

高等学校理科（化学基礎・化学）における アクティブ・ラーニングの充実

—主体的・協働的に学ぶ生徒を育てるための授業の提案—

長期研修員 林 美帆
Hayashi Miho

要旨

新しい時代を生きる上で必要な資質・能力を確実に育むために、高等学校の授業においてアクティブ・ラーニングの充実が求められている。高等学校理科（化学基礎・化学）の授業においてアクティブ・ラーニングの充実を図った授業案を作成し、授業実践を行った。また、その効果を振り返りカードやアンケート調査等で検証することにより、学習における生徒の主体性が向上することが示唆された。

キーワード： アクティブ・ラーニング、予想・仮説、観察・実験、科学的な概念、
主体的・協働的な学び

1 はじめに

グローバル化、情報化、少子高齢化等により社会構造や雇用環境は近年、大きく変化している。「今後の学校におけるキャリア教育・職業教育の在り方について」の中央教育審議会（以下「中教審」という。）答申（2011）では、社会的・職業的自立、学校から社会・職業への円滑な移行に必要な力の要素の一つに「課題対応能力」や「人間関係形成・社会形成能力」等を包括した「基礎的・汎用的能力」を挙げ、その能力を確実に育成する必要性を論じている。

田村（2015）は、O E C Dが描く三つの未来の学校像に触れ、「社会の変化に対応した教師が必要となる。だとすれば、『未来社会において、学校や教師の役割がいかに大きいか』ということを真剣に考えるときが来ているのではないだろうか。」と述べている。また、「私たちの国の未来を持続可能なものにするためにも、学校力や教師力の一層の高まりと大きな意識の転換が求められるかもしれない。」と綴っている。

2014年11月の中教審への諮問において、新しい時代を生きる上で必要な資質・能力を確実に育むために、「課題の発見と解決に向けて主体的・協働的に学ぶ学習（いわゆる『アクティブ・ラーニング』）や、そのための指導の方法等を充実させていく必要」が述べられた。また、2015年8月の教育課程企画特別部会における論点整理では、アクティブ・ラーニングが目指すのは「習得・活用・探究という学習プロセスの中で、問題発見・解決を念頭に置いた深い学び」「他者との協働や外界との相互作用を通じて、自らの考えを広げ深める、対話的な学び」「子供たちが見通しを持って粘り強く取り組み、自らの学習活動を振り返って次につなげる、主体的な学び」であり、これらの視点に立って「教員一人一人が、子供たちの発達の段階や発達の特性、子供の学

習スタイルの多様性や教育的ニーズと教科等の学習内容、単元の構成や学習の場面等に応じた方法について研究を重ね、ふさわしい方法を選択しながら、工夫して実践できるようにすることが重要である。」と述べられている。特に高等学校においては、知識伝達型の一斉授業が多い現状から、学習指導要領改訂の具体的な方向性としてアクティブ・ラーニングの飛躍的充実が求められている。高等学校学習指導要領の理科の目標には「科学的に探究する能力と態度を育てる」ことが挙げられており、「これらの能力や態度を身に付けることは、変化の激しい社会の中で生涯にわたって主体的、創造的に生きていくために大切であり、『生きる力』の育成につながるものである」と学習指導要領の解説で示されることからも、アクティブ・ラーニングを充実させることが、理科の目標への到達につながると考える。

2 研究目的

筆者の授業を振り返ると、「知識の暗記・再生に偏りがちな大学入試に向けて、演習の時間を確保するために、入試時期よりも少しでも早く学習内容をすべて習得させる必要がある」という時間的制約や、「各クラスにおける実験室使用の割り振りが難しい」という場所的制約を理由にして、ほとんどの授業が生徒に向かって一方的に講義をする知識伝達型の一斉授業であり、それが生徒にとって有効であると考えていた。しかし、社会に出た後も化学に対する興味関心をもち学び続けることのできる生徒の育成に至っていないと感じる場面もあり、アクティブ・ラーニングの充実を図ることで、主体的に理科を学ぶ生徒が育成されるのではないかと考えるようになった。

そこで本研究では、高等学校理科（化学基礎・化学）において、「アクティブ・ラーニングの充実を図ることで、学習における生徒の主体性が向上する。」という仮説を立てた。この仮説を検証するため、理科の学習においてアクティブ・ラーニングの視点を取り入れやすいと考えた、「予想・仮説を立てる」「観察・実験の結果を整理し考察する」「科学的な概念を使用して考えたり説明したりする」場面において、主体的・協働的に学ぶ学習（アクティブ・ラーニング）の充実を図った授業案を作成して授業実践を行い、仮説を検証することで、主体的・協働的に学び、科学的に探究することのできる生徒を育てるための授業の在り方を提案する。

3 研究方法

(1) アクティブ・ラーニングについての理論の研究や先行事例の調査

(2) 研究対象校におけるアンケート調査の実施と結果の考察

ア 研究対象校と調査対象

奈良県公立高等学校 1 校の化学基礎履修者である第 2 学年全生徒239名

イ 調査の趣旨

アクティブ・ラーニングの充実を図った授業実践前と実践過程において、生徒の主体的・協働的に学ぶ力を測定し、授業案の作成や提案に供する。

ウ 調査実施時期

第 1 回アンケート調査 平成27年 6 月 第 1 ~ 2 週

第 2 回アンケート調査 平成27年10月 第 2 週

エ 調査内容

アンケートの質問項目は、平成26年度奈良県立教育研究所のプロジェクト研究 1 における「協

働く・双方向的な学びの状態や児童生徒の主体的・能動的に学ぶ力等を測定する共通の質問項目」の31項目を基とした。また、自ら学ぶ意欲を測定する項目として櫻井（2009）が設定した「学んだことを実生活の中で試してみる。」「失敗しても学ぶことはおもしろい。」という項目と、栃木県総合教育センターの調査研究「学ぶ意欲をはぐくむ」（2010）から「クラスは発言しやすい雰囲気である。」「授業では友達と話すことで、より深く考えることができる。」「先生は学習のことについてほめてくれる。」「授業では友達と協力して学ぶことが多い。」の計6項目を主体的に学ぶ意欲をより詳しく測定できると考え、追加した。また、全国学力・学習状況調査の児童生徒質問紙調査から教科に関わる2項目「化学の勉強は好きだ。」「化学の勉強は大切だ。（理由は記述）」を追加し、全39項目を「生徒の主体的・協働的に学ぶ力等を測定する質問項目」とした（資料1参照）。なお、アンケート調査の回答については、「とてもそう思う」「どちらかといえばそう思う」「どちらかといえばそう思わない」「まったく思わない」の中から一つを選ぶ4件法を採用した。今回のアンケートは、S Q S（Shared Questionnaire System）（注1）を利用して、アンケート調査用紙の作成、集計を行った。また、分析に当たっては、4件法で回答を求めた項目については、肯定的な回答から4、3、2、1点（逆転項目はこの反対）と点数化し、統計的な処理を行った。

（3）アクティブ・ラーニングの充実を図った授業案の作成・授業実践

ア 授業実践校と対象生徒の実践前の実態

研究対象校では、第2学年で化学基礎2単位を全員が履修する。理型クラスにおいては、化学2単位も履修しており、週4時間で基礎科目である化学基礎2単位を履修し終わった後、化学2単位を履修することになる。文型クラスにおいては進学に化学基礎を必要としていない生徒が大半である。文型クラスの化学基礎に対する学習意欲は、従来からの定期的なアンケートを見ても学期を追うごとに下がる傾向がある。今回の授業実践の対象生徒は理型1クラス37名、文型1クラス40名であり、両クラスとも、おとなしく素直な生徒が多く、落ち着いて静かに授業に取り組んでいるが、主体的に学ぶという点に関しては更に伸ばしていきたい状況である。また、自分の考え方や意見を表現することを苦手とする生徒も多い。アクティブ・ラーニングの充実を図った授業の中に、言語活動の充実を図り、自分の考え方や意見を表現する機会を積極的に取り入れ、生徒の主体的な学びに結びつけていきたいと考えた。

イ 授業案の作成

授業案は、アクティブ・ラーニングの理論の研究や先行事例の調査、第1回、第2回アンケート調査結果の分析を基に作成した。また、全ての授業実践の最後には、思考や表現の仕方を自ら振り返り、次の学びにつなげるきっかけ作りができるることを期待して振り返りカード（以下「リフレクションカード」という。）（図1）を書く時間を確保した。リフレクションカードは、「よくできた」「少しできた」「あまりできなかった」「できなかった」の中から一つを選ぶ4件法による授業に対する自己評価欄と、学習内容について分らなかったことや困っていること等を記述する欄を設けた。自己評価において、1項目は授

