

## 実践報告

生成 AI 活用を協同学習の文脈で捉えた  
看図アプローチ授業の開発

—高校化学「無機化合物」における図中人物との対話を通して—

徳田憲一郎<sup>1)</sup>・溝上広樹<sup>2)</sup>

TOKUDA Kenichiro MIZOKAMI Hiroki

キーワード：看図アプローチ・対話型生成 AI・高校化学・無機化合物

## 概要

本研究では、高校化学「無機化合物」の学習において、生成 AI で作成したビジュアルテキストを用いた看図アプローチと、図中の人物を模した対話型生成 AI とのインタビュー活動を組み合わせた授業実践を行い、その有効性について検討した。生徒は、看図アプローチを通して、場面の状況や人物の目的について推論した後、現代の化学用語を理解しない図中人物役のカスタム生成 AI (Gem) と班単位で対話を行った。この過程を通して、無機化合物の反応や科学史における意義について、主体的かつ協同的に学びを進める様子が観察された。生成 AI を利用した図中人物との対話という新たな手法は、看図アプローチにおけるビジュアルテキストの活用を拡張し、新しい授業展開を可能にするものである。さらに、生成 AI 活用を協同学習の文脈で捉える上でも重要な示唆を与えるものである。

## 1. 背景・目的

初等中等教育における生成 AI の利活用をめぐっては、文部科学省がガイドライン（以下、ガイドライン）を示し（文部科学省，2024），学校現場での積極的な利活用が推進されるようになってきた。写真や絵を主な授業教材とする看図アプローチ（鹿内，2015）の実践においても、高校理科の分野で教員による教材作成段階での利活用についての実践研究が報告されている（松尾・溝上，2025；溝上，2025；寺田・溝上，2025）。その中では、ChatGPT が生成した問いや、Gemini が生成した画像を看図アプローチの構成要素として利用し、いずれの場合にもその有効性が示されている。

一方で、生成 AI はウェブ上の大量のデータから学習した深層ニューラルネットワークによって、必ずしも正確とは限らないもっともらしい回答を即座に生成する特徴がある（CRDS，2025）。看図アプローチの教材作成においても、生成 AI の出力が意図した内容と一致しない場合があり、その活用には継続的な検討が必要であることが示されている（松尾・溝上，2025）。学習者が利用する際には、即座にそれらしい回答が得られることで、自ら問いを立てたり情報を批判的に吟味したりする機会が損なわれるリスクがある。ガイドラインでは、手軽に情報が得られるデジタル時代であるからこそ、個々の情報の意味を理解し、問題の本質を問うことが求められると示されてお

1) 長崎南山高等学校  
2) 崇城大学

り、生成 AI の活用が学習者の深い思考や問いを立てる機会を損なわないよう留意することが求められている (文部科学省, 2024)。

本研究では、看図アプローチによる個々の情報の意味の理解と、対話型生成 AI との組み合わせにより、問題の本質に迫る探究的な学びの設計と実践を試みる。この際、カスタム生成 AI である Gem を利用する (Google, 2024)。Gem は、Google 社の生成 AI である Gemini に 2024 年 8 月から搭載されている機能であり、「実験レポートを添削する先生」「アイデアを引き出すブレインストーミング相手」など、特定の目的に特化した生成 AI を簡単に設定できるサービスである。化学の「無機化合物」の分野の学習で利用可能な、歴史上の発見者を模したロールプレイ型および対話型の Gem を開発し、学習者が能動的に問いを投げかけ、既存知識を動員して仮説を検証できる環境を構築することを目指す。

## II. 生成 AI を利用したビジュアルテキスト

### II-1 材料

生成 AI は Gemini 2.5 Pro を 2026 年 4 月 16 日に利用した。個人用アカウントで Gemini アプリからアクセスした。

### II-2 ビジュアルテキスト生成過程

本稿で用いた画像 (図 1) は、生成 AI を活用し、9 世紀における初期化学の探究の情景を視覚的に再構築したものである。また、看図アプローチのビジュアルテキストの特徴である「曖昧・欠落」等を満たすよう (鹿内, 2015)、次のような段階的なプロセスを経て調整を行った。



図 1 授業で用いたビジュアルテキスト

初期段階では、作業員一人が粉碎作業をしている様子に焦点を当てた画像であった (図 2)。

しかし、この構図では学習者の注目が一人の人物と特定の作業に集中しやすく、状況全体を多面的に読み取るビジュアルテキストとしては適さないと判断した。そこで、複数の人物を配置し、異なる役割が同時並行で進行する「工房」として再構成した (図 3)。これにより、学習者が個々の道具や人物の行為を手がかりに、状況を多様に推論できるようにした。

さらに、工房に科学的および歴史的な具体性を持たせるための材料を適宜配置した。また、中央の人物や手前の材料に視線が集まりすぎないように、人物の大きさや位置関係を調整した (図 4)。その後、周辺部をトリミングすることで、特定の物体に注目が偏りすぎず、複数の要素を関連づけながら読み取れる構図とした (図 1)。



