

中学校第1学年「気体の発生と性質」における生徒実験を含む 授業を一単位時間50分にまとめよく収める実践的研究

実験の準備、実験の方法及び説明時間の短縮の工夫とその効果

○本田 祭¹, 山口 晃弘¹

Matsuri HONDA, Akihiro YAMAGUCHI

¹東京農業大学

【キーワード】 中学校, 気体の発生と性質, 観察・実験, 授業改善

1. 研究の目的

本研究は気体の発生と性質を調べる実験を一単位時間の50分でまとめよく収めるための工夫を明らかにする。

2. 学習指導要領及び教科用図書及び教師用参考書の調査

2.1 調査対象

調査には中学校学習指導要領(平成29年告示)解説、5社の教科用図書及び2社の教師用参考書を使用した。

2.2 結果

学習指導要領には捕集する気体の種類や性質の調べ方に関する具体的な記述はなかった。一方で、教科用図書及び教師用参考書では酸素及び二酸化炭素を水上置換法で捕集すると記載があったが、性質の調べ方については教科書や教師用参考書によって様々だった。

2.3 考察

捕集する気体や気体の捕集方法及び気体の性質の調べ方は、授業の条件によって決めることが可能であるということがわかった。

3. 教育実習での授業

教育実習では指導教諭の指示の基、教科書の実験方法に沿って授業を行った。授業は実験の説明、気体の捕集及び性質を調べる生徒実験、結果の処理、考察、授業の振り返りという流れで行った。

4. 教育実習の研究授業の振り返り

実験の授業を50分に収めることと生徒の理解をより深めるために(1)薬品の濃度、(2)実験の進め方、(3)実験時間の短縮という3点を改善点として振り返った。

5. 協力校での調査

教育実習の研究授業で判明した改善点を踏まえて、同じ場面の授業を行い、研究を深めた。

5.1 教育実習から改善した点

教育実習で明確になった改善点を検討し、本単元を授業するにあたって(1)薬品の濃度、(2)説明の仕方、(3)実験時間の短縮、(4)ワークシートの4点を変更した。

6. 検証授業の振り返り

6.1 教育実習の改善点の検証

検証授業の結果、使用する薬品の濃度を教科書の記載から変更しなくとも結果や考察の時間を十分に確保することができた。また、気体の捕集の実験と気体の性質を調べる実験を分けて実施したところ、実験中の生徒からの質問が減少した。

教育実習及び検証授業の工夫点の比較とその評価をまとめた。

6.2 考察

本研究の目的である気体の発生と性質を調べる実験を一単位時間の50分でまとめよく収めるために観察・実験器具や試薬の準備、ワークシートや生徒への説明及び実験の方法の工夫を明らかにすることができた。

7. 終わりに

本研究を通して明らかになった工夫点を活かした実験のワークシート及び指導書を作成した。

謝辞

本研究は東京都世田谷区立駒沢中学校指導教諭内藤理恵氏に協力・指導をしていただいた。

引用文献

文部科学省(令和4年発行)「中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編」
中学校理科の検定教科書(東京書籍, 大日本図書, 教育出版, 学校図書, 啓林館)
中学校理科の教師用参考書(東洋館出版社, 明治図書)

身のまわりの気体の性質

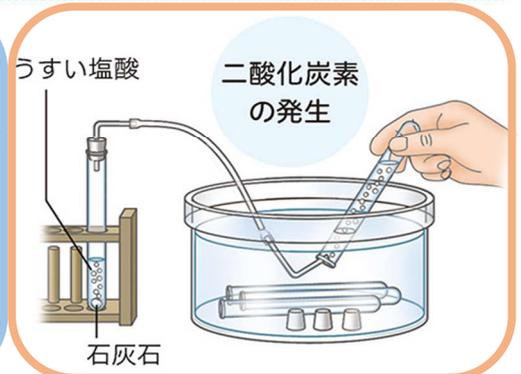
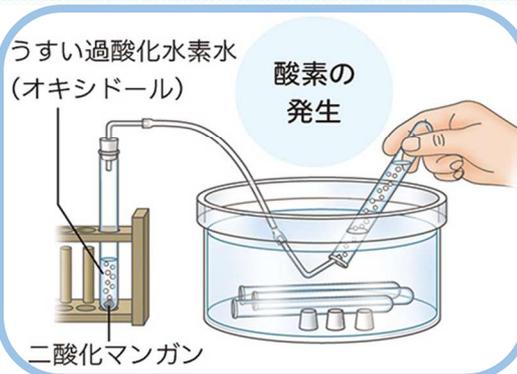
酸素と二酸化炭素の性質を学習しよう

1. 実験手順

- 必要なもの** □うすい過酸化水素水 (オキシドール) □粒状の二酸化マンガン □うすい塩酸 □石灰石 □石灰水
 □線香 □試験管 □試験管立て □L型ガラス管つきゴム栓 □L型ガラス管 □ゴム管 □ゴム栓
 □水槽 □保護眼鏡

1 気体を発生させ、試験管に集める。

気体を発生させ、それぞれの気体を水上置換法で試験管に3本ずつ集め、ゴム栓を^{★1}する。



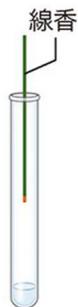
★1: 試験管には、水を少し残しておく。

コツ はじめに出てくる気体は、装置に入っていた空気を多く含むので、1本目の試験管は使用しない。

注意 保護眼鏡をかける。

2 集めた気体の性質を調べる。

①気体を集めた2本目の試験管に、火のついた線香を入れて、ものを燃やすはたらきがあるか調べる。



②試験管に石灰水を加えて振り、変化を調べる。



授業の後半で、黒板の前に集まって、反応を確認する場面もあります。協力してください。

結果の整理

結果を表にまとめる。

注意 石灰水が目に入ったり、手や衣類についたりしないよう注意する。ついてしまったら、すぐに多量の水で洗い流す。

☆実験が上手いくコツ☆

- 気を集める試験管とゴム栓は気体を発生させる前に水槽の中に入れ、すべての空気を抜く。
- ガラス管は試験管の口付近に設置する。
(試験管の奥まで入れると抜きにくくなってしまうよ!)
- 試験管内の水が無くなるまで気を集めるのではなく、試験管内に水を2mL (指の第一関節くらい) 程度残しておく。

「気体の発生と性質」指導書

1 実験のねらい

酸素と二酸化炭素を発生させてその性質を調べる実験を行い、気体の種類による特性を理解するとともに、酸素や二酸化炭素を発生させる方法や捕集法などの技能を身に付ける。

2 準備物

- ・二酸化マンガン(粒状)
- ・うすい過酸化水素水(約 3% 過酸化水素水 10mL と水 90mL)またはオキシドール
- ・塩酸(5%) ・石灰石(3g) ・石灰水(飽和) ・L型ガラス管つきゴム栓
- ・L型ガラス管 ・ゴム管 ・ゴム栓 ・試験管 ・試験管立て ・水槽
- ・線香 ・ろうそく ・マッチ ・燃えがら入れ
- ・500mL ペットボトル ・酸素ボンベ ・二酸化炭素ボンベ ・保護メガネ