2年 組 番 氏名			
化学基礎 リフレクションカード	（ ） 質問		
	よくできた	少しできた	あまりできなかった
金属のイオン化傾向と金属の反応性との関連について、理解することができた。			
友達の意見をしっかりと聞くことができた。			
グループ活動に参加するように仲間を勧ました。			
ワークシートの完成のためにグループのメンバーと一緒に問題を考え、教え合うなど、協力して課題に取り組んだ。			
学習内容について、わからなかったことや困っていることなど、意見、要望などがあったら書いて下さい。			

図1 リフレクションカードの例

業内容への理解度について、3項目は協働的な学びについて振り返る内容を設定し、授業実践毎に集計を行うことで実践の有用性を測る資料とともに、次の授業案の作成に活用した。

ウ 授業実践期間

作成した授業案を用いた授業実践を、研究対象校に依頼した。授業実践対象の理型1クラス、文型1クラスの授業は担当教諭が行い、平成27年9月14日～10月2日と平成27年11月2日～13日の期間を二つに分けて、表1のとおりに行われた。担当教諭は今年度採用された若手教員であり、筆者は担当教諭と今回のアクティブ・ラーニングの充実を図った授業について共通理解ができるよう打合せを行い、全ての授業実践の観察を行った。

表1 アクティブ・ラーニングの充実を図った授業実践

時期	クラス	実践事例	アクティブ・ラーニングの視点
9月 14日 ～ 10月 2日	理型	① 金属の酸化還元反応（金属のイオン化傾向・不動態）	・「予想・仮説を立てる」場面において、ペアワーク。
		② 酸化還元反応と人間生活①（電池の定義・ダニエル電池）	・「知識の習得」の場面において、4人でのグループワーク。
		③ 酸化還元反応と人間生活②（鉛蓄電池・燃料電池）	
		④ 電気分解の原理	・「科学的な概念を使用して考えたり説明したりする」場面において、ペアワーク。 ・「予想・仮説を立てる」場面において、4人でのグループワーク。
		⑤ 電気分解の生徒実験（いろいろな水溶液の電気分解）	・「観察・実験の結果を整理し考察する」場面において、4人でのグループワーク。
		⑥ 実験の振り返りと電解反応の反応式での表し方	・「観察・実験の結果を整理し考察する」場面において、ペアワーク。
		⑦ 電気分解の量的関係	・「科学的な概念を使用して考えたり説明したりする」場面において、知識構成ジグソー法。
		⑧ 電気分解の工業的利用（調べ学習・発表）	・「探究活動」において、7～8人でのグループワーク。
	文型	⑨ 酸・塩基の性質や反応	・「科学的な概念を使用して考えたり説明したりする」場面において、知識構成ジグソー法。
		⑩ 電離度と酸・塩基の強弱の関係とpH	
11月 2日 ～ 13日	理型	⑪ 気体の体積の変化	・「科学的な概念を使用して考えたり説明したりする」場面において、ペアワーク。
		⑫ 分子量測定の生徒実験	・「観察・実験の結果を整理し考察する」場面において、4人でのグループワーク。
	文型	⑬ 中和滴定とpHの変化	・「予想・仮説を立てる」や「知識の習得」の場面において、4人でのグループワーク。
		⑭ 中和滴定の生徒実験	・「観察・実験の結果を整理し考察する」場面において、4人でのグループワーク。

(4) 研究対象校における授業実践後のアンケート調査による検証

ア 調査の趣旨

アクティブ・ラーニングの充実を図った授業実践後における、生徒の主体的・協働的に学ぶ力等を測定することで、仮説を検証する。

イ 調査対象

授業実践対象の有無に関わらず、第1回、第2回アンケート調査を実施した、第2学年全生徒239名を対象者とした。

ウ 調査実施時期

第3回アンケート調査 平成27年11月第2週

エ 調査内容

アンケートの質問項目は、第1回、第2回アンケート調査で行った調査と同様とした。

4 研究内容

(1) アクティブ・ラーニングについての理論の研究や先行事例の調査

アクティブ・ラーニング（以下「AL」という。）について先駆的研究者のボンウェルとアイソン（1991）は、ALの一般的特徴を

- (a) 学生は、授業を聴く以上の関わりをしていること
- (b) 情報の伝達より学生のスキルの育成に重きが置かれていること

- (c) 学生は高次の思考（分析、総合、評価）に関わっていること
- (d) 学生は活動（例：読む、議論する、書く）に関与していること
- (e) 学生が自分自身の態度や価値観を探究することに重きが置かれていること

と整理した上で、ALとは、「学生にある物事を行わせ、行っている物事について考えさせること」と定義していると、松下（2015）は邦訳している。ややもすると、アクティブは身体的な活動のみを指し、例えば、他の生徒と話していれば学習していることになる等と誤解されている節もあるが、バークレイ（2010）も言うように、ALとは「頭（mind）がアクティブに関与しているということ」であり、ALを身体的に活発な学習よりもむしろ知的に活発な学習であると捉えるべきである。また、溝上（2014）はALとは「一方向的な知識伝達型講義を聴くという（受動的）学習を乗り越える意味での、あらゆる能動的な学習のこと。能動的な学習には、書く・話す・発表する等の活動への関与と、そこで生じる認知プロセスの外化を伴う」と定義し、ボンウェルとアイソンの整理(a)～(e)に加えて「認知プロセスの外化」にも重きを置いている。そして、その学びの深さによって2種類のALに分けられるとも述べている。一つは、講義で知識の伝達を行い、演習や実験を通してその伝達された知識の定着や確認を目的に行われる「一般的なAL」である。もう一つが、獲得した知識を教科の枠を超えて活用し、社会や自然等における諸問題・課題を発見・解決するために、知覚・記憶・言語・思考等の認知プロセスを文章・会話・発表等を通じて、自分の頭の中にある思考を外に出す外化ができる「高次のAL」である。

日本で、ALがクローズアップされた背景には高等教育の改革がある。大学での授業があまりにも一方的で画一的な指導者中心の授業になっており、学生に期待する学力をしっかりと育成できているのかという問い合わせから中教審答申（2012）にALの充実を図ることが明記され、文部科学省はALとは「教員による一方向的な講義形式の教育とは異なり、学修者の能動的な学修への参加を取り入れた教授・学習法の総称。学修者が能動的に学修することによって、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。」と定義している。

初等中等教育においても、前述の初等中等教育における教育課程の基準等の在り方についての諮問（2014）の通り、「課題の発見と解決に向けて主体的・協働的に学ぶ学習（いわゆる『アクティブ・ラーニング』）」を充実させていく必要が述べられている。第1回日本・OECD政策対話（2015）においても、新しい時代にふさわしいカリキュラムや授業の在り方、ALをはじめとした学習・指導方法、学習評価の在り方等に関し、「必要な資質能力を育むには、どのような学習モデルが効果的か」という議論の中で、「批判的思考等の現代的な学びは全てALから育成されるのではないか」という意見も出て、ALの充実はこれから時代の必須になってきていると考える。しかしながら、ALは全く新しい概念という訳ではなく、「これまでの我が国における長き教育史に残る優れた教育実践、現在も行われている様々な豊かな教育実践こそがアクティブ・ラーニングと考えるべきである。」と田村（2015）も述べている。

また、高等学校でのALの実践例としては、埼玉県立越ヶ谷高等学校小林昭文（現 産業能率大学経営学部教授）らを始めとした個人での取組や、岩手県立盛岡第三高等学校、桐蔭高等学校等、学校単位で取り組まれているもの、CORE（東京大学 大学発教育支援コンソーシアム推進機構）の実践等が挙げられる。問題演習の解答をグループでの学び合いによって行うこと、複雑な問い合わせ役割分担して考えたりするようなグループ学習を取り入れること等、それぞれの実践に工夫はあるが、どの実践にも共通する「ALの型」が存在するのではなく、授業を行う学校の現状を勘案し、授業の内容に適切な学習法を検討する中での実践である。

