

ヘンリーの法則と日常をつなぐ

－「教科の本質を学び、生徒の将来につながる」授業をめざして－

みなみ かつひと
南 勝仁

抄録：生徒たちが今後の激動の社会を豊かに生き抜くための資質・能力（コンピテンシー）の育成支援のために、化学教育において「社会が求める実力にもつながる生きて働く学力の形成」という視点（いいかえるなら、教科の本質に触れながら自身の将来や生活、社会という文脈でも学ぶこと）に重点をおいて行った授業実践の報告である。

キーワード：化学教育、高校理科、コンピテンシー、実験教材、探究学習

1. はじめに

今の子どもたちやこれから誕生する子どもたちが成人して社会で活躍するころには、社会では急速な変化や予測困難な変化が生じ、一人一人が持続可能な社会の担い手として、その多様性を原動力とし、質的な豊かさを伴った個人と社会の成長につながる新たな価値を生み出していくことが期待されている（文部科学省 2018）¹⁾。という趣旨が、高等学校学習指導要領（平成 30 年度告示）の冒頭に記載されている。生徒たちがこれからの時代を豊かに生き抜くために、各学校において育てたい生徒像とはどのようなものか。そのために生徒のどのような資質・能力（コンピテンシー）の育成の支援に重点をおくのか。そして教科教育も含めた学校がかかわるすべての教育活動において、それぞれがどのような位置づけとして貢献できるのか。また、学外の地域や機関とどのように接続するのか。これらを明確にし、カリキュラムマネジメントをしていく必要があると考えている。

教科教育においては、「社会が求める実力（というコンピテンシー）にもつながる生きて働く学力の形成」という視点も重要であり、単元理解や大学入試などでの得点向上のためだけの学習に陥らないことが求められているのではないだろうか。例えば、バスケットボールでドリブルやシュートの練習（ドリル）が上手いからといって、試合（ゲーム）で活躍できるとは限らない。このゲームの経験が重要で、学校におけるゲームとは、「学校外や将来の生活で遭遇する本物の、あるいは本物のエッセンスを保持した活動」にあたる（石井 2024）²⁾。化学では、研究者の方からも学んだり、研究者に向けて発表したり、協働するなど、自身の将来や生活、社会という文脈を通して学ぶ活動などが考えられる。また、教科横断や科学史などの研究者の追体験をすることも

効果的だと考えている（南 2022）³⁾。また、カリキュラムオーバーロードといった課題もあり、すべてを事細かに学ぶのではなく、いかに本質的で応用ができる学びを実現するのかという観点も重要であると考えている。

今回の実践報告は、教科の本質的な学びと、それを生活という文脈で探究し、「社会が求める実力にもつながる生きて働く学力の形成」をめざしたものである。

2. 教材の選定理由と授業の構成

今回の報告は、高校 2 年生の化学における「気体の溶解度」という単元での授業実践である。例年、法則を用いた基本の計算に対する本校の生徒の正答率は約 70 % と高いのに対し、昨年度、同単元のテストにおいて、その原理を活用した思考問題（炭酸飲料の炭酸を抜けにくくするための正しい保存方法：正誤問題など）の正答率は 40.6 % と低い結果が得られた。このことから、学習した内容を「社会や生活」といった文脈に変えたときに活かされにくい、言い換えるなら「学習の転移」が十分に生じていないことに課題を感じ、改善を試みた。

授業の構成および評価方法を検討するために、「生徒へのねがい（長期的な目標）」、「学力の三層構造」、「教師と生徒が競る（ナナメの関係）の要素」という観点（石井 2022）⁴⁾を参考にし、独自に整理をした。「生徒へのねがい」とは、単元などのねらいの先にみえる生徒たちの人間的成長のことである。その観点からプロセスを重視して教科の本質を捉え直すことを試みた（表 1）。次に「学力の三層構造」とは、知識の獲得と定着（知っている・できる）、知識の意味理解と洗練（わかる）、知識の有意義な使用と創造（使える）という学力の質の違いに対応した知識の類型である。この整理を行うことで、単元を中心となる概念と、それによって構造化される

