

研究課題	ICT を活用した主体的・対話的で深い学びを実現する理科の授業実践
副題	～Feelnote や Padlet を利用した理科実験のあり方について～
キーワード	ICT 活用、主体的・対話的で深い学び、協働学習
学校/団体名	大阪教育大学附属高等学校池田校舎
所在地	〒563-0026 大阪府池田市緑丘 1-5-1
ホームページ	<a href="http://www.ikedah.oku.ed.jp/">http://www.ikedah.oku.ed.jp/</a>

## 1. 研究の背景

Society5.0 に向けた人材育成において、AI 技術の発達により、産業の変化や働き方の変化が起こることが議論され、学びのあり方の変革が求められている。文部科学省の次期学習指導要領においては、習得・活用・探究という学習プロセスの中で、主体的・対話的で深い学びが実現できているかが重要な論点の一つとなっており、生徒が主体的に学ぶ力を育成することが課題とされている。

本研究では、高等学校理科の基礎の分野において、「ICT を活用した理科の授業を実践し、主体的・対話的で深い学びに繋がる授業を実現することで、生徒が主体的に学ぶ力が向上する」という仮説を立てた。この仮説を検証するため、ICT を活用した授業を計画・実施し、主体的・対話的で深い学びに繋がる授業のあり方について研究を行った。

申請者所属の高等学校の理科の授業は、探究の過程を重視し、生徒が実験ノートを利用しながらグループで基礎実験を行うことにより、生徒が主体的に学ぶ力を育成させようとしてきた。しかし、これでは、グループ間での知識や情報が十分に共有されず、生徒の学びの深度に差が生じ、生徒全体の学びを深めることが難しく、限界があった。また、校内の ICT 環境としては、生徒用 iPad は全教職員共用のため、日頃の実験や発表などで適宜利用することが難しい状況にあった。そこで、今回 Panasonic 教育財団の研究助成により、新たに実験室に iPad を常備し、実験や発表を通じた探究的な理科の授業のあり方について研究を行った。

## 2. 研究の目的

本研究では、ICT を活用した主体的・対話的で深い学びを実現する授業を実践することで、生徒が主体的に学ぶ力を向上させることが目的である。具体的には、SNS 型 e-ポートフォリオの Feelnote やオンラインホワイトボードツールの Padlet を利用することで、①実験ノートやレポートの振り返りや情報の共有性を向上させ、生徒の知識や技能の深化を図るとともに、②実験ノートやレポート等の内容を可視化し、収集したデータを分析することで、生徒全体の知識や技能を向上させ、生徒が主体的に学ぶ力を向上させる。さらに、③ICT を活用した主体的・対話的で深い学びを実現する理科の授業実践事例の新たな理科教育モデルとして広く普及させることが目的である。本研究は、Feelnote や Padlet を利用した探究的な理科の授業実践の記録である。その成果は、ICT を活用した主体的・対話的で深い学びを実現する授業を実践することで、生徒が主体的に学ぶ力を向上させることにより、生徒全体の学びを深めることができるものであり、汎用性が高く、他教科への応用発展も含めて他校のモデルとなりうるものである。

### 3. 研究の経過

授業の実施方法は、アクティブ・ラーニングの理論の研究や先行事例の調査の分析を基に考案し、ICTを活用した主体的・対話的で深い学びに繋がる授業を実施した。具体的には、アクティブ・ラーニングの視点から学習過程の質的改善を行い、3～4人グループで協働学習を行いながらiPadやスマホ等を活用した授業を実践した(写真1)。この授業実践では、探究の過程を重視し、そのプロセスである、(1)課題の設定、(2)課題解決の過程、(3)分析・考察・推論、(4)表現・伝達の各段階において、生徒が主体的に学ぶ力を育成することを目的に授業を実践した。研究の経過(表1)と具体的な実施方法を以下に示す。

#### (1) 課題の設定

事前調査用紙(資料1)を配布し、関連する物質に関して特徴、用途について事前に調べさせるとともに、身近な物質を実験で取り扱うことで、生徒自ら物質について身近に感じる機会を与え、生徒の興味・関心を高めさせる。Padletを利用したり、発表を行わせることで、実験内容等について、生徒間で情報交換や意見交換を行わせ、課題について深く考えさせる機会とし、生徒が主体的に学ぶ力を育成する。