(2) 第1回アンケート調査（6月）の実施と結果の考察

ア 第1回アンケート調査結果における相関分析

学年全体のアンケート調査結果においてピアソンの積率相関係数^(注2)を求めた。「20 授業で分からなことがあると、クラスの友達に聞くことができる。」と「25 授業では友達と話すことで、より深く考えることができる。」との相関係数は、 $r = .546$ であり、中程度の有意な相関が見られた。一人では分からなうことでも友達と話す機会を設定することで、より深い学びにつながることが期待できると考えられる。ALの充実を図った授業案には、前述の工夫点に加え、友達と話合いによって学びを深める機会を数多く取り入れることとした。

(3) 第2回アンケート調査（10月）以前のALの充実を図った授業実践と実践内容の成果・課題

第2回アンケート調査以前の授業実践を以下に実施順に示す。ただし、実践事例①～⑧は連続した授業として行った理型クラスへの実践、実践事例⑨、⑩は文型クラスの実践である。特にALの充実に有効であると考察した実践事例④、⑧、⑨については、参考資料に指導案等を加えた。また、実践事例毎にリフレクションカードの集計・記述内容等を基に、実践内容の成果と課題をまとめた。

ア 実践事例①「金属の酸化還元反応（金属のイオン化傾向・不動態）」

(7) 本時の目標

金属のイオン化傾向、不動態について学び、金属のイオン化傾向をイオン化列に並べ、金属の反応性に関連付けて考える。また、金属のイオン化傾向とイオン化列、金属の反応性と不動態の性質について演示実験等を通じて理解する。

(4) ALの視点

- ・「予想・仮説を立てる」場面において、ペアワークを取り入れた。
- ・「知識の習得」の場面において、4人グループでワークシートを完成させた。

(5) 授業の様子と実践内容の成果・課題

・提出されたワークシート等を見ると、金属の反応性の演示実験等で、現象を実際に目で見て確認した上でのグループワークが、特に知識の習得に効果的であったと考える。授業内容の理解度についても約94%の生徒が「よくできた」「少しできた」と肯定的に答えていた。
・PPでの授業の展開が速いと感じることへの不安感や、ペアワークやグループワークへの苦手感をもつ生徒に対し、できることを積極的に褒める等を次回の授業での改善点とした。

イ 実践事例②「酸化還元反応と人間生活①（電池の定義・ダニエル電池）」

(7) 本時の目標

電池の定義とダニエル電池について学び、酸化還元反応を利用した電池の簡単な構造について、演示実験等を通じて考えることができる。

(4) ALの視点

- ・「予想・仮説を立てる」場面において、ペアワークを取り入れた。
- ・「知識の習得」の場面において、4人グループでワークシートを完成させた。

(5) 授業の様子と実践内容の成果・課題

・グループワークにおいて、ダニエル電池について基本事項を問う課題としたところ、相談し合うまでもなく自力で課題を完成させる生徒が多く、協働的な学びに至らなかったと感じた。
・グループワークが効果的であるような難易度を見極めて設定する必要性を感じた。

ウ 実践事例③「酸化還元反応と人間生活②（鉛蓄電池・燃料電池）」

(7) 本時の目標

演示実験や理科ねっとわーくの映像から鉛蓄電池と燃料電池について学び、人間生活における酸化還元反応の利用例とその反応について考え、それらの電池の仕組みを理解する。

(イ) A Lの視点

- 「予想・仮説を立てる」場面において、ペアワークを取り入れた。
- 「知識の習得」の場面において、4人グループでワークシートを完成させた。

(ウ) 授業の様子と実践内容の成果・課題

- 演示実験で反応がイメージしやすくなり、ペアワークは内容理解が深まる要因となった。
- 教員が指示しても、各自に配布されたワークシートを一人で黙って問題を解く生徒も若干名いた。ワークシートをペアに1枚、グループに1枚となるようにすることで、全員がペアワークやグループワークに取り組み易いのではないかと考え、次回への改善点とした。

エ 実践事例④「電気分解の原理」（本時の展開例は、資料2参照）

(7) 本時の目標

中学校での学習内容を振り返り、外部から加えた電気エネルギーによって電極で酸化還元反応が起こる原理について、意欲的に探究する。

(イ) A Lの視点

- 「科学的な概念を使用して考えたり説明したりする」場面において、ペアワークを取り入れた。
- 「予想・仮説を立てる」場面において、4人のグループワークを取り入れた。

(ウ) 授業の様子と実践内容の成果・課題

- ペアワークの課題を二人で1枚としたことで、積極的に意見交換を行い、協力して課題に取り組む様子がみられた。グループワークでも、五つの水溶液の電気分解において、各電極で何が発生・析出するかを予想して付箋に書き、図2のように用紙に貼ることで、自分の意見を表現することが苦手な生徒もグループでの議論に参加しやすくなり、積極的にグループで意見交換しながらグループとしての予想を立てていた。中にはグループの意見がまとまらずに折り合いのつかないグループもあったが、そのグループも、「自分はこう考えたからこの予測になった。」とお互いの立場を説明し合う等、「予想・仮説を立てる」場面にとても効果があったと考える。
- リフレクションカードの記述から、実験に向けての見通しをもつことができたようだった。次回の実験で予想を確認したり、新しい事実を発見したりすることで、問題解決を念頭に置いた深い学びにつながると感じた。

オ 実践事例⑤「電気分解の生徒実験（いろいろな水溶液の電気分解）」

(7) 本時の目標

水溶液の電気分解に意欲的に取り組み、前時の予想と実験結果を比較しながら、電気分解の仕組みについて考える。また、電極の種類により反応が違うことをグループで考察し、表現する。

(イ) A Lの視点

- 「観察・実験の結果を整理し考察する」場面において、4人のグループワークを取り入れた。

(ウ) 授業の様子と実践内容の成果・課題

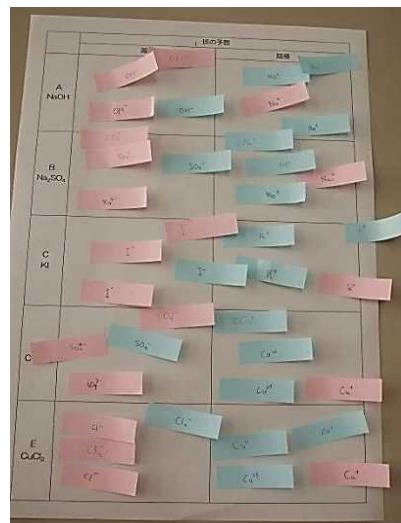


図2 予想をまとめた用紙

・温めて柔らかくしたポリエチレン樹脂（おゆまる）に、シャープペンシルの芯（0.9mm）や銅線を刺すための穴を開け冷やし固めて、30mLのガラス製の塗料瓶の上に置き、9Vの電池で電気分解を行った。身近な物を使ったことで、学習内容に興味・関心をもつ生徒が増えたように感じた。

・予想の確認はできていたが、考察において、「なぜ予想と異なったのか」や「なぜその気体が発生したのか」等、問題意識をもってより深く考えるグループは少なかった。今後のワークシートにおいては、「なぜそのような現象が起こったと考えるか」という問い合わせを改めて作る等の工夫をすることで、更に学びを深めることができると考えた。

カ 実践事例⑥「実験の振り返りと電解反応の反応式での表し方」

(7) 本時の目標

実践事例⑤の生徒実験の結果から、水溶液中に存在する物質を考察し、どのような反応が起こったのかを化学反応式で表現する。また電気分解の各極での化学反応について理解する。

(イ) ALの視点

・「観察・実験の結果を整理し考察する」場面において、ペアワークを取り入れた。

(ウ) 授業の様子と実践内容の成果・課題

・実験結果を反応式で表現するというペアワークの課題であったが、十分な解答に至らないペアが多かった。難易度が少し高くてもペアワークで乗り越えて欲しい課題であったので、理解の進んだペアが他のペアを助けることを促すような指示等も必要であったと考える。ペアワークを行う際の改善点としたい。

キ 実践事例⑦「電気分解の量的関係」

(7) 本時の目標

電極での酸化還元反応において、反応に関与した物質の変化量と電気量との関係について考察し、表現する。

(イ) ALの視点

・「科学的な概念を使用して考えたり説明したりする」場面において、知識構成型ジグソー法（以下「ジグソー法」という。）^(注3)を取り入れた。

(ウ) 授業の様子と実践内容の成果・課題

・「各極の電解反応」「電気分解の量的関係」「ファラデーの法則」の三つのエキスパート課題から、各電極で酸化還元反応に関与した物質の変化量と電気量との関係について理解し、「ファラデーの法則を使った電気分解の演習問題」に対して解答を作ることを課題とした。

