



理

科

仲間との探究が、深い学びにつながる

# 理科

伊藤 雄一 ・ 小路 美和

## I はじめに

「知識の創造・普及・活用－学習社会のナレッジ・マネジメント」と題したOECD教育研究革新センターの報告書には、知識基盤社会が出現したことによって、知識の生産が研究部門だけではなく、学校や企業、地域社会でも行われるようになったとある。そこで必要とされるのが、「何が分かっていないのかを知り、特定する」「適切な情報源を特定し、位置づけ、自らアクセスする」「情報の質、適切さ、価値を評価し、知識と情報を整理する」などの「知識と情報を相互作用的に活用する力」であり、具体的な力として科学的リテラシーがあげられている。

これからの理科教育においても、課題や問題を解決するために、自分が習得して活用することができる知識は何か、今自分には足りなくて必要な情報は何かを判断し、目的をもって自然事象や現象にアクセスしていく主体的で能動的な学びが必要となる。その過程において、他者の意見や情報を得たり、共に課題を探究したりすることを通して、自らの探究の過程を省察し、考えを広げ、自己の考えに確信を得ることができる。このような学びを生徒が展開していくことが「自己を拓き、協創する生徒」を育むことにつながる。

## II 教科研究内容

### 1 理科における「自律」と「共栄」に向かう学び

理科において、生徒一人一人が自然事象や日常生活から生まれた疑問を解決したいと強く願い、課題に対する予想や仮説を立て、検証していくための実験方法を計画して課題を探究していくことは、科学的思考力を育むためにも重要である。その際、探究の過程において、活用することができる知識を正しく把握し、さらに必要な情報は何かを考えながら、課題解決に向けての見通しをもつことや、学びの過程を自らが選択すること、実験結果や他者から得た情報を選択、統合しながら仮説を設定したり、課題解決を行ったりすることを重視した学びを展開していく。この過程を通して課題解決をすることで、自他の学びの成果や価値を実感し、新たな疑問を探究したいという意欲が生まれてくる。このような学びを「自律」に向かう視点とした。また、理科において科学的に思考、判断をする際には他者の存在が欠かせない。仮説を検証する方法は一人一人が異なったとしても、互いの結果を比較・統合し、多角的な視点で自然事象を捉えることで規則性が生まれるからである。また、他者の考え方や検証方法に触れるなど、多くの視点から自然事象を捉えることは、自分の考え方の広がりや深まりを生徒自身が認識し、自分の探究が他者の探究をも支えることを実感できる。このような「共栄」に向かう視点を「自律」に向かう視点に活かしていくことで、自然事象に対する価値を広げていくことや自他の成長に向かうことができる生徒を育てていく。

### 2 「自律」と「共栄」に向かう学びの手立て

「自律」と「共栄」に向かう学びの手立てとして、以下の点が考えられる。

#### (1) 「自律」に向かう視点の手立て

- ① 課題の探究に活用できる今までの知識と、さらに必要な情報を把握し、自ら情報を求めることができる授業展開
- ② 実行可能な検証方法を思考することで、自ら学ぶ姿勢をつくる授業展開
- ③ 学びの過程を生徒が選択し、見通しをもちながら学ぶ意欲を生み出す「マイルートマップ」の活用

#### (2) 「自律」と「共栄」に向かう学びの手立て

- ① プレ実験を行い、得た情報を選択しながら仮説を設定し、検証していく授業展開
- ② 課題解決に迫る方法や過程を選択しながら、他者とともに情報を再構築する授業展開
- ③ 自然事象のつながりを考え、自ら学びを推し進め、互いに高め合う授業展開