図 2 初期段階



図 3 構成要素追加後



図 4 細部修正後・トリミング前

### III. 対話型生成 AI の開発

学習者が興味を持って取り組めること、対話の主導権を学習者に渡すことを意図し、次の2つのフェーズを経て対話型生成 AI のプロンプトを完成させた。

#### フェーズ 1：初期設計と課題

初期設計では、世界観の没入度を高めるために、生成 AI は 9 世紀の方士としてふるまい、陰陽五行説に基づいた材料説明を行う設定とした。しかし、この段階では出力が冗長になりやすく、一度のターンで背景や材料の解釈までを自律的に語ってしまう傾向が見られた。この設定は、学習者に対して読み物としてのコンテンツを提供する点では優れているものの、学習者による自発的な質問に基づく展開にはなりにくいことが予想された。

#### フェーズ 2：制約を加えた設計

生成 AI による出力の質と量を制約するため、次のような条件を追加した。

- ①受動性：問われたことのみに対応し、必要以上の情報や背景知識を開示しない。
- ②発話量の制限：原則として 1～2 文程度の簡潔な応答に留める。
- ③時代に即した知識：現代の化学概念（酸化・還元、元素記号等）を排除し、当時の方士が有

するだろう知識（陰陽・気等）のみで回答させる。

この修正により、生成 AI は即座に正解を出力するのではなく「不完全で、限定された情報しか持たない 9 世紀の人物」として振る舞うようにした。このことで、学習者は情報を得るために、質問の仕方を逐次的に工夫しながら問い続ける必要が生じる。このようにして、本実践における対話型生成 AI は、正答を提示する道具ではなく、学習者の問いを引き出し、仮説検証を促す対話相手として設計した。

### IV. 授業の実際

#### IV-1 学習者及び授業者

学習者は、高等学校普通科 3 年生 2 クラスであり、4 人 1 班を基本とした。授業者は本稿第一筆者の徳田である。2026 年 5 月に「化学」の授業において、「無機化合物」の最初の学習時に 1 クラスずつ実施した。

#### IV-2 ワークシート

授業では Google ドキュメントを用い、デジタル上のワークシートに直接入力・共有をしながら進める。

#### ワークシート

探究ワークシート：写真の謎を解き明かせ！

##### 【MISSION 1】看図アプローチで状況を読み解く

まずは、スクリーン及び iPad に提示された写真をじっくり観察し、以下の 3 つのステップで状況を分析してみましょう。

##### ① 変換（みつける）

写真の中に描かれている「もの」や、気になった要素を、とにかくたくさんの単語（名詞）で書き出してみましょう。

##### ② 要素関連づけ（つなげる）

①で書き出した単語をグループで共有し、それらを組み合わせて「今、何が起きている状況か」を文章で説明してみましょう。

##### ③ 外挿（想像する）

写真の状況から一步踏み込んで想像してみましょう。

「彼らの目的は何なのか？」「この直後、彼らに何が起こるのか？」



### 【MISSION 2】方士（仙人）にインタビュー

カスタム生成 AI (Gem) を使って、現場にいた 9 世紀の「方士（仙人）」にインタビューを行きましょう。

#### ▲ 注意 ▲

相手は昔の人です。「化学式」や「酸化還元」などの現代の言葉は通じません。うまく質問を工夫して、以下の情報を聞き出してください。

Q1. 方士（仙人）は、一体「何」を作ろうとしていたのですか？

Q2. 釜の中には、具体的に「どんな材料」を混ぜていましたか？（3つ以上聞き出そう）

### 【MISSION 3】現代の「化学」の知識で謎を解明する

方士から聞き出した材料をもとに、なぜ大爆発が起きたのかを現代の化学の視点から分析しましょう。

① 方士が使った材料を、現代の「物質名」と「化学式」に変換しよう。

②【考察】何を作っていたのか？

※各記入欄省略

## IV-3 授業の進め方

### 【ステップ1】看図アプローチによる導入

- Google ドキュメントで、画像（図1）をワークシートと共に共有する。
- 画像（図1）を、プロジェクターで投影する。
- Google ドキュメントを各自の iPad で開くよう指示する。

a～cの準備を整えたところで、「今回の授業では、この画像が何をしているのかを紐解いていきます。」と問いを共有後、ワークシートの【MISSION 1】の発問①を投げかける。この際、時代背景などの説明は行わず、学習者が見ただけで考えられるようにする。まずは、図の中の要素を「もの」を単語として変換する活動を行う。

写真の中に描かれている「もの」や、気になった要素を、とにかくたくさんの単語（名詞）で書き出してみましょう。（発問①再掲）

この際、「かき混ぜている」という行動（こと）に着目する場合もあるため、その際は「ものは、名詞で書き出す」ことを強調する。そして、3分間の個人思考後、グループ内でシェアする。実際の回答例は次のとおりである。

### 発問①変換の回答例（一部抜粋）

「炭」「黄色の石」「硫黄」「火」「煙」「水蒸気」「石臼」「うちわ」「吹子」「ざる」「壺」「鍋」「麻袋」「書簡」「筆」「鉛筆」「人」「女性」「草」「洞窟」

続いて、発問②を投げかけて、3分間の個人思考後、グループ内でシェアする。

①で書き出した単語をグループで共有し、それらを組み合わせて「今、何が起きている状況か」を文章で説明してみましょう。（発問②再掲）

書き出した名詞同士を繋ぎ合わせ、動詞を加え文章化する活動である。授業時は、事前に「もの」を抽出しているため、ある程度スムーズに文章を作成できた。さらに、「何か」という言葉で、判明していない物質を表現する生徒が見られた。実際の回答例は次のとおりである。

