

理科学習指導案(逆向き設計)

「未知の物質をどう見分けるか」― 実験をせず、既習の知識だけで鑑定するパフォーマンス課題

対象学年	中学 2 年 理科
関連単元	化学変化と原子・分子(単体と化合物)/ 1 年「身の回りの物質」の応用・発展
時間	50 分 × 1 コマ
本時の位置づけ	実験は行わない。1 年(砂糖・食塩・片栗粉の識別)と 2 年(重曹・炭酸ナトリウム・硫黄の性質)で既に扱った知識のみを使い、思考・議論・発表を行う回。

第 1 段階:目指す結果の特定(Desired Results)

本質的な問い(Essential Question)

未知の物質をどうすれば見分けられるか。

永続的理解(Enduring Understanding)

未知のものは既知の事実を積み重ねて検証し鑑定する。

知識・技能

- 1 年「身の回りの物質」で学んだ、砂糖・食塩・片栗粉を見分ける方法(見た目、水への溶け方、加熱したときの变化など)を想起できる。
- 2 年「化学変化と原子・分子」で学んだ、重曹・炭酸ナトリウム・硫黄の性質(水溶液の性質、加熱・塩酸との反応など)を想起できる。

思考・判断・表現

- 既に学んだ性質(事実)を根拠として組み合わせ、論理的に物質を絞り込む考え方ができる。
- 「候補を大きく絞り込める特徴(情報量の大きい特徴)から確認すると効率が良い」という考え方に気づき、なぜその順番が良いのかを説明できる。

第 2 段階:承認できる証拠 ― パフォーマンス課題(GRASPS)

G 目標 (Goal)	実験を一切行わず、これまでの学習知識だけを使って、5 種の粉末(A～E)を確実に見分けるための「最小手順の鑑定フローチャート」を作成すること。
R 役割 (Role)	物質鑑定の専門家(鑑識担当)
A 相手 (Audience)	依頼者役の教師、および発表を聞く他グループの生徒
S 状況 (Situation)	理科室で保管していた砂糖・食塩・重曹・炭酸ナトリウム・硫黄のラベルがすべて外れてしまった。薬品や実験時間には限りがあるため、新たに実験をする前に、まずこ

	れまでの学習知識だけを根拠に、最も無駄のない確認手順を考えてほしいと依頼された。
P 成果物 (Product/Performance)	判別フローチャート(意思決定樹)を書いた用紙、およびそれに基づく発表(根拠の説明を含む)
S 基準 (Standards)	①すべての判定が既知の事実(性質)に基づいていること(論理性) ②候補を大きく絞り込める特徴(情報量の大きい特徴)から順に確認する組み立てになっていること(効率性) ③なぜその項目・順番を選んだか、根拠を説明できること(説明力)

評価規準(ルーブリック)

観点	A(十分満足)	B(おおむね満足)	C(要支援)
論理性 (既知の事実に基づいているか)	すべての判定根拠が、既習の性質(1年・2年の内容)と明確に結び付いている	判定根拠はあるが、一部に既習内容との結び付きが曖昧な箇所がある	根拠が示されていない、または誤った知識に基づいている
効率性 (絞り込みの質)	候補を大きく絞り込める特徴(情報量の大きい特徴)から順に確認する組み立てになっており、重複や不要な確認がない	判別はできるが、確認の順番が絞り込みの効率を意識したものになっていない	手順に無駄が多い、または一部の物質を判別できない
説明力 (根拠を語れるか)	なぜその項目・順序を選んだかを、他者に筋道立てて説明できる	説明はできるが、一部理由が不明確	手順を示すだけで理由を説明できない

第3段階:学習計画(学習過程)