(1) 「自律」に向かう視点の手立て

① 課題の探究に活用できる今までの知識と、さらに必要な情報を把握し、自ら情報を求めることができる授業展開

生徒が学びの見通しをもちながら、課題の探究に向かうためには、探究するために必要な知識や情報を適切に把握する必要がある。自分が習得して活用することができる知識は何か。自分に足りなくて、観察、実験や調べ学習を行ったり、仲間や教師などの他者から得たりする必要がある情報は何かを適切に判断し、生徒自らが必要な情報を求め、選択することができる授業展開を行う。この際に、他者とのような情報が必要かを交流、共有することで、自他の考えが広がり、様々な視点から課題解決の方向性を考えることができるようになる。この適切な情報の把握・選択は、課題設定の場面で行われたり、探究の過程で仮説が検証できなかつたり、新たな情報が必要になったりした場面で行うことができる。下のワークシートは、「化学変化と状態変化の違いは何だろうか」という課題を設定した際に、生徒が思考したものである。1年生で学習した水の状態変化は活用できる知識であるが、「水が化学変化をするのか」「化学変化をする場合、どのように変化するのか」は足りない情報であり、課題解決に必要な情報である。このように自分に必要な情報を適切に捉えることで、目的や意図を明確にして自らの学びを展開することができ、自ら学ぶ意欲を生み出すことにつながる。

学習課題  
化学変化と状態変化は何かどのように違うのだろうか。

<課題を探究するのに必要な情報・調べたいこと>	<課題を探究するのに活用できる知識>
<p>化学変化は何によって起こるのか(加熱、冷却?)</p> <p>化学変化によって変化するものは何か (質量、体積、粒子の間隔、または別のもの?)</p> <p>「物質」は変わるのか。モデルの表し方</p> <p>物質は何から何物にできているのか</p> <p>例として(水)を探る。同じ物質(水)なのに、</p>	<p>状態変化</p> <p>… 物質を加熱したり、冷却したりすることで、物質の状態が変化する。</p> <p>※ 質量は変化しない</p> <p>※ 体積は(固→液→気)の順に大きくなる。(気は例外)</p> <p>→ 粒子・粒子の間隔が広く(狭く)なる、粒子が自由に動けるように(動けなくなる)から。</p>

他者からの視点

【図1】 課題設定の場面で情報の把握を行ったワークシート

② 実行可能な検証方法を思考することで、自ら学ぶ姿勢をつくる授業展開

中学生が自然事象を科学的に捉えるためには、様々な検証方法を用いて多角的に捉えることもできるが、中には安全面や理解の難しさから、授業で実践できる検証方法が限られてしまうこともある。また、こうやったら検証できるのではというアイディアはあるが、実行性が低いものもある。自律に向かう視点として、個々で考えた検証方法が本当に実行可能か予備実験的に行うなどの機会を設けることで、解決までの見通しをもった実行性の高い検証方法を選択することができ、自らの学びを進める原動力になる。さらに、批判的な思考で互いの考えを交流することで、検証方法の目的を強く意識し、また、実際に検証ができる方法を選択することができ、自らの仮説や検証方法に自信をもって、能動的に学ぶ姿につながる。

③ 学びの過程を生徒が選択し、見通しをもちながら学ぶ意欲を生み出す「マイルートマップ」の活用（単元や章全体を通した手立て）

学びの見通しをもちながら、単元や章を貫く課題を解決するための学びの過程を生徒自身が選択していく「マイルートマップ」を活用する。まず、手立て①にある「課題を探究するのに調べたいこと・必要な情報」を生徒一人一人が考え、生徒全員のものを集約する。それをいくつかのカテゴリーに分け、どのカテゴリーから順番に探究していくかを生徒が選択し、クラスでの話し合いによって決定していく。この活動により、生徒は「どのような順に学ぶことで課題解決がより明確になるか」「理論から学ぶか、実験から考えるか、どちらの学び方を行っていききたいか。その学びを行うことにどのような意義があるか」などをクラス全体で考えることができる。仲間の意見を聞いて互いに自分の学びの価値を実感したり、自他と関わりながら学びの見通しをもって単元を貫く課題の解決方法を考えたり、学ぶ順番を選択したりしながら新たな知を積み上げていくことができる。これにより、「このカテゴリーではここまでわかったから、次はこれを学びたい」という学ぶ意欲を生徒自らが生み出すことができる。上の「マイルートマップ」は「化学変化と原子・分子」の単元で生徒が描いたものである。ひとつのカテゴリーの探究が終わった後に、解決できたこと、残った疑問、新たな疑問を共有し、次に探究するカテゴリーを選択していくことで、学びに見通しをもつことができ、自ら学ぶ意欲を生み出すことができる。