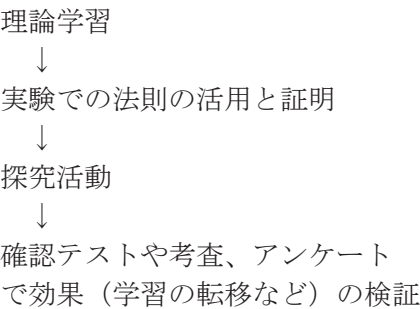
要素的な知識・技能とを区別し、より少ない内容でより深くより多くを学ぶ授業の構築を行った。また、

表 1 授業構成のための観点の整理

生徒へのねがい（長期的な目標）	
・科学における原理や法則といった「結果」だけでなく、その結果に至るための科学的（探究的）な「プロセス」にも、エビデンスベースの論理的な思考など、今後に生きる本質的な学びがあることを実感し、思考や行動に活かしてほしい。 ・日常においても、ときに科学のレンズを通して味わえる人になってほしい。	
学力の三層構造 ⁴ の観点	
「溶液の性質」での （中単元）	「気体の溶解度」での （小単元：本授業）
知識の有意意味な使用と創造 「使える」 ・凍結防止剤や温泉の温熱効果、炭酸飲料水など、「日常の現象」に学習したことを戻し、科学的な思考や表現ができる。 ・炭酸飲料の炭酸を抜けないようにする方法を探究的に検証することができる。 ・炭酸飲料も含めた日常での現象に知識を活用することができる。	
知識の意味理解と洗練 「わかる」 ・溶けるとは粒子的にどういう状態なのかなど、原理や原則を粒子的な観点で説明できる。 ・様々な条件での実験による気体の体積変化において、その理由をヘンリーの法則を用いて説明ができる。 ・実験において、法則に合わせたデータ処理や事実ベースの考察ができる。 ・実験的なアプローチを通して、溶液の性質に関わる法則を見いだすことや法則の活用ができる。 ・目的に応じたデータ処理や事実ベースの考察ができる。	
知識の獲得と定着 「知っている・できる」 ・溶液の性質に関わる原理や原則を用いた基本的な計算や、穴埋め形式などでの各種用語の解答など、基礎的な理解ができている。 ・法則を利用し、気体の圧力変化と水の体積変化に対応した気体の溶解量を算出できる。 ・実験という文脈でも分圧が算出できる。	

日常や社会という文脈で生かせる学びを実現するという目的もある。本授業では表 1 のように整理した。ここで、3つの要素は別々ではなく下の段階を包括していることにも留意をした。

「教師と生徒が競る（ナナメの関係）の要素」とは、簡単にいえば、教師中心か生徒中心かという二項対立的な関係ではなく、教材（対象世界）の三角形で捉え、生徒と教師が横並びで学ぶような学習状況のことである。このような共同注視の三角形を本授業では探究活動において意識的に取り入れた。これらから、授業の構成を次のようにした。



既存の理論学習に加え、本質的な学びが得られるような実験とそれを活用した探究活動を取り入れた。理論学習に置いてもICTを活用し、動きのあるモデルを用いて理論の理解がしやすいように改善した。実験は二酸化炭素の水への溶解を題材とした。考察では、法則を仮説と捉え、実験途中で発問をしながら、得られた結果について法則を用いての説明を考えさせた。別の観点にはなるが、得られたデータから法則を証明するアプローチも取り入れ、データ処理の方法も考えさせた。本来は、3回の授業（各50分）で行う予定であったが、本校の教育研究会でできるだけ複数の流れを見ていただくために、今年度は2回の授業に圧縮して実施した。そのため、基礎理解の時間や探究活動の振り返りがかなり短くなっている。2回での授業の概略は表2のとおりである。

表 2 授業の概略

	生徒の活動
第一時	
導入	炭酸飲料等の身近な例の提示
展開 1 理論学習	基本の教授 (ICT を活用したモデルの提示)
展開 2 基礎理解	基礎問題の演習
展開 3 事前調査	事前アンケートの実施 (Google Form)

展開 4 実験	法則を「利用」した結果の考察
展開 5 考察	法則を「証明」するための考察
第二時	
展開 6 まとめ	考察の確認と解説
展開 7 探究	炭酸飲料水の炭酸を抜けにくくする方法の仮説を班で立て、実験で用いた器具と法則を用いて検証し、論証する。
まとめ	結果の共有とレポート提出