・多くの生徒は、エキスパート課題の要点をしっかりと付箋1枚にまとめ、ジグソー活動に臨むことができていた。学んだ内容を相手に説明する中で、理解が不足していることに気付いた生徒は、エキスパート課題を振り返り、何度も説明し直す等、深く学ぶ様子が見られた。クロストークでの発表内容も十分なグループも多く、例年、教員の主導による問題演習になりがちな分野であったが、ジグソー法での学びにより、生徒の主体的な学びに効果があったと考える。

ク 実践事例⑧「電気分解の工業的利用（調べ学習・発表）」（本時の展開例は、資料3参照）

(7) 本時の目標

電気分解の工業的利用（水酸化ナトリウムの製造、銅の電解精錬、アルミニウムの融解塩電解、



図3 実験装置

電気めっき、水素の生産)についてグループに分かれて調べ(1時間目)、PPのスライドを作成して発表し、相互評価を行う(2時間目)。

(4) A Lの視点

- 「探究活動」において、7~8人でのグループワークを取り入れた。

(5) 授業の様子と実践内容の成果・課題

事前学習を促すワークシート(図4)を配布したこと、クラスの2/3以上の生徒が、自分の課題をインターネット等で調べた成果をもって授業に臨んだ。

時間に対する指示を明確に出したことで、生徒が時間内に良いものを作ろうという意識が高まったと感じた。自主的に休み時間や放課後を使って発表練習をしたグループもあり、生徒達の積極的な取組が多く見られた。

発表の時間においては、調べたことを一生懸命発表し、他のグループの発表を聞く姿勢もとてもよかったです。教員の発問をきっかけに、質疑応答の中身も深まっていく様子が見られた。

リフレクションカードに「もっと頑張ることができたのでは。」等、今までの実践に増して前向きな記述が見受けられた。また、「電気分解が色々な事に使われていることを知ることができ、良かった。」等の記述もあり、日常生活に関わりの深い内容をテーマに設定したことで、生徒の化学に関する興味・関心が高まる等の効果も見られた。

ケ 実践事例⑨「酸・塩基の性質や反応」(本時の展開例は、資料4参照)

(7) 本時の目標

酸と塩基の性質や反応について、酸と水素イオン、塩基と水酸化物イオンとの関係を理解する。

(4) A Lの視点

- 「科学的な概念を使用して考えたり説明したりする」場面において、ジグソー法を取り入れた。

(5) 授業の様子と実践内容の成果・課題

「酸と水素イオンと価数」「塩基と水酸化物イオンと価数」「水素イオンの授受と酸・塩基」の三つのエキスパート課題から、酸と塩基の性質や反応について、酸と水素イオン、塩基と水酸化物イオンとの関係を理解し、「アレニウスやブレンステッド・ローリーの定義からアンモニア分子が酸であるか塩基であるか」という問い合わせに対して説明作ることを課題とした。

多くの生徒は、エキスパート課題の要点をしっかりと付箋1枚にまとめ、ジグソー

○次回の予告	
○次回の課題 <p>A 水酸化ナトリウムの製造 B 銅の電解精錬 C アルミニウムの融解塩電解 D 「電気」めっき E 水素の生産 A~Eの5題に分かれて調べ学習をし、発表をします。</p>	課題の進め方 <p>(1時間目)…次々回 パワーポイント・座標作成(プレゼンテーションの役割分担) (2時間目) プレゼンテーション・他者評価</p>
調べる内容 <p>①歴史的(社会的)背景 ②この時代に? ③どんなことから考案された? ②原理 ③その方法のメリット・デメリット ④現状での課題と今後の取り組み</p>	注意点! <ol style="list-style-type: none"> プレゼンテーションシートはタペルシート含めて5枚以内とし、発表時間は5分、質疑応答2分とします。 次々回の時間で完全に完成させ、班員全員がその内容を理解して下さい。 講義・発表の際に引用した文献やホームページは明らかにして下さい。 他の班の発表に対する評価をします。評価しながら発表内容を理解できるように、各班でプレゼンテーションを工夫して下さい。
私の班は 私の班は _____です	班 です
調べる内容は <p>① 歴史的(社会的)背景 ② 原理 ③ その方法のメリット・デメリット ④ 現状での課題と今後の取り組み</p>	<p>○印を打つこと!</p>
次々回の授業は ()月()日()の()限目の予定です。 その日にパワーポイントのスライドが完成するように、ある程度、調べておきましょう。	

図4 ワークシート(抜粋)

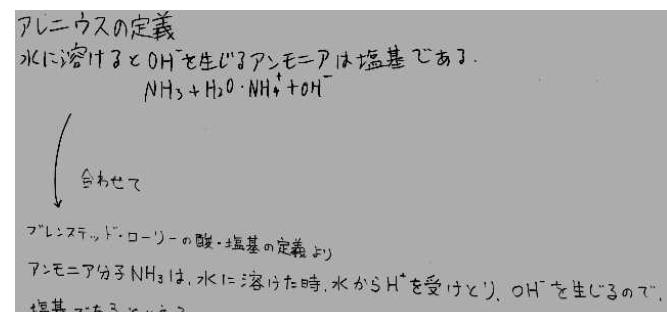


図5 クロストークの資料

活動に臨むことができていたが、エキスパート課題に付けた問題演習の数が多く、活動時間内の取組ができずに、生徒に不安感を抱かせる面があった。

- ・全グループが図5のように正しく説明を作り、クロストークにおいても分かりやすく発表していたことからも、ジグソー法により、自分の考えをまとめ説明し合うことは、深い学びにつながったと感じた。授業内容の理解度についても97%の生徒が肯定的に答えていた。

コ 実践事例⑩「電離度と酸・塩基の強弱の関係とpH」

(7) 本時の目標

電離度と酸・塩基の強弱の関係を知り、pHを求めることができる。また、pHの調べ方についても理解する。

(1) ALの視点

- ・「科学的な概念を使用して考えたり説明したりする」場面において、ジグソー法を取り入れた。

(2) 授業の様子と実践内容の成果・課題

- ・「電離度と酸・塩基の強弱」「水の電離とpHの調べ方」「水素イオン濃度とpH」の三つのエキスパート課題から、電離度と酸・塩基の強弱の関係とpHを計算の仕方や調べ方について理解し、「ある濃度の塩酸を100倍に薄めたときのpH」に対して解答を作ることを課題とした。

- ・多くの生徒は、エキスパート課題の要点をしっかりと付箋1枚にまとめ、ジグソー活動に臨むことができていたが、自分の考えを十分に説明し、互いに共有するまでの理解には至らず、十分な解答を作ることができたグループは少なかった。

- ・1年次に物理基礎で扱った指数に不慣れな生徒が多くいたことに加えて、数値や式が多く記載されているエキスパート課題の取り扱いに難しさを感じさせたことが要因であったと考える。

(4) 第1回アンケート調査（6月）と第2回アンケート調査（10月）結果の比較

授業実践を9回行った理型クラス（N=37）と、授業実践を2回行った文型クラス（N=40）のアンケート調査結果について、点数化し各項目の平均値を算出し対応のあるt検定を行った結果、6月と10月において5%水準で有意差が見られた項目をまとめたのが、表2である。

表2 6月と10月のアンケート調査結果

アンケート項目	6月		10月		対応サンプルの検定						t 値	有意確率 (両側)
					対応サンプルの差		標準偏差	標準誤差	差の95%信頼区間			
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD			下限	上限		
理型	7 一人で解決できることは、できるだけ一人でしている。	3.42	.614	3.06	.704	.364	.895	.156	.046	.681	2.334	.026
	9 友達に質問されても、ほとんどのことはうまく答えられる。	2.09	.641	1.72	.581	.375	.942	.166	.035	.715	2.252	.032
	11 疑問に思うことは、分かるまで調べたい。	3.18	.683	2.76	.792	.424	1.032	.180	.058	.790	2.362	.024
	23 学校では落ちついて授業を受けている。	3.45	.506	3.18	.635	.273	.674	.117	.034	.512	2.324	.027
	29 授業では友達と協力して学ぶことが多い。	2.28	.851	2.84	.884	-.563	1.216	.215	-1.001	-.124	-2.616	.014
	34 普段の授業では、本やインターネットを使って、グループで調べる活動をよく行っている。	1.64	.699	2.48	.906	-.848	1.149	.200	-1.256	-.441	-4.242	.000
	35 普段の授業では、自分の考えを発表する機会が与えられている。	2.48	.939	2.91	.723	-.424	1.119	.195	-.821	-.028	-2.178	.037
	36 普段の授業では、学級の友達との間で話し合う活動をよく行っている。	1.88	.793	3.00	.672	-1.125	.976	.172	-1.477	-.773	-6.524	.000
文型	2 人の役に立てるような立派な人間になりたい。	3.23	.717	2.03	.836	1.194	.873	.157	.874	1.514	7.616	.000
	12 自分がもっている能力を十分に発揮したい。	3.10	.746	2.65	.839	.452	.995	.179	.087	.816	2.528	.017
	36 普段の授業では、学級の友達との間で話し合う活動をよく行っている。	2.00	.775	2.55	.925	-.548	1.234	.222	-1.001	-.096	-2.474	.019