#### (2) 課題解決の過程

実験中は、グループでiPadやスマホ等を用いて、即時的に実験の動画・写真・データの記録を共有し、その場で情報共有・チェック・処理を行わせ、グループ全体の知識や技能の深化を図り、主体的に実験に取り組む姿勢や態度を育む。また、授業者が実験ノートや実験内容を分析し、学習内容に反映することで、生徒全体の学ぶ力を向上させる。

#### (3) 分析・考察・推論

自己評価カード(資料2)やPadletを利用することで、レポートや実験ノート、発表で学んだことについて振り返る機会を与えると同時に、情報を共有することで、予測した理論値と実測値の違い、実験データの妥当性、科学的視点から結果を考察できたか等について具体的に検討させ、生徒が主体的に学ぶ力を育む。

#### (4) 表現・伝達

iPadやスマホ等を利用した発表では、授業者が実験について論理的に説明ができたかどうか等の検討を促し、積極的に質疑応答を行わせるとともに、グループ間の結果を比較させ、自分たちの結果や考察をより深く検証させることで、自己の考えを広げ深めさせ、生徒が主体的に学ぶ力を育成する機会とする。自己評価カードやPadlet(資料3)を活用することで、実験や発表を振り返らせ、生徒の知識や思考力、判断力、表現力等を深め、生徒全体の学ぶ力を向上させる。

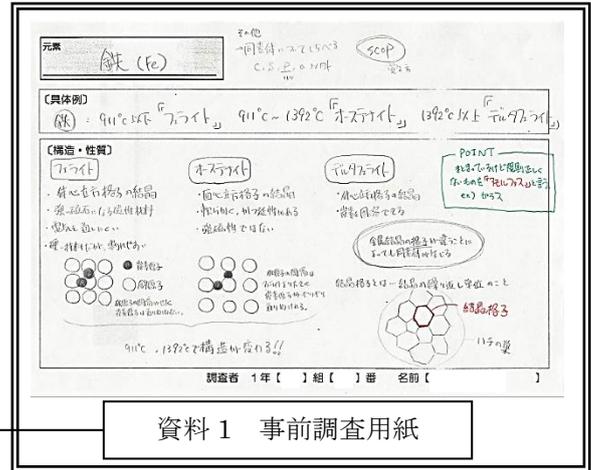
表1 研究の経過

①時期	②取り組み内容	③評価のための記録
4月	実験①混合物の分離	自己評価カード(実験・発表) Padlet
5月	実験②蒸留	自己評価カード(実験・発表) Padlet
5月	実験③硫黄の同素体	自己評価カード(実験・発表) Padlet
6月	実験④炎色反応	自己評価カード(実験・発表) Padlet
7月	夏休みの課題	Feelnote
10月	前期アンケート	アンケート調査
10月	実験⑤酸と塩基の性質	自己評価カード(実験・発表) Padlet
11月	実験⑥Mgと酸の反応	自己評価カード(実験・発表) Padlet
1月	実験⑦中和滴定	自己評価カード(実験・発表) Padlet
2月	実験⑧ビタミンC	自己評価カード(実験・発表) Padlet
2月	学年末の課題	Feelnote
2月	後期アンケート	アンケート調査



写真1 実験や発表の様子

生徒が事前に物質を調査する用紙である。生徒が事前に実験に関する物質を調査し、実験前に調査した内容について、報告を行わせたり、Padlet を利用することで、クラス全体で情報の共有化を図ることができる。このことにより、生徒の興味・関心が高まり、主体的に実験に取り組むことができる。また、実験内容の深い理解に繋がる。同素体の実験では、硫黄以外の元素の同素体も調査を行い、鉄については結晶格子の違いにより、性質が異なることを報告した。



資料 1 事前調査用紙

実験や発表について生徒に振り返る機会を与えることで、実験に関する知識を定着させ、実験内容について理解を深めさせることができる。生徒の自己評価カードの記述から、この実験では、酸の価数や強弱により水素の発生量や発生速度が異なることについて理解が深まったことがわかる。

**[実験]**

1年生 化学基礎 実験自己評価カード

実験名 [No. (6) Mg と酸・鉄・銅・亜鉛・強弱・価数]

