

# 科学的根拠に基づき表現する力を養う授業づくり

## — ICTを活用した対話的な学びを通して —

鈴木 芳 延<sup>1</sup>

「全国学力・学習状況調査 報告書 中学校理科」では、実験結果をグラフ等で表し、これを基にして自己と他者の考えを比較し検討する協働的な学習の必要性について述べている。そのため本研究では、物体の運動を表したグラフを題材にして、生徒間でタブレットPCを利用して意見を交換する授業を実践した。その結果、科学的根拠に基づき表現する力を養い、自己の思考をより深めることができた。

### はじめに

児童生徒への授業について、様々な意見や考えを比較・検討してまとめていく活動が十分行われていないことが課題として指摘されている(中央教育審議会 2016a)。所属校でも、班で考えをまとめ、ホワイトボードやICTを活用して発表する活動は行われてきたが、自他の考えを比較・検討する活動は今まで十分に行われてきたとは言えない。これはホワイトボードやICTを活用する目的が、自他の考えや意見の共有にとどまっており、比較・検討する活動まで意図されてこなかったからだと考えられる。

また、平成27年度全国学力・学習状況調査の結果について、国立教育政策研究所は、基礎的・基本的な知識・技能を活用し、グラフ・資料などに基づいて、自他の考えを検討して改善することに課題があると指摘している(国立教育政策研究所 2015)。さらに、神奈川県教育委員会は、調べたことや考えたこと、その経緯や根拠の説明を文章に書かせる活動を授業に取り入れる必要性に言及している(神奈川県教育委員会 2015)。

これらのことから、グラフ・資料を分析し、対話的な学びを通して、根拠に基づき文章で表現する力を養うことが求められている。

### 研究の目的

本研究は、対話的な学びを通して、グラフから分析した根拠に基づいて文章で表現する力を養うことを目的とした。

### 研究の内容

#### 1 科学的根拠に基づき表現する力の育成

中学校学習指導要領解説理科編では、運動とエネルギー

ギー分野の内容の一つとして、思考力、判断力、表現力等を育成するに当たっては、実験の測定結果を処理し、分析して解釈し、物体の運動についての規則性や関係性を見だし表現することが大切であると述べている(文部科学省 2017 p. 50)。このことから実験により得られたデータを適切な手法で処理し、それらを根拠として自己の考えを表現する力が求められている。

また、科学的根拠に基づき表現する力は、理科の見方・考え方を働かせ、探究の過程を通して育成することが必要である(中央教育審議会 2016b)。

そこで本研究では、理科の見方・考え方を働かせ、グラフ等に基づいて自己の考えを文章で表現する活動を通して、「科学的根拠に基づき表現する力」の育成を目指すことにした。

#### 2 ICTを活用した対話的な学びの活動

中学校学習指導要領解説理科編では、「『対話的な学び』については、例えば、課題の設定や検証計画の立案、観察、実験の結果の処理、考察する場面などでは、あらかじめ個人で考え、その後、意見交換したり、科学的な根拠に基づいて議論したりして、自分の考えをより妥当なものにする学習となっているかなどの視点から、授業改善を図ることが考えられる」(文部科学省 2017 p. 109)とある。この考えに基づいた手立てとして、探究の過程の中でグラフや資料を基に、まず個人で考え、その上で自他の考えを共有し、意見を出し合い、自己の表現を他者の表現と比較したり見直したりする授業を行うことにした。

一方、近年、理科の教育現場においては、ICT、特にタブレットPCを活用した場面が、様々なソフトウェアの開発により、多く設定されるようになった。タブレットPCの活用場面としては、観察、実験を映像として記録したり、調べ学習における情報メディアとして用いたりする例が多いが、これをコミュニケーションのためのツールとして使用する例もある。吉田は、中学校理科の言語活動においてタブレットPCを効果的に活用することは、多くの考えや表現に触れる

1 大和市立上和田中学校  
研究分野(授業改善推進研究 理科)

機会となり、自他の表現を比較し見直すことで、科学的な思考力・表現力をのばす効果があるとしている(吉田 2016)。

ソフトウェアによるコミュニケーションの特徴は、即時性と伝播性に優れている点である。表現を多くの人と瞬時に共有し、反応を即座に受け取ることができる。さらに、共有した表現を保存したり、画面に並べて表示したりすることができ、いつでも容易に他者の表現と比較することができる。

