

# フローチャートと合言葉を用いた実験計画力を伸ばす指導法

自然科学系教育サブプログラム理科

森田 杏月

【指導教員】 小倉 康 松岡 圭介 中井 大介

【キーワード】 科学的探究力 実験計画力 合言葉 フローチャート

## 1. 背景

2023年9月28日～11月30日の期間で実地研究Iを埼玉県内の公立高等学校にて実施した。第3学年の授業を担当し、うち3時間で探究型の授業を構想、1学級で実践した。しかし実験計画の立案に時間がかかり、その後の活動する時間が少なくなってしまった。このとき授業を受けた生徒は初めての探究活動で、自分で実験を立案するということが難しかったと、授業後のアンケートで多数の声が寄せられた。この経験から、実験計画を立てる過程で何かできないか考え、実験計画力の向上に関わる研究を調べた。

国立教育政策研究所によれば、2015年のOECD生徒の学力到達度調査(PISA)の日本の結果について、『他の能力と比べると「科学的探究を評価して計画する」能力の平均得点は相対的に低い』と発表している。また、PISA2025のフレームワーク(OECD, 2023)では、科学の能力の1つに「科学的調査のための計画を構築および評価し、科学的データと証拠を批判的に解釈する力」を取り上げ、具体的な能力として「適切な実験計画を提案する能力」を評価するものとしている。

一方日本の学習指導要領では、中学校学習指導要領(平成29年度告示)解説理科編に記載されている「学習の過程のイメージ」で、「自然現象に対する気付き」から「表現・伝達」まで各過程で身につけさせる資質・能力の例が示されている。「検証計画の立案」の過程では、仮説を確かめるための観察・実験の計画を立案する力や観察・実験の計画を評価・選択・決定する力を育成するものとされている。このように国内外で、学習の過程で適切な実験計画を立案する力を重要視していることがうかがえる。

実験計画力を高める指導法の先行研究として岸田・小倉(2018)は、理科における小学生の実験計画力の育成するための授業モデルを考案した。そこで専用ワークシート「実験計画シート」と、実験方法を考える視点として合言葉を開発し有効性を検証した。合言葉は、「予想を立て、科学的な知識と理解を用いてさまざまな考えを調査できる形式に変換し、適切な方略を計画するとともに、収集しようとするデータの範囲と程度、技法、装置、および用いる材料を決定する能力」と科学的の3要件である「実証性」「再現性」「客観性」を考慮した8つの視点、「再現できますか。」「回数は何回行えば信頼できる結果が得られますか。」「納得させることができますか。」「安全ですか。」「時間はどれくらい

かかりそうですか。」「データ(結果)をどのように整理し、表現したら分かりやすくなりますか。」「人は何人必要で、誰がどんな順番でしますか。」「物は何がどのくらい必要ですか。」の頭文字をとった「さ・か・な・あ・じ・で・ひ・もの」である。

本庄・小倉(2024)では中学校理科において、ものづくりを通して探究の過程を見通す力と、振り返って評価・改善する科学的な探究力を育む指導法を開発した。その中で岸田・小倉で使用された合言葉を一部改変し「検証方法の立案のときの合い言葉」として使用しているほか、新たに「振り返り評価・改善するための合い言葉」も考案し授業内に取り入れていた。

また、山田・小倉(2022)は小学校理科においてフローチャートを活用して、児童に実験の意味理解を深めるとともに、実験結果の見通しを多面的に思考させる指導法を開発した。フローチャートは簡易的な図形を用いて作成するもので、「〇〇という結果になったら、△△ということが言える。」という見通しを記述させていた。

以上の先行研究から、合言葉を用いて実験計画を立案するために必要な視点を示すことで、実験計画力を育成することができるのではないかと考えた。また、フローチャートを用いることで簡潔に実験を記すことができ、尚且つ全体を俯瞰して見ることができるため見通しをもって実験計画を立てられるのではないかと考えた。

## 2. 目的

フローチャートを活用することで見通しを立て、合言葉を用いてより適切な実験計画を立案させる授業モデルを構想し、その有効性を検証することを目的とした。

ここでいう「実験計画力」とは、「見通しを持ってより適切な実験計画を立案する力」とする。

## 3. 方法

### (1) 授業の構想

内容は義務教育の最終段階である卒業間近の中学校第3学年を想定した。正体の分からない透明な4種類の水溶液を、可能性のある9種類の水溶液の候補のどれであるかを特定する実験を計画させる。使用した溶液はアンモニア水、希塩酸、酢酸、砂糖水、硝酸カリウム水溶液、重曹、食塩水、純水、石灰水の9種類であり、これらは中学校卒業までに

学習する実験で用いられる溶液である。候補の水溶液の特徴については、あらかじめ資料として配布した(図1)。水溶液の特徴として上の段から「水溶液の性質」「電気を通すか」「加熱するとどうなるか」といった関わりの深い特徴を並べ、1番下の段には「溶質・溶媒の特徴」について記載した。なお、溶液の順番は左から五十音順に並べ記載している。

○水溶液の特徴

穴埋めしてみよう!!