**化学変化と状態変化はどのような違いがあるのだろうか**

＜課題を探究するのに必要な情報・調べたいことは何か？＞（学年の意見）

- 同じ物質で化学変化と状態変化をさせたときにどのような違いがあるのか
- 化学変化とは何か―条件・例―**
  - 化学変化とは何か、化学変化の前後で物質はどのように変わるのだろうか
  - 化学変化にはどのような例があるのだろうか
  - 化学変化が起こる条件や方法は何か。燃やす以外に化学変化させる方法はあるのか
  - 化学変化した物質は元の物質に戻すことができるのか
- 原子・分子はどうなるか**
  - 化学変化と状態変化をモデル化するとどのように表すことができるのか
  - 物質をつくっている粒子はどのように変化するか
- 物質は何からできているか**
  - 物質は何からできているのか、原子・分子とは何だろうか
- 燃えるとは何か**
  - 物質が燃えるとは何か、何が発生するのだろうか
- 規則性**
  - 化学変化にはどのような規則性があるのか
  - 化学変化によって、体積、密度、質量はどのように変化するのか

**同じ物質で化学変化と状態変化をさせたときにどのような違いがあるのか**

解決したこと  
水の化学変化と状態変化の違い  
化学変化、物質そのものは変化しない。種類が変わる。  
状態変化、物質が別の物質に変わる。水 酸素・水素 1:2

残った疑問・新たな疑問  
状態変化をさせた物質は元の物質に戻すことができるのか  
燃えるとは何か、何が発生するのだろうか

**物質は何からできているのか。原子・分子とは何だろうか。**

解決したこと  
物質は原子からできている。  
原子・物質は水に溶ける小さい粒子 (存在可能な粒子の種類は有限)

残った疑問  
物質は水に溶ける小さい粒子 (存在可能な粒子の種類は有限) からできているのか。  
物質は水に溶ける小さい粒子 (存在可能な粒子の種類は有限) からできているのか。

【図2】 マイルートマップ

(2) 「自律」と「共栄」に向かう学びの手立て

① プレ実験を行い、得た情報を選択しながら仮説を設定し、検証していく授業展開＜実践例1＞

学習課題を解決するために、一人一人が仮説を設定し検証実験を行うことは、理科において重要なことである。しかし、明確な根拠をもとに、検証できる方法までを視野に入れた仮説を設定することは生徒にとって難しい。そこで、学習課題を解決するための見通しをもつために、プレ実験を行い、そこでわかった結果や情報を一人一人が選択しながら仮説を設定し、検証していく授業展開を行う。プレ実験において分かった情報は、情報シートに書いて全体で共有していく。生徒は、自分達や仲間が得た多くの情報の中から、自分にとって必要な情報を選択し、さらに調べた班に詳しい情報を求めながら仮説を設定していく。この活動を通して、一人一人が自他との関わりから、学びの見通しをもつことができ、「情報」という資源を選択しながら仮説を設定し、検証方法を計画する「自律」に向かう視点につながる。また、自分の班で得た情報が仲間の仮説の根拠にもなり、自らの仮説を設定する際にも、仲間の情報の必要性を実感することができ、共に活かしあい、成長を支え合う「共栄」に向かう視点につながる。