3 方法

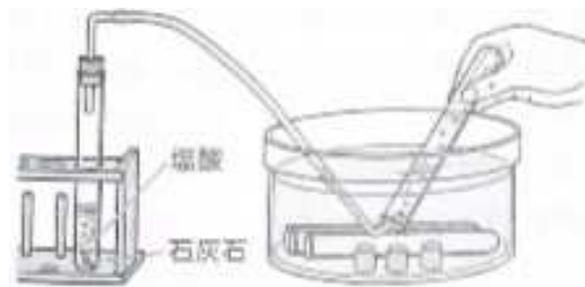
(1) 酸素の発生実験

- ① 図のような装置を組み立てて、試験管に粒状の二酸化マンガンとうすい過酸化水素水(またはオキシドール)を入れ、発生してきた酸素を水上置換法にて 3 本の試験管に順に捕集する。(留意点 ①～⑦)



(2)二酸化炭素の発生実験

- ①図のような装置を組み立てて、試験管に塩酸と石灰石を入れ、発生してきた二酸化炭素を水上置換法で3本の試験管に順に捕集する。(留意点⑧)



(3)酸素と二酸化炭素の性質を調べる実験

- ①発生した気体を集めた2本目の試験管に、火のついた線香を入れ、変化を観察する。
- ②3本目の試験管に石灰水を加えてよく振り、変化を観察する。(留意点⑨、⑩)



- ③水が3分の1程度入っている500mLペットボトルに酸素及び二酸化炭素を入れ、上下によく振り、ペットボトルの凹み方がどうなるか観察する。(留意点⑪)

(4)結果の整理

	線香	石灰水	ペットボトル
酸素	激しく燃える。	変化なし。	変化なし。
二酸化炭素	すぐに火が消える。	白濁する。	凹む。

(5)考察

- ①うすい過酸化水素水(またはオキシドール)は二酸化マンガんにふれると、酸素を発生する。
- ②石灰石は塩酸と反応して二酸化炭素を発生する。
- ③線香が激しく燃えることから、酸素はものを燃やすはたらきがある。
- ④二酸化炭素は石灰水を白濁させる。
- ⑤ペットボトルが凹むことから、二酸化炭素は水に溶けることがわかる。
- ⑥酸素と二酸化炭素は無色無臭の気体である。

(6)留意点

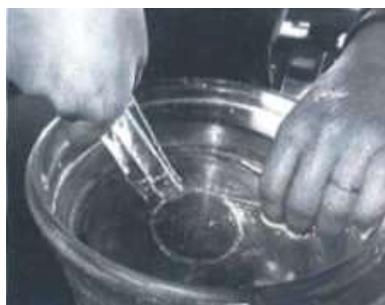
- ①薬品が目に入らないように、保護眼鏡を着用する。
- ②ゴム管がねじれていると危険である。また、ゴムは経年劣化するので、空気漏れがないかどうか事前に確認しておく。シリコンでできたゴム管(シリコン管)は、丈夫で劣化しにくい。
- ③試験管を色付き養生テープで色分けしたり、ペンで気体名や番号を記入したりしておく、わかりやすい。その際、ポスカ(三菱鉛筆製)を使うと後できれいに落とせる。
- ④過酸化水素水は、30%~35%の水溶液として市販されているが、酸素の発生実験では5%以下にうすめて使用する。なお、希釈する操作は危険なので、生徒にさせずに、事前に準備しておく。市販のオキシドールは過酸化水素水の濃度が約3%ぐらいなので、それを使用してもよい。
- ⑤二酸化マンガンは、粒状と粉状がある。どちらでも実験は可能であるが、急激な酸素の発生を防ぐため、粒状が望ましい。また、酸素発生時には、熱を発生するので、注意する。

- ⑥ 過酸化水素水(約 3%)、二酸化マンガン(粉状)1g 程度用いると、以下の表のように酸素を捕集できる。なお、過酸化水素水は新品の物を使用した。

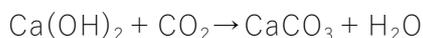
試験官(18mL 口径)に集められる量

過酸化水素水	5mL	7.5mL	10mL
試験管(本数)	3.5 本	4.5 本	6 本以上

- ⑦ グループの人数が少ないときは、気体を集める生徒が図のように試験管をまとめて持つと、1人でも集めやすい。



- ⑧ 石灰石は粉末ではなく、粒状のものを用いる。粉末を使用すると反応が激しくなり、試験管から泡が吹き出す恐れがある。水上置換法で 3g の石灰石から約 600mL の二酸化炭素が捕集できる。また、塩酸は 3%~5% くらいの濃度でも十分である。
- ⑨ 石灰水の量は試験管の 3 分の 1~4 分の 1 くらいがよい。少ないとすぐに白濁が消えてしまう。
- ⑩ 炭酸カルシウムができて白濁するが、二酸化炭素を通し続けると、カルシウムイオンと炭酸水素イオンに電離して、無色透明になってしまう。



無色になってしまったときは、加熱すれば逆の反応が起こり、再び白濁する。

- ⑪ キャップをしっかりと閉め、上下に激しく振って(約 10 秒)、ペットボトルの凹み方を観察すると、二酸化炭素がペットボトル内の水に溶け、その分の体積が減るため、ペットボトル内の気圧が下がり、凹む。