班のみんなや周りのみんなと話し合おう。

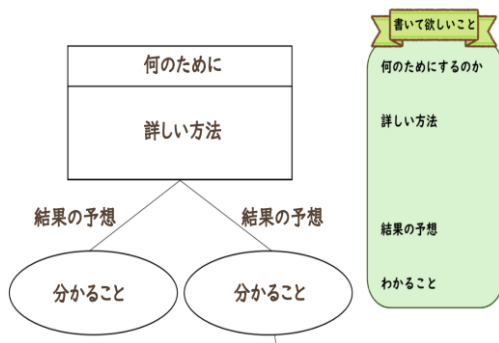


	アンモニア水	希塩酸	酢酸	砂糖水	硝酸カリウム水溶液	重曹	食塩水	純水	石灰水
水溶液の性質	アルカリ性	酸性	酸性	中性	中性	アルカリ性	中性	中性	アルカリ性
電気を通すか	通す	通す	やや通す	通さない	通す	通す	通す	通さない	通す
加熱するとどうなるか	何も残らない	何も残らない	何も残らない	焦げる	固体が出てくる	固体が出てくる	固体が出てくる	何も残らない	固体が出てくる
溶質・溶媒の特徴	水に溶けやすい	加熱すると刺激臭がする	酸っぱい匂いがする	水に溶けやすい	溶解度曲線は右肩上がりである	加熱すると二酸化炭素が発生する	結晶の形は正六面体である	様々な物質を溶かしやすい	二酸化炭素を通すと白く濁る

図1 水溶液の特徴プリント

山田・小倉(2022)で用いられたフローチャートの書き方を参考に、「何のために」「詳しい方法」「結果の予想」「わかること」を丸・線・四角といった簡易的な図形で示せるように工夫した。これは図形にこだわらないことで図形にかける時間を減らし、実験内容を記述する時間をより多く取るためである。「何のために」も実験操作と同じ欄に設けることで、その実験操作の目的を意識させた。

○フローチャートの図形について



○その実験本当に大丈夫? 確認しよう!!


- 
- き** 再現できますか。
  - か** 回数は何回行えば信頼できる結果が得られますか。
  - な** 納得させることができますか。
  - あ** 安全ですか。
  - じ** 時間はどれくらいかかりそうですか。
  - て** データ(結果)をどのように整理し、表現したら分かりやすくなりますか。
  - ひ** 人は何人必要で、誰が何をどんな順番でしますか。
  - も** 物は何がどのくらい必要ですか。

図2 フローチャートの書き方と合言葉を示したプリント

また、岸田・小倉(2018)で用いられた児童が実験計画を考える視点として使用された合言葉「さ・か・な・あ・じ・で・ひ・もの」のプリントをフローチャートの書き方とともに記載し配布した。これにより、学生はいつでもフローチャートの書き方と合言葉を確認しながら実験計画を立てることができるようにする。

授業で使用したワークシートは「課題」「実験計画・結果」「考察」の欄を設けた単純な構造にした。また、印刷のサイズはA3サイズにすることで、「実験計画・結果」の部分できるだけ広く取ることができ、フローチャート式の実験計画をより自由に書けるようにしている。「結果」はそれぞれが考えた計画の上を色のついたペンでなぞることで、省略できると考え「実験計画」と同じ欄にしている。結果が予想していないことになったときは、色のついたペンで、新たに線を引っ張り書き足すよう指示した。

右端の方には「必要な器具とその量」を記述できるよう工夫した。これにより、実験計画全体の中に散らばっていた実験器具が、何がいくつ必要なのかをまとめられるようにした。

科目 特別授業 年 組 番 名前

課題 4つの水溶液を分類しよう

実験計画・結果

水溶液の性質を分類しよう

赤・青リトマス紙をそれぞれ水4つ用いて調べる(3分)

赤・赤 青・赤 赤・青 青・青

酸性 中性 アルカリ性

希塩酸、酢酸 砂糖水、純水、硝酸カリウム水溶液、食塩水 アモニア水、重曹、石灰水

電気を通す

水溶液に電機をこし電気が通すか調べる(5分)

水溶液を3つ調べる(1分)

水溶液を3つ調べる(1分)

水溶液を3つ調べる(1分)