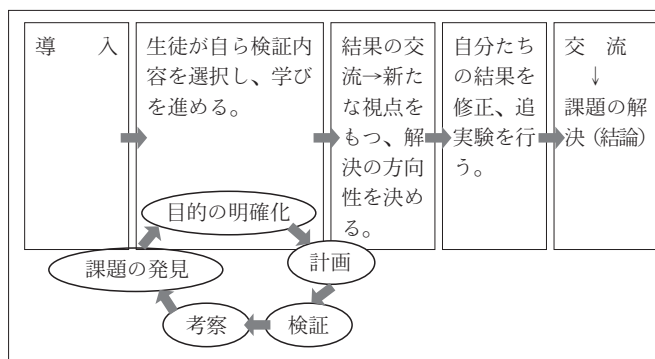


## ② 課題解決に迫る方法や過程を選択しながら、他者とともに情報を再構築する授業展開

課題を解決するためには、実験を通してどのような現象が起こるのか明らかにしていくことと、モデルなどを用いてどうしてそのような現象が起きるのかを論理的に考える両方の視点が必要となる。そこで、教室を「実験ゾーン」と「モデルゾーン」に分けて、生徒が課題解決に迫る方法や過程を自ら選択しながら、他者とともに、課題解決に必要な情報を再構築する授業展開を行う。「自律」に向かう視点として、生徒は課題に対する仮説を立てることで、何を明らかにすればよいか見通しをもちながら探究に向かう。課題を解決するには、仮説を検証するために実験を行ってより多くの現象を明らかにしていくことと、モデルを用いて実験の結果がどうして起こるのかを論理的に考えていく2つの視点が必要となり、生徒は課題を解決する過程を自ら選択し、「実験ゾーン」と「モデルゾーン」を行き来しながら仮説の検証を行っていく。「実験ゾーン」で得た情報は「実験情報シート」を用いて全体で共有していく。同じ実験を複数の人が行い、同じ結果を得ることで、その情報の信憑性は増していく。さらに、その実験結果がどうして起こるのかをモデルを通して解決し、「モデル情報シート」を「実験情報シート」に重ねていくことで、他者とともに互いを活かしあい、確かな情報や論理を再構築することができ、「共栄」に向かう視点へとつながる。このように、課題解決までの見通しをもち、そこに迫る方法や過程を選択しながら互いに得た情報や考えた論理を共有し、活かしあい、課題を解決することが「自律」と「共栄」に向かう学びへとつながる。

## ③ 自然事象のつながりを考え、自ら学びを推し進め、互いに高め合う授業展開<実践例2>

生徒が能動的に学びを進めるためには、生徒の関心が高いことから課題追究を始めることが学びの推進力になると考える。そのために、生徒が持っている情報や知識などを十分に理解し、生徒が考えると検証できそうな複数の教材を提示する。教材同士がつながる可能性が高いことを生徒も十分に捉えたうえで、生徒個人、もしくはグループで関心のあるところから検証を始め、【図3】のような授業展開を行う。「自律」



【図3】題材の展開例

に向かう視点として、生徒は仲間と意見を交流しながら、よりよい検証方法を計画することで自ら検証方法を選択することになる。また、生徒が検証を十分に試行することのできる時間を確保することで、失敗を恐れず思考したことを行動に移すことができ、検証を進めながら他者の意見を取り入れ、解決に向かう見通しをもって学びに向かうことができる。

課題の解決に向かう中では、自分の考えだけでは、論理的な検証としては不足したり、仮説通りの結果が得られなかったりして、学びが停滞してしまうこともある。そこで、検証途中で結果の中間交流を行う。交流の際に、実験方法や考察に対して互いに評価や新たな視点を伝え合うことで、生徒は検証の方向性の整理し、互いに不足している部分を明確に自覚することができ、新たな展開を考え探究を進めることができる。このように、互いを活かしあい、高め合いながら自らの学びを推し進めることが「共栄」に向かう視点となる。

### Ⅲ 実践例

<b>実践例 1</b>	<b>題 材</b>	【物質】化学変化と原子・分子 さまざまな化学変化
	<b>学習課題</b>	燃えるとはどのような現象だろうか
	①プレ実験を行い、得た情報を選択しながら仮説を設定し、検証していく授業展開	