本研究では、生徒一人に一台ずつタブレットPCを配付し、グラフに基づいた自己の考えを文章で表現させた。次に、3人班でタブレットPCを活用しながら互いの表現を共有し、意見を出し合う活動を行い、自他の表現を比較したり見直したりすることで、「ICTを活用した対話的な学び」の活動を行った。

### 3 研究仮説

本研究では次のように研究仮説を立てた。

ICTを活用した対話的な学びを通して、グラフに基づいた自他の表現を比較・検討することが、科学的根拠に基づき表現する力を養う上で有効であろう。

### 4 ICTを活用する学習場面の設定

(1) 使用する機器とソフトウェア

- ・タブレットPC: FUJITSU ARROWS Tab
- ・OS: Windows8.1
- ・アクセスポイント: 2台を高所に設置
- ・ソフトウェア・サービス: Internet Explorer、Microsoft OneDrive、Microsoft Office Online 上の Excel

Microsoft Office Online を活用することで、Excel がインストールされていないタブレットPCでも、ブラウザからクラウドサービスの OneDrive を使って、Excel にアクセスし、共同作業を行うことができる。OneDrive 上にワークシート(以下、「オンラインワークシート」という)を作成・共有設定し、発行されたURLへのショートカットをタブレットPC上に作成すれば、それをクリックするだけで簡単にアクセスできる。なお、上記サービスの使用に際しては大和市教育研究所の許可を得た。

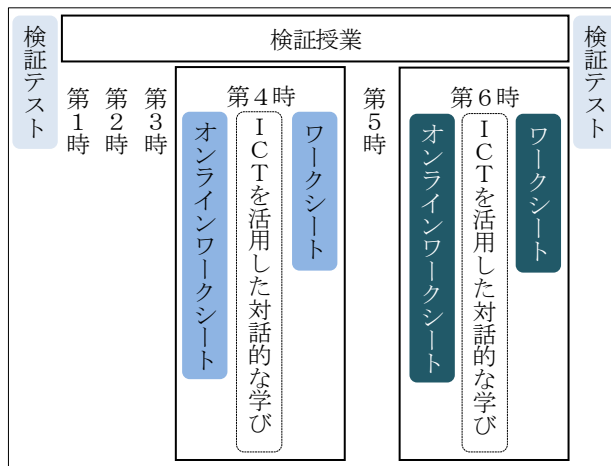
(2) 活用方法について

3人班で1つの「オンラインワークシート」を共有し、3人同時にアクセスし、自己の考えや他者の考えに対する意見を入力する。入力した内容は3人が瞬時に共有できる。

### 5 検証の方法

(1) 検証の流れ

グラフ分析に必要な知識を学び、ICTを活用した対話的な学びを取り入れた授業を計画・実施したが、科学的根拠に基づき表現する力をどの程度養うことにつながったかを測定した。測定はワークシート及び検証テストを用いた。検証の流れについてまとめたものを第1図に示す。



第1図 検証の流れ

科学的根拠に基づき表現する力を測定するには、事象に対して、理科の見方・考え方を働かせた表現になっているかを見取る必要がある。検証授業の単元が運動とエネルギーであることから、本研究における見方・考え方を、「『エネルギー』を柱とする領域では、自然の事物・現象を主として量的・関係的な視点で捉えること」(文部科学省 2017 p.11)とし、この視点をどの程度グラフに基づいて文章で表現しているかを測定した。

ワークシートへの記述は、ICTを活用した対話的な学びを取り入れた第4時と第6時それぞれの授業の最初と最後に実施し、本授業を通して、科学的根拠に基づき表現する力がどの程度養われたかを測定した。検証テストは、検証授業の前後に実施し、授業で取り上げたものとは異なる事象に対しても科学的根拠に基づき表現する力がどの程度発揮されたかを測定した。

(2) ワークシート

「ICTを活用した対話的な学び」の活動の前後でワークシートへの記述を行い、その変容を見取った。記述させた内容は時間と速さの二変量のグラフから分かることについてである。具体的には、授業の冒頭にグラフに基づいた自己の考えを「オンラインワークシート」に入力(以下、「学び前の表現」という)し、これを他者の表現と比較して見直したものを、紙のワークシートに記述(以下、「学び後の表現」という)した。「学び前の表現」と「学び後の表現」それぞれを第1表の評価基準表の例に示すようにA~Dに評価し、変容を見取った。