評価項目

(1) 実験の目標を明確に把握できていたか? (はい) ・ ぶつう ・ いいえ )

(2) 結果の予測を事前に行っていたか? (はい) ・ ぶつう ・ いいえ )

(3) 実験操作方法を理解して実験ができていたか? (はい) ・ ぶつう ・ いいえ )

(4) 自ら考えて、自発的な実験ができていたか? (はい) ・ ぶつう ・ いいえ )

※今日の実験を振り返ってみて、自分なりの評価コメントを一言

酸・強弱により本量に必要量は異なる。反応速度も異なる。

手順がわかりやすい。反応が早い。

[ 8 ] 班 [ ] 組 [ ] 番 氏名 [ ]

**[発表]**

1年生 化学基礎 発表自己評価カード

実験名 [No. (6) ]

評価項目

(1) 今回の実験について理解することができたか? (はい) ・ ぶつう ・ いいえ )

(2) 実験結果を踏まえて科学的視点から結果を考察できたか? (はい) ・ ぶつう ・ いいえ )

(3) 質疑応答を通じてさらに理解を深めることができたか? (はい) ・ ぶつう ・ いいえ )

(4) グループのメンバーと一緒に問題を考え、協力して課題に取り組めたか? (はい) ・ ぶつう ・ いいえ )

※今日の発表を振り返ってみて、自分なりの評価コメントを一言

反応が早い。反応が早い。反応が早い。

[ 9 ] 班 [ ] 組 [ ] 番 氏名 [ ]

資料 2 自己評価カード

Padlet にレポートや写真を投稿する際には各実験ごとに実験レポートの提出に関するプリントを配布し、QRコードを利用した。Padlet を利用させることで、実験や発表を振り返ることができるので、生徒の知識や思考力、判断力、表現力等を深まり、前向きに授業に取り組む姿勢が生まれ、生徒全体の知識や理解の深化を図ることができる。多角的な観点から実験内容を考察することができるようになる。実験に取り組む姿勢が変容し、生徒が主体的に学ぶ力を向上させる。

化学基礎 実験レポートの提出について

- A4サイズ1枚(表裏)で実験レポートを作成。  
(他の実験方法で実験の目的を表現する方法について⇒各班1つ以上さらに理解を深めるための探究的な問いについて⇒1人1つ以上)
- 作成した実験レポートを下記の期限までに padlet に投稿。
- padlet に投稿後、化学教室棟の自クラスのレターケースにレポートを提出。  
各クラスの発表班はレポート提出期限後 padlet でクラスの他の班のレポートを確認し、発表の準備をすること。  
(提出期限から1週間後に実験の内容について発表)
- 発表班が授業時に発表。(5分程度)

	実験日	レポート提出期限	発表予定日
1年3組	11月20日	11月27日	12月4日
1年4組	11月21日	11月28日	12月5日

実験⑥ Mg と酸の反応

padlet: <https://padlet.com/kimuran/ou4esh6a3yay>

QRコードを iPad やスマホ等で読み取ることで、生徒たちは Padlet のサイトにアクセスすることができる。

資料 3 Padlet

以上のように、探究の過程のプロセスの各段階において、生徒が主体的に学ぶ力を育成するとともに、より一層生徒が主体的に学ぶ姿勢や態度を育成するために、各実験におけるレポートの書き方（資料4）を配布し、他の実験方法の考案や実験に関わる新たな探究的な問い等についてもレポートで報告させた。また、夏休みの課題（資料5）や学年末の課題で実験について振り返る機会を与え、Feelnote（資料6）やレポート等を提出させることで、授業で学んだ知識や技能を深めさせた。さらに、前後期末には実験ノートワークシートを記入（資料7）させ、自己の実験ノートと様々な実験ノート（資料8）を比較しながら、優秀な実験ノートを投票用紙（資料9）で選出し、表彰（資料10）することで、実験ノートを通して実験の課題解決の過程について深く考えさせる機会を与え、生徒が主体的に実験に取り組む姿勢や態度を育成することを試みた。

**資料4 実験レポートの書き方**

**資料5 夏休みの課題**

**資料6 Feelnote**

**資料7 実験ノートワークシート**

**資料8 様々な実験ノート**

Feelnote で実験を振り返ることで、学んだこと等を整理し、学びの記録として保存することができる。客観的に自己を見つめ直し、自己の成長を実感できるものであり、生徒が主体的に学ぶ力の育成に繋がる。