理型、文型クラスとも「36 普段の授業では、学級の友達との間で話し合う活動をよく行っている。」という項目について平均値が6月よりも10月のほうが有意に高い。しかしながら、理型クラスにおいて「11 疑問に思うことは、分かるまで調べたい。」が有意に下がっている。次回からの授業実践においては、これまで以上に学習内容と実生活との関連を話題にする等、化学に対する興味・関心をもつことができるような工夫をするとともに、生徒が主体的に取り組みたいと思うような課題の設定が大切であることが分かった。また、「9 友達に質問されても、ほとんどのことはうまく答えられる。」についても有意に下がっている。実践前は授業の中で友達と学び合う場面が少ないと質問をされる機会もあまりなかったが、ペアワークやグループワークの多い授業実践の中においては質問される機会も多く、うまく答えることができないことが多いことに気付く場面が増えたからではないかと考える。リフレクションカードにも、「質問されたことに答えられず、自分が理解していないことが分かった。」という声があったが項目9については、実践が進むことで慣れにより改善されると考えた。

(5) 第2回アンケート調査(10月)以降のALの充実を図った授業実践と実践内容の成果・課題

(3)の授業実践や(4)のアンケート調査結果から、課題設定や話合いのスキルに配慮しつつ、できる限り「観察・実験」を取り入れる等の工夫をした授業案を作成し、11月に行った授業実践を実施順に以下に示す。ただし、実践事例⑪、⑫は理型クラス、実践事例⑬、⑭は文型クラスの実践である。特にALの充実に有効であると考察した実践事例⑪、⑫、⑭については、参考資料に指導案等を加えた。また、実践事例毎にリフレクションカードの集計・記述内容等を基に、実践内容の成果と課題をまとめた。

ア 実践事例⑪「気体の体積の変化」(本時の展開例は、資料5参照)

(7) 本時の目標

気体の体積の変化、気体の体積と圧力や温度との関係を理解する。

(4) ALの視点

- 「科学的な概念を使用して考えたり説明したりする」場面において、ペアワークを取り入れた。

(6) 授業の様子と実践内容の成果・課題

- 「気体の体積と圧力の関係」「気体の体積と温度との関係」のどちらかを学んだ者同士がペアとなり、互いに考えたことを説明し合いながらボイル・シャルルの法則を導くペアワークが、思考を深める点で効果的であり、授業内容の理解度について、全員の生徒が肯定的に答えていた。

イ 実践事例⑫「分子量測定の生徒実験」(本時の展開例は、資料6参照)

(7) 本時の目標

デュマの気体密度測定法により、揮発性物質(アセトン)の分子量を求める。また、実験操作手順の意味や実験データの誤差の理由を考える。

(4) ALの視点

- 「観察・実験の結果を整理し考察する」場面において、4人でのグループワークを取り入れた。

(6) 授業の様子と実践内容の成果・課題

- 理科ねっとわーくの映像を活用し、イメージをもって実験を行うことで、実験操作に余裕ができ実験結果を整理し考察する時間を十分に確保できた。
- 実験で得られた値を気体の状態方程式にどのように代入



図6 グループワークの様子

すればよいのかに戸惑い計算を間違う等、実験結果の整理に手間取るグループもあったが、多くのグループがアセトンの分子量58に近い値を得ることができていた。

・実験データの誤差の考察等のワークシートを穴埋め式にする等の工夫により、グループで沢山の意見を出し合いながら考察する等、「観察・実験の結果を整理し考察する」場面に効果があつたと考えられる。

ウ 実践事例⑬「中和滴定とpHの変化」

(7) 本時の目標

中和反応を滴定曲線に描いて考えることができ、適切な指示薬についても考えることができる。

(イ) A Lの視点

・「予想・仮説を立てる」や「知識の習得」の場面において、4人グループでワークシートを完成させた。

(ウ) 授業の様子と実践内容の成果・課題

・滴定曲線を実際に書いてから、一人で滴定曲線について整理する時間を長く確保したことにより、その後のグループワークが活発に行われ、中和滴定とpHの変化について深く考えることができていた。

・授業の最初に滴定曲線についての基本事項を教員が説明をしてしまい、知識・理解に偏った授業になってしまったので、実際に目で見て確認する機会を別の時間に設ける必要があった。

エ 実践事例⑭「中和滴定の生徒実験」（本時の展開例は、資料7参照）

(7) 本時の目標

食酢の濃度（モル濃度、質量パーセント濃度）を中和滴定で求めることができる。

(イ) A Lの視点

・「観察・実験の結果を整理し考察する」場面において、4人でのグループワークを取り入れた。

(ウ) 授業の様子と実践内容の成果・課題

・9グループ中8グループが、食酢中の酢酸濃度が4%台前半（使用した食酢は4.2%）となる等、学習カード（A4紙をラミネート加工）を利用することは、実験操作のポイントや器具の使い方等を正しく理解して実験を行うことには効果的であった。

・「観察・実験の結果を整理し考察する」場面において、学習カードにホワイトボードマーカーで書き込みしながらグループで取り組む中で考えが整理され、多くの生徒が自力で、食酢の濃度（モル濃度、質量パーセント濃度）を中和滴定で求めることができるようになる等、学習カードを使ってのグループワークはとても効果的であった。

(6) 授業実践後のアンケート調査による検証

ア 第1回アンケート調査（6月）と第3回アンケート調査（11月）結果の比較

4 研究内容(4)と同様に、授業実践を行った理型クラス（N=37）・文型クラス（N=40）の6月と11月のアンケート調査結果を点数化して各項目の平均点を算出し、対応のあるt検定を行った結果、5%水準で有意差が表れた項目をまとめたのが表3である。

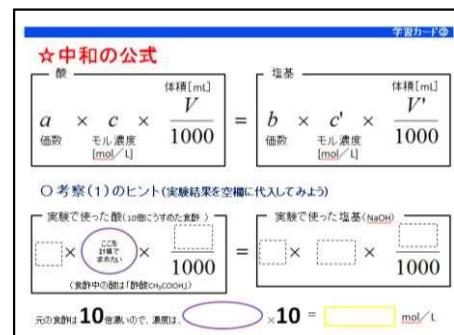


図7 学習カード（抜粋）

表3 6月と11月のアンケート調査結果

アンケート項目	6月		11月		対応サンプルの検定						
					対応サンプルの差				t 値	有意確率(両側)	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	標準偏差	平均値の 標準誤差	差の 95% 信頼区間			
理型	8 新しいことを学ぶのはおもしろいとは思わない。(逆転項目)	3.15	.834	2.73	.761	.424	1.032	.180	.058	.790	2.362 .024
	11 疑問に思うことは、分かるまで調べたい。	3.21	.696	2.85	.712	.364	.783	.136	.086	.641	2.667 .012
	29 授業では友達と協力して学ぶことが多い。	2.24	.830	3.15	.619	-.909	1.042	.181	-1.278	-.540	-5.013 .000
	34 普段の授業では、本やインターネットを使って、グループで調べる活動をよく行っている。	1.61	.704	2.52	.795	-.909	1.042	.181	-1.278	-.540	-5.013 .000
	36 普段の授業では、学級の友達との間で話し合う活動をよく行っている。	1.84	.808	3.16	.574	-1.313	1.120	.198	-1.716	-.909	-6.630 .000
文型	2 人の役に立てるような立派な人間になりたい。	3.24	.708	2.70	.847	.545	1.034	.180	.179	.912	3.032 .005
	12 自分がもっている能力を十分に発揮したい。	3.09	.734	2.59	.756	.500	.984	.174	.145	.855	2.875 .007
	20 授業で分からぬことがあると、クラスの友達に聞くことができる。	2.90	.908	3.39	.667	-.484	1.151	.207	-.906	-.062	-2.341 .026
	21 学校で教えてくれること以外でも、いろいろなことを学びたい。	2.67	.924	2.12	.857	.545	1.227	.214	.110	.981	2.554 .016
	36 普段の授業では、学級の友達との間で話し合う活動をよく行っている。	2.00	.750	2.79	.650	-.788	.992	.173	-1.140	-.436	-4.561 .000