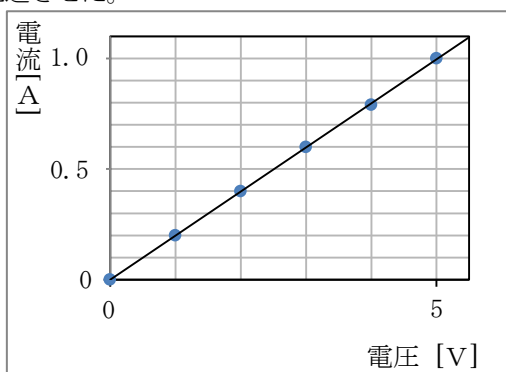
なお、二変量の関係について表現する際は、変化する量(時間:横軸)とそれによって変化した量(速さ:縦軸)の両方を明記するように事前に指導した。

第1表 評価基準表の例

| 評価 | 記述内容   |
|----|--|
| A  | 【量的及び関係的な視点で事象を捉えた表現】<br>・時間が経つと一定の割合で速くなる<br>・時間と速さは比例関係である |
| B  | 【量的または関係的な視点で事象を捉えた表現】<br>・一定の割合で速くなる<br>・比例関係である            |
| C  | 【変化についてのみ触れている表現】<br>・速くなる                                   |
| D  | ・誤記入   |

(3) 検証テスト

検証テストでは、電圧と電流の二変数の関係を表したグラフ(第2図)から分かることについて、30字以内で記述させた。



第2図 検証テストに用いたグラフ

実施時期は、検証授業の前後である。記述内容を評価基準表によりA～Dに評価し、変容を見取った。なお、ここで使用した評価基準表は、第1表を基に作成した。

6 検証授業

(1) 検証授業の概要

【実施期間】平成29年10月12日(木)～24日(火)

【対象】3年生3クラス(計107名)

【単元】運動とエネルギー 物体のいろいろな運動(各時の学習活動を第2表に示す)

第2表 各時の学習活動

| 時 | 学習活動  |
|---|---|
| 1 | ICTを活用して、動画・写真を4つの運動に分類し、その理由を考え、発表すること                   |
| 2 | 記録タイマーの使い方やグラフ分析に必要な知識を学習すること                             |
| 3 | 運動中に力が働かない運動についての実験を行い、グラフを作成すること                         |
| 4 | 「ICTを活用した対話的な学び」を通して、運動中に力が働かない運動の規則性についてグラフに基づき文章で表現すること |

|   |  |
|---|--|
| 5 | 運動中に力が働く運動についての実験を行い、グラフを作成すること  |
| 6 | 「ICTを活用した対話的な学び」を通して、運動中に力が働く運動の規則性について、進行方向に働く力と関連付けてグラフに基づき文章で表現すること |

(2) 各時間の授業内容と学習活動

ア 第1時

ねらいは、ICTを活用して、動画・写真を4つの運動に分類し、その理由を考える活動を通して、物体の運動には速さと向きがあることを学ぶことである。

(ア) 具体的な学習活動

フリースロー時のバスケットボールの運動(第3図)、平面を転がるボールの運動、ボールの自由落下運動、遊園地の観覧車の回転運動について、0.1秒毎の連続写真および動画を提示した。生徒は4つの運動を①速さと向きが変化する運動、②速さも向きも変化する運動、③速さのみ変化する運動、④向きのみ変化する運動に分類し、分類した理由を班ごとに話し合い、発表する活動を行った。



第3図 フリースロー時のバスケットボールの運動

(イ) 授業の工夫と生徒の様子

生徒それぞれの理解度に応じて写真や動画を繰り返し見ることができるよう、一班に一台ずつタブレットPCを配付した。多くの生徒が動画を繰り返し再生し、ボールの間隔が広がったり狭まったりする様子から、速さが変化していることに気付いていた。

