良かったと思います。
- ・相手に説明する言葉を考えることで、自分も明確なイメージができ解き方を覚えることができるから。
- ・自分なりの言い方で説明できるようになったので、説明できるようになったから理解も深まった
- ・考え方を整理することでどう考えればいいのかわかるし覚えられる。
- ・密度を求めるというゴールを目指して何を求めないといけないかを明確にしながらか求めていけたから
- ・密度を求める公式のマニュアルを自分で作ることで理解が深まった。
- ・以前は公式で覚えていたが、物質などが関わっていることを知って、仕組みを理解することができた。
- ・今までなんとなくで解いていた部分を改めてしっかりと理解できた。
- ・理屈を知るもとの解くことでしっかりと理解ができ、知識としてしっかりと定着しやすくなると思った。
- ・より細かい情報を知ることができた
- ・自分たちで考えてみることは大事だと思うから
- ・マニュアルを考えたときにより深く思考する過程で自然と覚える点
- ・解き方を振り返ることができたし、友達から教わった解き方で解くと自分のより解きやすかったから。
- ・自分で式の立てかたの整理ができたから。
- ・一回密度の求め方を教えてもらった上で、自分でわかりやすいように整理して紙に書くことで、より深く理解できた点
- ・自分で自分の解き方を一般化して客観視することで自分のわからなかったところなどを再確認できるから。
- ・言葉で説明することでどうしてそうするのかなど答えにつなげるまでの方針を立てる練習になりました
- ・プラモデルがありわかりやすかったから
- ・単位格子の模型のお陰で考えやすかった。
- ・自分で密度の求め方を書いて説明することで、自分がどこまで理解しているか知ることができる。
- ・自分でわかりやすいように考えたり他の人の意見を聞いて理解できてよかったです
- ・どうゆう理屈で求められるかを再認識できたから良かった
- ・使わなくてはならない式とそのつながりを意識することができる点が適していると感じました
- ・密度は質量割る体積なのは知っていても、結晶の密度の場合ではそれだけ知っていても求められないので、結晶の場合には、密度を求める計算式や結晶の情報を下にどうやって密度を求められるのか改めて考えることができたから。

B クラス

- 一つ一つのことばのいみから理解することにつながったため
- 自分が本当にプロセスを理解しているかを知れるから
- 自分が理解できてないとかけないから
- 今更だけ少し忘れていたのでちょうどよかった
- 勉強はこれが大事だと思うから
- ちゃんと理解していないと説明ってできないのでちゃんと理解してからじゃないとできない活動だなと思いました。
- 自分で考えたから理解できた気がする
- 班のみんなでいろんな考えを出すことができた点。
- 概念を理解することであらゆる問題に対応できるから
- 自分で説明ができると理解につながるから
- 文字にして書くことで自分がどこがわかっていないのか知ることができた。
- 他人に説明するために自分で理解することができたから
- 構造に対する理解が深まった
- なんでその計算をする必要があるのかしれた点。
- 理解する点
- どうしたらわかりやすく説明できるのかを考えるためにより深く知る必要があるから
- 理解するための活動としてこれはとても意味のあるものだった。
- 「説明するとき自分でもんなどころがわからなかったのかを確認しながらできたので良かったです
- 言語化できるから
- 考え方を教わったうえで、もう一度自分で考え、わかりやすく説明するためにはどうすればよいかを考え直すことでより理解が深まったと思うから。
- 普段だったら暗記で解いていた問題を、仕組みや理由の理解が出来たので、解き方を忘れてしまっても頑張れば解けるようになったから良かった。
- 活動を通して自分の理解を深めることができました。