本題材では、生徒にとって最も身近な化学変化の一つである燃焼が、どのような現象なのかを探究した。学習課題を共有した後に、仮説を設定しようとしたが、明確な根拠をもとに、検証できる方法までを視野に入れた仮説を設定することはできなかった。そこで、課題解決までの見通しをもち、仮説を設定するためにプレ実験を行った。プレ実験では「割り箸を燃やすと何が発生するのか。」「金属などの無機物は燃えるのだろうか。」「燃えた後の物質はどうなるのか。質量は変化するのか。」などの仮説を立てるための情報となりそうな実験を生徒が選択し、グループで実験を行った。結果や情報は、情報シートを用いて全体で共有した。さらに調べた班に詳しい情報を求めながら、一人一人が自分に必要な「情報」を選択しながら仮説を設定することができ、仮説の検証に向けての意欲を高めることができた。

《「自律」に向かう視点》この活動を通して、自分の班で得た情報が仲間の仮説の根拠にもなり、自らの仮説を設定する際にも、仲間の情報の必要性を実感することができた。《「共栄」に向かう視点》

次に、生徒から出てきた仮説を全体で共有し、自分の仮説にネームプレートを貼った。これにより、クラスの全員が明確な仮説をもつことができ、かつ仲間の仮説を共有することで、共通点や相違点を知り、新たな視点を得て思考を広げることができる。生徒は同じ仮説を設定した者でグループを組むことを決め、仮説を検証するための実験方法を計画し、必要な器具や資料を選択して仮説の検証を行った。《「自律」に向かう視点》

仮説を検証する中で、検証できない事象があったり、新たな現象や情報を得たりして仮説の修正が必要であることに気がついていった。最後は修正した仮説や得た情報をもとに、全体で課題の解決を行った。生徒の探究の振り返りには「課題を解決するには、目的や見通しをもつこと、仲間から得た情報など様々なことを結びつけることが必要であり、一つのこと

ことがわかるとまた新たな疑問が生まれてきた」とある。このように一人一人が学びの見通しをもって情報を選択しながら探究していく学びが、「自律」と「共栄」に向かう学びとなったと考える。

【図4】プレ実験の結果を選択し、仮説を立てるワークシートと板書の様子

【図5】実験結果と他班の情報をもとに仮説を修正していくワークシート

<b>実践例 2</b>	題 材	【エネルギー】光による現象 光の屈折
	学習課題	透明な物体の中を光が通るとき、光はどのように進むのだろうか。
	③	自然事象のつながりを考え、自ら学びを推し進め、互いに高め合う授業展開

本単元は、生徒が自ら自然事象に関わり、その自然事象と他の自然事象のつながりを考え、仮説を立てて観察、実験を計画し、検証、考察することを繰り返しながら、学習課題の解決に向かう授業展開を行うことを手立てとした。

本題材である光の屈折は、水やガラスなどの透明な物体を光が通る際に、空気中と透明な物体の境で光が曲がることを確認する検証実験と、身のまわりで起こる具体的な屈折による現象とを生徒がつなげて理解することが難しかった。そこで本実践では、生徒から、身のまわりで水やガラスなどの透明な物体を通したときに、空気中とは物体が異なる見え方をする現象を考えた。その中から、水に入ると指や足が短く見える、ガラスを通すと物体がずれて見える、という2つの現象を取り上げ、どちらから検証したいかを各グループで選択した。どのような検証ができそうか、アイデアを出し合い、自分たちの関心のあるところから自分たちが計画した検証実験を行った。各グループで検証の計画を行った後は、その内容を教師と確認し、安全面と目的を明確にした。