イ 第2時

ねらいは、グラフ分析に必要な知識を学ぶことである。グラフ分析に必要な知識とは、データをグラフにする意味やグラフが示す特徴の文章表現である。

例えば、右上がりの直線のグラフでは、「変数Aが大きくなると変数Bが一定の割合で大きくなる」と表現し、最初は右上がりの直線だが、ある地点から水平に変化するグラフでは、「変数Aが大きくなると変数Bが一定の割合で大きくなるが、ある地点から大きさが一定になる」と表現できる。これらの表現は理科の見方・考え方を働かせたもの、すなわち事象を量的及

び関係的な視点で捉えたものである。生徒はこのよう  
な知識を、大画面TVを用いた教師のプレゼンテーシ  
ョンにより学習した。第4時、第6時には、この知識  
を活用して、実験により作成したグラフに基づく自己  
の考えをまとめた。

### ウ 第3時

ねらいは、運動中に力が働かない運動について実験  
を行い、結果を基に横軸に平行な直線のグラフを作成  
できるようにすることである。

実験内容は、水平面上でドライアイス、箱、台車を  
手で押し、手から離れた後の運動の様子を記録タイ  
マーで調べることである。最初に、紙のワークシート上  
のグラフ用紙に結果を予想したグラフを描いてから実  
験を行い、グラフを作成した。

ドライアイスを使用した理由は、ドライアイスと箱  
の運動を比較することで、摩擦がなくなると速さが一  
定になる等速直線運動に気付かせるためである。昇華  
によってドライアイスと水平面の間気体が発生し、  
浮き上がった状態になるので摩擦が少ないということ  
を説明し、実験に臨ませた。

### エ 第4時

ねらいは、運動中に力が働かない運動の規則性をグ  
ラフに基づき自己で考え、ICTを活用した対話的な  
学びを通して、科学的根拠に基づき表現する力を養う  
ことである。

#### (ア) ICTを活用した対話的な学び

まず、第3時で作成したグラフを基に自己の考えを  
「オンラインワークシート」(第4図)に入力した。そ  
の後、3人班で「対話的な学び」の活動を行った。

初めにAさんが自己の考えを発表し、Aさんの表現  
について、BさんとCさんが自己の意見を入力・発表  
した。同様にBさんとCさんの表現についてもそれぞ  
れ意見を入力・発表した。タブレットPCの操作上の  
トラブル対応や操作方法の説明については、机間指導  
で対応した。

自己の考えを発表する際は、作成したグラフを班員  
に指し示しながら説明するように指導した。

授業の終わりには、自己の表現を班員の表現と比較  
したり班員の意見を参考にしたりして見直したものを、  
紙のワークシートにまとめさせた。

#### (イ) オンラインワークシートについて

「オンラインワークシート」は、自己の表現と他者  
の表現を共有・比較し、それぞれの表現に対する意見  
を記録するツールである。「オンラインワークシート」  
を活用することで自他の表現や意見を瞬時に共有する  
ことができる。また、「オンラインワークシート」は、  
教師が授業後にPCで見ることができるので評価に活  
用できる。さらに、1枚のワークシートとして印刷で  
きるの、生徒が自己の表現の振り返りに活用するこ  
ともできる。