この後、約 1 週間後の確認テストと約 3 週間後の定期考査、および事後アンケートで成果についての評価を行った。

また、探究活動を除く本授業を、タイの姉妹校（Princess Chulabhorn Science High School Pathum Thani）でも、タイの高校生約 24 名に向けて英語でも実施した。

3. 各授業展開の詳細

(1) 基礎の教授における ICT の活用

気体の溶解度と圧力の関係（ヘンリーの法則）について、粒子モデルでの理解を促すために、図 1 のような教科書でも示される一般的なモデルを用いた。これらを、Power Point（Microsoft Corporation）の画面切り替えの変形機能を用いて動きを加えた。同様に、気体の溶解度と水の体積との関係についても動きのある粒子モデルを用いて、その関係性を示した。次に、気体の圧力と水の体積の両方が変化した場合について発問し、モデルを用いて答えを共有した。その上で、3 つの例題を話し合わせながら解かせた。分圧に関わる問題の解説も行った。

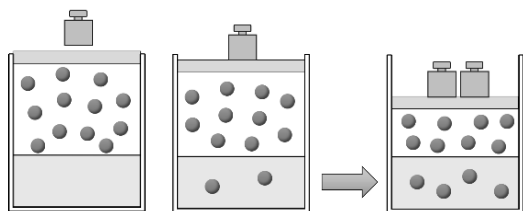


図 1 スライドに用いた図の例

(2) 実験教材と授業展開

i) 実験準備

器具：ガラス製注射器（50mL用：辻製作所）、プラスチック製注射器（50mL用：TERUMO）、コック（YFFSFDC）、シリコンチューブ（φ 3mm）

試薬：水道水、二酸化炭素（Kenis）

ii) 実験における生徒の目標

- ①「ヘンリーの法則（≒仮説）」を活用して実験結果の理由を考察できるようになる。
- ②「ヘンリーの法則（≒仮説）」を証明するためのデータ処理や考察ができるようになる。

iii) 各実験と発問

実験Ⅰでは、図 2 のように二酸化炭素 20.0mL と水 20.0mL を混合し、その体積変化を観察する。

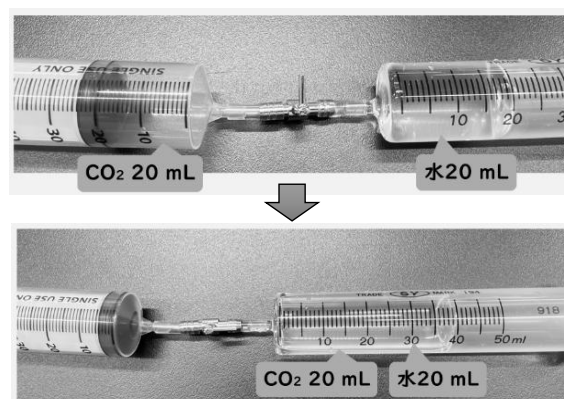


図 2 実験Ⅰの操作

結果として、水の体積は変化しないが、気体の体積は約 8.0mL まで減少する。ここで、「体積が 40mL（＝水＋CO₂）にならないのはなぜか？」という発問をした。多くの生徒は二酸化炭素が水に溶解したことを解答するが、その根拠を考える際に、水の体積が気体の溶解によって変化しないことを事実としても認知をさせた。

実験Ⅱでは、実験Ⅰの気体部分（二酸化炭素）を捨て、空気を 10.0mL 加えて混合する。混合前に結果を予測させる。結果として、気体部分の体積は増加し、約 17.0mL となる。ここで、「体積が 30mL（＝水＋Air）にならないのはなぜか？」という発問をした。多くの生徒が体積の増加が二酸化炭素によるものであることは考えられるが、なぜ溶解していた二酸化炭素が再び気体となったのかについて、その理由を説明できる生徒は少ない。話し合わせながら、その理由について一緒に考えた。基礎理解で解いた分圧に関わる例題や、粒子の運動エネルギーの分布などにも触れ、他の気体の圧力と無関係に分圧で考えるという視点の認知を促した。