Cクラス

- ・しっかりと理解しやすい
- ・手順の確認になる
- ・まとめることで深く理解できる
- ・自分の言葉を噛み砕いて説明することで自分の中のマップがより簡単に整理されるから
- ・自分の理解にもつながる点
- ・過程を丁寧に説明した点
- ・実際に自分が今どこが曖昧でどこは完璧なのかがマニュアル作成することで理解することができた。
- ・インプットはしていてもアウトプットが必要だし他の人の考え方でなるほどと思えるところもあったから。
- ・自分でまとめるため、しっかり理解しないと書けなかったのが自分の理解力を確かめるのに適していると思った
- ・誰かに教えると記憶に定着しやすいから
- ・書いているうちに自分で整理できる点
- ・人に分かりやすく説明するためにどうやったらいいか考えることで、自分の分かったつもりがなくなりました。
- ・だれかに説明する前提で考えるので頭の中で整理できた
- ・自分自身がどうしてこうなるのか、なんでこの計算をするのかがわかっていなかった部分もあったので、詳しく説明をしたことで理解を深めることができました。
- ・わかりやすく伝えるために段階を踏みながら自分でまとめる点。
- ・先生から教えてもらっただけで理解したけど、マニュアルを初めて見た人や友達にどうわかりやすく伝わるのかたくさん考えることができたから。
- ・解き方やなぜこの公式を用いるのか、このような計算式になるのかなどを自分で計算過程を理解しながら整理する事ができるから

D クラス

- ・よく忘れることがあるから
- ・人に説明することを考えることによって自分がどこをわかっていないのかを理解できるから
- ・式で覚えるのではなく、構造を理解することで式がなくてもテストのときにも考えられるから
- ・理解が深まった点
- ・一からマニュアルを作ることで、改めて求め方であったりを自分で再確認することが出、深い理解につながった
- ・順序に沿って理解、再確認出来ると考えた。
- ・自分で相手にわかりやすいように説明することでより理解が深まった点
- ・自分の言葉で表現することによって知識として入ってきやすいと感じたから
- ・問題をきちんと理解するには言語化することがとても重要だと思うからきちんと理解してこれからも忘れないようにするためにとても役に立つと感じました。
- ・まだ理解が浅かったためこのような入門的な問題を説明したりされながら取り組むことができ理解がかなり深まった。
- ・ただ公式として暗記するだけでなく、なぜそうなるのか 意味まで考える事ができたから。触れる時間が長ければ記憶にも残るから。
- ・式だけを覚えておくよりも、その式になる理由などを考えたり調べたりすることによって、何を求めているのかなどがわかってとてもいいと思いました。
- ・説明することにより理解ができてないと難しいことだから
- ・自分で書いたマニュアルが最後の演習問題で頭の中に浮かんで来て、解答するのに役立ったからです。
- ・式を書いていくことで密度を求めるまでの見通しを持つことができたから
- ・そもそも物質量はなにかだったり、言葉の意味をしっかりと理解できていなかったので再確認することができた。
- ・マニュアル作りをした工程を思い出して問題を解けたので問題に入りやすかった。
- ・解き方が理解できていないとかけないため、深い理解につながる。
- ・頭で理解したとしても時間がたつと忘れるから、人に説明したことでより記憶に定着したと思う
- ・今までなんとなくで式を立てていた気がしたのでマニュアルを作って自分の言葉で友だちに伝えることで理解が深まりました。
- ・人に説明できるようにマニュアルを作る意識を持つと、密度やアボガドロ定数などの言葉の意味まで調べる必要があつて今までよりも深く理解できた。

⑦ ⑤において「適していない」と答えた方に質問です。特にどのような点で適していないと感じましたか。(自由記述)

全クラス

- ・回答なし

⑧ ⑤において「どちらでもない」「適していない」と答えた方に質問です。どのような活動だと適していると感じますか。(自由記述)

Aクラス

- ・そこまで時間を取る必要はないと感じました。

B、C、Dクラス

- ・回答なし

【⑨アンケート結果】

各クラスの肯定的な意見と否定的な意見（要望なども含む）の内訳は表4に示す。

表10 ⑨アンケート結果の内訳

クラス	肯定	否定
A (25人)	23人 (92.0%)	2人 (8.0%)
B (27人)	24人 (88.9%)	3人 (11.1%)
C (17人)	15人 (88.2%)	2人 (11.8%)
D (21人)	20人 (95.2%)	1人 (4.8%)