結果の予想

わかること

必要な器具とその量

- リトマス紙 4枚
- 水 4杯
- 電機 2台
- 乾電池 2本
- 電線(1m) 10本
- 電線(2m) 10本
- 電線(3m) 10本
- 電線(4m) 10本
- 電線(5m) 10本
- 電線(6m) 10本
- 電線(7m) 10本
- 電線(8m) 10本
- 電線(9m) 10本
- 電線(10m) 10本

考察

図3 ワークシートの記入例とその一部

授業の全体の流れとしては以下の図5に示す通りである。

開発した指導案を論文末に資料として示す。導入で無色透明な水溶液4種類を提示し、「4つの水溶液を分類しよう」という課題を設定させた。水溶液を分類するための実験計画を考える上で、フローチャートと合言葉を使用するよう指示した。このとき、フローチャートの書き方と合言葉のプリントと同時に水溶液の特徴プリントも配布した。

立案では、まずは1人で実験計画を立てさせた。その後班員とワークシートを交換し、合言葉がどの程度達成できているか自分以外の班員全員の計画を確認させた。戻ってきた自分の計画をさらに練り直させた。このとき班員の実験計画から参考にしたいと思ったものは真似して良いとした。最後に、班の中で話し合い、1つの実験計画に絞り、それを班としての実験とした。

各班の実験計画が出揃ってから、全ての班を周り実験内容に非常に危険なことがないか確認した。その後実験を行い、結果をまとめ考察した。



図4 導入で提示した水溶液

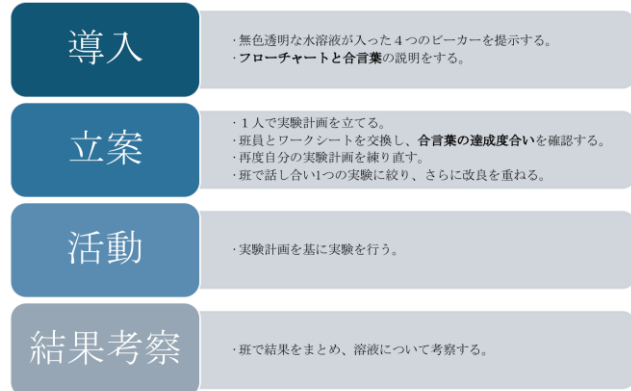


図5 授業の流れ

## (2) 検証方法

埼玉大学教育学部の学生37名を対象に構想した授業を約80分間行い、事前と事後で質問紙調査を実施した。質問項目は、問1「実験計画を立てることに自信がある。」、問2「実験計画を立てる上で大切なものは何ですか。」、問3「理科の授業で、観察や実験の手順や方法を改善できないかを振り返って考えている。」、問4「理科で観察や実験を行う際は、何のためにやるのか、結果はどうなるのか意識している。」である。問1、問3、問4は四肢選択(1当てはまらない、2どちらかといえば当てはまらない、3どちらかといえば当てはまる、4当てはまる)、問2は自由記述とした。

加えて、正体の分からない白い粉4種類(デンプン、グラニュー糖、食塩、クエン酸)を分類する実験計画を記述させる問題を問うた(図6)。採点は、合言葉「さ・か・な・あ・じ・で・ひ・もの」の各視点をできていた場合を1点、できていない場合を0点として得点化した。こちらも授業時と同じく、白い粉の特徴についてあらかじめ記載している。

### ●問題

カップABCDに片栗粉(デンプン)、砂糖(グラニュー糖)、塩、クエン酸の粉がそれぞれ入っています。見た目だけは分けることができません。分けるための手順と方法を下の空いているスペースに書いてください。器具は化学室にあるものを使用して構いません。下の情報はそれぞれの性質です。

片栗粉(デンプン)	砂糖(グラニュー糖)	食塩	クエン酸
・水に溶けない	・水に溶ける	・水に溶ける	・水に溶ける
・加熱すると焦げるか	・加熱すると焦げるか	・加熱しても変わらない	・加熱すると焦げるか
・何も残らない	・何も残らない	・何も残らない	・何も残らない
・水溶液は中性	・水溶液は中性	・水溶液は中性	・水溶液は酸性

図6 使用した実験計画を記述させる問題

## 4. 結果・考察

### ・ワークシート記述内容の精査

ほぼ全員の学生が指示通りの図形でフローチャートを用いて計画を作成した。学生の中には、必要な器具等を記載する箇所に「希塩酸・アンモニアが発生した場合に備えるために、マスク、保護メガネをする。また、換気し蒸発させる量を少なくする。」という注意点に気づき、記述したものがいた。その一方で、実験器具・その容量が記載されている実験にあからさまに不十分である計画を書いた学生や、実験操作に「舐める」という安全面が心配になるような計画を立てる学生もいた。