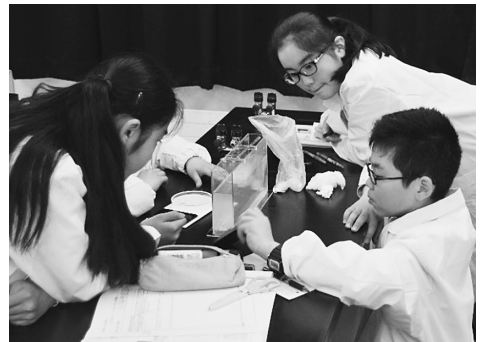
解決に向けて、生徒は自分が関心をもったことや考えを主張したり、仲間に疑問を伝え、【図6】のように自分たちが納得のいくまで、繰り返し実験を行っていた。《「自律」に向かう視点》

解決に向かう途中、それまでの各グループの成果を交流し、整理することで、自分たちがどこまで解決していて、どこがまだ解決できていないかを共有した。このような交流を通して、解決するための手がかりをお互いの発表から見つけ出し、課題解決に向けての意欲につなげ後半の検証に向かった。本題材の中間交流では、透明な物体を光が通ると屈折することを発見したものの、指や足が短く見えたり、ガラスを通すと物体がずれて見えたりする現象と結びつけることができているということを共有した。《「共栄」に向かう視点》

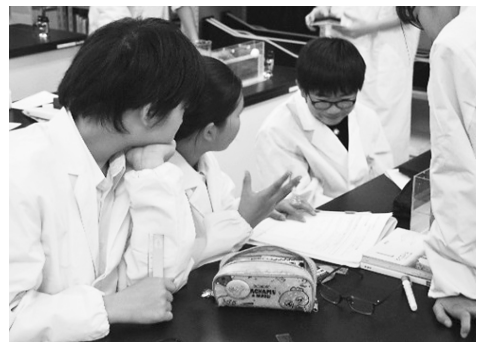
後半の検証の時間は、【図7】のように、光の屈折と2つの現象がどのようにつながるかを考察する姿が多く見られた。前半より活動できる時間は短いものの、自然事象の本質に迫るような学びを行うことができたと考える。《「自律」に向かう視点》

最後に、お互いの各グループの考察を交流することで、より自分たちが納得できる、つまり論理的な結論となるように促した。また、その際に、ワークシートを【図8】のように検証実験を記録する実験カードと、複数の検証実験から導き出された考察、もしくは、他者の考察を記入し、結論を考えるワークシートに分けた。他者の必要性に気づくように促すとともに、多角的に自然事象を捉えることの有用性を感じることができるよう工夫を行った。《「共栄」に向かう視点》

本実践では、最後の交流でも納得がいく結論に至らない学級もあり、さらに追実験を行う学級もあった。このような展開を行うことで、目的意識をもち、他者と協力しながら、これまでの学びを生かし、納得のいく検証を加えることで、自然現象と学習内容につながりをもたせることができたと考える。