実験ノートワークシートを記入することで、他の実験ノートと比較しながら自己の実験ノートを振り返ることができる。実験ノートワークシートの記述内容から、他の実験ノートの工夫した記述が多くの生徒たちに良い影響を与えていることがわかる。

**資料9 実験ノート投票用紙**

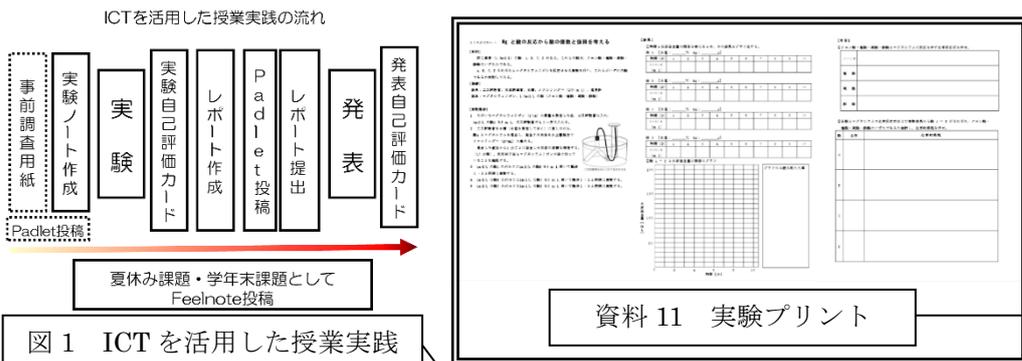
実験ノートでは、沸点・融点や毒性等の物質の性質を丁寧に記載したもの、図や表を活用して実験内容を分かりやすくしたもの、実験操作手順をフローチャートで表したもの、実験中の写真を使用して記録しているもの、色分けを工夫してノートを作成したもの、付箋を活用して注意事項を記載したもの等、様々な工夫が見られた。他の実験ノートに触れることで、自己の実験を振り返りながら、課題解決の過程を深く考える機会となり、実験に取り組む姿勢が変容し、生徒が主体的に学ぶ力が育まれる。

**資料10 表彰状**

#### 4. 代表的な実践

高等学校の理科において、酸と塩基の反応の単元では、金属と酸の反応や酸の価数と強弱に関する知識は、酸の性質を理解する上できわめて重要である。今回申請者所属の高等学校では、酸と塩基の反応の単元において、生徒が実験ノートを用いて、グループで協働学習を行いながら、ICTを活用した主体的・対話的で深い学びに繋がる授業を実践した(図1)。実験内容は、金属であるマグネシウムと同じ濃度である4つの酸A~Dを反応させ、4つの酸を同定するものである。酸としてクエン酸を使用し、また、過不足のある量的な関係についても考察させることで、身近な物質との関連を図りながら、酸の定義および酸の強弱と価数の関係をより一層深く理解させることを意識してデザインした実験(資料10)である。

実践の特徴や工夫した点は、①身近な物質として3価の弱酸であるクエン酸を用いたこと、②過不足のある量的関係について考察させたこと、③酸を同定するための他の実験方法を考案させたこと、④理解を深めるための新たな探究的な問いについて検討させたこと、⑤生徒が事前に物質を調査する用紙を活用したこと、⑥2~3班で協働学習を行い、結果に基づいて考察させたこと、⑦実験や発表に関する自己評価カードを活用したこと、⑧Padletを利用し、他のグループのレポートについて考えさせたこと、である。



水素の発生量をグラフ化させることで、視覚的に酸の強弱と価数の違いについて考察させるとともに、化学反応式を書かせることで、過不足のある量的な関係について検討させる。酸を同定する根拠を検討させることで、金属の反応における酸の価数や強弱の違いについて理解を深めさせ、金属と酸の反応への興味・関心を高め、生徒が主体的に学ぶ力を育むことができる。