時間	学習活動	指導上の留意点・支援(WHERE TO)
導入 (10分)	・「ラベルの外れた5種の粉末を、実験なしで鑑定してほしい」という依頼(状況)を提示される。 ・本質的な問い「未知の物質をどうすれば見分けられるか」を確認する。 ・1年(砂糖・食塩・片栗粉の識別)と2年(重曹・炭酸ナトリウム・硫黄の性質)で学んだことを個人で振り返り、ワークシートの「知識の棚卸し表」に書き出す。	W/H:なぜ実験をせずに考えるのかを説明し、鑑識官のような役割設定で興味を引く。 E1:振り返りは個人思考の時間を確保し、既習内容を確実に想起させる。机間指導で思い出せない生徒には既習単元のノートを見返すよう促す。
展開 (30分)	・グループで、5種の粉末を一意に判別できる「最小手順の判別フローチャート」を作成する。	E1/R:教師は各班を回り、「その確認は本当に必要か」「先にその性質を見れば、後の確認は省けないか」と問いかけ、効率性への気付きを

時間	学習活動	指導上の留意点・支援(WHERETO)
	- 条件は「既に学んだ性質だけを根拠にする」「できるだけ無駄な確認を含めない」の2つ。 - 完成したら近くの班と見せ合い、「本当にその手順は必要か」「もっと減らせないか」を相互に検討して改善する。	促す(理論性の本質を意識させる)。 T:知識の想起が難しい班には、性質の一覧が書かれたヒントカードを渡す。 R:班同士の相互検討では、論理の飛躍や不要な手順がないかを指摘し合わせる。
まとめ・発表(10分)	- 各班がフローチャートを発表し、他班から「一意に判別できるか」「もっと効率的な方法はないか」の質問・意見をもらう。 - 教師の発問「なぜ硫黄から確認するとよいのか?」をきっかけに、多くの班が最初に硫黄(色・不溶性)を確認していることに気付く。 「候補を大きく絞り込める特徴から確認すると効率が良い」という考え方を全体で言語化し、本質的な問い・永続的理解に立ち返る。	E2:ループリック(論理性・効率性・説明力)を用いて自己評価・相互評価を行わせる。 O:発表順は自由でよいが、「色で1つに絞れる」硫黄をどう扱ったかに着目させて比較させると、絞り込みの質という論点が浮かび上がりやすい。 W:ここで得た考え方が、次の「学びを広げる」で他分野ともつながることを予告する。

学びを広げる:他分野とのつながり(まとめ後の解説・発問用)

「候補を大きく絞り込める特徴から確認する」という考え方は、実は理科だけのものではない。まとめの後、時間があれば以下のような発展的な問いかけで、教科横断的な見方・考え方であることに触れると学びが深まる。

- 20の質問ゲーム:相手が思い浮かべたものを当てる際、「動物ですか?」のように候補を大きく2つに分けられる質問から聞くと、少ない質問数で当てられる。
- プログラミング・AI(決定木):AIが写真から動物の種類を当てるとき、「毛があるか」のように候補を大きく絞り込める特徴から順に判定していく仕組み(決定木)を使っている。どの特徴を先に見るかを選ぶ考え方は、今日の実験と同じである。
- 二分探索:辞書で言葉を探すとき、端から順に見るより、真ん中を開いて半分ずつ絞り込む方が速い。これも「一度に大きく絞り込む」という同じ発想である。

発問例:「もし最初に『砂糖と食塩、どちらも白くて水に溶けるが、どちらだろう?』から確認していたら、何がわかっただろうか。」→4種類のうち2種類にしか関わらず、候補があまり絞れないことに気付かせ、「情報量の大きい特徴を先に見る」ことの価値を再確認させる。

参考:各物質の性質の整理(教師用・既習内容の確認資料)

本時では新たな実験は行わない。以下は、生徒が1年・2年で既に学んでいるはずの性質を教師が確認するための一覧であり、机間指導でのヒント提示や、発表後の答え合わせに活用する。

性質	砂糖 (1年)	食塩 (1年)	片栗粉 (1年)	重曹 (2年)	炭酸 Na/硫黄 (2年)
色・見た目	白色・結晶	白色・結晶	白色・粉末	白色・粉末	白色/黄色(硫黄)
水への溶け方	よく溶ける	よく溶ける	溶けない (白濁)	溶けにくい	よく溶ける/溶けない(硫黄)