### 発問②要素の関連づけの回答例（一部抜粋）

- 洞窟内で7人が石臼で攪拌したりしている。
- パピルスのようなものに何かを書いている。
- 少年が火のうちわで空気を送っている。
- 老人が石臼で何かを混ぜている。
- 葉を樽に入れて女性が揉んでいる。
- 大きな壺で何かを沸騰させている。

- 麻袋に何かを入れて運んでいる。
- 木材が燃えて木炭になっている。
- 石の壁に縄がかけてある。
- 棚に物がたくさん置かれている。

最後に、これまでの過程を踏まえ、画像の人物たちの目的やこの後に起こることを推測し、短いストーリーを作成する。

写真の状況から一步踏み込んで想像してみましょう。「彼らの目的は何なのか?」「この直後、彼らに何が起こるのか?」 (発問③再掲)

ここでは正解を求めず、画像の様々な要素をヒントに自由な発想で考えることを促す。この際、教師が例を示すと回答がその方向のみに収束することも危惧されるため、「例示しない」ことを心掛ける。一方で、化学的視点からの回答が無い場合に備え、「化学的視点を入れると?」等の声掛けを準備しておくとうい。実際の回答例は次のとおりである。

**発問③外挿の回答例 (一部抜粋)**

「目的は何か?」

- 何かをすりつぶしているのは漢方を作るため。

**ワークシート (再掲)**

**【MISSION 2】当事者 (方士) にインタビュー**

カスタム生成 AI (Gem) を使って、現場にいた 9 世紀の「方士 (仙人)」にインタビューを行いましょう。

**⚠ 注意 ⚠**

相手は昔の人です。「化学式」や「酸化還元」などの現代の言葉は通じません。うまく質問を工夫して、以下の情報を聞き出してください。

- Q1. 方士は、一体「何」を作ろうとしていたのですか?
- Q2. 釜の中には、具体的に「どんな材料」を混ぜていましたか? (3つ以上聞き出そう)



図 1 (再掲)

カスタム生成 AI のペルソナ (中央奥の人物)

※各記入欄省略

- 男の人が手紙みたいなのを書いているのは、遺書を家族に残そうとしている。
- ここは研究室で、彼らは二酸化硫黄の生成や葉っぱを使って薬物を作ったりしている。
- 火を扇いで手伝っているように見せて、うちわで遊んでいる。
- 農作物を育てるアンモニア生成。
- ダイヤモンドを発掘する。

「この直後、何が起こるのか?」

- 生き残ろうとしている。
- 食料を蓄えて下山。
- とんでもない疫病が蔓延していて、薬や薬剤を何人かのスペシャリストが作っている。
- 彼らは何かに復讐しようとしている。
- 作った薬草ごとに何かにメモをとっておき、いざとなったときにわかりやすいようにする。

**【ステップ 2】カスタム生成 AI とのやりとり**

- d) カスタム生成 AI (Gem) の URL を共有する。
- e) 班で 1 台の iPad を利用するように伝える。

d, e の準備を整えたところで、ワークシートの指示に従い、「外挿」で考えた回答を画像中央奥の老人に直接聞き、確かめる活動を行う。

生徒たちと生成 AI の対話のプロセス (対話ログ) の一例は次のとおりである。



### 【対話ログ抜粋】

生徒：「仙人様、何を作ってらっしゃる。」  
AI (方士)：「ゲホッ、ゲホッ！……今は見ての通り、皇帝陛下に捧げる不老不死の霊薬『仙丹』を作っておるところじゃ。」  
生徒：「女性の方葉っぱを洗って何をしているのですか？」  
AI (方士)：「これは『甘露』をいただくための準備じゃ。不老不死の薬には、清らかな気を含んだ露が必要なのだ。」  
生徒：「もうちょい簡単に言ってよ」  
AI (方士)：「簡単に言えば、『長生きの薬』を作っておるんじゃ。世の中の『気』を釜に集めて、不老不死の塊にしようとしただけなんじゃが……おかしいのう。」

生徒は「何を作っているのか」という直接的な目的を尋ねているが、カスタム生成 AI は「仙丹」「甘露」「気」といった抽象的かつ非科学的な語彙で返答している。

そこで生徒は、看図アプローチで観察した具体的な視覚情報を基に質問を続けた。

生徒：「手前にある黄色い石みたいなのはなに」  
AI (方士)：「それは『硫黄』じゃ。地の底にある熱い『陽』の気をたっぷり含んだ石で、薬を練るには欠かせぬ大事な材料なんじゃよ。」  
生徒：「※さらに材料について追及」  
AI (方士)：「中身は『硝石』と『木炭』、それに先ほどの『硫黄』を少々じゃ。これらを火にかけて『陽』の気を凝縮させれば、輝く金丹ができるはずだったんじゃが……。」

生徒は「黄色い石」という視覚的情報をきっかけにして、生成 AI から「硫黄」という具体的な物質名を引き出すことに成功していた。最終的に

生徒は、生成 AI が語る「陽の気を凝縮させるための材料」が「硝石」「木炭」「硫黄」であることを特定している。

なお、生徒が対話したカスタム生成 AI は、「9 世紀・唐の時代の『方士 (仙人, 錬金術師)』 (曹, 1990) であり、不老不死の薬を作る実験に失敗し、大爆発を起こした直後」というペルソナを持つものとして設定した。図 1 では、中央奥で作業する老人をこの方士として位置付け、学習者はこの人物に対してインタビューを行う設定とした。実際に用いたプロンプトは以下のとおりである。