実験Ⅲでは、気体は捨てずにさらに空気を 10.0 mL 加えて混合し、その体積を観察する。分圧（ヘンリーの法則）についての認知をより強化するため

に、ここでは実験操作をする前に、これまでの実験と発問から根拠をもって結果を予測させた。ここでの2つの発問については、実験プリントにも問いと解答欄があり、生徒はそこに自身の言葉で整理した考えを書き残した。

iv) 実験結果のデータ処理と考察

実験Ⅰ～Ⅲの結果を、注射器のモデル図（図3）を用いて整理をさせた。

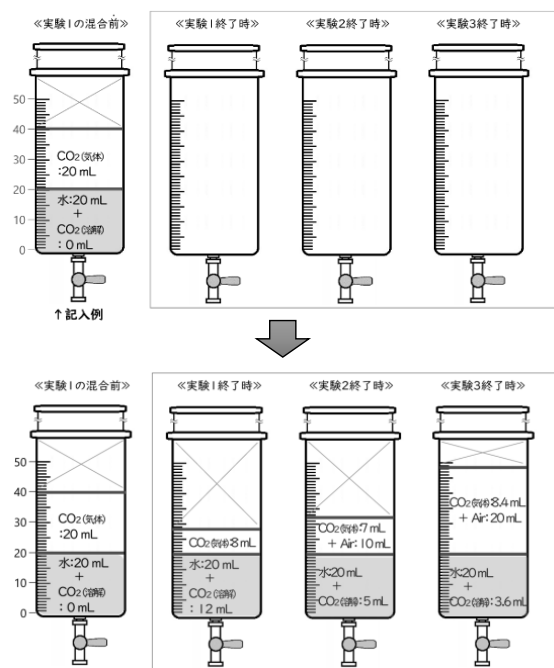


図3 実験結果の整理1

この整理はすべての実験が終わった後ではなく、各実験の発問後に、話し合いながら記入させ、解説をおこなった。この整理によって、溶解および気体として存在している二酸化炭素の量的な変化が可視化でき、実験結果の理解を促すことに加え、次の分圧でのデータ処理への補助になることも期待している。

次に、この実験結果からヘンリーの法則が量的にも成り立っていることを証明するために表（図4）で整理をした。ただし、次の条件のもと考えることとした。

- ① 大気圧は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ とする。
- ② 「水に溶けている CO_2 の体積（B欄）」は、溶解前の体積（大気圧下で気体にしたときの体積）に換算して示せ。
- ③ 空気中に含まれる CO_2 の影響（濃度）は小さいため、今回は考慮せず計算せよ。
- ④ 空気の水への溶解量は非常に小さいため、空気

の水への溶解量は無視できるものとする。

	A: 気液全体の体積変化 [mL]	B: 水に溶けている CO_2 の体積 [mL]	C: 気体の CO_2 の圧力 [$\times 10^5 \text{ Pa}$]	D:
実験Ⅰ	→			
実験Ⅱ	→			
実験Ⅲ	→			

図4 実験結果の整理2

図4のA～C欄を教師とも話し合いながら記入させた。これらのデータから、ヘンリーの法則が量的関係においても成り立つことを証明するためにD欄ではどのような処理をすべきかを考えさせ、選択肢の中から数式を選ばせ、データ処理をさせた。スケール的にも誤差が生じるため、きれいな結果は得られにくいですが、B/Cという処理をすることで、図5のように比例定数が算出できる。

	A: 気液全体の体積変化 [mL]	B: 水に溶けている CO_2 の体積 [mL]	C: 気体の CO_2 の圧力 [$\times 10^5 \text{ Pa}$]	B/C
実験その1	40.0 → 28.0 減少	12.0	1.0	12.0
実験その2	30.0 → 37.0 増加	5.0	$1.0 \times 7.0 / 17.0$ (≈ 0.41)	12.1
実験その3	47.0 → 48.4 増加	3.6	$1.0 \times 8.4 / 28.4$ (≈ 0.30)	12.2

図5 実験結果の整理2の結果例

海外の教材では、ヘンリーの法則について、気体の溶解量を比例定数と圧力の関数として表現しているものもあり⁵⁾、実験結果から比例定数を考えることは、本質的な学びの1つにもなると考えている。

最後の考察として、根拠に基づいた考察力（思考力・表現力）を養うために、今回の実験結果のみから結論づけられる「二酸化炭素の水への溶解の法則性」について文章で表現させた。学習したことに捕らわれすぎず、実験結果（事実）から根拠をもって考えることは生徒の将来にわたって必要となる資質・能力の一つであると考えている。