番号	タイトル	著者名	所属
A会場 第1セッション：学習指導・教材（高校・大学）①		9:00-10:00	
A01	生徒のスマートフォンで個別実験する教材と指導法の開発 — 高校「科学と人間生活」の学習目標に向けた光の授業実践 —	河合信之	神戸国際大学附属高等学校, 兵庫教育大学
A02	科学についての知識の獲得を志向した「科学と人間生活」のカリキュラムデザインとその実践	越智拓也 中川優子	聖ドミニコ学園中学高等学校 聖ドミニコ学園中学高等学校
A03	戸定が丘歴史公園での高校生向け教育プログラムの開発と試行	皆川怜子 山下修一	千葉県立松戸向陽高等学校 千葉大学
A会場 第2セッション：学習指導・教材（高校・大学）②		10:10-11:10	
A04	浮力と密度は、アルキメデスの原理で本当に求められるのか？	藤原靖	神奈川県立生田高等学校
A05	スマートフォンを利用した電流がつくる磁場の測定～直線電流がつくる磁場測定の生徒実験改良～	今井章人 柴田樹 山本岳	早稲田中学校・高等学校 北杜市立甲陵高等学校 新潟県立長岡大手高等学校
A06	探究的な学習を通じた生徒の物理の学習姿勢の変化と科学の性質 (Nature of Science)における態度との関係に関する一考察	石川真理代	東京都立豊島高等学校, 東京学芸大学大学院
A会場 第3セッション：学習指導・教材（高校・大学）③		11:20-12:20	
A07	象潟地震（1804年）がもたらした「自然の恵み」：人新世の理科教育のための基礎研究	川村教一	兵庫県立大学大学院
A08	火山灰中の鉱物判別指導法に関する基礎研究	中田聖月 三上禎次 多賀 優	龍谷大学 龍谷大学 龍谷大学
A09	SDS-PAGEを利用した遺伝子発現を可視化する教材作成の検討	河井昇 平井理愛	大阪府立天王寺高等学校 大阪府立天王寺高等学校
A会場 第4セッション：学習指導・教材（高校・大学）④		13:20-14:20	
A10	高等学校化学に反応ギブズエネルギーと平衡定数を導入する試み アルカリ土類金属硫酸塩の溶解と析出	中川徹夫	神戸女学院大学
A11	3D プリンターを用いた分子模型教材の開発と授業実践 X線結晶構造解析データによる炭素間結合の比較	安蘇幸輝 笠井香代子	宮城教育大学 宮城教育大学教育学部
A12	3D プリンターを用いた分子模型教材の開発と授業実践 リモネンの鏡像異性による3次元構造の理解	三浦多加良 笠井香代子	宮城教育大学 宮城教育大学教育学部
A会場 第5セッション：学習指導・教材（高校・大学）⑤		14:30-15:50	
A13	誤概念修正を加味した早期「生命」領域カリキュラムの必要性 — 中・大学生における科学的生物概念の形成過程からみた考察 —	名倉昌巳 松本榮次	奈良教育大学 佛教大学
A14	実験の精度や誤差を体感できる授業法の開発 — 中和滴定を教材として —	植竹紀子 千葉和義	お茶の水女子大学 お茶の水女子大学 サイエンス&エデュケーション研究所
A15	観察・実験や探究活動における個別最適な学びの検討 — 高等学校実験教材を個別最適な学びにする工夫 —	片山豪 網本貴一	高崎健康福祉大学 広島大学
A16	参加型手法を簡略化した理科教材の汎用性向上への取り組み-コンセンサス会議の要素を取り入れた理科教材の実践-	宇都宮俊星	藤沢翔陵高等学校
B会場 第1セッション：学習指導・教材（小学校）①		9:00-10:00	
B01	小学校5年「電磁石」における問題解決シートを使用した個別探究の開発と評価	葭葉彩子 山下修一	船橋市立海神南小学校 千葉大学
B02	新たな価値を創造する力を育むものづくり活動 小学校第3学年「電気の通り道」でのランブシェードづくりを通して	塩川祐司 山下修一	千葉市立金沢小学校 千葉大学
B03	単元「振り子の運動」における誤差の扱いとデータのばらつき処理に関する授業開発	森川大地 中村大輝	西東京市立栄小学校 宮崎大学

B会場 第2セッション：学習指導・教材（小学校）②		10:10-11:10	
B04 児童が知識を転移させるための地球領域の教材解釈の見直しー第5学年「流れる水の働きと土地の変化」についてー	加藤啓介 阪本秀典 石井雅幸	江戸川区立第四葛西小学校 帝京大学 大妻女子大学	
B05 「流れる水の働き」のシミュレーションと ICTを用いた土地の様子を観察と の一致による学習	比樂憲一	お茶の水女子大学附属小学校	
B06 小学校5年「流れる水のはたらき」における3Dプリンターを用いた地形図 模型と写真動画を相互活用した授業の提案	菅原柊 片山豪	高崎健康福祉大学 高崎健康福祉大学	
B会場 第3セッション：学習指導・教材（小学校）③		11:20-12:20	
B07 小学校理科における協働的な学習に関わるグループメタ認知 ～認知的 要因と組織的要因に着目して～	大手孝之 小松典子 和田一郎	横浜国立大教育学部附属横浜 小学校 横浜国立大学 横浜国立大学	
B08 子どもの素朴な考えから学習問題を成立させる授業デザインの検討	石川正明 小野瀬倫也 佐藤寛之	国士舘大学大学院 人文科学研究科、横浜市立吉原小学校 国士舘大学文学部 早稲田大学 教育・総合科学学術 院	
B09 理科学習における談話過程のトランスクリプト分析による認知・情意の相 互作用に関する研究	新垣海音 和田一郎 大手孝之	横浜国立大学 横浜国立大学 横浜国立大学附属横浜小学校	
B会場 第4セッション：学習指導・教材（小学校）④		13:20-14:20	
B10 電視観望を用いた天体観察会 -スマート望遠鏡による望遠鏡革命-	松本榮次	佛教大学	
B11 小学校5年「電磁石」のリニア新幹線を題材とした教材開発ー読み物と ワークシートの開発・試行を踏まえた改善と実践・評価ー	池田杏佑 山下修一 葭葉彩子 三宅慶進	千葉大学 千葉大学 船橋市立海神南小学校 すみだ教育研究所	
B12 地層剥ぎ取り標本を活用した授業実践の効果～単元を通じた学習過 程に着目して～	森俊郎	名古屋大学・養老町立東部中 学校	
B会場 第5セッション：学習指導・教材（小学校）⑤		14:30-15:50	
B13 理科と生活科を中心としたカリキュラムマネジメントとその考察	宇野秀夫 鳳 奈津子 山下翼 西尾 高広 笠島 梨江 谷 真希	福井市立日新小学校 福井市立日新小学校 福井市立日新小学校 福井市立日新小学校 福井市立日新小学校 福井市立日新小学校	
B14 小学校低学年におけるカリキュラム・マネジメントの可視化	寺井千重子 大貫麻美 原口るみ 土井美香子	NPO法人ガリレオ工房 白百合女子大学 東京学芸大学 特定非営利活動法人 ガリレオ工 房	
B15 自然への気付きと教師との関わりから遊びの工夫につなげる生活科ー第2 学年「秋らしいものをつくってあそぼう」の評価を通してー	小林裕子 出口明子	宇都宮市立富士見小学校 宇都宮大学	
B16 小・中学校理科における「粒子」領域の授業実践～授業実践の成果と 課題～	佐藤真輔 江連知生	神栖市立神栖第二中学校 品川区立豊葉の杜学園	

C会場 第1セッション：学習指導・教材（小学校）⑥		9:00-10:00
C01	メタモデリング知識の理解を深める学習指導の事例的検討ー小学校第4学年「物の温度と体積」を例としてー	伊藤宗彦 東京福祉大学, 聖ヨゼフ学園小学校 小畑直輝 聖ヨゼフ学園小学校 雲財寛 東海大学
C02	探究の過程における「問題」から「計画」の振り返りについての分析	三浦一輝 千葉大学 山下修一 千葉大学 葭葉彩子 船橋市立海神南小学校
C03	小学校における相互評価活動を取り入れた考察改善の実践	田中拓哉 福岡教育大学附属久留米小学校 伊藤克治 福岡教育大学 石田理紗 茨城県立石岡第一高等学校 浅野裕樹 筑波大学 真井克子 国立教育政策研究所 野内頼一 日本大学 後藤顕一 東洋大学
C会場 第2セッション：学習指導・教材（小学校）⑦		10:10-11:10
C04	安全意識を高めるためのルーブリックの作成とその評価	春日光 奈良市立平城西小学校
C05	海ノ民話アニメーションを活用した授業プログラムの開発と実践「お夏と藤平」から学ぶ海流と漁業	里浩彰 お茶の水女子大学 サイエンス&エデュケーション研究所
C06	モンゴル国小学校理科の動画教材の問題解決場面の分析 - 問題解決場面のつながりに着目して -	日上奈央子 広島大学国際協力研究科 清水欽也 広島大学大学院人間社会科学研究科
C会場 第3セッション：学習指導・教材（小学校）⑧		11:20-12:20
C07	ケアンズ日本人子女の事例に見る国語と理科の学びの往還 - 漢字と人体の理解をつなぐ教材の提案 -	平瀬健一 (日本語) 学習支援コンサルタント KENONE HOPE 大貫麻美 白百合女子大学 石沢順子 白百合女子大学
C08	科学的根拠に基づく食塩摂取の判断を促す授業の開発「もののとけ方」においてアーギュメントを導入した醤油の食塩量の比較	松山友香 兵庫教育大学大学院 神山真一 大阪体育大学 舟生日出男 創価大学 山本智一 兵庫教育大学大学院
C09	小学校理科実験における個別最適実験に関する基礎的研究	羽鳥綾真 高崎健康福祉大学 片山豪 高崎健康福祉大学
C会場 第4セッション：学習指導・教材（小学校）⑨		13:20-14:20
C10	小学校理科における磁石の極のでき方, 見方を育む授業実践	小河純 茨城大学教育学部附属小学校 宮本直樹 茨城大学
C11	謎解きを取り入れた理科教育の教材開発と実践～摩擦とエネルギーについて学べるオンライン教材～	長谷亜蘭 埼玉工業大学
C12	学習場面における教師の効果的な働きかけの事例分析ー第5学年「振り子の規則性」を通してー	岩本哲也 大阪市立味原小学校 溝邊和成 兵庫教育大学 坂田紘子 大阪市立東桃谷小学校 平川晃基 大阪市立豊新小学校 三宅理恵 大阪市立味原幼稚園 流田絵美 学校法人大宮学園大宮幼稚園
C会場 第5セッション：理科教育論・理科教育史		14:30-15:50
C13	熱概念に対する学生の理解と混乱の実態を真摯に受け止めよう	五十嵐靖則 独創文化研究所, 元東京理科大学