【⑨アンケート結果（原文）】

A クラス

- ・ 周りとは協力することで自分たちで解決策を見つけることができました。
- ・ 自分たちで考えることにつながるので良い学習につながると思います
- ・ 結局理解するのは自分であるから、本当に芯から理解するためには必要だと自分は感じました。ですが、間違った理解をしてしまうと、それを指摘しない人がいると少し問題なので、最後にこういう考え方がすみたいなお手本があると安心すると思います。
- ・ 自分たちの記憶から議論することで記憶に残りやすくなった。
- ・ 自分で考えることで頭が働いてよかった。
- ・ 教えることは自分の明日とプットにもつながって、自分の記憶の定着にもつながるし教えられる方も先生が使う言葉ではわからないようなことも違う言葉でわかりやすく言えるということもあると思うので、いいことだと感じました。
- ・ 必要なことは自分で調べる必要がありその過程でも力が身につくからいいと思う。
- ・ 説明の前に解いたプリントが参考に自力で考えることができ、密度の計算について深く理解することができた。
- ・ 教えることで自分の頭の中も整理できて良かった。
- ・ 自分たちの考える力が養われることができるとおもった
- ・ 考えを深めることができた
- ・ いいことだと思うがすこしむずかしかった
- ・ 自発的に考えることができる点で良いと思う
- ・ 自分で考えることができ理解が深まった。
- ・ 友達と話しながらすることで今の知識を出し合っ問題が解けたので良かった
- ・ 今回のようにある程度簡単な問題ならめちやくちやためになると思うけど、少し難しい問題は考えるヒントが欲しいです
- ・ 自分の記憶を呼び起こし、長期暗記につながる勉強法だったからとても良かったと思う。
- ・ ヒントや誘導は考えを制限してしまうので色んな考え方にふれるという目的に対しては良い形態だと思いました
- ・ 自分で考えたり友達と協力することは大事だと思いました
- ・ 自分で考えられていいとおもう。
- ・ 自力で考える力が身につくと思う。
- ・ 自分たちで考えることでしっかりその内容について考えることができるのでいいと思いました。
- ・ 互いの意見交換などやりやすかった
- ・ 自分の考えを相手に説明したりすることで、自身の意見を整理したりすることができ、相手の意見を聞くことで深めることもできたので、いいと感じました。
- ・ 自分で考えたり周りとは教え合うことで気づけたりすることができたので良かった。

B クラス

- ・良かったと思います
- ・よかった
- ・わかりやすい
- ・とても理解が深まった
- ・良かった
- ・良
- ・わかりやすかった
- ・もう少し基礎がわかってない人に軽く基礎とかを確認してくれたらわかりやすかったと思いました。
- ・理解できた
- ・わかりやすかったと思う
- ・いいと思うけどみんなで考えるほうが楽しい。
- ・わかりやすかった
- ・手順があって良かった。
- ・復習したうえで自分で考えたり問題を解いたりできたからいいと思った
- ・一つ一つ手順を追って説明してくれたのでわかりやすかった。
- ・わかりやすくていいと思った
- ・適度に意見交換の時間があり眠かったけど最後まで聞くことができた
- ・やりやすかった。わからないときに班の子と話し合いながらできて良かった
- ・良かった
- ・わかりやすくてよかったです
- ・とてもわかり易く理解がすぐできた
- ・わかりやすかったです
- ・説明は他の人にしてもらうのがいいと思った。
- ・本筋で大抵の人がわかるように説明してわからないものがあつたときに質問できるように周りを回っていていいと感じた
- ・わかりやすかった。何もない状態から問題を提示されるよりも手順が記されている方が考えやすいから
- ・大体の方向性がわかったあと自分たちで考える感じだったので理解がしやすかった。
- ・忘れていたのでリードしてくれることで思い出しながら問題に取り組むことができてよかったです。

Cクラス

- いいと思う
- 良いと思う
- もっと考える時間があっても楽しそうだなと思いました。
- 一つ一つ丁寧に説明してくれたので順番に理解することができた。
- 周りの人と一緒に考える時間が設けられていたので、良かったと思います
- たまにお互い確かめ合う時間があって良かったと思った。
- 単位格子の密度を求める問題に苦手意識があったけど段階を踏んで行うことでなんでこれがこの式になるのかなどがわかった。
- 何も思いませんでした
- とてもわかりやすかった
- 段階を踏んで考えることができたので理解しやすかった。
- 分かりやすかった
- 基本的な知識だけ教えてもらい後は自分たちで考えたのは、求め方が頭に入りやすかった。
- わかりやすかった
- とてもよかったです。
- すごくわかりやすかった。手順を踏むのはすごくいいと思う。
- 手順を踏むことで今は何のために何を求めているのか一つ一つ理解しながら進められたのでよかったです。
- ゆっくり、丁寧に1つ1つ過程を踏んで教えてくださったので理解につながったのでとても有意義な学習につながった