「舐める」と記載した学生に話を聞くと、そこまでの過程で区別できていないのは水と砂糖水のみになり、その両者であれば舐めても大丈夫であると考えていた。そこで例えば水溶液が飲めるようなものであっても、実験器具は前回何に使われたか分からないがそれでも安全だと言えますかと問うと、実験計画を直し始めた。安全意識が薄れていること、練った実験計画を信じすぎてしまうことで、このような記述になると考えられる。

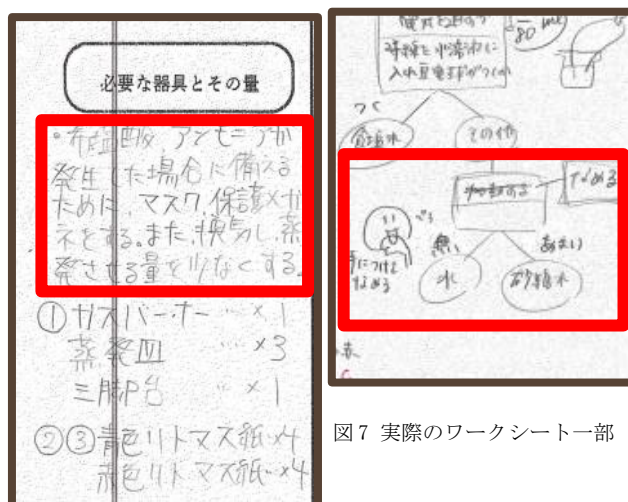


図7 実際のワークシート一部

・アンケート（四肢選択）結果

アンケートの問1「実験計画を立てることに自信がある。」、問3「理科の授業で、観察や実験の手順や方法を改善できないかを振り返って考えている。」、問4「理科で観察や実験を行う際は、何のためにやるのか、結果はどうなるのか意識している。」の結果について図8から10に示す。選択が「当てはまる」場合は4、「どちらかといえば当てはまる」場合は3、「どちらかといえば当てはまらない」場合は2、「当てはまらない」場合は1として集計した。問1では事前の平均点が2.05 (0.66)，事後が2.27 (0.80) になり、問2では事前が2.46 (0.73)，事後が3.24 (0.60) になり、問4では事前が3.46 (0.69)，事後が3.46 (0.73) になった。カッコ内は全て標準偏差である。このことから問4に関しては、平均点に標準偏差を足すと取り得る値の上限に達するため天井効果が見られる。つまり、事前の平均値が3.46と高く意識していた内容であるために、変化が見られなかったことがわかる。

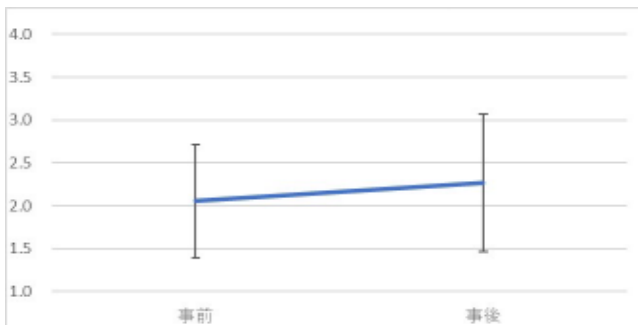


図8 問1：自信度

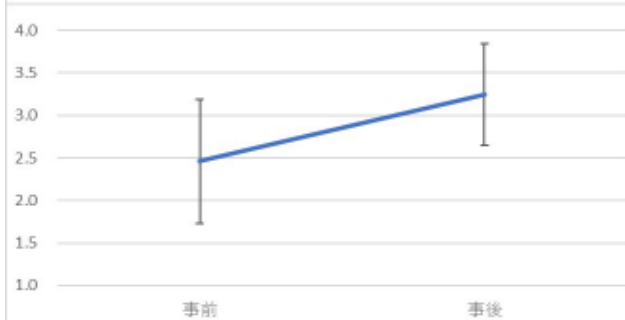


図9 問3：振り返り

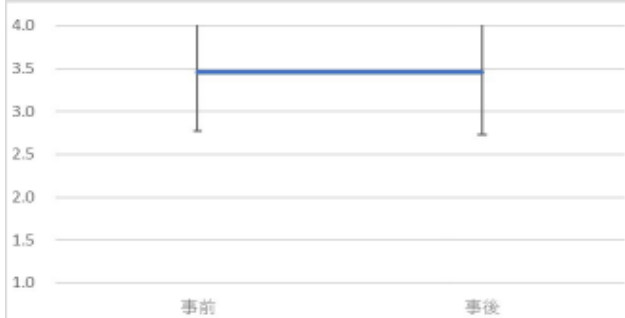


図10 問4：結果の見通し

エクセル統計を用いて対応のあるt検定を行ったところ、問1(df=36, t=2.08, p=.044)と問3(df=36, t=5.80, p<.01)において有意に上昇した。