C14	現象に潜む矛盾止揚で概念形成と深化を育む科学教育史的探究	小林昭三 興治文子	新潟大学 東京理科大学
C15	8の字型問題解決モデルの提案	安部洋一郎	兵庫大学
C16	物理基礎学習者が直面する波の基本的性質の理解に対する課題	川崎友紀子 寺島幸生	工学院大学付属高校 鳴門教育大学
D会場 第1セッション：学習指導・教材（中学校）①		9:00-10:00	
D01	生徒が科学的な知識体系へのコミットメントを形成する理科授業	奈良大	愛知教育大学附属名古屋中学校
D02	中学校理科生命領域における 知的謙虚さ育成のための学習指導に関する研究	橋本日向 川崎弘作	岡山大学 岡山大学
D03	地球領域の特徴を踏まえた知的謙虚さの育成のための学習指導法の検討	高木里彩 川崎弘作	岡山大学大学院 岡山大学
D会場 第2セッション：学習指導・教材（中学校）②		10:10-11:10	
D04	因果関係を捉えるための知識と思考スキルの関連－タキノミー・テーブルを用いた事例的分析－	伊藤愛莉 和田一郎	横浜国立大学教職大学院 横浜国立大学
D05	科学の本質の理解や理科の有用性の認識が科学的な探究の活動に与える影響について	中込泰規 渡辺理文 小倉康	東京学芸大学附属竹早中学校・ 東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科 東京学芸大学教育学部 埼玉大学教育学部
D06	科学ニュースの批判的読解力を高める指導法の開発 科学の不確実性を視点としたWeb検索から	沖田美緒 久保田善彦	玉川大学 玉川大学
D会場 第3セッション：学習指導・教材（中学校）③		11:20-12:20	
D07	他教科の資質・能力を發揮して取り組む要因の検討 -中学校2学年「消化と吸収」を事例にして-	小池佑貴 市川この美 植原俊晴	信州大学教育学部附属松本中学校 信州大学教育学部附属松本中学校 信州大学学術研究院教育学系
D08	単元内自由進度学習を取り入れた指導の工夫とその効果－中学校理科「動物の体のつくりと働き」・「刺激と反応」単元の実践から－	水城慶祐	松前町立岡田中学校
D09	一人一台端末と回路シミュレータを用いた中学校電気単元の実践的研究	小林雄一郎 庭瀬敬右	兵庫教育大学大学院 兵庫教育大学
D会場 第4セッション：学習指導・教材（中学校）④		13:20-14:20	
D10	溶解に関する教材の開発とその活用	田中玄伯 高原周一 三木淳男	長浜市立高月中学校 岡山理科大学 岡山理科大学
D11	二酸化ケイ素を触媒に用いた銅の酸化実験の改良	内田優音 山田貴之	上越教育大学大学院 上越教育大学
D12	中学校第1学年「気体の発生と性質」における生徒実験を含む 授業を一単位時間50分にまとまりよく収める実践的研究	本田祭 山口晃弘	東京農業大学 東京農業大学
D会場 第5セッション：科学史・NOS・科学哲学		14:30-15:30	
D13	小学生の科学の暫定性に関する理解を促す授業の提案―「恐竜（オビラプトル）」を教材として―	柘堀亮 久保田善彦	茨城大学教育学部附属小学校 玉川大学
D14	NOSの理解の段階性に関する一考察 NOSの『何』を指導・評価するか	石飛幹晴 松浦拓也	広島大学 広島大学大学院人間社会科学研究科
D15	科学の実践としての実験活動の意義	庄野俊平 藤江康彦	東京大学 東京大学大学院教育学研究科

