

群 教 セ	G04 - 03
	令5.284集
	理科 - 中

課題解決の方法を自ら立案できる生徒の育成

——条件制御を視覚化する「条件コントロールシート」の作成と活用を通して——

特別研修員 高柳 智之

I 研究テーマ設定の理由

「○○の答えが分からないからパソコンで検索しました。」1人1台端末が普及し、ICTの活用が一層叫ばれるようになった今日、教壇に立っていると冒頭のような言葉を生徒から聞くことが多くなった。情報化社会の進展に伴い、思考することを面倒に感じたり、自らの考えに自信をもてなけなかったりする生徒が増えているのではないかと感じる。予測困難な現代を生きていく生徒たちが、探究することができず、画一化された答えを検索し満足している様子に、私は危機感を覚えた。

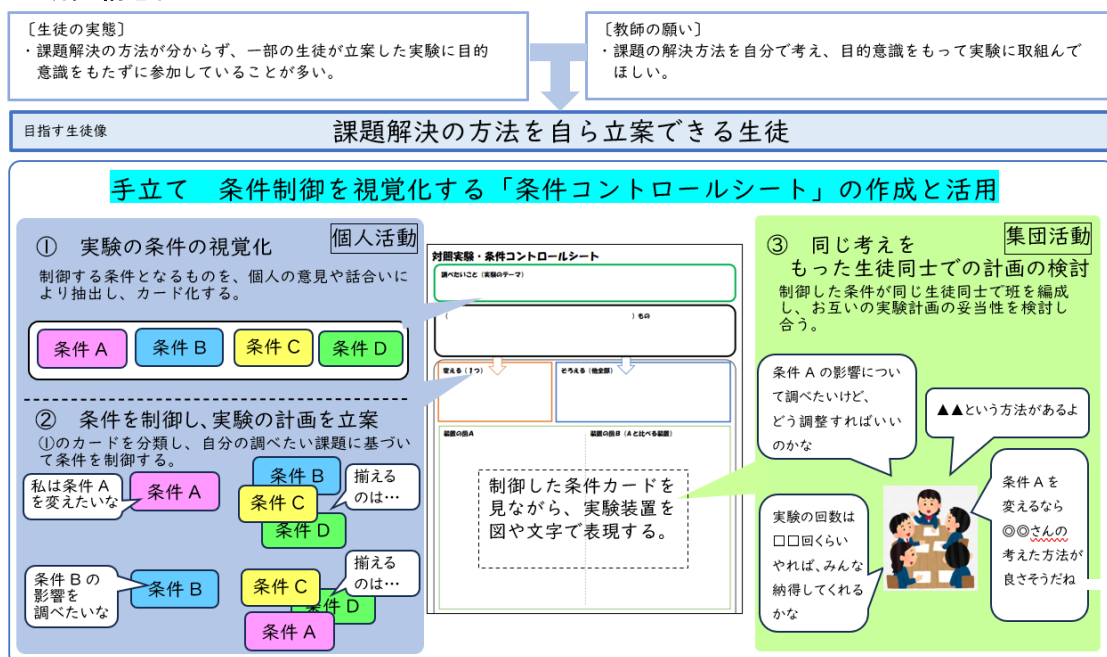
中学校学習指導要領解説理科編では、「科学的に探究する力を育成するに当たっては、自然の事物・現象の中に問題を見だし、見通しをもって観察、実験などを行い、得られた結果を分析して解釈するなどの活動を行うことが重要である」とされている。また、第2学年の重視する探究の学習過程では、「課題解決の方法を立案し、その結果を分析して解釈する」ことが挙げられている。

研究協力校の生徒は、実験や観察に意欲的に取り組むことができる。しかし、調べたいことに対して妥当な実験方法を自ら考えることが難しく、一部の生徒が立案した実験に目的意識をもたずに参加している、といった課題がある。これは、実験の計画をした経験自体が少ないことや、実験の条件制御を思考することにハードルがあるといったことが原因として考えられる。そのため、自らの考えに基づいて実験を計画して目的意識をもてるようにするとともに、条件制御の思考のハードルを下げ、思考活動が苦手な生徒でも前向きに条件制御を行いながら、より妥当な実験方法を立案させることが必要であると考えた。

以上のことから本主題を設定し、手立てとしてICTを用いた、実験の条件制御を視覚化する「条件コントロールシート」を作成し、活用した。

II 研究内容

1 研究構想図



2 授業改善に向けた手立て

「課題解決の方法を立案できる生徒の育成」のためには、個人の予想を基に実験の条件を制御しながら、具体的な実験方法や手順を計画できること、また、その実験を本当に実施できるのか、客観性はあるかなどの妥当性を検討できることが重要である。そのため、以下のような手立てを取り入れて、授業を行った。