理型、文型クラスとも「36 普段の授業では、学級の友達との間で話し合う活動をよく行っている。」の項目が、10月のアンケート調査（表2参照）に引き続き11月の方が有意に高いことが確認できた。理型クラスにおいては前述の項目に加えて「29 授業では友達と協力して学ぶことが多い。」「34 普段の授業では、本やインターネットを使って、グループで調べる活動をよく行っている。」という2項目についても、同様に6月よりも11月のほうが有意に高い。さらに、文型クラスでは「20 授業で分からぬことがあると、クラスの友達に聞くことができる。」という項目についても11月のほうが有意に高かった。これらの結果から、ペアワークやグループワーク等、友達との話合いによって学びを深める機会を数多く授業に取り入れたことで、協働的な学びの面で授業実践が上手く機能したことに加えて、安心して学べる環境であったことが示唆された。しかしながら、文型クラスにおいては、有能さへの要求に関わる質問項目である2、12において、6月よりも11月の方が有意に低い。「2 人の役に立てるような立派な人間になりたい。」等の項目については、化学基礎・化学の授業だけで高めることが難しい項目でもあるので、全ての教育活動全体の取組が必要であると考える。また「21 学校で教えてくれること以外でも、いろいろなことを学びたい。」や理型クラスの「8 新しいことを学ぶのはおもしろいとは思わない。（逆転項目）」や「11 疑問に思うことは、分かるまで調べたい。」が6月よりも11月の方が有意に低い。生徒の中には、知識伝達型の一斉授業を気楽だと感じ、友達に学びを伝える等の主体的な学びの多い今回の授業実践に対し、難しさを感じた生徒がいたことが影響しているのではないかと考える。

イ 因子分析と因子間の相関と重回帰分析

生徒の主体的・協働的に学ぶ力を測定するために本研究で質問した39の質問項目について、その尺度構成を確認するため、因子分析^(注4)を行った。因子分析は、授業実践を行った理型・文型クラスの生徒計77人について、第3回アンケート調査（11月）のデータを利用して行った。その結果、スクリー・プロット等を参考に7因子構造と考えるのが妥当と判断し、主因子法のプロマックス回転を採用して分析を進めたが、因子負荷量が.30に満たない項目（質問項目23、25）を削除した。因子分析後の因子負荷量と7つの因子構造と質問項目を整理したものは、表4に、因子間相関は表5に示す。また、下位尺度の信頼性は内容の一貫性を推定するクロンバッックの

表4 因子分析後の因子負荷量と因子構造

			I Cronbachのα 値	II .91	III .86	IV .72	V .72	VI .65	VII .70	.70
「向上心と学習の楽しさ」										
13 興味のあることは調べずにはいられない。	学習行動	情報収集	.890	.105	-.061	-.032	-.391	.077	.077	
1 興味のあることは、とことん調べたい。	欲求・動機	知的好奇心	.847	-.152	.005	.087	-.087	.169	-.174	
11 疑問に思うことは、分かるまで調べたい。	欲求・動機	知的好奇心	.698	-.272	-.160	.096	.246	-.077	.247	
21 学校で教えてくれること以外でも、いろいろなことを学びたい。	欲求・動機	知的好奇心	.658	.058	.278	-.021	.084	-.011	-.183	
18 學ぶことはおもしろいと思う。	認知・感情	おもしろさと楽しさ	.595	.093	.179	-.019	.248	-.015	-.096	
38 化学の勉強は好きだ。	全国学力・学習状況調査 児童生徒質問紙		.515	.037	.180	.267	.014	-.158	.111	
3 分からないことはとことん調べている。	学習行動	情報収集	.506	.210	-.183	.102	.157	.053	.142	
16 学校で勉強したことが正しいかどうか、家に帰ってもう一度考えてみる。	学習行動	深い思考	.447	.392	-.176	.177	-.091	.124	.053	
28 失敗しても学ぶことは楽しい。	認知・感情	おもしろさと楽しさ	.404	.069	.143	.024	.231	-.074	.143	
8 新しいことを学ぶのはおもしろいとは思わない。（逆転項目）	認知・感情	おもしろさと楽しさ	.384	-.044	.032	-.217	.266	-.193	-.084	
26 学んだことを実生活の中で試してみる。	認知・感情	おもしろさと楽しさ	.378	.349	-.006	.061	-.079	.237	-.054	
22 いろいろなことを学ぶことは楽しい。	認知・感情	おもしろさと楽しさ	.372	.153	.210	-.140	.367	.031	-.107	
「挑戦行動と挑戦する機会への支援」										
19 勉強面では友達から頼られていると思う。	認知・感情	有能感		-.257	.695	.272	.161	-.033	-.094	-.069
5 難しい問題に出会うとよりやる気が出る。	学習行動	挑戦行動		.412	.658	.050	-.065	-.045	-.251	.094
4 自分から勉強に取り組んでいる。	学習行動	自発学習		-.164	.635	.021	.371	.120	.096	-.013
9 友達に質問されても、ほとんどのことはうまく答えられる。	認知・感情	有能感		-.179	.580	.267	.078	-.092	-.055	.160
6 問題の解き方はいくつか考えることにしている。	学習行動	深い思考		.333	.534	-.060	.107	-.025	.104	-.116
34 普段の授業では、本やインターネットを使って、グループで調べる活動をよく行っている。	全国学力・学習状況調査 児童生徒質問紙			.133	.511	-.149	-.128	.143	.228	-.080
35 普段の授業では、自分の考えを発表する機会が与えられている。	全国学力・学習状況調査 児童生徒質問紙			-.044	.485	.063	-.312	.306	.269	-.038
27 先生は学習のことについてほめてくれる。	安心して学べる環境			.230	.433	-.129	-.090	.015	-.159	.275
「表現に対する自信」										
30 友達の前で自分の考え方や意見を発表することは得意である。	全国学力・学習状況調査 児童生徒質問紙			-.037	.133	.825	-.148	-.131	.076	.089
31 自分の行動や発言に自信をもっている。	全国学力・学習状況調査 児童生徒質問紙			.210	-.025	.639	-.024	.059	.089	-.021
32 友達に伝えたいことをうまく伝えることができる。	全国学力・学習状況調査 児童生徒質問紙			-.075	.154	.613	.218	.121	.178	-.094
37 学校の授業などで、自分の考え方を他の人に説明したり、文章に書いたりすることは難しい。（逆転項目）	全国学力・学習状況調査 児童生徒質問紙			.135	-.028	.431	-.088	-.264	-.289	-.197
「独立達成」										
17 難しい問題に出会っても、簡単には先生や友達の助けは求めない。	学習行動	独立達成		.234	.001	.057	.682	-.161	.019	-.208
14 テストがあれば、自分で計画を立てて勉強する。	学習行動	自発学習		-.214	.339	-.181	.633	.076	.045	.125
7 一人で解決できることは、できるだけ一人でしている。	学習行動	独立達成		.198	-.103	-.075	.498	.112	.133	-.009
15 今までより自分で難しい問題に取り組むことが多い。	学習行動	挑戦行動		.021	.315	.281	.436	.079	-.056	.124
「友達を尊重し意識高く学ぶ態度」										
33 友達と話し合うとき、友達の話や意見を最後まで聞くことができる。	全国学力・学習状況調査 児童生徒質問紙			-.111	-.036	-.062	.018	.838	.111	.012
39 化学の勉強は大切だ。	全国学力・学習状況調査 児童生徒質問紙			.217	.167	-.106	.084	.565	-.132	-.037
29 授業では友達と協力して学ぶことも多い。	学習行動	協同学習		.110	-.098	.091	.071	.323	.231	.061
「成長欲求」										
2 人の役に立てるような立派な人間になりたい。	欲求・動機	有能さへの欲求		.002	.214	.038	.103	-.012	.715	-.172
12 自分がもっている能力を十分に發揮したい。	欲求・動機	有能さへの欲求		.212	-.312	.219	.261	-.020	.549	.186
36 普段の授業では、学級の友達との間で話し合う活動をよく行っている。	全国学力・学習状況調査 児童生徒質問紙			-.013	-.170	.279	-.218	.167	.412	.240
「安心して学べる環境」										
10 授業で分からないことがあると、先生に質問できる。	安心して学べる環境			-.060	.026	.197	.014	.018	-.096	.778
20 授業で分からないことがあると、クラスの友達に聞くことができる。	安心して学べる環境			.012	.072	-.188	-.023	.013	.034	.565
24 クラスは発言しやすい雰囲気である。	安心して学べる環境			.047	.409	.180	-.227	-.240	.238	.450