E会場 第1セッション：複合領域（環境・総合・STEM・SSI等）①		9:00-10:00
E01 STEAM教育の観点からみた令和6年能登半島地震－活断層型地震による列島の脆弱性の課題を例に－	藤岡達也 川真田早苗	滋賀大学 北陸学院大学
E02 小学校段階からの地震を誘因とした土石流教材開発の必要性 令和6年能登半島地震での土砂災害を踏まえて	川真田早苗 藤岡達也	北陸学園大学 滋賀大学
E03 探究的な地震学習教材の開発と実践－単元「大地のつくりと変化」での「地盤による揺れの違い」に着目した授業から－	佐藤真太郎 堀道雄 藤岡達也	京都ノートルダム女子大学 守山市立河西小学校 滋賀大学教育学部
E会場 第2セッション：複合領域（環境・総合・STEM・SSI等）②		10:10-11:10
E04 大学専門科目のSTEAM教育としての位置づけ－理科野外実習において富士山麓のフィールドで学ぶ大学生の学びに内包するSTEAM教育の要素の分析を事例に－	三崎隆 内山美恵子 別宮有紀子	都留文科大学 都留文科大学 都留文科大学
E05 工学的プラクティスを取り入れたSTEAM型授業デザイン(1)－単元「音の性質」における蓄音機製作の授業開発を中心として－	大塚洋樹 野添生	都城市立小松原中学校 宮崎大学大学院教育学研究科
E06 再生可能エネルギーに関する探究的な学びについて	飯野直子	熊本大学
E会場 第3セッション：複合領域（環境・総合・STEM・SSI等）③		11:20-12:20
E07 米国初等教育段階の理科におけるSTEMの創造性に関する一考察－Science Fusionを事例として－	板橋夏樹	宮城学院女子大学
E08 米国の理科授業におけるプラクティスの位置づけ－ミネソタ州スタンダードの分析を通して－	小坂那緒子	日本学術振興会，国立教育政策研究所
E09 Socio-scientific Issues'に対する能力向上に関する授業実践	松下将也	兵庫県立社高等学校
E会場 第4セッション：教員養成・教師教育①		13:20-14:20
E10 教育DX推進のための生成AIを活用した理科指導法研究：データ駆動型理科教育構築を視座した，大学生の課題解決探究実践を事例として	杉本剛	東大阪大学，東北大学大学院教育学研究科
E11 擬人化動画教材による「見える化」「可視化」から「想像できる化」「想像化」へ	吉川直志 竹内和音	名古屋女子大学 名古屋女子大学
E12 「生涯学び続ける教員」育成システムの構築－オンライン教員研修のICT教材と評価－	笠井香代子 柴田敬介 鹿野ほのか 安蘇幸輝 三浦多加良	宮城教育大学 宮城教育大学教育学部 宮城教育大学教育学部 宮城教育大学教育学部 宮城教育大学教育学部
E会場 第5セッション：教員養成・教師教育②		14:30-15:30
E13 小学校教員養成課程学生の理科授業の指導の困難さ－問題解決の各過程の指導に着目して－	舘英樹 山根悠平 稲田結美	本別町立勇足小学校 日本体育大学 日本体育大学
E14 命題とモダリティの観点による理科教育実習日誌の分析	杉山雅俊	山梨大学
E15 理科教員の資質・能力に関する評価方法の開発 ドイツの授業プランニング理論を援用して	保刈栄紀 和田一郎	東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科 横浜国立大学
F会場 第1セッション：複合領域（環境・総合・STEM・SSI等）④		9:00-10:00
F01 科学ニュースの編集で学ぶ編集者心理と科学	久保田善彦 沖田美緒	玉川大学 玉川大学教職大学院
F02 生命倫理の講義を通じた心理教育の実践	和泉光則	東海大学
F03 中学生と地元農家による農産物開発のコラボレーション	菅野俊幸	福島県福島市立吾妻中学校
F会場 第2セッション：複合領域（環境・総合・STEM・SSI等）⑤		10:10-11:10
F04 津波堆積物を活用した防災教育の課題と改善の視点	小久保慶一	釧路工業高等専門学校

F05 産学協働による海洋教育プログラムの開発と実践	榎戸三智子 須田健太 里浩彰 千葉和義	お茶の水女子大学 岡部株式会社海洋事業部 お茶の水女子大学サイエンス& エデュケーション研究所 お茶の水女子大学サイエンス& エデュケーション研究所
F06 「再野生化」を目指すWild Pedagogiesに基づく環境教育の展開 -人 新世において検討される「野生」の行為主体性-	山本容子	筑波大学人間系
F会場 第3セッション：複合領域（環境・総合・STEM・SSI等）⑥		11:20-12:20
F07 中学校理科における領域横断の実践	中川優子 越智拓也 太刀川祥平	聖ドミニコ学園中学高等学校 聖ドミニコ学園中学高等学校 聖ドミニコ学園中学高等学校
F08 大学でのICT環境の変化に対応する分光実験教材の改良	小杉健太郎	福岡教育大学
F09 SDGsに関するシリアスゲーム開発型STEAM教育の実践	江草遼平 木村優里 辻宏子	千葉商科大学 明治学院大学 明治学院大学
F会場 第4セッション：教員養成・教師教育③		13:20-14:20
F10 動画フォトグラメトリを用いた地層3DCG教材の作成	飯田和也 久保田善彦	駒場東邦中学高等学校 玉川大学
F11 ハザードマップに土地の成り立ちを加えた防災学習の効果	高橋美愛 久保田善彦 飯田和也	玉川大学教職大学院 玉川大学大学院教育学研究科 駒場東邦中学高等学校
F12 中学校理科におけるマグマの生成実験とその効果	鬼木哲人 山田貴之	上越教育大学教職大学院 上越教育大学
F会場 第5セッション：教育工学・ICT		14:30-15:50
F13 高等学校理科における科学的な探究の過程の考察場面で生成AIを班 員の一人として活用した教育効果	藤本義博 山村寿彦	岡山理科大学 岡山県立鷺羽高等学校
F14 VRによる仮想体験は授業教材となりうるかー小学生児童による体験とア ンケート回答からの予備調査ー	山本翠 新井しのぶ	中村学園大学 中村学園大学
F15 児童の自律的な学びを目指した授業実践 小学校理科のプログラミング 学習から	前嶋和彦 植原俊晴	信州大学教職大学院 信州大学学術教育院教育学系
F16 透明骨格標本の硬骨染色後の作業時間短縮の検討	西川洋史	埼玉県立進修館高等学校
G会場 第1セッション：認知・動機づけ・概念形成と発達①		9:00-10:00
G01 日常的な自然の事物・現象に対する男女が示す興味の比較	植原俊晴 水品日菜	信州大学学術研究院教育学系 信州大学教育学部
G02 中学理科の興味・関心に関する一考察 コロナによる制約の影響を中 心に	佐々木恒彦	常滑市立鬼崎中学校
G03 科学系博物館における観察・実験学習の意義-中学生の理科離れ改善 の視座から	長島康雄 岩動玲奈	東北学院大学 東北学院大学
G会場 第2セッション：認知・動機づけ・概念形成と発達②		10:10-11:10
G04 ワーキングメモリ課題に対するメタ認知の正確さ：理科学力に及ぼす影 響に着目して	今津世霸 小野綾香 久坂哲也	岩手大学 岩手大学 岩手大学教育学部附属小学校
G05 理科教育学領域における批判的思考を対象とした研究の成果と課題の 導出	須藤よしの 原田勇希	秋田大学大学院教育学研究科 秋田大学教育文化学部
G06 理科における批判的思考力と確認バイアス および不適切な行為の関係 性 —高校生を対象とした調査結果から—	山根悠平	日本体育大学

G会場 第3セッション：認知・動機づけ・概念形成と発達③		11:20-12:20	
G07	理科教育における自己決定の基礎的考察	松本浩幸	夕張市立夕張中学校
G08	実用性と重要性の視点から見た理科における有用性	岡部舞	大阪教育大学
		川崎弘作	岡山大学
		原田勇希	秋田大学
G09	中学生の理科に関する 授業経験・学習観・自己調整学習の関連の検討	三和真奈子	広島大学
		松浦拓也	広島大学大学院人間社会科学 研究科
G会場 第4セッション：教育評価		13:20-14:20	
G10	中学校理科におけるデータ解釈方略尺度の開発および実態調査	石田幸弥	上越教育大学大学院
		山田 貴之	上越教育大学
G11	「科学的に探究する力」に影響を及ぼす諸要因の検討—TIPSを用いた中学生の実態調査と、「主体的に学習に取り組む態度」と「批判的思考」に着目して—	和平匡将	上越教育大学教職大学院
		山田貴之	上越教育大学
G12	中学校理科における「主体的に学習に取り組む態度」の評価に特化した振り返りシート「あしあと」の開発と実践	渋谷優斗	富山市立岩瀬中学校
		橋本大輔	新潟市立石山中学校
G会場 第5セッション：幼児期の科学教育・生活科教育		14:30-15:30	
G13	幼児期に育む探求の心	立田祐理	学校法人リズム学園恵庭幼稚園
G14	サステナビリティ・コンピテンシーを育む日本型幼児教育教材の検討 動物の多様性及び鶏卵殻の活用をテーマとして	大貫麻美	白百合女子大学
		山谷みのり	白百合女子大学
		氏家咲和	白百合女子大学
		江森美聡	白百合女子大学
		原未吹	白百合女子大学
G15	保育教材研究をテーマとした高大連携における探究学習の実践 輪ゴムを使った教材開発と教育的価値の検討を通して	新鶴田道也	石巻専修大学