結果から、実験計画に必要な点を意識しながら振り返りをすることができた学生が増加した。これは合言葉を使用しながら自身の実験計画を振り返ったこと、班員に合言葉がどの程度達成しているか確認してもらいフィードバックを受けたことによって効果が現れたと考える。

・アンケート（自由記述）結果

アンケート問2「実験計画を立てる上で大切なものは何ですか。」の自由記述において、合言葉「さ・か・な・あ・じ・で・ひ・もの」に関する単語数をUser Localのワードクラウドを用いて抽出した。ここでの件数は、「再現」「再現性」のように単語が同じような意味で取れるものは合算して出している。事前に比べ「再現性」と「手順」は3件、「安全性」は2件、「器具」は4件増えた。また、合言葉由来の全体の単語数は事前が19件であったが、事後が31件と12件増加した。

合言葉を由来とする単語が多く見られたことから、学生が実験計画を立てる上で合言葉を重視していたことがうかがえる。反対に合言葉由来の単語が出てこなかった項目は、「納得させることができますか。」「データ（結果）をどのように整理し、表現したら分かりやすくなりますか。」「人は何人必要で、誰がどんな順番でしますか。」の3項目であり、この部分は授業内で上手く意識させられなかったと考えた。

表1 実験計画を立てる上で大切なものの単語前後比較

合言葉	単語	事前 (件)	事後 (件)
さ	再現性	2	5
か	手順	1	4
あ	安全性	13	15
じ	時間	2	2
じ	効率	1	1
もの	器具	0	4

・問題への解答

実験計画が書いた人数について集計した。「実験計画が全て書いてある」は事前19人に対し、事後が28人と9人増加した。事後の調査で「何も書いていない」とした学生は、記述問題で出した白い粉の分類ではなく、授業で取り扱った無色透明な水溶液の分類について実験計画を立てていたためである。

問題に対する記述を分析したところ、合言葉のうち「再現できますか。」では4人、「回数は何回行えば信頼できる結果が得られますか。」では1人、「納得させることができますか。」5人、「安全ですか。」では9人、「物は何がど

表2 記述問題で合言葉を達成している人数比較

		実験計画が すべて書いて ある	何かしらは 書いている	何も書いて いない	再現できま すか	回数は何回 行えば信頼 できる結果 が得られま すか	納得させる ことができ ますか	安全ですか	時間はどの くらいかか りますか	データ(結 果)をどの ように整理 して表現し たらわかり やすくなり ますか	人は何人必 要で、誰が 何をどんな 順番でしま すか	ものは何が どのくらい 必要ですか
大学生 (37人)	事前	19	18	0	3	0	12	19	0	0	0	2
	事後	28	8	1	7	1	17	28	0	0	0	6

のくらい必要ですか。」では4人、事前よりも増加した。またフィッシャーの直接確率検定をした結果、「安全性」でのみ有意傾向が見られた ( $p = .052$ )。

フローチャート式にしたことでより端的に実験計画を記述ことができ、事前に比べ事後で実験計画を全てかけている人数が増えたと考える。しかしながら、合言葉に注目すると、「時間はどれくらいかかりそうですか。」「データ(結果)をどのように整理し、表現したら分かりやすくなりますか。」「人は何人必要で、誰がどんな順番でしますか。」の3項目では1人も記述できていなかったことから、授業時から意識させることができていなかったと考える。記述した人数が増加した項目でも、思っている以上にできていなかったことから、1回の授業だけでは使いこなせず、繰り返し使用することで定着していくのではないだろうか。

## 5. 今後の展望

フローチャートを使用することで、実験計画を記述する時間を短縮することができ、時間内に実験計画を立案できた学生が増えた。また、合言葉を意識することでより適切な実験計画を立てられる学生も増えた。その一方で「データ(結果)をどのように整理し、表現したら分かりやすくなりますか。」「人は何人必要で、誰がどんな順番でしますか。」という項目では、質問紙調査問2の実験計画を立てるうえで大切なことの記述にも、実験計画をたてる問題にも、結果として現れなかった。これは、授業内で意識を向けさせることができなかつたからであると考えられる。しかしながら、今回実験計画を立案させた水溶液や白い粉の分類では、データ(結果)の整理をさせる場面は少ない。実験を行い得られたデータから法則を導くような実験であれば、より育成させることが可能ではないだろうか。

全体的な課題点として、「①生徒が実験計画を練った後に必要となる実験器具を用意するため、前もった準備が難しいこと。」「②実験計画を確認する作業に時間がかかること。」「③フィードバックを行う時間も必要になり、実際には3時限以上必要になること。」「④合言葉を使いこなせるようになるまで時間がかかること。」の4つが挙げら