D クラス

- ・まず土台からという発想が素晴らしいと思った
- ・自分たちで考えることでただ教えてもらうよりも頭に残ると思いました
- ・協力して解くことができるのでいいと思いました
- ・楽しく学ぶことができた
- ・周りとの協力することで、ちょっとした気になるところなどを気軽に聞いて、良かったです
- ・疑問点などに関する話し合いは促進されていたと思った
- ・自分で考えたり、周りの人と協力することでより楽しく、より印象に残りやすくなり、記憶の定着に効果的だと感じました。
- ・周りの人から教えてもらうことで教える方も勉強になるのでとてもいいと思った
- ・数少ないグループ活動で楽しかったです。
- ・時間はかかったが楽しみながら理解もかなり深まったため良かったと思います
- ・みんなそれぞれ理解していることを寄せ集めて理論を構築することができたので良かった。
- ・友達とたくさん話すことによって、自分の間違いに気付いたりアドバイスを貰えたりするコタができていいと思いました。
- ・教えあいができるので理解が深まる
- ・自分でわからなかったことが、周りの人と相談しやすかったり先生に聞きやすかったりして、良かったと思います。
- ・周りの人たちと協力しながらやることで理解が深まったと感じた。
- ・生徒自らが調べてすることによって主体性が育まれたとおもいます。
- ・先生から教えられるだけの授業よりも頭に入りやすく、記憶に残りやすかった。
- ・いいと思った。
- ・今回は一回習ってるし結構簡単だったから、友達と協力してできたけど、もっと難しい問題だと、ヒントがないと厳しそうだと思いました。
- ・ヒントに頼ることがなかったので自分たちの考えをしっかりと共有することができたと思います。
- ・友達と話し合いながら進めることで一つ一つ理解することができた。

【考察】

選択郡及び非選択郡における正答率について、どの項目でも有意差が見られなかった。今回の授業実践後に実施したテストでは、授業内で用いた演習問題に似た問題を出題し、難易度も大きく変更しなかった。そのため、理解度の差を測るテストとして機能しておらず、差異を見取ることが出来なかったと考えられる。

しかしながら、表 8 に着目し、実践前と実践後と比較すると、全体の傾向としてほぼ全ての項目において（表 8-2 A クラスは実践前データが得られていないため除く）、実践前に比べて内容の理解度が上がっている。特に表 8-2、8-3 に関しては上がり幅が顕著なことが分かる。また、図 5 に着目し、実践前と実践後の苦手意識を比較すると、全体的に「とても苦手意識がある」「少し苦手意識がある」と回答した割合は実践前より実践後の方が下がっている傾向にあり、「全く苦手意識はない」「あまり苦手意識はない」と回答した割合は実践前より実践後の方が上がっている傾向にある。これらのことから、本実践は差異を見取ることが出来なかったが、生徒の理解度の向上や苦手意識の軽減に寄与したと考えられる。

アンケート項目②の回答では A、C、D クラスでは全ての生徒が、B クラスでは 81.5% の生徒が単体格子模型を「役に立った」「少し役に立った」と感じており、特に非選択郡では 9 割以上の生徒が「役に立った」と感じていることが分かる。これらのことから、授業中のモデル活用は立体的に理解するための補助として有効であることが考えられ、授業内で積極的に取り入れた方が良いと考えられる。

また、表現活動に対しての生徒の意見として、アンケート項目⑤の回答では 8 割以上の生徒が、特に非選択郡においては全ての生徒が「適している」と回答していることから多くの生徒がこの活動に対して内容理解に役立つと感じていることが分かる。