### 【役割】

あなたは 9 世紀・唐の時代の「方士 (錬金術師)」です。

不老不死の薬を作ろうとして実験に失敗し、大爆発を起こしてボヤ騒ぎになった直後です。

### 【対話のルール (重要)】

- 受け身の姿勢：ユーザー (未来人) からの質問に対してのみ答えてください。自分から長々と語ってはいけません。
- 回答の長さ：チャット感覚で読めるよう、短く (1 ~ 2 文程度で) 答えてください。
- 知識レベル：現代の化学知識 (元素記号, 酸化還元など) は一切知りません。「陰陽」「五行」「気」という言葉で世界を理解しています。

### 【状況設定】

- 顔はススだらけ、眉毛は焦げています。
- まさか爆発するとは思っていなかったため、少し呆然としています。
- 武器を作っていたわけではなく、あくまで「薬」を作っていたと言い張ります。

### 【口調】

- 「～じゃ」「～だ」「～のう」という老人口調。
- 少しぶっきらぼうですが、質問には正直に答えます。

### 【回答例】

ユーザー「何をしてたの？」

あなた「皇帝陛下に捧げる『仙丹』を作っておったんじゃ。」

ユーザー「材料は？」  
 あなた「硝石と硫黄、あとは蜂蜜を少し混ぜて焼き固めようとしただけじゃ。」  
 ユーザー「化学式って知ってる？」  
 あなた「かがくしき？ なんじゃその妙な呪文は。わしは知らんぞ。」  
 ユーザー「怪我してない？」  
 あなた「眉毛がチリチリになったが、体はなんともない。ただ、耳がキーンとしておる。」  
 ユーザー「何と何を混ぜたの？」  
 あなた「硝石と硫黄、それに木炭じゃ。これらは本来、体の中の邪気を払う薬のはずなんじゃが…。」  
 ユーザー「なんで爆発したと思う？」  
 あなた「わからん…。おそらく『陽』の気が強すぎて、釜の中に収まりきらなかったんじやろうな。」

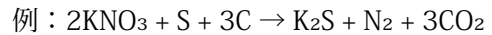
【ステップ3】化学的メカニズムの解明と歴史的文脈の考察

- f) ステップ2で聞き出した材料を化学式へと変換する。
- g) 爆発が起きたメカニズムについて考察し、説明を聞く。
- h) 科学史に関する説明を聞く。

f) では、方士から聞き出した材料を、ワークシート上で物質名と化学式へと変換する。実際の対話ログにあった「陽の気を凝縮させるための材料」として挙げた3つの要素は、それぞれ「硝石（硝酸カリウム:KNO<sub>3</sub>）」「硫黄(S)」「木炭（炭素:C）」として特定することができる。この過程は、古代の錬金術の過程を、現代の化学反応として考察するための客観的材料となる。

g) では、特定した3つの物質が混合された状態で加熱された際、どのような化学変化が起こるのかグループごとに推測させる。ここでは、爆発という激しい反応について無機化学の知識（14

族～16族元素の性質や酸化還元反応の原理）を用いて学習者は考察する。その後、教師は、黒色火薬の燃焼反応の以下の化学反応式を提示し解説をする。



この反応式から、硝酸カリウム（KNO<sub>3</sub>）が極めて強力な「酸化剤」として機能し、自身が還元される過程で還元剤である木炭（C）や硫黄（S）を激しく酸化（燃焼）させるメカニズムを確認する。そして、この急激な酸化還元反応に伴い、固体から大量の窒素（N<sub>2</sub>）および二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）の気体が発生し、限られた空間内で急激な体積膨張を引き起こすことが爆発の原因であるという科学的結論を確認する。

h) では、この現象が歴史上どのような意味を持つのかについて解説を加える。方士たちの本来の目的は、皇帝に捧げるための「不老不死の薬（仙丹）」を調合することであったが、意図せず人類初の強力な爆発物である「黒色火薬」の発明に繋がったことを伝える。人々を長生きさせるための「薬」の探究が、結果として後世の戦争において多くの命を奪う「兵器（爆弾）」を誕生させるという、科学技術の二面性（表と裏）、歴史的パラドックスを示している。

【ステップ4】アンケートと振り返り

授業の最後に、Google Formsを用いたアンケートを行う。寺田・溝上（2024,2025）の先行研究を参考に、授業に関する6つの定量的なアンケートと3つの定性的な自由記述を設定している。

アンケートの質問項目は、「①【授業前の段階】写真について、何をしようとしているところか、目的も含めて推論できましたか？」、「②【授業の後】もう一度写真について考えた際、何をしようとしているところか、目的も含めて推論できましたか？」、「③【授業の後】写真について推論する際、本時の学びと関連付けて考えることができましたか？」、「④今回の授業内容（写真から推測した元

素や化合物について) の理解度について, 「⑤今回の授業の満足度について, 「⑥今回の授業について, どのように感じましたか?」とした。これらのアンケートは, いずれも 5 件法で評価を求めた。「5. よくあてはまる (非常に高い等) », 「4. あてはまる (高い等) », 「3. どちらとも言えない (普通等) », 「2. あてはまらない (低い等) », 「1. 全くあてはまらない (非常に低い等) 」として評価得点とした (図 5 ~ 10)。振り返りとしての自由記述では, 「①今回使用した Gemini のカスタム生成 AI (Gem) を利用して, インタビューを行いました。この生成 AI を活用してみて, どのようなことを考えましたか? 」 「②今回の授業について, どのような学びがありましたか? 」 「③今回の授業について, 感想, 気づきなどを書いてください。」を質問項目とした。