れる。

これらの課題について、以下のようにすることで解決することができる。①に関しては、ある程度使用される道具に目星をつけておき、実際に使うことのできる個数を把握しておくこと、ピーカーや試験管といった基本的な道具は生徒に準備させることである程度対策が可能である。②と③に関して、生徒の実験計画はそのままにしておくのではなく、必ず確認・フィードバックを行うようにする。これは実験器具がどのくらい出るのかや、生徒がどのような動きをしようとしているのか把握するためである。フィードバックに一人ひとり時間をかけることが難しい場合は、解答例の作成や要点をまとめたものを共有することでも対応ができる。そもそもの授業時間を取ることが難しい場合は、実際には実験を行わず、実験計画を作成してフィードバックをするのみという授業の流れに変更が可能である。④に関して、1回の授業では合言葉を定着させ使いこなせてはなかった。そのため、普段の実験から合言葉を使用するようにし、意識させることで自然と使いこなせるようにすることが大切である。

このような課題を踏まえ、より一層改善させられるよう熟考していきたい。また今回は大学生を対象にデータを取ったため、今後は学校現場で実践していきたい。

## 6. 主な引用・参考文献

- 文部科学省(2017)『中学校学習指導要領(平成29年度告示)解説理科編理数編』, 9.
- 国立教育政策研究所(2016)2015年OECD生徒の学習到達度調査(PISA 2015)結果のポイント  
[https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2015/01\\_point.pdf](https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2015/01_point.pdf)
- OECD(2023)PISA 2025 science framework  
<https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/>
- 岸田拓郎・小倉康(2018)理科教育学研究, 59(1), 42-46.
- 本庄秀行・小倉康(2024)理科教育学研究, 64(3), 301-311.
- 山田賢吾・小倉康(2022)埼玉大学紀要教育学部, 72(2), 117-130.

## (1) 学年・テーマ

中学校第3学年 「科学的探究での実験計画を立案する力を高める」

## (2) 授業の構想

## ① 単元内容

小学校第6学年では水溶液に酸性、中性、アルカリ性のものがあることを学習している。中学校第3学年では酸とアルカリの水溶液の特性を調べる実験を行い、共通する性質を見出した。また、酸性やアルカリ性の強さを表す指標としてpHを取り上げ、pH7が中性、7より小さくなるほど酸性が強くなり、7より大きくなるほどアルカリ性が強いことも触れた。

小学校第3学年で電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方があること、第4学年で乾電池の数やつなぎ方を変えると豆電球の明るさやモーターの回り方が変わることについて学習している。中学校第2学年では回路の作成や電流計、電圧計、電源装置などの操作技能を身につけさせ、実験を行った。また、電流が電子の流れに関係していることも学習している。第3学年では電解質水溶液と2種類の金属などを用いて電池を作る実験を行い、電極に接続した外部の回路に電流が流れることを見出し、電極における変化にイオンが関係していることを学習した。

小学校第6学年で植物体が燃えるときには、空気中の酸素が使われて二酸化炭素ができることを学習している。中学校第1学年では気体の発生や捕集などの実験を通して、気体の性質を調べる方法などの技能を身につけた。気体の捕集する実験では、それぞれの気体の特性を調べる実験を行い、その際水への溶けやすさ、空気に対する密度の大小など、気体の特性に応じた捕集法があることを学習している。

小学校第5学年でもものが水に溶ける量には限度があること、ものが水に溶ける量は水の温度や量、溶けるものによって違うこと、この性質を利用して溶けているものを取り出すことができることについて学習している。中学校第1学年ではミョウバンや食塩の実験を行い、ミョウバンは水溶液の温度を下げることにより、食塩は食塩水の水を蒸発させることにより、結晶を取り出すことができることを扱い、溶解度と関連させて学習した。

小学校では食塩や砂糖などの視覚的に区別しにくい身近な白い粉末をどのようにしたら区別できるかという問題を見いだし、性質の違いに着目し課題を設定させ、性質を調べる方法を考え実験を行っている。本授業では無色透明な4つの水溶液を、各水溶液の性質を調べる方法を考え実験を行う。

## ② 学習者の状況

割愛

## ③ 単元展開と本時の位置づけ

特別授業

## ④ 本時の指導や教材の工夫・留意点

実験計画をフローチャート型で示すことで、見通しを持って実験をすることができるのではないかと考えた。フローチャートは「なんのために」「詳しい方法」を四角の中に、「分かること」を丸の中に、間を線で繋ぎ「結果の予想」を記す、簡易的な形にした。実際に実験をしていく際は結果を赤ペンでなぞりながら進める。結果が予想していないものになった場合は、新たに線を引き足していく形にした。