性質	砂糖 (1年)	食塩 (1年)	片栗粉 (1年)	重曹 (2年)	炭酸 Na/硫黄 (2年)
加熱したときの変化	焦げて黒く炭化	変化なし	こげて茶色くなる	気体発生・体積減	変化なし/融解し青い炎(硫黄)
水溶液の性質	中性	中性	(溶けないため対象外)	弱アルカリ性	強アルカリ性(炭酸 Na)
塩酸を加えたとき	変化なし	変化なし	変化なし	泡発生(CO ₂)	泡発生(炭酸 Na)/変化なし(硫黄)

想定されるつまずきと支援

- 既習内容を思い出せない → ヒントカード(性質一覧)を用意し、必要な班にのみ配付する。
- 確認の順番をランダムに決めてしまい、絞り込みの質という視点に気付きにくい → 「その確認をする
と、5種類のうち何種類が区別できるか」を数えさせ、絞り込める数の多い確認から並べ替えさせる。
- 硫黄の可燃性など、確認そのものに危険を伴う性質を手順に含めてしまう → 実際に行う実験ではないことを踏まえつつ、安全に配慮した確認方法かどうか論理性の一部として考えさせる。

**TOP
SECRET**

★ 科学捜査指令書 ★

PROJECT : CHEM-DETECT

極秘

理科室の危機を救え!

== 消えたラベルを奪還せよ ==



CASE FILE 001

事件の概要

理科室で保管されていた
5種類の粉末薬品のラベルが
すべて剥がれてしまった。

このままでは安全に
実験を進めることができない。

君たち中学12年生エージェントの
任務は、これまで学んだ知識を
利用して5つの粉末の正体を
特定することだ。

TARGET LIST

捜査対象

TARGET A	砂糖
TARGET B	食塩
TARGET C	重曹
TARGET D	炭酸ナトリウム
TARGET E	硫黄

MISSION

»»»»»»»»»»

5種類の粉末の特徴を整理し、

『**鑑定フローチャート**』を完成させよ。

最終的に誰でも確実に見分けられる最強の判別法を作り上げることが任務である。

捜査のヒント



見た目

(色・形の特徴)



安全確保

(安全に配慮して
考察)



指示薬等を活用

(学習した方法を活用)



記憶をフル活用

(学習した物質の性質)



仲間との議論

(考えを共有する)

未知の正体は、
君たちが持つ**知識**で暴け。

制限時間 _____ 分

作戦開始!

**機密保持
厳守**

ワークシート

未知の物質をどう見分けるか — 効率よく鑑定できる手順を選ぼう

班		名前	
---	--	----	--

課題(依頼内容)

理科室ですり潰して保管していた砂糖・食塩・重曹・炭酸ナトリウム・硫黄のラベルがすべて外れてしまった。これまで学んだ知識だけを根拠にして、5種類の粉末(A～E)を確実に見分けられる「鑑定の手順」を、いくつかの確認方法の中から選んで並べてみよう。

鑑定をする条件:使う確認方法を厳選し、効率よく絞り込める順番に並べる

1. 知識の棚卸し(これまで学んだことを思い出そう)

1年・2年で学んだ、それぞれの物質の性質を書き出そう。

物質	見た目・水への溶け方	加熱・薬品を加えたときの変化	学んだ学年
砂糖			1 年
食塩			1 年
炭酸水素ナトリウム			2 年
炭酸ナトリウム			2 年
硫黄			2 年

2. 確認方法を選んで、鑑定の手順を並べよう

これまで学んだ確認方法(見た目、水への溶け方、水溶液の性質、加熱、薬品を加えたときの変化など)の中から、5種類すべてを区別するために本当に必要なものだけを選び、どの順番で確認すれば効率よく絞り込めるかを考えて、矢印や分岐を使って書いてみよう。

--

3. なぜその手順にしたのか(発表用メモ)

どの性質から確認する順番にしたか、その理由を説明できるように書いておこう。特に「最初に確認したもの」について、それを選んだ理由(その確認で何種類を区別できるか)を書こう。