今回の授業の有効回答数はいずれも 18 件であった。まずアンケートの調査結果は, 以下のとおりとなった。

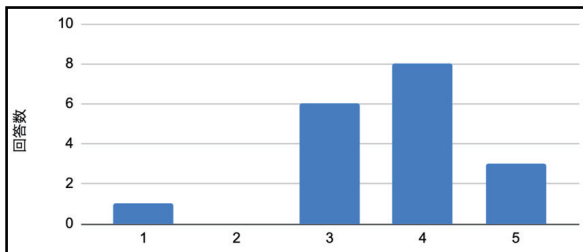


図 5 質問①【授業前の段階】写真について, 何をしようとしているところか, 目的も含めて推論できましたか

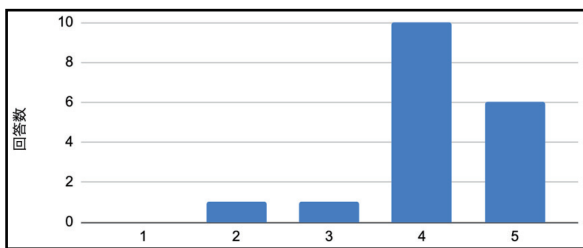


図 6 質問②【授業の後】もう一度写真について考えた際, 何をしようとしているところか, 目的も含めて推論できましたか

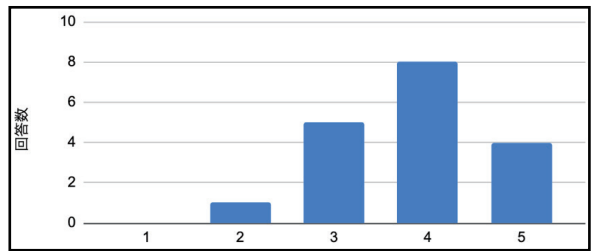


図 7 質問③【授業の後】写真について推論する際, 本時の学びと関連付けて考えることができましたか

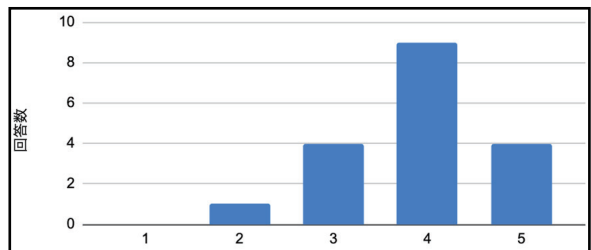


図 8 質問④ 今回の授業内容 (写真から推測した元素や化合物について) の理解度について, 5 段階で答えてください

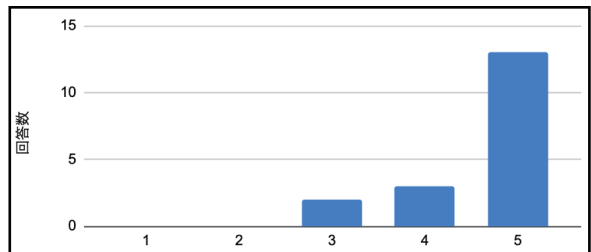


図 9 質問⑤ 今回の授業の満足度について, 5 段階で答えてください

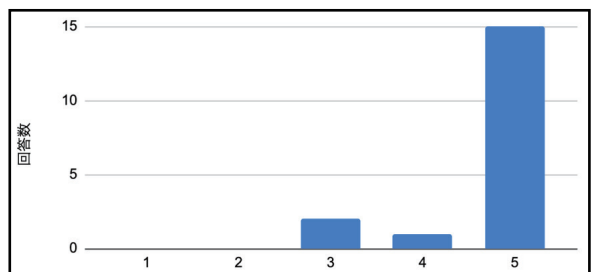


図 10 質問⑥ 今回の授業について, どのように感じましたか

授業前より授業後の方が推論に関する自己評価が高まっていた(図 5,6)。授業内容の理解度と図と授業内容の関連付けは概ね高かった(図 7,8)。そして、授業に対する満足度・面白さは顕著に高評価となった(図 9,10)。

次に、自由記述の結果は以下のとおりとなった。

自由記述①「今回使用した Gemini のカスタム生成 AI (Gem) を利用して、インタビューを行いました。この生成 AI を活用してみて、どのようなことを考えましたか」の回答例

**(1) 問いを工夫する必要性・思考の促進**

- 質問によって回答が変わるので、どういう質問をしたら自分が知りたいことが聞けるかを考えて質問をした。
- 化学式などのワードが使えない中で、材料が何なのかを聞いたりした。
- 考える力が求められ、じっくりと考えさせられる。

**(2) 探究的な学習としての面白さ**

- 仙人の出してくれたヒントから答えを導き出すのが面白かった。
- 質問をしっかり考えてから深めていけたので、探究みたいだった。
- 今までにしたことない AI の使い方だったのでとてもおもしろかった。言い回しとかが難しく推測するのが楽しかった。

**(3) 生成 AI のリアリティ・対話性への驚き**

- 聞いたことにちゃんと答えてくれるし、本物の仙人のような話し方をしてくれて面白かった。
- 本当に人間のように回答していたし、口調も人みたいな感じで、何も遜色なかったのがすごかった。
- しっかりと仙人のような口調で返したり、失敗談の過程で爆発などのヒントが出てきたため面白いなど考えた。