α 係数で検討し、各因子において内的整合性に問題がないと判断した。なお、質問項目29については、因子負荷量が.323と一般的に見て低いが、この項目を除外しても尺度全体・各因子の α 係数が増加することはなかったため、負荷量が低いものの因子に必要な項目であると判断した。

第一因子は、「1 興味のあることは、とことん調べたい。」等、知的好奇心やおもしろさと楽しさに関する項目

で構成されていたため、「向上心と学習の楽しさ」と命名した。第二因子は「5 難しい問題に出会うとよりやる気が出る。」「34 普段の授業では、本やインターネットを使って、グループで調べる活動をよく行っている。」等の挑戦行動と挑戦する機会への支援に関する項目で構成されていたため、「挑戦行動と挑戦する機会への支援」と命名した。第三因子は、「30 友達の前で自分の考えや意見を表現することは得意である。」等、自分が他人より優れていると感じる意識や感覚に関する項目で構成されていたため、「表現に対する自信」と命名した。第四因子は、「17 難しい問題に出会っても、簡単には先生や友達の助けは求めない。」等、独立達成に関する項目で構成されていたため、「独立達成」と命名した。第五因子は、「33 友達と話し合うとき、友達の話や意見を最後まで聞くことができる。」「39 化学の勉強は大切だ。」等、友達を尊重する姿勢や、学習の有用感等に関する項目で構成されていたため、「友達を尊重し意識高く学ぶ姿勢」と命名した。第六因子は、「2 人の役に立てるような立派な人間になりたい。」等、自分の可能性を広げることに関する項目で構成されていたため「成長欲求」と命名した。第七因子は、「10 授業で分からぬことがあると、先生に質問できる。」等、安心して学べる環境に関する項目で構成されていたため、「安心して学べる環境」と命名した。

また、各因子間の相関分析を行い、ピアソンの積率相関係数を算出した結果からは、多くの因子間に正の相関が見られたが、特に第一因子と第二因子の間や、第一因子と第五因子の間に、中程度の正の相関が見られた（資料8参照）。

続いて、各因子の下位尺度に含まれる項目の平均値を下位尺度得点として計算し、同様に計算した6月の下位尺度得点との間で対応のあるt検定を行った結果と、11月の下位尺度得点を各因子間の相関分析を行った結果を表6に示す。欠損値データは多重代入法^(注5)により算出した。下位尺度得点は理論的には1.0~4.0の間を取る。

表6 各因子の下位尺度得点

	6月	11月	対応サンプルの検定					
			対応サンプルの差			t 値	有意確率 (両側)	
	下位尺度得点		平均値	平均値の 標準誤差	差の 95% 信頼区間			
第一因子 向上心と学習の楽しさ	2.62	2.49	.137	.082	-.024	.298	1.663	.096
第二因子 挑戦行動と挑戦する機会への支援	2.03	2.14	-.102	.080	-.259	.055	-1.277	.202
第三因子 表現に対する自信	2.06	2.12	-.063	.099	-.258	.131	-.639	.523
第四因子 独立達成	2.56	2.54	.020	.092	-.161	.200	.213	.831
第五因子 友達を尊重し意識高く学ぶ態度	2.74	2.93	-.190	.083	-.353	-.027	-2.288	.022
第六因子 成長欲求	2.80	2.98	-.177	.082	-.337	-.016	-2.161	.031
第七因子 安心して学べる環境	2.67	2.86	-.186	.111	-.404	.031	-1.679	.093

授業実践に自分の考えや意見を表現する機会を積極的に取り入れたことで第二因子、第三因子とも下位尺度得点は上昇したが、得点の差に有意差は見られなかった。今後も継続して、自分の

表5 因子間相関表

	I	II	III	IV	V	VI	VII
I	—	.42	.35	.24	.50	.31	.20
II	.42	—	.31	.21	.31	.27	.31
III	.35	.31	—	.21	.35	.14	.19
IV	.24	.21	.21	—	.14	.04	.11
V	.50	.31	.35	.14	—	.33	.23
VI	.31	.27	.14	.04	.33	—	.34
VII	.20	.31	.19	.11	.23	.34	—

考え方や意見を表現する機会を積極的に取り入れた授業実践を続けることが必要であると考える。一方、第五因子「友達を尊重し意識高く学ぶ態度」、第六因子「成長欲求」の6月と11月の下位尺度得点を比較すると得点の上昇は5%水準で有意であり、ペアワークやグループワークを数多く取り入れた授業実践を通じ、友達を尊重する態度や、自分の可能性を広げたいという欲求の醸成に一定の効果があったと考えられる。

次に、第一因子「向上心と学習の楽しさ」については実践前後で下位尺度得点が下降傾向であったので、他の因子の相対的な関係をより明確にすることを目的として、第一因子を従属変数、その他の因子を独立変数とする重回帰分析^(注6)を行った(図8)。独立変数間の相関係数は中程度以下であり、多重共線性の問題はないと考えられる。なお、変数は強制投入とした。



図8 第一因子「向上心と学習の楽しさ」へのパス (**p<.001 **p<.01)

第二因子と第五因子は、第一因子に対して正の影響を与えており、「挑戦行動と挑戦する機会への支援」と「友達を尊重し意識高く学ぶ姿勢」は「向上心と学習の楽しさ」の促進要因となっていると言える。今回の実践において、「向上心と学習の楽しさ」が促進されなかったのは、自ら勉強に取り組むことを支援するような取組が十分でないことや、協働的に化学を学ぶことの有用性等を実感できるような取組に至っていないことが影響をしていることが分かった。今後は、授業時間に留まらず、家庭での自発的な学びを促すワークシートの導入等を進めるとともに、学習する単元に適した協働的な学びの方法と課題を精選し、生徒の化学に対する興味・関心を更に高められる授業の展開が必要であると考えた。

ウ 主体的・協働的に学ぶ生徒を育てるための授業の在り方の提案

本研究では、「アクティブラーニングの充実を図ることで、学習における生徒の主体性が向上する。」という仮説を立て、ALの充実を図った授業案を作成し授業実践を行った。6月と11月のアンケート調査結果の比較からは、39の質問項目の内、協働的な学びについての項目や安心して学ぶことができる環境についての項目以外の項目に対して、有意に平均値が上昇するものはなかった。しかしながら、質問項目の因子分析により決定した下位尺度の得点比較では「友達を尊重し意識高く学ぶ態度」や「成長欲求」等、得点の上昇に有意さが見られた。以上から、知的好奇心や向上心への刺激等に対し課題はあるものの、今回の授業実践は、生徒の主体的な学びの向上に一定の効果があったと考えたい。

本研究を通じて明らかになった、主体的・協働的に学ぶ生徒を育てるためのALの充実した授業となるために有効と思われる視点を以下に示す。

(7) 「予想・仮説を立てる」場面

実践事例①～③、④、⑯のように、授業において「予想・仮説を立てる」場面においては、演示実験や理科ねっとわーくの映像を活用することで反応がイメージしやすくなり、予想・仮説を立てる課題の内容把握がスムーズであった。また、自分の考えを表現することが苦手な生徒も話し合いに容易に参加することができるよう付箋^{せん}を使う等の工夫も、生徒の主体的な学びを促すこ

とに非常に有効な手段となり、後の実験に向けての見通しをもつことができたようであった。実験で実際に予想を確認したり、新しい事実を発見したりすることで、問題解決を念頭に置いた深い学びにつながると考えられる。

(イ) 「観察・実験の結果を整理し考察する」場面

実践事例⑤、⑥、⑫、⑭のように、生徒実験後に「観察・実験の結果を整理し考察する」場面においては、理科ねっとわーぐの映像や書画カメラ等、ICTを活用した授業を展開したことでの活動の指示の時間が短縮され、生徒がグループで活動する時間を確保することができた。グループで実験の考察に取り組みやすいように、穴埋め式のワークシートや、図7のような学習カードを使う等の工夫は、生徒の主体的な学びにつながる非常に有効な手段であった。このような工夫により、学問的に高度な内容であっても、科学的な思考を促し、科学的に探究する態度を養うことができると考えられる。