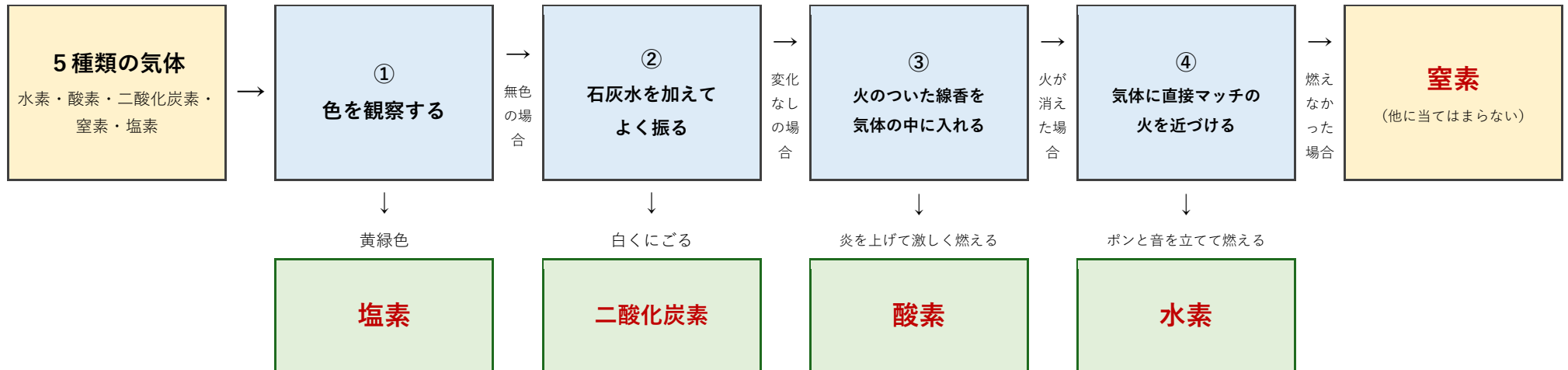
4. 他の班の意見を聞いて

良かった点や、「もっと効率よく絞り込める順番があるのでは?」という意見を書こう。

5. ふりかえり

「未知のものは、既知の事実を積み重ねて検証し鑑定する」という考え方について、今日の活動を通して気づいたことを書こう。

気体の判別実験 フローチャート



※ 塩素には強い刺激臭があるので、確かめるときは容器を直接鼻に近づけず、手であおいでにおいをかぐこと。

TOP SECRET

PROJECT : CHEM-DETECT

解答版

5種類の粉末を見分ける3つの捜査フローチャート

観察と実験で、5つの粉末の正体を突き止めよ！

START



現場に
5種類の粉末が
残されている！

STEP 1 観察捜査

見た目を調査

黄色い粉か？

YES
(黄色)



硫黄
(黄色い粉)

NO
(白色)

STEP 2へ

STEP 2 薬品捜査

フェノールフタレイン液で調査

色はどうなる？

濃い赤色に
なる



炭酸ナトリウム
(強いアルカリ性)

うすい赤色に
なる



重曹
(弱いアルカリ性)

変化なし
(色が変わらない)

STEP 3へ

STEP 3 加熱捜査

加熱して燃えるか調査

燃えるか？

YES
(燃える・焦げる)



砂糖
(有機物)
加熱すると焦げて燃える

NO
(燃えない)



食塩
(無機物)
燃えない

5種類の 粉末と特徴

硫黄



- ・黄色い粉
- ・燃える
- ・水に溶けない
- ・中性

炭酸ナトリウム



- ・白色の粉
- ・強いアルカリ性
- ・フェノールフタレイン液で
濃い赤色

重曹



- ・白色の粉
- ・弱いアルカリ性
- ・フェノールフタレイン液で
うすい赤色

食塩



- ・白色の粉
- ・中性
- ・燃えない
- ・水に溶ける

砂糖



- ・白色の粉
- ・中性
- ・加熱すると焦げて燃える
(有機物)



捜査1：観察
色を調べる！



捜査2：薬品反応
色の変化を調べる！



捜査3：加熱(燃焼)
燃えるかを調べる！

★★★
ミッション成功

真実を明らかにした！
コンプリート！