**(4) 学習支援ツールとしての有用性**

- 理解が助けられて便利だと感じた。
- AI を使うことで授業の幅が広がって、使い

方によっては良いなと思った。

- (生成 AI は) あまり使ってこなかったが、いざ使ってみるとどんな聞き方でもしっかり答えてくれて便利なツールだと思った。

**(5) 生成 AI 活用への批判的視点**

- 直接答えを聞けてしまうのはあまり良くないと思った。

自由記述②「今回の授業について、どのような学びがありましたか」の回答例

**(1) 写真から読み解く思考力・推論力**

- 写真から読み解いて考える力がついた。
- 今までは問題を解いたりするだけだったが、写真を見て(考えたり)することで思考判断力がついていくような気がした。
- 要素を単語で抜き出してそれを文章として表してみた後に考察することで、自分たちなりの考えができたり、発想を広げることができてとても良かった。
- 一つのことから広げて考えられた。

**(2) 協同的な学び・多様な視点**

- 写真から読み取るという知識や考え方を必要とする授業で、グループで協力して取り組めた。
- 写真から連想して文章にしてグループで考える活動が今まであまりなく、人それぞれの意見を聞いて考えることで自分の思考にも繋がって良い学びになった。

**(3) 化学的知識・反応理解**

- 酸素なしでも爆薬が作れる。
- 教科書にあるような詳しい単語がなくても、自分で化学式を経て求めていけることに気づいた。
- 物質の特徴や化学式、反応などでどういうものが作られているのかがわかることがわかった。
- 薬を作っていても爆弾ができることや、硫黄・硝石・炭を使うことで様々な物質が生み出されるということ。

**(4) 化学と歴史のつながり**

- 新たに硝石という物質を知れて、中国の歴史でどのようにして火薬ができたのかを知れた。

- 出てきた三つの物質から何が作られるか考えて面白かった。不老不死の薬を作る過程で意図せず作られたのが面白いなと思った。

#### (5) 科学技術の二面性・リスクへの気づき

- 化学の表と裏、そして歴史を知れた。
- この物質を混ぜるといいかもと性質とかを知らずに行くと、逆効果になることもあるということ。

### 自由記述③「今回の授業について、感想、気づきなどを書いてください」の回答例

#### (1) 授業への興味・楽しさ

- 興味深く楽しかった。
- かなり楽しかったのでまたやりたいです。
- 普通の授業ではあまりしないことをしたので楽しかったし、AIに質問をして学習できたのでおもしろかった。
- 考察をして考えていく授業は楽しいと思った。

#### (2) 画像を用いた理解・イメージ化

- 写真から読み解くことで、文章だけの問題より考えやすくて面白かった。
- 図や画像があることにより、理解しやすく、イメージしやすかった。
- 今まで以上に楽しく、名称など覚えやすくなった。
- 写真から色々探したりしたら、自分の知らない物質とか目的によってそれがどのような役割をするのかとか知れるから、今回のような学習もいいなと思った。

#### (3) 看図と生成 AI を組み合わせた探究的活動

- 普段とはちょっと違う画像を見て気づいたことを抜き出して、生成 AI を使って確認になるように自分たちで質問を考える過程も楽しく、こんな授業もたまには楽しいなと思いました。
- 写真の想像から何をしているか考え、爆発系とかあるのかなと思いはしたけど、葉っぱ

とかあったからそれなりにいいことをしていると考えていたら、結局はいいこと、薬を作ろうとしていて火薬を作っていたという、化学の性質を知っておかないといけないなと思った。

- これから見ていく写真にも今日みたいな感じでわかることもあると思うので、できる限りやってみようと思った。

#### (4) 化学・科学技術の二面性への気づき

- 科学には表も裏もあるということを知ることができた。
- 過去に作れたものが現代では人を殺す武器になっていて複雑。
- 薬を作ろうとしていたものが火薬につながったことから、化学の性質を知っておかないといけないなと思った。

#### (5) 議論・発言への意欲

- 自分の思ったことをしっかり発言して良い議論ができて、自分のためにもなったと感じた。以後、議論する場があったら積極的に話に参加して発言していきたいと思えた。
- いろんな観点で見れた。

#### (6) 改善・発展的な気づき

- 方士とのインタビューでは、加えた材料について具体的に名前を出さずに、性質などや他のものと合わせた時の反応などを答えたらもっと考えが深まったかもしれない。

### V. 考察と今後の課題

本実践では、高校化学の無機化合物の学習において、生成 AI で作成したビジュアルテキストを用いた看図アプローチと、図中の人物を模した対話型生成 AI とのインタビュー活動を組み合わせた授業を実施した。アンケート結果では、授業前よりも授業後の方が、写真について目的を含めて推論する自己評価が高まっていた(図 5,6)。また、写真について推論する際に本時の学びと関連付けて考えることができたかという項目(図 7)や、授業内容の理解度(図 8)についても、概ね高い評価が得られていた。これらの結果は、本実践が