中学校第1学年「気体の発生と性質」における生徒実験を含む授業を

一単位時間50分にまとめよく収める実践的研究

～実験の準備、実験の方法及び説明時間の短縮の工夫とその効果～

○本田祭¹，山口晃弘¹

Matsuri HONDA, Akihiro YAMAGUCHI

¹東京農業大学

目次

1. 研究の目的
2. 学習指導要領及び教科書及び教師用参考書の調査
3. 教育実習での授業
4. 協力校での調査
5. 検証授業の振り返り
6. 終わりに
7. 参考・引用文献

1. 研究の目的

- 【目的】本研究は教育実習での反省点を踏まえながら、「気体の発生と性質」の授業を一単位時間の50分でまとめよく収めるために観察・実験器具や試薬の準備、ワークシートや生徒への説明及び実験の方法の工夫を明らかにすることが目的である。
- 【背景】中学校第1学年で学習する「気体の発生と性質」は、複雑な実験なため説明・実験・考察の流れを一単位時間50分に収めることは難しい。

2. 学習指導要領・教科書・教師用参考書の調査

(1) 学習指導要領の調査

④ 気体の発生と性質

気体を発生させてその性質を調べる実験を行い、気体の種類による特性を理解するとともに、気体を発生させる方法や捕集法などの技能を身に付けること。

(平成29年告示・中学校学習指導要領)

④ 気体の発生と性質について

・・・・・・・・前略・・・・・・・・

幾つかの気体を発生させて捕集する実験を行い、それぞれの気体の特性を調べる実験を行う。その際、水への溶けやすさ、空気に対する密度の大小など気体によって特性があり、それに応じた捕集法があることを理解させる。また、代表的な例を取り上げて、異なる方法を用いても同一の気体が得られることについても触れる。ここで取り扱う気体は、小学校で取り扱った気体と中学校理科の学習内容との関連を考慮して、生徒にとって身近な気体などから選ぶ。

なお、気体の実験では、適切な器具を用いて正しい方法で行い、容器の破裂や火傷などの事故が起こらないよう十分注意するとともに、理科室内の換気にも留意する。

(平成29年告示・中学校学習指導要領解説)

(2) 教科書及び教師用参考書の調査

表1 教科書及び教師用参考書の記載内容

	捕集する気体	薬品の濃度		気体の捕集方法
		うすい濃度 化学書	塩酸	
令和2年3月検定済み 大日本図書 「理科の世界1」	酸素 二酸化炭素	3%	5%	水上置換法
令和2年3月検定済み 東京書籍 「探究する新しい科学 1」	酸素 二酸化炭素	オキシドール	10%	水上置換法
令和2年3月検定済み 教育出版 「自然の探究 中学理科 1」	酸素 二酸化炭素	記載なし	記載なし	水上置換法
令和2年3月検定済み 学校図書 「中学校科学1」	酸素 二酸化炭素	2.5~ 3.5%	5%	水上置換法
令和2年3月検定済み 啓林館 「未来へひらがるサイ エンス1」	酸素 二酸化炭素	3%	5%	水上置換法
令和3年3月発行 東洋館出版 「板書で見える全単元・ 全単元の授業のすべて 中学校理科1年」	酸素 二酸化炭素	記載なし	記載なし	水上置換法
令和5年3月発行 明治図書 「板書&実験例がよく わかる 指導と評価が 見える 365日の全授業 中学校理科1年」	酸素 二酸化炭素	記載なし	記載なし	水上置換法

表2 気体の性質の調べ方

	入った火 れ線をつ ける	石灰水 を振る	水に溶 ける	色を調 べる	におい を調べる	け紙を 近づけ る	液に反 応する	マッチ の火をつ ける
大日本図書	○	○	○	×	×	×	×	×
東京書籍	○	○	×	×	○	○	○	○
教育出版	○	○	×	○	○	×	×	×
学校図書	○	○	×	○	○	×	×	×
啓林館	○	○	×	×	×	×	×	×
東洋館出版 「板書で見 える全単元・ 全単元の授業 のすべて 中学校理科 1年」	○	○	×	○	○	×	×	×
明治図書 「板書&実 験例がよく わかる 指導 と評価が見 える 365日 の全授業 中学校理科 1年」	○	○	○	×	×	×	×	×

(3) 調査結果・考察

	学習指導要領	教科書・教師用参考書
気体の種類	記載なし	酸素・二酸化炭素
捕集方法	記載なし	水上置換法
性質の調べ方	記載なし	文献により様々



気体の種類・捕集方法・性質の調べ方 ⇒ 授業の条件によって決めることが可能

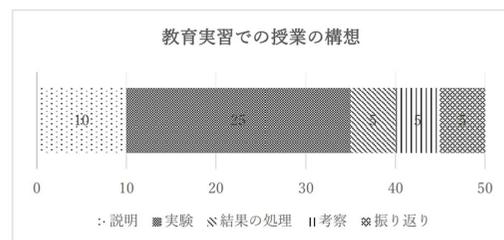


酸素・二酸化炭素を水上置換法で捕集することに決定

3. 教育実習での授業

(1) 授業の構想

図1 教育実習での授業の構想



▽ 使用教材

- ・教科書(大日本図書)
- ・ワークシート

▽ 授業の流れ

気体の捕集・性質を調べる実験の説明
→気体の捕集※→性質を調べる※→結果の
処理→考察→振り返り

※…生徒実験

(2) 授業の工夫点

表3 教育実習での工夫点

場面	種類	工夫点
授業準備(1)	①	実験器具を入れた実験キットを班数分用意。
授業準備(2)	②	図を記載したわかりやすいワークシート。
授業準備(3)	②	手順を簡略化して書いた模造紙を用意。
授業準備(4)	①②	実験器具とワークシート、模造紙で気体の種類を色分け。
授業準備(5)	①	薬品類は事前に班数分取り分けて用意。
授業準備(6)	①	反応速度を進めるため濃度を濃くした薬品を用意。
説明(9)	③	実験の説明動画を使用。
説明(10)	③	実物投影機で手元を撮影しながら説明。
説明(11)	②③	ワークシートや模造紙を参考にするように指示。
実験(13)	④	タイマーで実験の残り時間の意識を持たせた。
実験(17)	①④	マッチを使わず教卓に立てたろうそくを使用。
実験(19)	①④	水面の位置を輪ゴムでマーク。