また、立てた実験計画を他人と共有しながら確認・振り返ることで、より精度の高い実験計画ができる。その際、実験計画の確認項目「再現できますか」「回数は何回行えば信頼できる結果が得られますか」「納得させることができますか」「安全ですか」「時間はどのくらいかかりそうですか」「データ（結果）をどのように整理し、表現したら良いですか」「人は何人必要で、誰が何をどんな順番でしますか」「ものは何がどのくらい必要ですか」の頭文字、「さ・か・な・あ・じ・で・ひ・もの」を記した別資料を用いて行う。

今回の授業では4つの溶液がそれぞれどの溶液なのか、9つの溶液の候補から選んでく実験である。そのため9つの溶液それぞれの特徴・相違点などを理解していること、どの操作によってどのようなことが分かるのかを理解していることを前提に、実験計画を立てていく。

水溶液の中には取り扱いが危険なものもある。そのことをよく指導し、安全面に十分に注意しながら実験を行う。教員も見まわりを重視する。ただし、生徒の主体性を損なわないようにするため、安全面に留意はするがアドバイスは必要最低限にする。

## (3) 本時（次）の学習目標

見通しを持って、適切な実験計画を立てることができる。【思考力・判断力・表現力】  
見通しを持って、周りと協力して確認することができる。【主体的に学習に取り組む態度】

## (4) 準備物

水溶液のサンプル（希塩酸、石灰水、純水、重曹水）各80mL、100mLビーカー、300mLビーカー、BTB溶液、pH万能試験紙、リトマス紙、ピンセット、ガラス棒、ろ紙、ろうと、ゴム管温度計、試験管、試験管立て、枝付きフラスコ、蒸発皿、三脚、金網、ガスバーナー、コンロ、マッチ、燃え差し入れ、濡れ雑巾、ライター、沸騰石、ドライヤー、スライドガラス、氷水、水槽、発泡スチロールの容器、三角フラスコ、顕微鏡、ルーペ、電極、電源装置、電池、導線、豆電球、プロペラ、電子オルゴール、モーター、ラベル用シール、油性ペン、保護メガネ、白衣、ビペット、長いストロー、各学年の理科教科書

(5) 本時(次)の展開

時間	段階	学習者の活動と資質・能力	教員の発問と指導	★目標達成のための評価 ○留意事項
15 (15)	場づくり	<p>○9個の溶液(希塩酸、アンモニア水、酢酸、硝酸カリウム水溶液、砂糖水、食塩水、純水、石灰水、重曹)を候補とし、それぞれの特徴について補助プリントを用いて確認する。(8分)</p> <p>○フローチャートの見本を見ながら書き方を知る。 ○ワークシートの使い方について知る。(6分)</p>	<p><b>四つの溶液を分類しよう</b></p> <p>○純水、重曹、石灰水、希塩酸の入ったビーカーを用意する。 ○9つの候補の溶液について班でそれぞれの溶液の特徴を、穴埋め形式の補助プリントで確認する。最後に解答プリントを配布する。</p> <p>○フローチャートの書き方について説明する。フローチャートはあくまで簡易的に書くように指示する。 ○「さかなあじでひもの」のチェック項目について説明する。また頭文字を書いた表をプリントの端に付け加えたので、使い方も説明する。</p>	<p>○それぞれの溶液はA~Dのアルファベットで表し、生徒にはどの溶液かが分からないようにする ○生徒が過去の実験を振り返ることができるよう、穴埋めのプリントから配布する。</p> <p>○実験計画を立てる上で必要となる</p>
35 (50)	立案	<p>○まずは1人でフローチャート形式で実験計画を書かせる。(10分)</p> <p>○班員と交換して実験計画をチェックする。チェック項目の表に順番に○、△、×で、達成度合いを確認し表す。(1人分チェック3分×2)</p> <p>○チェックされて帰ってきたものを踏まえ、自分の実験計画をより良いものにする。(8分)</p> <p>○班全体で話し合い、より良いフローチャート1つを採用し、班の実験としてさらに磨き上げる。(10分)</p>	<p>○既習事項の参考として中学校全学年の教科書を各机に配布する。</p> <p><b>合言葉を使いながらお互いにチェックしましょう。</b></p> <p>○「さかなあじでひもの」の合言葉を使うように指示する。</p>	<p>○生徒自身で実験計画を作成できるよう、手が進んでない子には適宜ヒントになる実験を紹介する。</p> <p>★班員と実験計画を振り返り改善している【思考力・判断力・表現力】</p>