手立て 「条件コントロールシート」を活用し、多様な実験計画を立てる活動

- ・ 調べたいことに影響を与える要素を選出し、タブレット端末上の「条件コントロールシート」にて視覚的にとらえながら条件制御を行い、実験装置の具体的な図や手順を、個人で作成する。
- ・ 作成した実験計画について、その実験が実施できるか、客観性はあるか等の妥当性について、班で話し合い、必要に応じて修正を加える。

「条件コントロールシート」は、タブレット端末上で動作する教材であり、調べたいことに影響を与える要素や制御すべき条件をカード化して視覚的に捉えやすくし、対照実験の計画を立てやすくしたものである。具体的な計画を作成する際には、カード化された実験条件を見ながら、手描きの図やテキスト表記を用いて装置を描けるようになっており、文章表記に課題が見られる生徒にも取り組みやすいようになっている。生徒は、視覚化された実験条件を画面上で操作しながら、自らの仮説・予想に基づいて条件制御を行い、実験方法を作成できるものとする。

また、実験方法を検討する場面では、制御する条件を同じにした者同士で班を編成しなおし、お互いの実験計画について画面を見ながら話し合う。生徒は、視覚化された条件と図を見比べることにより、相手の考えを視覚的にとらえ、その実験の妥当性を検討しやすくなると思われる。

以上のように本実践では、ICTの長所である視覚的表現や、試行錯誤しやすい環境の提供を生かした課題解決方法の立案を行う。

III 研究のまとめ

1 成果

- 条件を制御する場面では、「条件コントロールシート」で視覚化された条件を、画面上で操作しながら、視覚的に捉えて条件制御を行うことができたと思われる。
- 具体的な実験装置を計画する場面では、装置を絵や図で描くことで、装置のかたちや必要な道具、実験方法などが具体化された。温度設定や質量など、図示が難しいものもテキストや手書きツールを活用することで図中に書きこみ、文章表記や読み取りに課題が見られる生徒にも、取り組みやすいものであった。実験の妥当性について話し合う際にも、視覚化された条件と装置の図から、生徒同士で相手の考えを把握しやすく、コミュニケーションに課題をもつ生徒にとっても妥当性を検討しやすいものとなっていた。
- 上記の成果から、条件制御を視覚化するワークシートの工夫が、課題解決の方法を自ら立案する生徒を育成する上で有効であったと思われる。

2 課題

- 条件を列挙しカード化する場面において、条件を生徒自身で考えられる場合とそうでない場合があることが分かった。「植物の光合成に必要な材料は？」などの課題に対しては、既習事項や生活体験から生徒だけでも条件を挙げやすいが、単元によっては教師と生徒とのやりとりの中で条件を挙げさせたり、課題提示そのものを工夫したりする必要がある。
- 「条件コントロールシート」は中学校の理科の学習だけでなく、対照実験の考え方をを用いる全ての場面で幅広く応用でき、課題解決の方法を生徒自身で立案することの一助となり得るものである。今後は、小学校など他の校種でもどのような活用ができるか研究をしていきたい。

実践例

1 単元名 生物の体のつくりと働き「第3章 動物の体のつくりと働き」(第2学年・2学期)

2 本単元について

本単元では、動物の消化と吸収、呼吸、血液循環などの働きを、物質交換と関連付けて理解させることがねらいである。特に、消化酵素について扱う際には、唾液がデンプンを他の糖に変える働きを確かめる方法を立案して実験することなどを通して、消化酵素の働きを物質の変化と関連付けて理解することをねらいとしている。そこで、まず第1時に、食事のときの経験などを例に挙げ、唾液の働きについて考えさせることで、課題意識をもたせた。そして第2時に、唾液の働きについて様々な視点で調べるための実験計画を立てさせた。この第2時の授業では、生徒は自身の考えを基に実験計画を立て、お互いの実験計画の妥当性を検討し合うことを通して、課題解決の方法を自ら立案できるものとする。以上のような考えから、本単元では以下のような指導計画を構想し実践した。