| オンラインワークシート1                |   |                    |  |
|-----------------------------|---|--------------------|--|
| ④-1 自分の発表番号の口内に氏名を入力しよう。    |   |                    |  |
| 班員                          | 1   | A                  | 2  |
|                             |   |                    | B  |
|                             |   |                    | 3  |
|                             |   |                    | C  |
| ④-2 色がついている部分に入力しよう。        |   |                    |  |
| グラフからわかることを書こう              |   | 考えた内容に対して意見をしよう    |  |
| 1<br>Aさん<br>の<br>考<br>え     | どちらも0.1秒の時間が一番速度が速く、そこからどんどん速度が落ちていく。時間がたつと速度は一定の割合で小さくなっていく。箱の場合0.5秒あたりから止まったことがグラフから分かる。ドライアイスの方は箱よりも摩擦が少なく、減速が緩やかだった。  | Bさん<br>の<br>意<br>見 | 自分は見落としていた <b>一定の割合で小さくなるということに気付いて良かった</b> と思う。理由をより明確に示せるとより良いと思った。                  |
|                             |   | Cさん<br>の<br>意<br>見 | 速度が止まったことなどをグラフからの確に読み取っていて良かった。また、共通点の理由や異なる点の説明を聞きたいです。                              |
| 2<br>B<br>さん<br>の<br>考<br>え | 箱とドライアイスのグラフを比べて見るとドライアイスより箱の方が減速するのが早いことが分かる。箱とドライアイスの違いは単なる物体の違いしかないため、ドライアイス自体が減速しないことが考えられる。0.5秒過ぎて箱の0.1秒毎の移動距離が0cmになったため止まったことが分かる。また、 <b>どちらも減速すること</b> は共通点だと考えられる。そして、どちらも一次関数で途中まで求めることができる。 | Aさん<br>の<br>意<br>見 | 2つのグラフの違いについてとてもよく書けていました。ただ、グラフを見て分かった事をもっと簡単に書けると良いと思います。また、なぜ減速するのか言えるのとさらに良いと思います。 |
|                             |   | Cさん<br>の<br>意<br>見 | ドライアイスが減速しにくいという観点が具体的に良いと思います。共通点の気付きや説明も聞いてみたいです。                                    |
| 3<br>C<br>さん<br>の<br>考<br>え | ドライアイスと箱のグラフを見比べてとき、どちらも右下がりのグラフで、0.1秒のときに一番移動距離が長いということが共通点です。逆に減速の仕方が異なっていて、箱の方が減速するのが早いので、物の重さや特性、実験の条件によって減速の仕方が変わるのだと思います。   | Aさん<br>の<br>意<br>見 | 2つのグラフの違いや共通点をはっきりと捉えられていて良いと思います。   |
|                             |   | Bさん<br>の<br>意<br>見 | 共通点だけでなく条件の違いからもグラフを読み取れていることが分かった。具体的に書けるとより良いと思います。                                  |

第4図 オンラインワークシート

### オ 第5時

ねらいは、運動中に力が働く例として、斜面を下る  
物体の運動について実験を行い、結果を基に右上がり  
の直線のグラフを作成できるようにすることである。

実験内容は、基準になる斜面、緩やかな斜面、急な  
斜面それぞれで台車を走らせ、運動の様子を記録タイ  
マーで調べることである。実験前に、斜面が急になる  
と進行方向に働く力が大きくなること、同じ傾斜の斜  
面上では進行方向に働く力がどこも等しくなることを  
確認した。また、本時でも紙のワークシート上のグラ  
フ用紙に、結果を予想したグラフを描いてから、実験  
を行った。

実験後、結果を基に生徒が作成したグラフは、ねら  
い通りのグラフになった。

### カ 第6時

ねらいは、運動中に力が働く運動の規則性をグラフ  
に基づき自己で考え、ICTを活用した対話的な学び  
を通して科学的根拠に基づき表現する力を養うこと  
である。

#### (ア) 授業の工夫

「ICTを活用した対話的な学び」の活動を行う前  
に、第4時で作成した「オンラインワークシート」に  
記載された、他者との比較や適切な意見により改善  
した表現の例をクラスで共有した。他者との比較により  
改善した表現の例は、第4図のBさんである。Bさん  
は、「学び前の表現」では「どちらも減速する」と表  
現していた。しかし、Aさんに対するBさんの意見を

見ると、Bさんは、Aさんの考えと比較した結果、「一定の割合で小さくなる」と表現すべきことに気付いたことが分かる。

また、以下に他者の意見を参考にして表現を改善した例を示す。

〈表現を改善した例〉  
 学び前の表現：0.1秒毎の移動距離が8.4cmから7.1cmに右下がりしている。(D評価)  
 他者の意見：グラフが右下がりになっているということは分かったが、それが曲線なのか直線なのか、また一定の割合なのかまでいえると良いと思う。  
 学び後の表現：右下がりの直線なので比例の関係であることが分かる。(B評価)

(イ) 第4時との比較

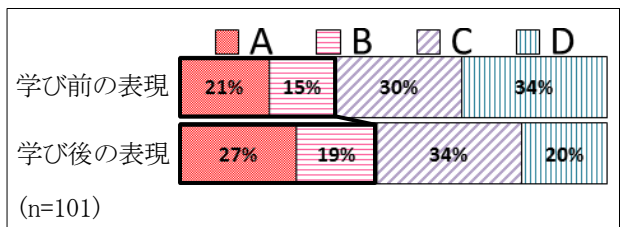
学習の流れは第4時と同じである。第4時と比較して、生徒がタブレットPCの操作に慣れてきたので、操作上のトラブルが減り、表現を改善する時間が増えた。