(3) 探究学習の授業展開

学んだことを日常生活という文脈でも活用することで、学習の転移を試みた。ここでは(2)の実験道具を用い「炭酸水の炭酸（二酸化炭素）が抜けにくい条件」について、実験結果とともに根拠をもって示すことに挑戦させた。その結果を1枚のシートに班単位でまとめさせた。項目は「仮説」「検証方法および結果」「考察」「結論」である。あまり時間がとれなかったため、十分に議論しながら進めることや結果の共有ができなかったが、温度変化を試したり、気体との接触面積や体積を変えてみたり、気体

部分を二酸化炭素に変えてみたり、二酸化炭素を溶かしたのち気体をすべて抜いて振とうするなど、日常的な文脈に置き換えて思考をしたことが記録から見られた。

4. 効果の検証

今回、基礎理解に対しては、ICTの活用や簡易実験での科学的なアプローチによる本質的な学びで支援をした。「生活や社会」という文脈に活かす能力の育成支援においては、前述の簡易実験に加えて探究的な学びを用いた。これらの活動ののち、学びを再度教科に返すことと効果の検証のために、事後アンケート（授業直後）や確認テスト（約 1 週間後と約 3 か月後）、考査（約 1 か月後）を用いた。

また、対象は高校 2 年生であり、本校は授業の選択が高校 3 年生までなく、高校 2 年生までは全員がほぼ同じ授業を受ける。そのため、今回授業をした 2 年生は理系の化学選択者ではなく、学年の全生徒である。

(1) 基礎理解についての結果

約 1 週間後の確認テスト（受験者 145 名）においては、「基本の計算問題」の正答率は 84.1%、「分圧を用いた基本の計算問題」の正答率は 67.6%であった。約 3 か月後の確認テスト（受験者 139 名）においては、「基本の計算問題」の正答率は 73.4%、「分圧を用いた基本の計算問題」の正答率は 71.9%であった。昨年度の 3 年生の化学選択者の学習から約 2 か月後の確認テストの結果（受験者 73 名）ではあるが、それぞれ正答率が 75.3%、56.2%であった。

(2) 「生活や社会」という文脈に活かす能力の育成支援についての結果

約 1 か月後の考査（受験者 145 名）において、「生活や社会」と関連させた炭酸飲料の炭酸を抜けにくくする方法に関する問いで、正答率が 60.1%であった。昨年度の 2 年生の学習から約 1 か月後の考査の結果（受験者 143 名）では、同じ問題の正答率が 40.6%であった。

また、今年度の同考査において、初見となる文脈に活用する 2 つの問い（血液と各種気体の溶解に関する問い）の正答率は、65.4%、66.0%と炭酸飲料への活用問題と同程度の正答率であった。

(3) 事後アンケートの結果

生徒の事後の感想から、日常生活に対して科学というレンズでみることに面白さを感じた生徒や、全圧ではなく分圧に関わるということが実験を通し

て実感できたという意見、自身の感覚と結果が合っているところと合わなかった内容を書き分析している生徒もいた。また、水が二酸化炭素を予想以上に溶かしたことからか、地球温暖化にも活用できないかという問題提起をしている生徒もいた。一方で、否定的な意見はみられなかった。

(4) 各結果からの効果分析

正答率について、学びからテストまでの期間や対象が昨年度とは少し異なるものもあるため、正答率の変化を成果といいきれないが、以下のように一定成果があったと考えた。

i) 基礎理解についての評価

基本計算の正答率は約 70%と例年通りの結果であったが、分圧に関わる問題の正答率は、昨年度の 56.2%から今年度は 71.9%と 15.7%上昇した。

分圧への認知と計算での正答率の向上の要因として、生徒の振り返りから、ICT活用の工夫や簡易実験だけでなく、探究活動の効果もあったのではないかと考えた。

また、タイの姉妹校の高校生に向けた授業における数値的な効果の調査はできていないが、ICT活用の工夫による基礎理解の効果や実験による分圧の影響の実感の効果は、日本と同様にあったように感じた。

ii) 「生活や社会」という文脈に活かす能力の育成支援についての評価

「生活や社会」と関連させた炭酸飲料の炭酸を抜けにくくする方法に関する問いの正答率が、昨年度の 40.6%から今年度は 60.1%と 20.5%上昇した。

単に、探究活動で問題と同じ状況を一部の生徒が一度経験したことが影響しているとも考えられるが、考査において、初見となる文脈に活用する 2 つの問い（血液と各種気体の溶解に関する問い）の正答率が、65.4%、66.0%と炭酸飲料への活用問題と同程度の正答率であった。ただ、問いの難易度や質の違いもありうるが、簡易実験をふまえて探究活動を経た効果は一定あるものと考えた。