①実験器具・試薬の工夫点、②ワークシート・ホワイトボード・模造紙の工夫点、
③説明の工夫点、④実験方法の工夫点、⑤その他の工夫点

(2) 協力校で授業する際の改善点

1 薬品の濃度

【教育実習】

オキシドール…10%
塩酸…10%



【検証授業】

オキシドール…3%
塩酸…5%

2 説明の仕方

【教育実習】

一度にまとめて説明



【検証授業】

段階別に分けて説明

3 実験時間の短縮

【教育実習】

1班あたり酸素と
二酸化炭素の両方を捕集



【検証授業】

1班あたり酸素と二酸化炭素
のどちらか一方のみを捕集

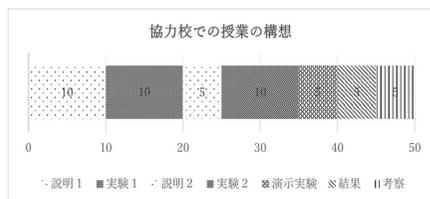
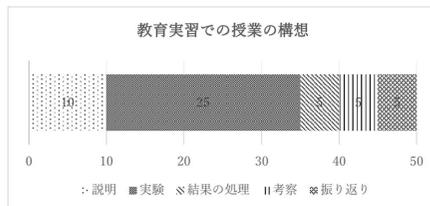
3 実験時間の短縮



写真1 気体の水への溶けやすさを調べる演示実験

4. 協力校での授業

(1) 授業の構想



▽ 使用教材

- ・教科書(大日本図書)
- ・ワークシート

▽ 授業の流れ

説明1(気体の捕集)→実験1(気体の捕集※)→
説明2(性質を調べる)→実験2(性質を調べる
※)→演示実験→結果の処理→考察→振り返り

※…生徒実験

(3) 授業の工夫点

表4 検証授業での工夫点

場面	種類	工夫点
授業準備(1)	①	実験器具を入れた実験キットを班数分用意。
授業準備(2)	②	図を記載したわかりやすいワークシート。
授業準備(3)	②	手順を簡略化して書いた模造紙を用意。
授業準備(4)	①②	実験器具とワークシート、模造紙で気体の種類を色分け。
授業準備(5)	①	薬品類は事前に班数分取り分けて用意。
授業準備(7)	⑤	片付けの指示を黒板に書いた。
説明(8)	②	実験の工程に合わせて該当する模造紙のみを貼った。
説明(9)	③	実験の説明動画を使用。
説明(11)	②③	ワークシートや模造紙を参考にするように指示。
実験(12)	④	気体は酸素か二酸化炭素のどちらか一方のみを捕集。
実験(13)	④	タイマーで実験の残り時間の意識を持たせた。
実験(14)	④	1本目の試験管はゴム栓をしない。
実験(15)	①④	捕集していない方の気体を配布。
実験(17)	①④	捕集しきれなかった班には気体が入った試験管を配布。
実験(19)	①④	教師用実験台で火をつけた状態の線香を用意。
実験(21)	⑤	記録係は実験台に座っている位置で指定。
実験(22)	①④	演示実験で行い、柔らかいペットボトルを使用。

①実験器具・試薬の工夫点、②ワークシート・ホワイトボード・模造紙の工夫点、
③説明の工夫点、④実験方法の工夫点、⑤その他の工夫点

5. 検証授業の振り返り

場面	種類	工夫点	改善 あり	検証 授業	評価
授業準備(1)	①	実験器具を入れた実験キットを班数分用意。	○	○	S
授業準備(2)	②	図を記載したわかりやすいワークシート。	○	○	A
授業準備(3)	②	手順を簡略化して書いた模造紙を用意。	○	○	B
授業準備(4)	①②	実験器具とワークシート、模造紙で気体の種類を色分け。	○	○	A
授業準備(5)	①	薬品類は事前に班数分取り分けて用意。	○	○	A
授業準備(6)	①	反応速度を速めるための濃度を濃くした薬品を用意。	○	○	C
授業準備(7)	②	片付けの指示を黒板に書いて表示。	○	○	A
説明(8)	⑤	実験の工程に合わせて該当する模造紙のみを貼った。	○	○	B
説明(9)	③	実験の説明動画を使用。	○	○	S
説明(10)	③	実物投影機で手元を撮影しながら説明。	○	○	B
説明(11)	②③	ワークシートや模造紙を参考にできるように指示。	○	○	A
実験(12)	④	気体は酸素か二酸化炭素のどちらかのみを捕集する。	○	○	S
実験(13)	④	タイマーで実験の残り時間の意識を持たせた。	○	○	A
実験(14)	④	1本目の試験管はゴム栓をしない。	○	○	S
実験(15)	①④	捕集していない方の気体を配布。	○	○	A
実験(16)	①④	捕集しきれなかった班には気体の入った試験管を配布。	○	○	A
実験(17)	①④	マッチを使わず教卓に立てたろうそくを使用。	○	○	B
実験(18)	①④	教師用実験台で火をつけた状態の線香を用意。	○	○	A
実験(19)	①④	水面の位置を輪ゴムでマーク。	○	○	C
実験(20)	⑤	記録係は実験台に座っている位置で指定。	○	○	C
実験(21)	①④	演示実験を行い、柔らかいペットボトルを使用。	○	○	S