表現活動は、ただ解答を出すのではなく、解答を出すまでのプロセスを生徒自ら表現することになる。このような活動は普段の演習と違い、ただ問題が解けるようになるのではなく、表現活動を通して、疑問を持ち、調べ、悩み、一人で考えたり、友人と相談したりと、本質的なところに立ち戻る機会が多い。そのため、内容に対しての理解が進み、知識として定着していく実感が生まれるのだと考えられる。そういった、実感が得られるため、多くの生徒がこの活動を、内容理解に適した活動と評価したと考えられる。

3.4.5 実践②のまとめ

どのクラスでも共通して得られた意見として「周りとは協力することで、自分たちで解決策を見つけることができた」「自分で考えることで頭が働いてよかった」「自力で考える力が身につくと思う」という好意的な意見が多く見られた。

インプットした内容をアウトプットする機会やアウトプットすることによって新たな疑問や課題、知見が得られる。だからこそ、そういった学びを育むことができる授業デザインが求められており、授業中のモデル活用や表現活動は生徒の理解度を育む上で重要な役割を担っていることが分かった。

3.4.6 実践②の課題

実践①にて活動に困難を感じている生徒が見られたため、自力で考えるための補助やヒント提示のタイミングに課題が残ったことから、実践②ではヒントの有無や頻度に差を設けて授業を実施したが、理解度を見取るためのテストの難易度設定を誤ってしまった。研究に関わらず学校現場に出ると、定期考査によって生徒がどれだけ理解しているかを見取る必要がある。そのため、定期考査を見据えた授業デザインや理解度による差異が見取れるような問題作成・選定を慎重にしなければならないと感じた。

アンケート項目⑧では好意的な意見が多く、大半の生徒が活動に対して有意義な時間と感じているようだった。しかし、中には「そこまで時間を取る必要はないと感じた。」という意見も上がっている。実際、今回の実践で扱った内容はすでに2年次で学んでいることの学びなおしであり、表現活動を行う関係上、本来であれば1時間で済む内容を2時間かけて実施している。そのため、授業時数の兼ね合いで中々時間を取ることが難しい場合がある。従って、実際の教育現場に出る際は、このような活動を積極的に取り入れるために授業時数との折り合いをつけながら有意義な活動となるような工夫が必要である。

第3学年 理科(化学) 学習指導案

令和7年11月実施 場所 化学教室

授業者 鈴木 悠李

1 単元名 第1部 物質の状態 第1章 固体の構造 第2節 結晶の構造(啓林館)

2 本時の目標

①結晶格子の模型を用いて視覚的に観察し、結晶の構造について理解する。

②単位格子から得られる情報を用いて結晶の密度を求めることができる。

そして、なぜその計算手順で求めることができるのか説明できる。

3-1 展開(1/2)

過程	配当	主な学習活動	指導上の留意点 (学習活動の目的・意図、内容、方法等)
導入	1分	1.学習の目標を共有する。	○目的意識を持って学習ができるように学習目標を共有する
展開	2分	2.単位格子の模型を観察し、課題に取り組む。 二年次に金属結晶とイオン結晶の結晶構造を学んだことを確認し、結晶の構造について復習する。	○二年次で学んだ内容を思い出せるようにする。
	10分	結晶格子の模型を観察し、単位格子内の原子数、配位数、原子の半径について考える。	○単位格子の模型を用いて視覚的に理解する。
	5分	3.結晶の密度について考える。 単位格子から結晶の密度を求めることができることを確認する。	○内容に躓かないように生徒との対話を交えながら丁寧に解説する。
	12分	話し合いを中心に単位格子から得られる値などを用いて、結晶の密度を求める。	○時間経過で適宜ヒントを出す ○机間巡視で躓いている生徒を支援する
まと	15分	4.結晶の密度計算のマニュアル作成 結晶の密度を求める手順について班でマニュアル作成を行う。マニュアルを作成した班から演習問題に取り掛かる。	○なぜこの活動をする必要があるのか、目的を共有する。 ○客観的に見て分かりやすい文章なのか、適宜教師から問いかけをする。 【到達していない生徒への手立て】 ○密度を求めるにはどんな値が必要なのか順を追って確認し、何から計算で求めれば良いか確認する。
	5分	5.学習のまとめとして結晶の密度の求め方を再確認する。	○密度の求め方の手順を生徒との対話を踏まえて確認する。