5. 課題と今後の展望

(1) 課題

評価方法の再検討が必要である。今回、考査などのテストでの比較において、期間や対象の違いがあったため、そこは今後調整して改善が可能である。一方で、「生活や社会」という文脈に活かす能力の育成支援についての評価においては、炭酸飲料

と血液など、問いの質が異なると比較が難しいため、同質の問いどうしでの比較をすべきである。より適切な題材をいくつか検討し、異年度間での比較を試みる必要がある。

今回、研究会のために 3 時間分を 2 時間に圧縮した授業構成になり、基礎理解の時間が本来より短くなってしまったことや、探究活動を取り入れたが、発表や共有が時間的にできなかったことなどもあった。

また、一部の応用問題に対する正答率があまり変化していないため、実験や探究後に問題演習の時間を入れるなど教科に戻す際の方法の充実をする必要があると感じた。

前述の課題ともつながるが、このような取り組みは、必然追加での時間を必要とするため、前述の応用問題の演習時間などを削減する必要がある。そのため、授業構成を応用可能な概念理解に絞ってどのように再構築するのかが大きな課題である。

また、資質・能力（コンピテンシー）の成長については、1 つの授業だけでなくそれ以外の学内外での日常生活も含めた様々な要因が関係し、測定の困難さがある。

(2) 今後の展望

最初にも述べたが、生徒たちが今後の人生をより豊かに生き抜くために、今回の実践のような社会が求める実力（コンピテンシー）にもつながる生きて働く学力形成について、教科教育での本質に触れる学びを重視しつつ、学びを「生活や社会」とつなげることに取り組んでいる。これは、数時間の授業で支援できるものではなく、カリキュラム全体で支援していくものであると考えるため、引き続き様々な単元や教科を横断する題材でこの取り組みを続け、部分的にでも体系化をしていきたいと考えている。

また、タイの姉妹校での実践における数値的な比較はできていないが、海外の同年代の生徒との比較や協働における効果なども検証する価値を感じたため、別の単元も含めて新たに実践してみたいと考えている。

(3) その他の今年度の関連する実践例

今回の実践例の目的と同じもので、今年度新たに実践した授業例を、簡単ではあるが 2 つ以下に挙げる。

① 修学旅行と化学

修学旅行（本校での行事名は研修旅行）の行先が、今年度から北海道の道東となった。北海道は有数の火山地帯であり、温泉が多く存在する。実際に

生徒たちが宿泊する 2 つの宿舎の浴場は温泉であり、自由活動でも温泉に行く生徒がいることがわかっていった。いずれも泉質が異なっており、温泉には温泉分析書が必ず掲示されている。この温泉分析書には、モル濃度（正確にはミリバルという単位）が記載されており、日常でモル濃度と触れられる数少ない貴重なものである。また、泉質についても化学物質が関係している。温泉を化学というレンズで見たときに、生徒のどのような価値観を刺激できるのかに興味を持ち、修学旅行の事前学習となる授業を考え実践した。

授業内容としては、温泉や泉質の定義を学んだうえで、温泉分析書の見方を学ぶ。その後、各班で美肌の湯とは何かの確認と、有馬温泉（金泉）の温泉分析書から、4 種類の試薬を水に溶かし、簡易的にビーカー内で有馬温泉を再現させた。ここで生徒が驚くのが、金泉は黄土色のような濁った温泉なのに、再現したものは無色透明の液体という違いである。その理由は、温泉分析書の成分が源泉の成分であるためである。金泉は源泉では無色透明で、酸化が起きることによって鉄の価数や化学式が変化し、黄土色に変化する。そのため、過酸化水素や水酸化ナトリウム水溶液を用いて簡易的に酸化や化学変化をさせることで、ビーカー内の溶液も黄土色に変化する。また、温泉と様々な化学の単元とを関係させた問題も作成し配付した。