7 ワークシートと検証テストの分析と考察

ワークシート及び検証テストの評価結果を用いて、科学的根拠に基づき表現する力の高まりを分析した。

(1) 第4時

ワークシートの評価結果を第5図に示す。第4時の授業に出席した生徒101名を対象とした。



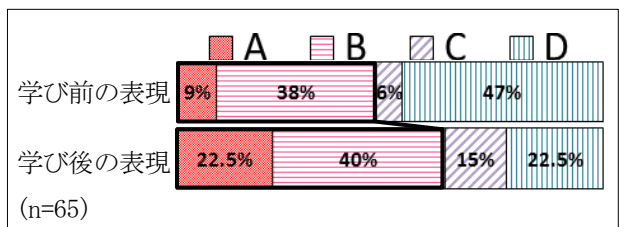
第5図 第4時の評価結果

量的及び関係の視点で事象を捉えた表現をA、量的または関係の視点で事象を捉えた表現をB、変化についてのみ触れている表現をC、誤記入をDとした。「学び前の表現」と比較すると、学び後にAまたはB評価を得た生徒数がわずかに増加し、D評価の生徒数が減少した。以下に「学び前の表現」と「学び後の表現」の変容例を示す。

〈表現の変容例〉  
 学び前の表現：どちらも減速している。(C評価)  
 学び後の表現：一定の割合で減速している。(B評価)

(2) 第6時

ワークシートの評価結果を第6図に示す。なお、タブレットPCの不調によりICTを活用しない授業を行ったクラスがあったため、対象人数は第4時より少なくなった。そのため、第6時の授業に出席し、タブレットPCを使用できた生徒65名を対象とした。



第6図 第6時の評価結果

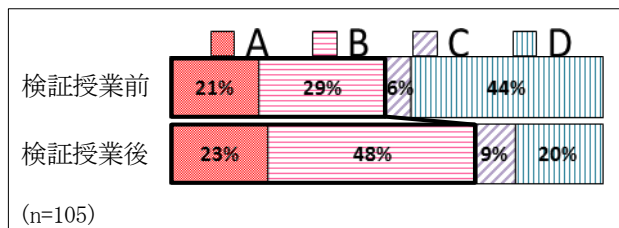
「学び前の表現」と比較すると、学び後にAまたはB評価を得た生徒数が増加し、D評価の生徒数が大きく減少した。さらに、第6時では、AまたはB評価を得た生徒数の変化の割合が第4時より大きくなった。これは、前述した通り、第6時の冒頭に「オンラインワークシート」に記載された、他者との比較や適切な意見により改善した表現の例をクラスで共有したからだと考えられる。以下に「学び前の表現」と「学び後の表現」の変容例を示す。

〈表現の変容例〉  
 学び前の表現：台車は、板の上を一定の速さで下っていった。(D評価)  
 学び後の表現：一定の割合で速くなっていた。(B評価)

以上のことから、他者の表現との比較の仕方や他者の意見を参考にすることによる学びが、科学的根拠に基づき表現する力を養う上で有効であることが分かった。

(3) 検証テスト

検証テスト(第2図参照)の評価結果を第7図に示す。なお、検証授業前後に検証テストを受けた生徒105名を対象とした。検証授業後は、AまたはB評価の生徒数が大きく増加し、D評価の生徒数が大きく減少した。



第7図 検証テストの評価結果

以下に検証授業前後の表現の変容例を示す。

〈表現の変容例〉  
 検証授業前：電流が大きくなっている。(C評価)  
 検証授業後：一定の割合で電流が大きくなっている。(B評価)

以上のように自然の事象を量的・関係的な視点で捉えた表現が増えていることから、異なる事象においても、多くの生徒が科学的根拠に基づき表現する力を発揮したことが分かった。

## 1 研究の成果

検証授業では、生徒一人に一台のタブレットPCを配付し、それぞれがクラウド上のエクセルファイルにアクセスすることで、瞬時に自他の表現を共有、比較し、見直せるようにした。本研究において、このICTを活用した対話的な学びが、科学的根拠に基づき表現する力を向上させる上で有効であることを示すことができた。