図 11-1 実践②学習指導案-1

3-2 展開(1/2)

過程	配当	主な学習活動	指導上の留意点 (学習活動の目的・意図、内容、方法等)
導入	1分	1.学習の目標を共有する。	○目的意識を持って学習ができるように学習目標を共有する
	4分	2.前回の復習として密度の求め方を確認する。	○生徒に問いかけをしながら確認する。
展開	25分	3.結晶の密度計算のマニュアル作成 前時に引き続き、結晶の密度を求める手順について班でマニュアル作成を行う。マニュアルを作成した班から演習問題に取り掛かる。	○なぜこの活動をする必要があるのか、目的を共有する。 ○客観的に見て分かりやすい文章なのか、適宜教師から問いかけをする。 【到達していない生徒への手立て】 ○密度を求めるにはどんな値が必要なのか順を追って確認し、何から計算で求めれば良いか確認する。
		15分	4.結晶格子に関する確認テストを行う。
まとめ	5分	5.結晶格子への意識調査としてアンケートを行う。	

4 評価

- 結晶格子の模型観察を通して、各単位格子がどのような構造になっているか理解し、配位数や充填率の求め方について視覚的に理解している。(知識・技能)
- 単位格子から得られる値などを基に、結晶の密度を求めることができる。(知識・技能)
- 単位格子から得られる値などを基に、結晶の密度の求め方について順序立てて説明できる。(思考力・判断力・表現力)

※展開(1/2) 活動3におけるヒントの差異について

今回の実践では、演習の際のヒントの量に違いを設け、ヒントの量が学習効果にどのような影響があるかを検証する。具体的には単位格子から結晶の密度を求める際に、ヒントを多く提示するグループには「」、少ないグループには値だけを提示して

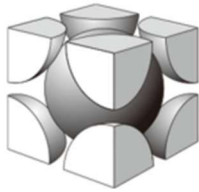
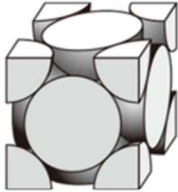

図 11-2 実践②学習指導案-2

1. 到達目標

- ・結晶格子の模型を用いて視覚的に観察し、**結晶の構造や充填率について理解する。**
- ・単位格子から得られる情報も用いて**結晶の密度を求めることができる。**そして、なぜその計算方法で求めることができるのか**説明できる。**

2. 結晶格子の模型観察

結晶格子の模型から分かることを下の図の①～⑤に書きなさい。

単位格子の名称	体心立方格子	面心立方格子	六方最密構造
単位格子			
単位格子内の原子の数	① 個	② 個	2 個
配位数	③ 個	④ 個	⑤ 個

3. 単位格子の一辺と原子の半径の関係

単位格子一辺の長さを $a(\text{cm})$ 、原子半径を $r(\text{cm})$ とするとき、面心立方格子と体心立方格子それぞれにおいて、 a を r を用いて表しなさい。ただし計算過程で出てくる根号はそのままの形で良い。

①面心立方格子

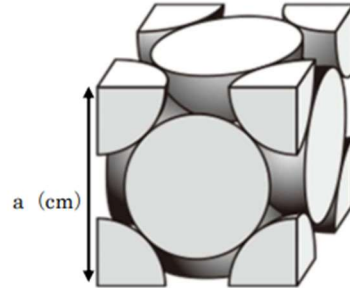
②体心立方格子

図 11-3 実践②ワークシート-1

4. 結晶の密度

ある金属の結晶は、右図のように面心立方格子の構造をしている。そこでこの密度を求めたい。以下の間に答えなさい。アボガドロ定数 N_A [mol]、原子量を M とする。

- (1) (中学までの復習) 密度について説明しなさい。



- (2) 単位格子内の原子の数は何個か。また単位格子内の原子の物質量を N_A を用いて表せ。

- (3) この金属の単位格子の質量を N_A 、 M を用いて表せ。

- (4) この金属の密度 d [g/cm³] を a [cm]、 N_A 、 M を用いて表せ。

図 11-4 実践②ワークシート-2

5. ミッション：『初めて結晶の密度の計算に出会った人』が見るだけで正解できるマニュアル」づくり

今回、結晶の密度を求めることができたとしても、理屈が分かっておらず「なんとなく」で解けた場合、似た問題に出会ったときに対応できません。だからこそ、「なぜこの計算を行うのか」「今、何の計算をしているのか」をメタ認知する必要があります。また、受験が終わり化学を使わなくなっても「人に説明する力」というのはいつまでも必要です。だからこそ、その練習として、『初めて結晶の密度の計算に出会った人』が見るだけで正解できるマニュアル」を班のメンバーと力を合わせて作成しましょう。