このように、温泉の色や泉質など、温泉には多くの化学で学ぶ要素が関わっていることを体験とともに認知させた。ただ、温泉を化学することで楽しめるかどうかは各生徒の価値観の問題であり、強制することではないとも考えたため、そのように生徒に伝えた上で、授業後にアンケートを実施した。その中の問いの 1 つに、温泉を楽しむのに化学は必要かどうかを 4 択で答えさせた。その結果（回答者数 56 名）が以下である。

- ・もっと深く「化学（科学）」で考えて温泉を楽しみたい。・・・14.3%
- ・適度に「化学（科学）」的な知識があるとより温泉を楽しめそうなので、自身でも調べてみたい。・・・55.4%
- ・適度に「化学（科学）」的な知識があるとより温泉を楽しめそうだが、自身で調べたりはしなさそう。・・・30.4%
- ・温泉に「化学（科学）」は不要である。
（知識でなく五感で楽しみたい）
・・・0%

修学旅行後にもアンケートを実施した。先ほどと同じ質問に対しての結果（回答者数 102 名）が以下である。

- ・もっと深く「化学（科学）」で考えて温泉を楽しみたい。・・・18.6%
- ・適度に「化学（科学）」的な知識があるとより温泉を楽しめそうなので、自身でも調べてみたい。・・・50.0%
- ・適度に「化学（科学）」的な知識があるとより温泉を楽しめそうだが、自身で調べたりはしなさそう。・・・27.5%
- ・温泉に「化学（科学）」は不要である。
（知識でなく五感で楽しみたい）
・・・3.9%

回答者数が異なるため、安易には比較できないが、事前、事後共に意外にも化学が温泉を楽しむ要素になると考えている生徒が多い結果となった。また、実際に研修旅行や個人旅行で、脱衣所等にあった「温泉分析書」などから成分や泉質の種類をみたかというアンケートの結果（回答者数 102 名）が以下である。

- ・事前に泉質などを調べ、実際に現地（どちらかのホテル）で「温泉分析書」を見た。
・・・6.9%
- ・事前には調べなかったが、実際に現地（どちらかのホテル）で「温泉分析書」を見た。
・・・64.7%
- ・事前に泉質などを調べたが、現地では「温泉分析書」は見なかった。
・・・8.8%
- ・事前に調べてもいないし、現地で「温泉分析書」も見っていない。
・・・16.7%
- ・大浴場に行っていない。または、研修旅行に参加していない。
・・・2.0%
- ・その他自由回答（自由行動で見た）
・・・1.0%

50 名程度未回答があるものの、驚くことに回答者の約 70 %が、修学旅行中に温泉分析書を見たと回答した。未回答を含めると少なくとも 48 %の生徒が見たことになる。自由記述の回答では、温泉の成分と効能を体験も踏まえて書いている生徒や、現地で足湯の pH を調べて 2.0 という値に怯えながらも足を

つけたこと、成分を分析したくて許可を得て温泉を持ち帰ったことなど、化学を「温泉（日常生活）」という文脈でも学び、再び教科とつなげて振り返っている様子が見られた。化学の単元理解の向上につながったかは定かではないが、少なくとも生徒たちの価値観を刺激し、あらたな見方考え方を育む一助になったと考えている。また、今回は行事との横断であったが、地理や地学、日本史、文学、英語なども教科横断的にアプローチができると考えている。

② 雪の結晶と化学

今年度の本校の教科横断の取り組みとして、人工雪の結晶を作成した中谷宇吉郎を中心に関係する人物である寺田寅彦や夏目漱石の人生や作品、雪という自然現象を題材とした。英語、国語、物理などと連携し、研究者となる人に必要となる資質・能力を探るなど、教科の学びを日常生活や社会という文脈で考えた。

化学においては、雪の結晶と氷の結晶構造の分子モデルを比較し、氷を内部から融かすことで、その融解部分に図 6 のような雪の結晶に似た模様が見られる「チンダル像」という現象を各班で作成して顕微鏡で観察し、各端末で撮影した。



図 6 チンダル像

この実験には、中谷宇吉郎雪の科学館の前館長（現顧問）であられる神田健三さんにご来校いただき、生徒たちにご指導をいただいた。また、中谷宇吉郎についての講演もしていただき、研究者に必要な気質を生徒たちに考えさせた。

化学という観点では、氷の結晶構造と状態変化でしか雪とはつながらないが、科学としては大きく脱線した文脈にはならなかった。実際、この授業は化学ではなく、探究の基礎を学ぶ理数探究基礎（本校の開講科目名はプルーフⅠ）の授業で行った。