その際に複数の表現や意見を単に見るだけではなく、自他の表現の比較や、他者の意見を参考にした学び方を指導することが必要であることも分かった。

## 2 研究の課題

本研究では生徒の文章表現を評価基準表に基づき評価したが、口頭での表現の改善には課題が残った。対話的な学びの中で自己の考えを発表する場面では、作成したグラフを班員に指し示しながら説明することで視覚的にも訴えるように指導したが、タブレットPCの文章を読み上げるだけにとどまった生徒がいた。口頭での表現を改善するためには、発表場面を録画し、動画を再生して振り返るなどの工夫も考えられる。

次に、検証授業後の検証テストでもCやD評価の生徒がまだ29%おり、課題が残った。クラスによってはCやD評価の生徒のみの班があったり、自分の班の意見交換だけでは科学的根拠に基づき表現する力が高まらなかった生徒がいたりした。これらの生徒の力が高まらなかったのは、クラス全体で共有する場面まで授業を進めることができなかったことや、ICT機器の技術的な理由で他班の「オンラインワークシート」を閲覧できなかったことが原因だと考えられる。自分の班の意見交換だけでは学びが深まらないことがあるので、簡単に他班の表現や意見を見られるようにしたり、全体で発表する場面を設けたりすることで学びを広げていきたい。

さらに、自分の班だけでは科学的根拠に基づき表現する力が高まらなかったところには、学び合いがより活発に行われるような手立てが必要であった。今回の検証授業では、他者の表現に対して意見を入力したり発表したりしたが、活発な議論は行われなかった。原因の一つとして、生徒の意見の中には質問形式のものがあっても、質問に答える時間を設定していなかったことが考えられる。このような時間を設けることで、「オンラインワークシート」を基により活発な学び合いが行われ、生徒の理解が深まっていくことが期待できる。

今回の授業では、普段は自分の考えや意見を表現することの少ない生徒が、生き生きと課題に取り組む姿を見ることができた。この生徒にとっては、タブレットPCの使用が意欲や力を引き出す手立てとして有効に機能していた。これもICT機器活用の効果の一つであり、適切に活用することで資質・能力の育成に寄与すると考えられる。

最後に本研究を進めるに当たり、御協力いただいた大和市教育研究所の指導主事、上和田中学校の先生方並びにICT支援員の皆様に深く感謝を申し上げ、結びとしたい。

## 引用文献

文部科学省 2017 「中学校学習指導要領解説理科編」  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_\\_icsFiles/afieldfile/2017/10/13/1387018\\_5.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2017/10/13/1387018_5.pdf) (2017年12月取得)

## 参考文献

- 神奈川県教育委員会 2015 「平成27年度全国学力・学習状況調査 神奈川県の結果について(中学校)」  
<http://www.pref.kanagawa.jp/uploaded/attachment/798143.pdf> (2017年12月取得)
- 国立教育政策研究所 2015 「平成27年度全国学力・学習状況調査 報告書 中学校理科」  
<http://www.nier.go.jp/15chousakekkahoukoku/report/data/msci.pdf> (2017年12月取得)
- 中央教育審議会 2016a 『「言語活動の検証改善の成果」について』  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/detail/\\_\\_icsFiles/afieldfile/2016/06/20/1372311.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/__icsFiles/afieldfile/2016/06/20/1372311.pdf) (2018年1月取得)
- 中央教育審議会 2016b 「理科ワーキンググループにおける審議の取りまとめ」  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/060/sonota/\\_\\_icsFiles/afieldfile/2016/09/12/1376994.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/060/sonota/__icsFiles/afieldfile/2016/09/12/1376994.pdf) (2017年12月取得)
- 文部科学省 2017 「中学校学習指導要領解説理科編」  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_\\_icsFiles/afieldfile/2017/10/13/1387018\\_5.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2017/10/13/1387018_5.pdf) (2017年12月取得)
- 吉田景子 2016 「中学校理科の学習におけるタブレットPCの活用に関する研究——思考・表現することが苦手な生徒に焦点をあてて——」(四日市市教育委員会『研究調査報告』第399集)  
[http://www.yokkaichi.ed.jp/e-center/nc3/html/ocs/?action=common\\_download\\_main&upload\\_id=3103](http://www.yokkaichi.ed.jp/e-center/nc3/html/ocs/?action=common_download_main&upload_id=3103) (2017年12月取得)