(ウ) 「科学的な概念を使用して考えたり説明したりする」場面

実践事例①～③、⑦、⑨～⑩、⑬のように、授業において「科学的な概念を使用して考えたり説明したりする」ことを通じて知識の習得や活用を図る場面においては、理科の学習において重要な活動である「観察・実験」をできる限り取り入れることが必要であることは言うまでもないが、ワークシート等を用いたペアワークやグループワークや、ジグソー法を取り入れることは、授業内容の理解を高めることに有効であった。特に、ジグソー法は、知識の習得だけでなく、習得した知識を活用する力を養うことに効果的であった。ただし、ペアワークやグループワーク等に苦手感のある生徒にも取り組みやすい環境を整えること、生徒が「理解したい」「学びたい」と思えるような課題を適切に設定することが肝要である。生徒が科学的な知識の理解だけに満足することができないように、ペアワークやグループワークにおいても、学習内容と日常生活や社会で利用されている具体的な事例を関連させた課題とする等して、生徒の化学に対する興味・関心を高める取組が必要である。

また、実践事例⑧のような調べることで考えを深めていく「探究活動」の授業においては、限られた時間で深い学びにつながる探究活動を行うために教員の綿密な事前の計画が必要であった。探究活動を行う前に、自宅での調べ学習を促すワークシートを配布すること、授業にあたっては、時間を細分化してPP作成に向けてどのような作業を行えばよいかの指示を明確に出し、生徒が限られた時間内で何ができるかということを意識しながら活動させることで、生徒達の積極的な取組が見られた。また、発表においても教員は、教科書に掲載されている事項について、不十分である発表と判断したときだけ発問し、生徒達の自主性を尊重したことで、決められた課題の中ではあるが、生徒達が安心してのびのびと探究活動に取り組むことができただけでなく、日常生活に関わりの深い内容をテーマに設定したことで生徒の化学に対する興味・関心が高まる等の効果が見られた。

5 おわりに

本研究では、高等学校理科（化学基礎・化学）において、主体的・協働的に学ぶ生徒を育てるためのALの充実した授業の提案を目指して、理型10回、文型4回のALの視点を取り入れた授業実践を、ブラッシュアップしながら行った。「授業中に頭を使いすぎて疲れた」等、いつにも増して受身ではなく主体的な学びが必要とされた授業に対し、困難を感じた生徒がいたことも事実ではあるが、リフレクションカードやアンケート調査結果から、今回の授業実践は主体的・

協働的に学ぶ生徒を育てる一助となつたと考えられる。それだけでなく、授業実践の成果や課題からも、A Lの充実した授業となるために有効と思われる視点を得ることができた。

研究を通して、A Lは決して新しい概念ではないことを改めて認識した。「A Lの授業」とは、全く新しい方法等を取り入れる授業ではなく、「この授業を通じて生徒にどんな力を付けさせたいか」ということを明確にして、単元に適した教授・学習法を考えるものであり、私たち教員が日々の授業改善の中で、更なる質的向上を意識してつくる授業である。

今後も、今まで以上に時代の流れを感じながら指導方法を見直し、前述のような有効と思われる視点を活かして、目の前の生徒が主体的・協働的に学ぶことができる仕掛けを取り入れる工夫をすることで、知識の伝達のみを行う暗記・再生型の一斉授業だけではない、一層A Lの充実した授業をつくっていきたい。

- (注1) S Q S (Shared Questionnaire System) は、千葉商科大学久保裕也准教授により開発されたオープンソースで無料の共有アンケート実施支援システムである。マークシート式の回答用紙を自動生成でき、スキャナで読み取った内容を読み取り集計できる。
- (注2) ピアソンの積率相関係数は、二つの変数間に直線的な関係が予想される場合に関係の強さを示す指標であり -1 から $+1$ を取る。 $+1$ に近いときは二つの変数間には正の、 -1 に近ければ負の相関があるという。 0 に近いとき、変数は無相関であると考える。
- (注3) ジグソー法は、1970年代にアメリカの社会心理学者アロンソンが開発した、協働作業を中心とする学習メソッドのことである。知識構成型ジグソー法とは、ジグソー法の仕組みを活用し、「知識構成」「理解深化」に特化させ、学習者中心の学習法の一つである「協調学習」が起きやすい環境を教室につくる手法の一つである。C o R E Fにより2011年に開発された。教員が答えを出したい課題を設定して、答えを出すために必要な部品（エキスパート課題）を3～4種類用意し、生徒が分担して内容を理解する「エキスパート活動」を行う。続いて、異なるエキスパート課題を担当した生徒が一人ずつ集まって各自が学んだ内容を説明し学び合い、集まったチームで課題に答えを出す「ジグソー活動」を行う。最後に答えを発表し、発表を聞いて自分なりの答えをまとめる「クロストーク」を行う。
- (注4) 因子分析は、各質問項目を少数の説明要因にまとめ、また回答における潜在的な要因を探る分析である。方法には「主因子法」「最尤法」等があり、因子のまとまりを見つけるために「バリマックス」や「プロマックス」回転を行い、各質問項目と因子のまとまりとの相関を表す「因子負荷量」を得る。因子に関連付けられた固有値が降順で表示される「スクリー・プロット」を使用すると、視覚的に因子数を評価できる。また、因子に含まれる個々の質問項目が内的整合性（目的とする特性を測定する質問項目群）を持つかどうかを判定するために「クロンバッックの α 係数」が用いられる。 α 係数は 0 から $+1$ の間の値をとるが、一般的に $.7$ 以上であれば内定一貫性が高いと表現される。
- (注5) 多重代入法とは、「リストワイス法」「回帰法」等、欠損値を代入する様々な方法から得た平均値、標準偏差、共分散、および相関の推定より、欠損値を代入する方法。
- (注6) 重回帰分析は、複数の独立変数（原因 $X_1, X_2 \dots X_i$ ）と従属変数（結果 Y ）との関係や及ぼす影響を $Y = \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \dots + \beta_iX_i + \beta_0$ （ β は標準偏回帰係数）の式に表して分析する方法。変数間に強い相関（多重共線性）があると正しく計算されない。

参考・引用文献

- (1) 文部科学省（2011）中央教育審議会答申「今後の学校におけるキャリア教育・職業教育の在り方について」http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1315467.htm
- (2) 田村学（2015）『授業を磨く』東洋館出版社 p. 93、pp. 98-99
- (3) 文部科学省（2014）中央教育審議会諮問「初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について」http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1353440.htm
- (4) 文部科学省教育課程部会 教育課程企画特別部会（第7期）（2015）「教育課程企画特別部会における論点整理について（報告）」http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/index.htm
- (5) 文部科学省（平成20年）『高等学校学習指導要領解説理科編』実教出版株式会社
- (6) 奈良県立教育研究所「プロジェクト研究1 協働型・双方向型の授業づくり－言語活動の充実、ＩＣＴの活用－」『平成26年度 指定研究員研究報告』
- (7) 櫻井茂男（2009）『自ら学ぶ意欲の心理学 キャリア発達の視点を加えて』有斐閣
- (8) 栃木県総合教育センター（2010）『学ぶ意欲をはぐくむ～「学習に関するアンケート」を活用して～』http://www.tochigi-edu.ed.jp/center/cyosa/.../manabuiyoku_h22/
- (9) 松下佳代（2015）『ディープ・アクティブラーニング』勁草書房 pp. 1-2、p. 75
- (10) 構上慎一（2014）『アクティブラーニングと教授学習パラダイムの転換』東信堂
- (11) 文部科学省（2012）中央教育審議会答申「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～」http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1325047.htm
- (12) 鈴木寛（2015）『2030年に向けた教育の在り方に関する第1回日本・OECD政策対話（報告）』http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afield_file/2015/04/21/1355915_05_1.pdf
- (13) 小林昭文（2015）『アクティブラーニング入門』産業能率大学出版部
- (14) 小林昭文・鈴木達哉・鈴木映司（2015）『アクティブラーニング実践』産業能率大学出版部
- (15) 河合塾・編 小林昭文・成田秀夫著（2015）『今日から始めるアクティブラーニング』学事出版
- (16) 国立教育政策研究所（2012）「評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料（高等学校 理科）」http://www.nier.go.jp/kaihatsu/hyouka/kou/05_kou_rika.pdf