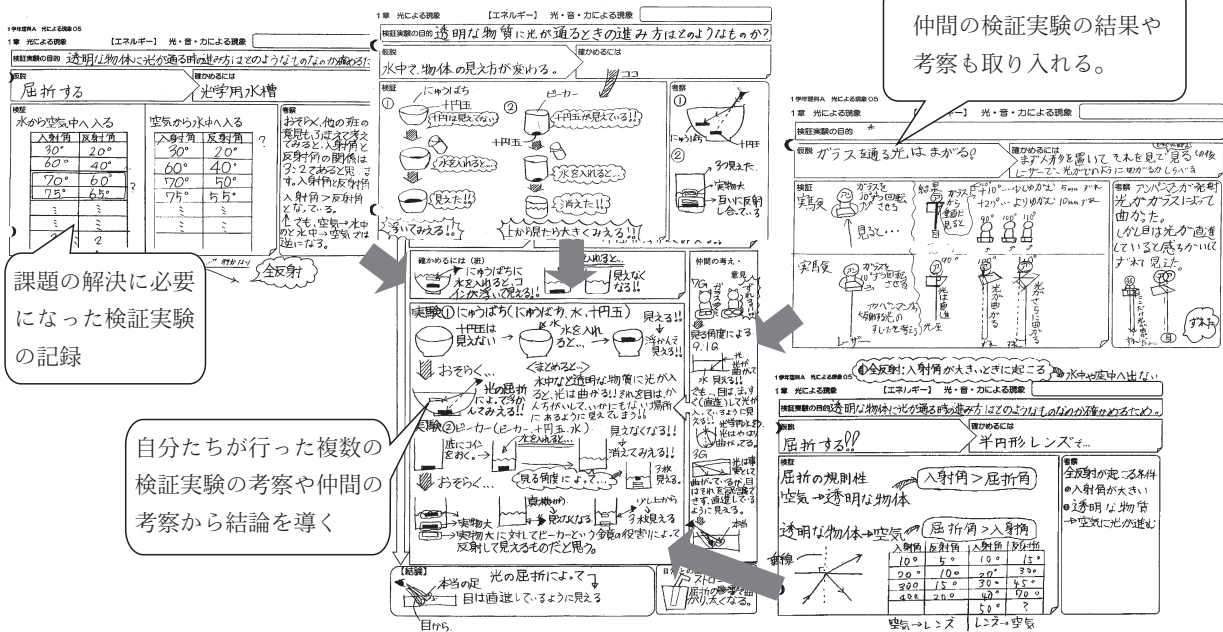


【図6】自分たちで計画した実験を行っている様子



【図7】自分たちや仲間の検証実験の成果を受けて考察する様子





【図8】観察・実験記録用のワークシートとまとめ用のワークシート

#### IV 実践から見えてきたこと

- 課題を探究するために、活用できる今までの知識とさらに必要な情報を把握し、自ら情報を求めることができる授業展開を行うことは、自分自身の状況を的確に捉える力や、資源や方法、情報を適切に選択する力を高めることにもつながり、「自律」に向かう視点の手立てとして機能すると考える。また、プレ実験を行い、得た情報から仮説を設定し、検証していく授業展開では、多くの情報から自分に必要なものを選択し、他者から得る情報の必要性を実感しながら全員が仮説の設定を行うことができた。このことから、今までよりも明確に学びに見通しをもちながら、検証方法を計画したり、選択したりすることができた。生徒の「この情報がほしい」「自分の仮説をこの方法で検証していきたい」という欲求は探究を推し進める原動力となり、「自律」と「共栄」に向かう学びの手立てとして機能すると考える。
- 自然事象のつながりを考え、自ら学びを推し進める授業展開では自分の仮説や考えをもとに、能動的に学ぶ姿が見られた。実践の前より、検証実験の目的を意識する生徒や、自然事象同士のつながりを意識し、仲間とともに自分たちで解決しようとする姿が見られた。自然事象のつながりを考える中で、データの重要性や思考するのに作図が有効であることなどにも気付き、互いの考えを交流していた。また、後片付けの時間や授業時間が終わっても検証方法やどうしてそのような現象が起こるのかを話し合う姿が見られ、自分たちで解決しようという意欲につながったと考える。
- 「同じ考えをもった者どうしが集まるだけでは思考は広がらない。違う考えをもった仲間の発想や考えを活かして、いろいろな視点から思考するからこそ、自分達の探究が深まる。」実践の中での生徒の発言である。「共栄」に向かう個や集団の在り方を今後とも重視していきながら、生徒が自分達で探究を深める学びを展開できるよう実践を重ねていきたい。

#### V 参考文献

- ・安彦忠彦『「コンピテンシー・ベース」を超える授業づくり』図書文化、2014年
- ・立田慶裕『キー・コンピテンシーの実践』明石書店、2014年
- ・日本理科教育学会編「今こそ日本の学力を問う-新しい学力を育成する視点-」東洋館出版社、2012年
- ・村山哲哉『「自分事の問題解決」をめざす理科授業』図書文化、2013年
- ・OECD教育研究革新センター『知識の創造・普及・活用—学習社会のナレッジ・マネジメント』明石書店、2012年