種類

- ①実験器具・試薬の工夫点
- ②ワークシート・ホワイトボード・模造紙の工夫点
- ③説明の工夫点
- ④実験方法の工夫点
- ⑤その他の工夫点

評価

- S…著しく効果的
- A…十分に効果的
- B…効果的
- C…やや効果的

(1) S評価

① 実験キットの作成



- ✔ 生徒の実験準備の時間を短縮できる
- ✔ 生徒が実験器具の収集し忘れを防ぐことができる

② 実験の説明動画の使用



- ✔ 実験工程を視覚的に捉えられる
- ✔ 実験の流れを短時間で再現できる

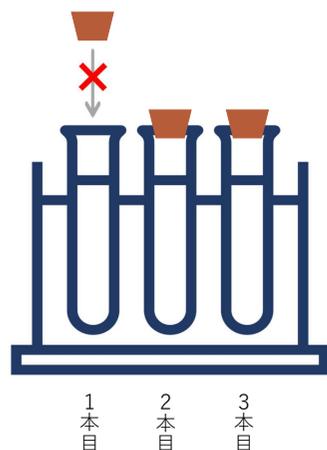
③ 気体は酸素か二酸化炭素のどちらかのみを捕集するようにした



- ✔ 1班あたりの気体を捕集する時間が半分になった
- ✔ 気体の捕集にかかる時間を大幅に短縮できた

酸素…酸素を捕集し二酸化炭素を配布
 二酸化炭素…二酸化炭素を捕集し酸素を配布

④ 1本目の試験管には
ゴム栓をしないようにした



- ✓ どの試験管が1本目なのかがわかりやすくなった
- ✓ 気体の性質を調べる実験において失敗する班が減少した

⑤ ペットボトルを使用した演示実験



- ✓ 変化がわかりやすく生徒の印象に残る
- ✓ 演示実験をすることで時間が短縮できた

(2) 協力校で授業する際の改善点の評価

1 薬品の濃度

【教育実習】

オキシドール…10%
塩酸…10%



【検証授業】

オキシドール…3%
塩酸…5%

2 説明の仕方

【教育実習】

一度にまとめて説明



【検証授業】

段階別に分けて説明

3 実験時間の短縮

【教育実習】

1班あたり酸素と
二酸化炭素の両方を捕集



【検証授業】

1班あたり酸素と二酸化炭素
のどちらか一方のみを捕集

6. 謝辞

- ・ 流山市立南流山中学校の先生方
- ・ 世田谷区立駒沢中学校の指導教諭内藤理恵先生

(2) 教科書及び教師用参考書の調査

表1 教科書及び教師用参考書の記載内容

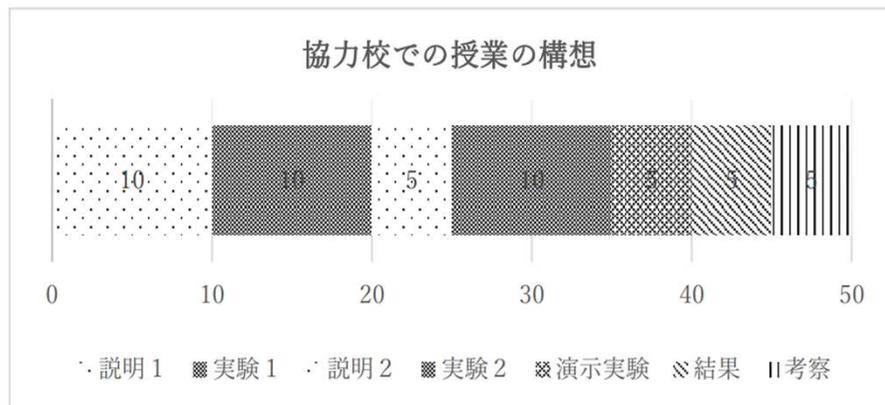
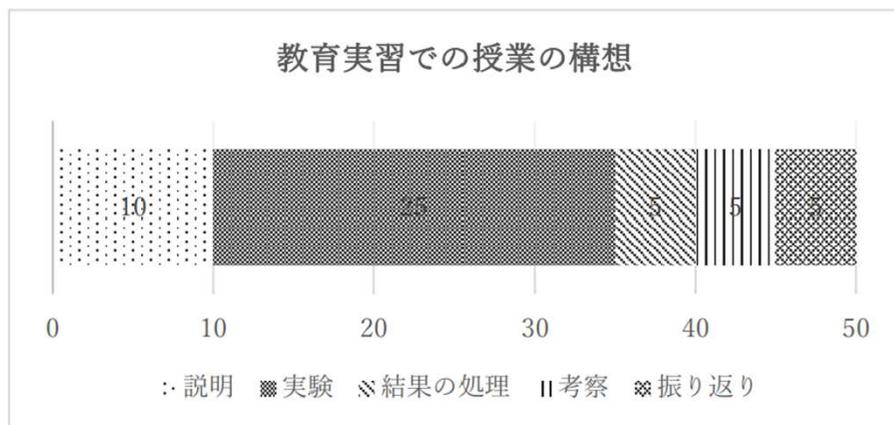
	捕集する気体	薬品の濃度		気体の捕集方法
		うすい過酸化水素水	塩酸	
令和2年3月検定済み 大日本図書 「理科の世界1」	酸素 二酸化炭素	3%	5%	水上置換法
令和2年3月検定済み 東京書籍 「探究する新しい科学1」	酸素 二酸化炭素	オキシドール	10%	水上置換法
令和2年3月検定済み 教育出版 「自然の探究 中学理科1」	酸素 二酸化炭素	記載なし	記載なし	水上置換法
令和2年3月検定済み 学校図書 「中学校科学1」	酸素 二酸化炭素	2.5～3.5%	5%	水上置換法
令和2年3月検定済み 啓林館 「未来へひろがるサイエンス1」	酸素 二酸化炭素	3%	5%	水上置換法
令和3年3月発行 東洋館出版社 「板書で見る全単元・全時間の授業のすべて 中学校理科1年」	酸素 二酸化炭素	記載なし	記載なし	水上置換法
令和5年3月発行 明治図書 「板書&展開例でよくわかる 指導と評価が見える 365日の全授業 中学校理科1年」	酸素 二酸化炭素	記載なし	記載なし	水上置換法

表2 気体の性質の調べ方

	入った火の線香をい	る入石灰を振を	をけ水への溶	る色を調べ	かにおいを	ける紙を近づ	りトマス	液にB反応	つけるマツチを	火のついた
大日本図書	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×
東京書籍	○	○	×	×	○	○	○	○	○	○
教育出版	○	○	×	○	○	×	×	×	×	×
学校図書	○	○	×	○	○	×	×	×	×	×
啓林館	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×
東洋館出版社 「板書で見る全単元・全時間の授業のすべて 中学校理科1年」	○	○	×	○	○	×	×	×	×	×
明治図書 「板書&展開例でよくわかる 指導と評価が見える 365日の全授業 中学校理科1年」	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×

4. 協力校での授業

(1) 授業の構想



▽ 使用教材

- ・教科書(大日本図書)
- ・ワークシート

▽ 授業の流れ

説明1 (気体の捕集) → 実験1 (気体の捕集※) →
説明2 (性質を調べる) → 実験2 (性質を調べる
※) → 演示実験 → 結果の処理 → 考察 → 振り返り

※…生徒実験

5. 検証授業の振り返り

場面	種類	工夫点	教育実習	検証授業	評価
授業準備(1)	①	実験器具を入れた実験キットを班数分用意。	○	○	S
授業準備(2)	②	図を記載したわかりやすいワークシート。	○	○	A
授業準備(3)	②	手順を簡略化して書いた模造紙を用意。	○	○	B
授業準備(4)	①②	実験器具とワークシート、模造紙で気体の種類を色分け。	○	○	A
授業準備(5)	①	薬品類は事前に班数分取り分けて用意。	○	○	A
授業準備(6)	①	反応速度を速めるため濃度を濃くした薬品を用意。	○	/	C
授業準備(7)	②	片付けの指示を黒板に書いて表示。	/	○	A
説明(8)	⑤	実験の工程に合わせて該当する模造紙のみを貼った。	/	○	B
説明(9)	③	実験の説明動画を使用。	○	○	S
説明(10)	③	実物投影機で手元を撮影しながら説明。	○	/	B
説明(11)	②③	ワークシートや模造紙を参考にするように指示。	○	○	A
実験(12)	④	気体は酸素か二酸化炭素のどちらかのみを捕集する。	/	○	S
実験(13)	④	タイマーで実験の残り時間の意識を持たせた。	○	○	A
実験(14)	④	1本目の試験管はゴム栓をしない。	/	○	S
実験(15)	①④	捕集していない方の気体を配布。	/	○	A
実験(16)	①④	捕集しきれなかった班には気体の入った試験管を配布。	/	○	A
実験(17)	①④	マッチを使わず教卓に立てたろうそくを使用。	○	/	B
実験(18)	①④	教師用実験台で火をつけた状態の線香を用意。	/	○	A
実験(19)	①④	水面の位置を輪ゴムでマーク。	○	/	C
実験(20)	⑤	記録係は実験台に座っている位置で指定。	/	○	C
実験(21)	①④	演示実験を行い、柔らかいペットボトルを使用。	/	○	S

種類

- ①実験器具・試薬の工夫点
- ②ワークシート・ホワイトボード・模造紙の工夫点
- ③説明の工夫点
- ④実験方法の工夫点
- ⑤その他の工夫点

評価

- S…著しく効果的
- A…十分に効果的
- B…効果的
- C…やや効果的