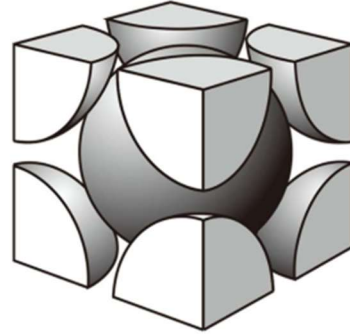
※メタ認知…物事を一つ上の視点から俯瞰し、客観的に捉え直す思考法

図 11-5 実践②ワークシート-3

難 演習問題（入試問題レベル）

ある金属結晶は図のような単位格子をもつ。ただし、金属原子は球形で、最も近い原子は互いに接しているとする。次の問に答えよ。

(1) この単位格子には、何個の原子が含まれているか。



(2) 1 個の原子に隣接している他の原子は何個か。

ただし、原子は球形で、最も近い原子は互いに接しているものとする。

(3) この単位格子の一边の長さを $a[\text{cm}]$ とすると、この金属原子の半径は何 cm か。(根号はそのままが良い。)







(4) この金属の原子量を M 、アボガドロ定数を $N_A[\text{mol}]$ として、この金属の結晶の密度 $d(\text{g}/\text{cm}^3)$ を a 、 M 、 N_A を用いて求めよ。







図 11-6 実践②ワークシート-4

本時の目標

- ①結晶格子の模型を用いて視覚的に観察し、結晶の構造について理解する。
- ②単位格子から得られる情報を用いて結晶の密度を求めることができる。
そして、なぜその計算手順で求めることができるのか説明できる。

結晶構造

金属結晶	イオン結晶
 <p>体心立方格子</p>	 <p>(a) NaClの単位格子</p>
 <p>面心立方格子</p>	 <p>(b) CaCl₂の単位格子</p>
 <p>六方最密構造</p>	 <p>(c) ZnSの単位格子</p>

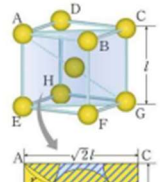
原子の配置	 <p>立方体の中心と各頂点に配置</p>	 <p>立方体の各面の中心と各頂点に配置</p>	 <p>正六角柱の各頂点、上下の各面の中心、中間層に配置</p>
単位格子中の原子	 <p>90°</p>	 <p>90°</p>	 <p>90°, 120°</p>
単位格子中の原子の数			
配位数			
充填率	68%	74%	74%

●の原子は、3個の●の原子でできている層の上に載っている

▲の原子は、120°の角度で配置されている

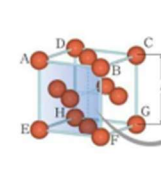
配位数: 1個の原子と隣接している原子の数

単位格子の一边の長さとの原子の半径の関係



▲ 体心立方格子の原子半径の求め方

$4r = \sqrt{3}l$



▲ 面心立方格子の原子半径の求め方

$4r = \sqrt{2}l$

結晶の密度

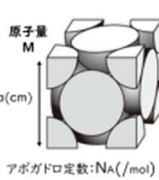
今、分かっている情報は?