目標	(1) 動物の体のつくりと働きとの関係に着目しながら、動物が生命を維持する働きについて理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付ける。(知識及び技能)	
	(2) 動物が生命を維持する働きについて、見通しをもって解決する方法を立案して観察実験などを行い、その結果を分析して解釈し、動物の体のつくりと働きについての規則性や関係性を見いだして表現する。(思考力・判断力・表現力等)	
	(3) 生命を維持する働きに関する事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度と、生命を尊重し、自然環境の保全に寄与する態度を身に付けるとともに、自然を総合的に見ることができる。(学びに向かう力、人間性等)	
評価基準	(1) 動物の体のつくりと働きとの関係に着目しながら、動物が生命を維持する働きについての基本的な概念や原理・法則などを理解しているとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。	
	(2) 動物が生命を維持する働きについて、見通しをもって解決する方法を立案して観察実験などを行い、その結果を分析して解釈し、動物の体のつくりと働きについての規則性や関係性を見いだして表現しているなど、科学的に探究している。	
	(3) 動物が生命を維持する働きに関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。	
過程	時間	主な学習活動
ふれる つかむ	第1時	・動物の消化・吸収のしくみについて既習事項を確認し、実体験をもとに話し合いながら単元の課題をつかむ。
追究 する	第2時	・唾液の働きを調べるための実験計画を立てる。
	第3時	・実験を行い、結果をもとに唾液の働きについて考察する。
	第4時	・さまざまな消化器官や消化液、消化酵素について知り、消化酵素の種類と分泌する器官、作用する物質について理解する。
まと める	第5時	・小腸のつくりや吸収のしくみについて理解し、消化・吸収についてまとめる。

3 本時及び具体化した手立てについて

本時は全5時間計画の第2時に当たる。生徒は第1時において、小学校での既習事項や生活体験から唾液がデンプンを他の糖に変換している可能性について課題意識をもっている。本時では、その仮説を明らかにすることに加え、唾液の働きがより活発になる条件を予想させる。そして、その予想に基づいて個人で実験を計画し、課題解決の方法を自ら立案できるように、以下の手立てを設定した。

手立て 「条件コントロールシート」を活用し、実験計画を立てる場を設定

- ・唾液の働きを活発にする条件を予想し、「条件コントロールシート」に「制御する条件」としてカード化する。その後、カード化された条件の中から一つを選んで条件制御を行い、実験条件を視覚的に捉えながら、装置の具体的な図や手順を、個人で作成する。
- ・選択した「条件」が同じ生徒同士で班を編成し、お互いの実験計画を紹介し合いながら、その実験が本当に実施できるのか、客観性はあるか等の妥当性について話し合い、必要に応じて修正を加える。

4 授業の実際

(1) 課題に対して予想を立て、見通しをもつ

生徒は「唾液の働きをより活発にする条件は何だろうか」という課題に対し予想を立て、制御する条件の候補を列挙した後、「条件コントロールシート」内でカード化した(図1)。発問時に挙げた意見以外に、個人で考えた条件等もカード化してもよいことを伝え、生徒一人一人の考えを生かして実験計画を始められるようにした。生徒が挙げた条件の例として「反応時間」や「温度」「デンプンの量」などがあつた。また、「唾液の個人差」を挙げた生徒もいた。

対照実験・条件コントロールシート

調べたいこと(実験のテーマ)			
唾液のはたらきが活発になる条件は何だろうか?			
(食事中の口内の条件で、だ液のはたらきを活発にしような) もの			
温度	デンプンの量	反応時間	唾液の量

図1 カード化された条件の例

(2) 条件を制御しながら、実験の具体的な計画を立てる

生徒は(1)のカードを画面上で操作し(図2)、「条件コントロールシート」にある「調べたいこと」に基づいて、変える条件と変えない条件に分類し、それらを見ながら実験装置の図を各自で描いた。カードを動かすだけで条件が制御でき、図示する際にも条件が確認しやすいため、生徒はすぐに実験装置の図を描き始めた。図で表現できない部分にはテキスト表記やペンツールなどを活用してメモ書きするなど工夫をし、細かい条件を書き加える生徒も見られた。

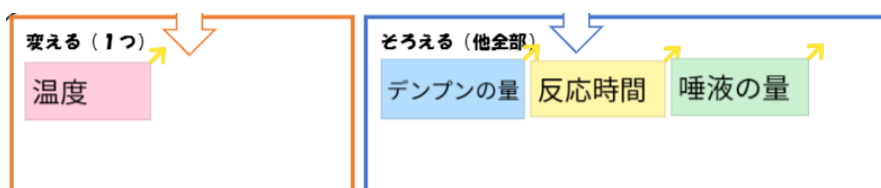
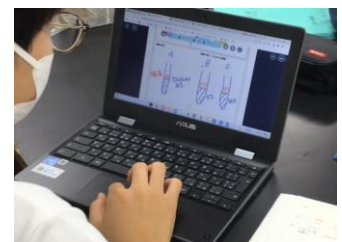