生徒たちのアンケートでは、研究者に必要な気質として、「知的好奇心をもち、感動できること」、「自分の関心に忠実であり頑固な人」、「創造する喜びや感動が原動力としてある、地道な努力を続けられ

る、着手の億劫を避ける（積極的、タイミングを逃さない）」などといった回答があり、生徒自身の将来ともつながる貴重な機会となった。

6. おわりに

教員になった約 10 年前から、生徒たちが今後の人生をより豊かに生き抜くための資質・能力の育成支援をすることも教員の大きな使命の 1 つであると考え、少しずつではあるが、教科として、時に行事も含めた教科横断として、これまで様々な実践に取り組んできた。あらためて考えるのは、学校全体で取り組むべきことだということである。最初にも述べたが、各学校において育てたい生徒像とはどのようなものか。そのために生徒のどのような資質・能力（コンピテンシー）の育成の支援に重点をおくのか。そして教科教育も含めた学校がかかわるすべての教育活動において、それぞれがどのような位置づけとして貢献できるのか。また、学外の地域や機関とどのように接続するのか。これらを明確にし、カリキュラムマネジメントをしていく必要があると考えている。特に、学外との連携が今後より一層重要になると考えている。生徒の学びが「社会や生活」というより本物の文脈で活用される機会を持つこと。それが、生徒が学校内外での学びと自身の将来や社会とをつなげ、学びの価値を自身で高めていき、進路実現や自身の人生の豊かさを広げていく一因になると考える。同様に、OECD が 2018 年に発表した学びの羅針盤（OECD ラーニングコンパス 2030）に示されているエージェンシー 6）という言葉でも示されているように、生徒たちがこれから本格的に向き合うことになる社会環境に対応するために、知識・技能を活用して絶対解のない問題への最適解（納得解）を探るだけでなく、より主体的に社会を自身で創造していく気質や実力が一層求められると考えている。そのためには、都道府県や市町村のレベルでも協力体制が必要なことが多くあるとも考える。

今後も学校を中心に学内外の様々な人や機関を巻き込んで、多くの生徒の将来を豊かにする取り組みができるように、引き続き挑戦を続けたいと考えている。今回の実践報告は、改善点も多くまだまだ拙いものではあるが、その背景も含め少しでも誰かの一助になれば幸いである。

謝辞

今回の実践にあたり、多くのご助言をいただいた愛知県立大学教育福祉学部教育発達学科の准教授であられます大貫守先生。チンダル像の実践では、授

業だけでなくそれまでの予備実験で多くのご助言も下さった中谷宇吉郎雪の科学館の前館長（現顧問）の神田健三様。タイの姉妹校である Princess Chulabhorn Science High School Pathum Thani の先生方には、現地での準備や授業を含め多くのサポートをいただきました。この場をお借りして、皆様に心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 文部科学省 (2018). 『高等学校学習指導要領（平成 30 年度告示）解説 理科編 理数編』, p1-2
- 2) 石井英真 (2024): 教育「変革」の時代の羅針盤「教育DX×個別最適な学び」の光と影（教育出版）, p111-122
- 3) 南勝仁 (2022): 化学教育における社会人基礎力等の育成に寄与する教材開発と実践—生徒の人生を豊かにするための理科教育実践—, 大阪教育大学附属天王寺中学校・大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎研究集録, 第 64 集
- 4) 石井英真 (2022): 高等学校 真正の学び、授業の深み（学事出版）, p11-23
- 5) Steven S. Zumdahl ほか (2023): Chemistry (Cengage Learning), p436
- 6) OECD のホームページの Learning Compass のコンセプトノートより

Relating Henry's Law to Life of Students.

— To realise lessons in which students learn the essence of the
subject and that are relevant to the students' future —

MINAMI Katsuhito

Abstract: I considered it important to support the development of competences that will enable students to live through the turbulent society of the future in abundance. This is a report on a class practice in chemistry education, focusing on the viewpoint of ‘the formation of academic competences that are linked to the competencies required by society’ (in other words, learning in the context of one's own future, life and society, while touching on the essence of the subject matter).

Key Words: Chemistry education, Highschool science, Competency, Experiment, Inquiry based learning.