原子量 M 単位格子内の原子の数
 アボガドロ定数: $N_A (/mol)$ $a (cm)$ $r (cm)$

原子量 M

$a (cm)$

アボガドロ定数: $N_A (/mol)$



$$\text{密度} (g/cm^3) = \frac{\text{質量} (g)}{\text{体積} (cm^3)}$$

図 11-7 実践②スライド資料



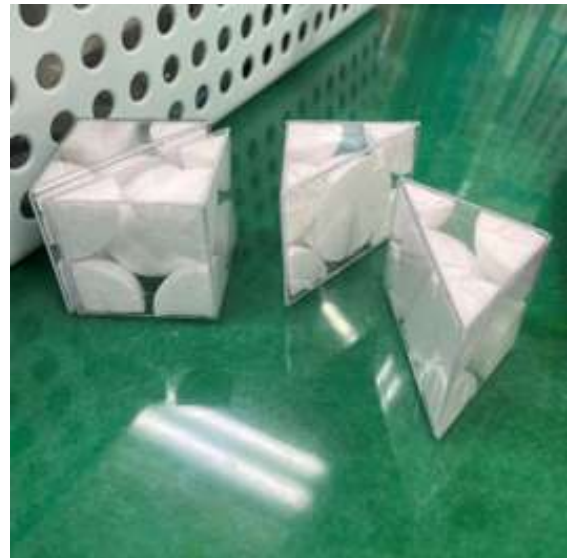
▲面心立方格子



▲六方最密構造



▲体心立方格子



▲半分に切った体心立方格子

図 11-8 作成した結晶格子模型

第4章

4.1 総括および省察

本実践研究では、学習内容を暗記事項として覚えるのではなく、思考を経た知識として定着させるための授業改善に着目し、思考力を活用する場面が学習内容の理解度にどれだけの影響を与えるかを明らかにした上で、従来の知識一辺倒の授業から脱却するための初歩的な方策を明らかにすることを目的とし実践を行った。各実践での成果を以下に示す。

〈実践の概要〉

対象：熊本県立A高等学校 第3学年 普通科理系4クラス

実践期間：実践① 2025年6月3日～2025年6月6日

実践② 2025年11月10日～2025年11月17日

対象を数ⅢC選択の有無によって2グループ（選択郡・非選択郡）に分け、各郡内で比較を行った。

〈実践①〉

「有機化合物の分析」を題材とした実践①では、「思考場面を設けた授業（パターン①）」と「知識詰め込み型の授業（パターン②）」を実施し、授業後に学習内容の理解度測るためのテストと授業に対するアンケートを実施した。

実践後テスト結果から「思考場面を設けた授業」が、非選択郡の生徒にとって内容理解を深める有効な手段であることが示唆された。また、アンケート結果から学習者が自ら公式を導く過程を受験対策としても有効だと捉えている傾向が示された。これらの結果から、思考場面の提供は生徒の学習に好影響を与えることが示唆された。

しかし、自力で公式を導く活動に困難を感じている生徒がアンケート結果にて見られたため、自力で考えるための補助やヒント提示のタイミングに課題が残った。実践②ではヒントの有無が知識定着に与える影響を調べるために実践を行った。

〈実践②〉

「結晶の構造」を題材とした実践②では、ヒントの有無が知識定着に与える影響を調べるために「ヒント・誘導のない授業（パターン①）」と「ヒント・誘導のある授業（パターン②）」を実施した。さらに、学習内容を客観的に振り返るための「結晶の密度を求めするためのマニュアル作成」という表現活動を導入した。また、実践による影響を見取るために実践の前後でテストとアンケートを実施した。

授業実践後に実施したテスト結果では、難易度の設定に不備があったため理解度の差を測るテストとして機能していなかったと考えられる。そのため指導パターンの違いによる理解度の差を見取ることができなかった。また、アンケート結果から、授業中のモデル活用が立体的に理解するための補助として有効であること、学習内容を客観的に振り返るための表現活動が内容理解に適していると示唆された。

しかし、アンケート結果にて「そこまで時間を取る必要はないと感じた」という意見が上がったことから学習内容の量と授業時数の兼ね合いを見て、折り合いをつけながら有意義な活動となるような工夫が課題として残った。

4.2 課題

本実践研究を進めるにあたって、思考力を活用する場面が学習内容の理解度にどれだけの影響を与えるか、従来の知識一辺倒の授業から脱却するための初歩的な方策はいくつか明らかにすることができたが、生徒の学習内容の理解度向上に注力したため、知識・技能以外の生徒の資質・能力の変容を見取ることができなかった。変容を見取ることができるようなワークシートの工夫や授業デザイン、その具体的な評価基準の設定を再検討する必要がある。今後はこれらの活用を踏まえながら、学習者の内容理解及び、思考力の育成に向けた方策を引き続き検討する。