図2 「温度」の影響を調べようとした生徒の条件制御の例とタブレット端末の活用



(3) 「制御する条件」が同じ生徒同士で実験計画を紹介し合い、その妥当性について検討する

生徒は(2)で作成した実験計画をもとに、制御する条件が同じものを選択した生徒同士で、その妥当性について検討した(図3)。「温度」を選択した班では、装置の温度設定を体温に近づけようとし、そのために湯せんを使って装置を温める方法に気付いていた。また、「反応時間」を選択した班では、食事の時間に照らし合わせて、30秒間隔で反応を調査するなど、条件設定の理由を明確にすることができていた。

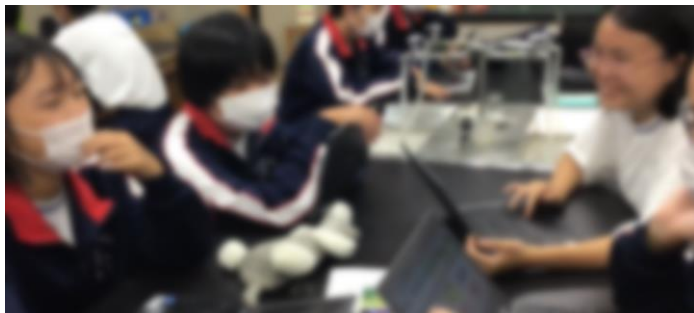


図3 話し合いの様子

5 考察

1人1台端末を用いて、個人で「条件コントロールシート」を作成させたことは、課題解決の方法を自ら立案する上で有効であったと考えられる。

条件を制御する場面では、カード化された条件を画面上で動かすことで、変える条件と変えない条件を視覚的に区別しながら条件制御を効果的に行うことができた。パネル上にカードとして表示された条件は、生徒が対照実験の目的を理解しやすくなるだけでなく、第三者が生徒の思考を容易に把握できるものであった。

具体的な実験装置を計画する場面では、制御された条件のカードを見ながら実験装置を描くことができるため、生徒は装置の形や必要な道具、実験方法などを具体化することができた。温度設定や質量など、図示が難しい要素についても、テキスト入力や手描きツールを活用することで図中に記入することが可能であり、文章表記や読み取りに課題が見られる生徒にも、取り組みやすいものであった。実験の妥当性について話し合う際は、視覚化された条件と装置の図があることで、生徒たちは相互の考えを迅速に理解し合い、実験の妥当性を検討することが可能となっていた。

課題として、「条件コントロールシート」の使用が適する実験と、そうでない実験があるということが挙げられる。本実践の「唾液の働きを調べる実験」においては、唾液があるかないかという条件を制御ができればよく、さらに反応時間や温度などは、生徒の既習事項からは容易に想起しにくいいため、発問や課題設定の仕方について工夫が必要であった。「条件コントロールシート」が効果的に機能する場面は、既習事項をもとに仮説を立てやすい実験である。例えば、中学校第2学年「植物の光合成に必要なものを調べる実験」や、中学校第3学年「電池の作成に必要な条件を調べる実験」などが考えられる。

「条件コントロールシート」は、生徒が対照実験の条件制御を視覚的に捉えやすくなることで、課題解決方法の立案を容易にするICTを活用できる教材である。本研究では中学校理科の授業実践となったが対照実験の考え方をを用いるすべての事象で応用が利くものとなっている。協力校の生徒の中には、夏休みの自由研究でこのシートを使用し、条件制御をしながら実験を行った生徒も現れた。今後、どのような場面でこのシートを活用できるのか、単元や教科を越えた活用方法を考えていきたい。

6 資料

本研究で使用した条件コントロールシート及び生徒が作成したシートの一例

対照実験・条件コントロールシート

調べたいこと (実験のテーマ)
唾液のはたらきが活発になる条件は何だろうか？

(食事中の口内の条件で、だ液のはたらきを活発にしそうな) もの

変える (1つ) 変える (他全部)

装置の図A 装置の図B (Aと比べる装置)

どんな結果になるのか (結果の見出し)

対照実験・条件コントロールシート

調べたいこと (実験のテーマ)
唾液のはたらきが活発になる条件は何だろうか？

(食事中の口内の条件で、だ液のはたらきを活発にしそうな) もの 水 ベネジクト液

温度 デンプンの量 反応時間 唾液の量 ヨウ素液

変える (1つ) 変える (他全部)

温度 デンプンの量 反応時間 唾液の量

装置の図A 装置の図B (Aと比べる装置)

3分ごと
やる

内容量
・だ液
・水
・デンプン

内容量
・だ液
・水
・デンプン

36℃ ← お湯わかして
水入れる

25℃ ← 水道

どんな結果になるのか (結果の見出し)

体温に近いAの方が、ベネジクト液の反応が出ると思う。
ヨウ素液の反応はBの方が出る。