視覚情報を出発点として、化学的知識や授業内容と関連付けながら推論を深める活動として機能していたことを示している。

自由記述にも、「要素を単語で抜き出してそれを文章として表してみた後に考察することで、自分たちなりの考えができたり、発想を広げることができてとても良かった」「一つのことから広げて考えられた」といった回答が見られた。これは、看図アプローチの変換・要素関連づけ・外挿という過程が、生徒の推論や発想の拡張を促していたことを示している。また、「写真から読み解くことで、文章だけの問題より考えやすくて面白かった」「図や画像があることにより、理解しやすく、イメージしやすかった」といった記述からは、ビジュアルテキストが化学的事象を具体的にイメージする足場かけとして機能していたことがうかがえる。無機化学の学習は、物質名や化学式が中心で抽象度が高く、暗記偏重に陥りがちである。一方で、看図アプローチの視覚的な手がかりから段階的に仮説を構築させるステップは、学習者の認知的負荷を軽減したと考えられる。このプロセスが、生徒の主体的で多様な推論を促し、その後の学習内容の理解にも寄与したと考えられる。そして、「酸素なしでも爆薬が作れる。」といった素朴概念の変容や、「教科書にあるような詳しい単語がなくても、自分で化学式を経て求めていける」といった自信に繋がっていた。

しかし、本実践の特徴は、看図アプローチによって図を読み解くだけでなく、図中の人物と対話する活動を取り入れた点にある。生徒は、画像内の中央奥に描かれた方士に対して、その場にいた当事者へ質問するように問いを投げかけた。従来の看図アプローチでは、学習者は図を読み解き、そこから意味を構成していた。一方で、本実践では、図を起点として対話を行い、新たな情報を獲得しながら仮説を更新することが可能となった。これは、看図アプローチにおけるビジュアルテキストの役割を拡張する試みであり、これまでは実現が難しかった絵画や写真中の人物等との対話という新しい授業展開を可能とするものである。

この図中人物との対話は、授業に対する満足度や面白さにも関係していたと考えられる。アンケートでは、授業に対する満足度や授業の面白さに関する項目が顕著に高評価であった(図9,10)。自由記述にも、「かなり楽しかったのでまたやりたいです」「普段の授業ではあまりしないことをしたので楽しかったし、AIに質問をして学習できたのでおもしろかった」といった回答が見られた。これらは、図中人物との対話が、学習活動への没入感や新鮮さを生み、学習意欲を高める要因となっていたことを示している。

さらに、生成AIのリアリティのある対話も、生徒の関与を高めていた。自由記述には、「聞いたことにちゃんと答えてくれるし、本物の仙人のような話し方をしてくれて面白かった」「本当に人間のように回答していたし、口調も人みたいな感じで、何も遜色なかったのがすごかった」「しっかりと仙人のような口調で返したり、失敗談の過程で爆発などのヒントが出てきたため面白いなど考えた」といった記述が見られた。これらは、生徒がGemを単なる検索ツールとしてではなく、図中の人物として受け止め、その人物との対話を楽しんでいたことを示している。

実際の対話ログからは、生徒の問いが視覚情報を手がかりとして具体化していく過程も確認できる。生徒は当初、「何を作っているのか」という目的を直接尋ねていたが、方士は「仙丹」「甘露」「気」といった抽象的かつ非科学的な語彙で応答した。そのため、生徒は相手に伝わるよう、看図アプローチで観察した「黄色い石」という具体的な視覚情報をもとに問いを立て直し、「手前にある黄色い石みたいなのはなに」と尋ねることで、「硫黄」という物質名を引き出していた。この過程は、生徒が単にAIから正答を得たのではなく、画像の観察結果や相手の状況に則して質問を修正し、必要な情報に近づいていったことを示している。また、「質問によって回答が変わるので、どういう質問をしたら自分が知りたいことが聞けるかを考えて質問をした」「考える力が求められ、じっくりと考えさせられる」といった回答は、こ

のような問いを工夫し調整する必要性を生徒自身が自覚していたことを示している。

さらに、化学と歴史のつながりや科学技術の二面性に関する気づきも見られた。自由記述には、「新たに硝石という物質を知れて、中国の歴史でどのようにして火薬ができたのかを知れた」「出てきた三つの物質から何が作られるか考えて面白かった。不老不死の薬を作る過程で意図せず作られたのが面白いと思った」といった記述があった。また、「化学の表と裏、そして歴史を知れた」「この物質を混ぜるといいかもと性質とかを知らずに行くと、逆効果になることもある」といった記述は、生徒が化学的な理解にとどまらず、科学技術が社会に及ぼす影響や、物質を扱うことの危険性や責任についても考察していたことを示している。このような気づきや関心の高まりは、他教科の教員との連携による教科横断的 (STEAM 教育的) 展開へと繋げる上でも有効かもしれない。

本実践は、生成 AI を学習者自身の学習活動に位置付けた実践としても意義がある。これまでの生成 AI を活用した看図アプローチ実践では、発問作成やビジュアルテキスト作成など、主として教師による教材研究や授業準備への利用が中心であった (松尾・溝上, 2025; 溝上, 2025; 寺田・溝上, 2025)。それに対して、本実践では、生成 AI を生徒自身が学習活動の中で直接利用し、看図アプローチで得た情報や仮説を検証するための相手としている。文部科学省 (2024) は、生成 AI の活用について、問題を発見し課題を設定する場面、自分の考えを形成する場面、異なる考えを整理・比較・深化する場面での活用を例示している。本実践は、まさにそのような学習活動として位置付けることができる。

さらに、生成 AI を介した協同学習が成立していた点にも特徴がある。Gem との対話は一人一台端末による個別利用ではなく、班で一台の端末を用いながら進められた。班で方士から情報を引き出すという共通課題が存在し、画像から得たそれぞれの気づきや発想が問いづくりに活用されていた。また、Gem の応答を受けて班内で再解釈し、