30 (80)	(活動)	<p>○前時間に作成したフローチャートを元に実験をする。準備から片付けまでの工程を活動時間とする。(30分) 実験は自分で計画立てたものに赤ペンでなぞりながら進める。予想と違う結果になる場合は、新たに書き記す。</p>	<p>○安全面に特に注意しながら、見守る。時間を黒板やテレビに大きく映し出して見やすくしておく。実験時間終了10分前や5分前には声掛けをする。</p>	<p>○安全面は留意するが、生徒が主体的に取り組めるよう、アドバイスは必要最低限にする。</p> <p>★見通しを持って、協力して活動している【主体的に学習に取り組む態度】</p>
5 (85)	結果	<p>○結果を班でまとめる。(5分)</p> <p>・Aの溶液はpH2程度で電気を通した ・Bの溶液は加熱すると結晶が残った など</p>		
10 (95)	考察	<p>○結果を元に溶液について班で考察する。(10)</p> <p>・Aの液体は○○だ なぜなら【結果】だからだ ・Bの液体は...</p>	<p>○各班の考察をクラス全体で共有する。</p>	
5 (100)	活用	<p>○今回候補に上がった9つの溶液(希塩酸、アンモニア水、酢酸、硝酸カリウム水溶液、砂糖水、食塩水、純水、石灰水、重曹)について、身の回りにどのように関わっているのか説明を聞く。</p> <p>○実験計画を自ら立てることによってどのような力が身につくのか、説明を聞く。</p>	<p>○9つの溶液が理科でどのように関わっているのかや、身の回りとの関わりについて説明する。</p>	

(8) ワークシート等

(6) 評価と指導の計画

	A 基準	B 基準	C 基準	手立て
見通しを持って、適切な実験計画を立てることができる。【思考力・判断力・表現力】	フローチャートが見やすく、実験の見通しを持って適切な実験計画を立てることができる。	実験計画が途中までは立てられており、周りと話し合いを通して実験計画を完成させている。	実験計画を立てることができず、手が止まることが多い。周りとの話し合いに参加できない。	実験計画を立案するために必要な情報を教える。どのようにすれば溶液を仕分けることができるのか、仕分けるために必要な実験はどんなものがあるか、声掛けを重点に行う。また、周りとの関わりを持ちやすいよう、複数人を巻き込んで話を進める。
見通しを持って、周りと協力して確認することができる。【主体的に学習に取り組む態度】	周りと話し合いを通して協力しながら、見通しを持って実験計画の立案や実験の実施をしている。	周りと話し合いに参加はするが発言が少なく、聞いていることが多い。	周りとの話し合いに参加することができない。実験を実施する上で見通しを持って、上手く動くことができていない。	どの部分について話し合いをしているのか、どのようなことに注目すべきか伝える。また、班全体で考えた実験計画についてどの順番に行うのか、なぜその順番なのかを考えるよう指示する。

(7) 参考にした資料

- 岸田・小倉 (2018) 「実験計画力を育成する「実験計画シート」の開発とその有効性の検討」
- 山田・小倉 (2022) 「フローチャートを活用して児童に実験結果の見通しを多面的に思考させる理科指導」

理科 特別授業 \_\_\_\_\_年 組 \_\_\_\_\_番 名前 \_\_\_\_\_

課題 \_\_\_\_\_

実験計画・結果 \_\_\_\_\_

必要な図表とその類

考察 \_\_\_\_\_

	1	2	3
さ			
か			
な			
あ			
し			
で			
ひ			
もの			

○フローチャートの図形について

書いて欲しいこと

- 何のためにするのか
- 詳しい方法
- 結果の予想
- わかること

○その実験本当に大丈夫？ 確認しよう！！

- さ 再現できますか。
- か 回数は何回行えば信頼できる結果が得られますか。
- な 納得させることができますか。
- あ 安全ですか。
- し 時間はどれくらいかかりそうですか。
- で データ（結果）をどのように整理し、表現したら分かりやすくなりますか。
- ひ 人は何人必要で、誰が何をどんな順番でしますか。
- もの 物は何がどのくらい必要ですか。

○水溶液の特徴

穴埋めしてみよう！！  
班のみんなや周りのみんなと話し合おう。

	アンモニア水	希塩酸	酢酸	砂糖水	硝酸カルウム水溶液	重曹	食塩水	純水	石灰水
水溶液の性質	アルカリ性	酸性	酸性	中性	中性	アルカリ性	中性	中性	アルカリ性
電気を通すか	通す	通す	やや通す	通さない	通す	通す	通す	通さない	通す
加熱するとどうなるか	何も残らない	何も残らない	何も残らない	焦げる	固体が出てくる	固体が出てくる	固体が出てくる	何も残らない	固体が出てくる
溶質・溶媒の特徴	水に溶けやすい	加熱すると刺激臭がする	酸っぱい匂いがある	水に溶けやすい	溶解度曲線は右肩上がりである	加熱すると二酸化炭素が発生する	結晶の形は正六面体である	様々な物質を溶かしやすい	二酸化炭素を通すと白く濁る