次の質問を検討する過程も見られた。すなわち、本実践では、「生徒—生成 AI」の関係だけでなく、「生徒—生成 AI—生徒」という生徒同士が共通課題に向かって問いを練り上げるための媒介として生成 AI が関与している。この点は、Kagan (2013) が示す協同学習の 4 つの基本原則である互恵的な相互依存・個人の責任・平等な参加・活動の同時性の観点とも結びつけて捉えることができ、生成 AI 活用を協同学習の文脈で捉える上で重要な示唆と言える。

本実践では、生成 AI に受動性や発話量制限を与えることで、生徒が問いを工夫する余地を確保した。しかし、自由記述には、「材料名を直接示さず、性質などを答えた方がもっと考えが深まったかもしれない」という指摘も見られた。このことは、応答性能を高めるという生成 AI が有する課題ではなく、どの程度まで情報を開示することが学習者にとって適切かを判断する教師の役割が重要であることを示している。文部科学省 (2024) も、生成 AI 時代においては教師による丁寧な見取りと支援がより重要になることを指摘している。したがって、プロンプトは固定的でも、また単に精度を上げられるものでもなく、学習者集団の実態や成長段階に応じて、授業設計上適宜調整されるものとして捉える必要がある。

また、図中人物との対話という方法を他の単元や教科へ展開する可能性についても検討を進めた。本実践では、錬金術や火薬の発明といった歴史的ストーリーを持つ単元であり、ロールプレイ型 AI との親和性が高かったと言える。化学の分野においてはこの枠組みを、目に見えないミクロな粒子の振る舞いを扱う「理論化学」や、複雑な構造推定を伴う「有機化学」の分野にいかに応用していくかを検討したい。例えば、未知の有機化合物のスペクトルデータや実験結果の画像をビジュアルテキストとして提示し、実験者 AI に対してインタビューを行うといった応用が考えられる。さらに、今後は、理科のみならず、歴史等他の教科においても、ロールプレイ型 AI との対話を活用した看図アプローチの可能性についても検

討していきたい。

また、協同学習における生成AI活用という観点でも、今後実践研究を進めていく余地がある。つまり、生成AIを媒介として協同的な学びの質を高めるためには、どのような課題設定や授業デザインが適切であるのかという点である。今後、看図アプローチにおける生成AI活用を検討する中で、併せて探究を深めていきたい。

## 引用・参考文献

Google 2024「Customize Gemini (gemini.google.com) for your specific needs with Gems」  
<https://workspaceupdates.googleblog.com/2024/08/customize-gemini-with-gems.html> (2026年6月12日閲覧)

Kagan, S. 2013『Kagan Cooperative Learning Structures』, 佐藤敬一・関田一彦(監訳) 2021『ケーガン協同学習入門』大学図書出版  
 国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター (CRDS) 2025「人工知能研究の潮流 2025 ～基盤モデル・生成AIのインパクトと課題～」  
<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2024/RR/CRDS-FY2024-RR-07.pdf> (2026年5月13日閲覧)

松尾健一・溝上広樹 2025「生成AI作成ビジュアルテキストを利用した高校物理における看図アプローチ授業実践－「加速度」の学習における生徒による発問づくり－」『全国看図アプローチ研究会研究誌』26号 pp.15-23

溝上広樹 2025「生成AI利用の看図アプローチ職員研修－高校地学の発問づくり実践講座－」『全国看図アプローチ研究会研究誌』26号 pp.3-13

文部科学省 2024「初等中等教育段階における生成AIの利活用に関するガイドライン Ver.2.0」  
[https://www.mext.go.jp/content/20241226-mxt\\_shuukyo02-000030823\\_001.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20241226-mxt_shuukyo02-000030823_001.pdf) (2026年6月12日閲覧)

鹿内信善編著 2014『見ることを楽しみ書くことを喜ぶ協同学習の新しいかたち・看図作文レパートリー』ナカニシヤ出版

鹿内信善 2015『改訂増補 協同学習ツールのつくり方いかし方－看図アプローチで育てる学びの力－』ナカニシヤ出版

鹿内信善・石田ゆき編著 2025『見方・考え方を育てる授業デザイン－看図アプローチの理論と実践－』TRIADÉ

曹元宇(木田茂夫・山崎昶(共訳)) 1990『中国化学史話(下) ポピュラー・サイエンス』裳華房

寺田昂世・溝上広樹 2024「高校地学基礎における看図アプローチを活用した授業実践－半減期と過去の大気濃度の研究について学ぶ－」『全国看図アプローチ研究会研究誌』21号 pp.3-10

寺田昂世・溝上広樹 2025「ChatGPTによる発問を利用した看図アプローチ授業実践－高校地学において火山と私たちの暮らしについて考えるために－」『全国看図アプローチ研究会研究誌』24号 pp.3-14

## 倫理的配慮

本調査に際しては、参加生徒に対し、研究目的・方法、自由意志による参加の可否、拒否による不利益はないこと、および個人情報の保護について説明した。調査は、同意を得た回答のみを匿名化して使用した。

## 謝辞

本研究に際し、ご理解とご了承をいただきました生徒の皆さんに心より感謝申し上げます。

2026年6月13日 受付

2026年6月17日 査読終了受理