実験や発表を通して生徒が主体的に学ぶ力を育成する ICT を活用した授業実践の流れである。矢印の向きに沿って段階的に生徒が主体的に学ぶ力は向上していく。

生徒たちは、事前に実験ノートを作成してきたこともあり、興味・関心をもって主体的に実験に取り組む姿が見られた。実験の過程では、グループで実験操作や実験結果について相談し、iPad やスマホ等を利用しながら、写真等を記録し、実験ノートを作成していた。また、グループで情報交換や意見交換を行いながら、レポートの作成に取り組んでいた。Padlet を利用したグループでの協働学習の効果により、主体的に学ぶ生徒たちの様子を見る事ができた。

#### 5. 研究の成果

自己評価カード集計結果

項目	実験①混合物の分離				実験②酸解				実験③塩基の同素体				実験④炭色反応				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
矢印①	はい	78.7	57.3	61.3	50.7	80.8	55.1	70.5	60.3	78.6	64.3	65.7	70.0	74.2	74.2	74.2	77.3
実験	はい	20.0	36.0	34.7	42.7	16.7	34.6	28.2	38.5	20.0	28.6	31.4	28.6	25.8	21.2	25.8	21.2
発表	はい	1.3	6.7	4.0	6.7	2.6	10.3	1.3	1.3	1.4	7.1	2.9	1.4	0.0	4.5	0.0	1.5
発表	はい	93.6	82.1	73.1	70.5	97.3	86.5	70.3	81.1	98.6	90.3	62.5	72.2	89.9	75.4	53.6	72.5
発表	はい	6.4	16.7	26.9	29.5	2.7	13.5	28.4	17.6	1.4	9.7	34.7	26.4	10.1	23.2	39.1	27.5
発表	はい	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.4	0.0	0.0	2.8	1.4	0.0	1.4	7.2	0.0
矢印①	はい	82.3	77.4	87.1	88.7	84.7	59.3	74.6	79.7	80.6	74.6	79.1	80.6	96.2	67.3	84.6	90.4
実験	はい	16.1	19.4	12.9	11.3	15.3	35.6	22.0	18.6	17.9	20.9	19.4	17.9	1.9	26.9	15.4	7.7
発表	はい	1.6	3.2	0.0	0.0	0.0	5.1	3.4	1.7	1.5	4.5	1.5	1.5	1.9	5.8	0.0	1.9
発表	はい	93.4	75.0	61.8	77.6	93.4	77.6	67.1	86.8	93.2	90.4	72.6	82.2	90.9	83.1	75.3	81.8
発表	はい	6.6	25.0	35.5	22.4	5.3	21.1	28.9	10.5	6.8	9.6	20.5	16.4	9.1	16.9	22.1	18.2
発表	はい	0.0	0.0	2.6	0.0	1.3	1.3	3.9	2.6	0.0	0.0	6.8	1.4	0.0	0.0	2.6	0.0

資料12 自己評価カード集計結果

自己評価カードの結果(矢印①)から、実験を重ねるごとに、実験操作方法を理解し、自発的に実験に取り組む生徒の割合が増えていることがわかる。また、実験に対する各項目の自己評価の向上が見られる。さらに、実験後の発表(矢印②)を通して、実験内容の理解が深まり、実験結果を踏まえて科学的視点から考察できる生徒がいることがわかる。上記の結果から、実験を重ねるごとに、多くの生徒が自発的に実験に取り組む姿勢が見られ、実験内容の理解を深めたことが確認できる。

質問項目	前期実験アンケート				前期実験アンケート			
	Padlet				Feelnote			
	とても思う	少し思う	あまり思わない	全く思わない	とても思う	少し思う	あまり思わない	全く思わない
①実験の課題についてより深く考えることができた。	10.1	55.1	33.3	1.4	34.0	40.0	22.0	4.0
②実験の課題解決の過程についてより深く考えることができた。	8.7	55.1	36.2	0	36.0	40.0	20.0	4.0
③実験の結果についてより深く整理することができた。	27.5	40.6	27.5	4.3	36.0	40.0	20.0	4.0
④実験の結果に基づいてより深く考察することができた。	20.3	47.8	29.0	2.9	26.0	48.0	22.0	4.0
⑤実験を振り返ることができた。	39.1	34.8	24.6	1.4	48.0	42.0	8.0	2
⑥実験の課題について異なる視点で考えることができた。	24.6	55.1	18.8	1.4	22.0	42.0	32.0	4.0
⑦実験の課題解決の過程について異なる視点で考えることができた。	23.2	42.0	34.8	0	22.0	48.0	26.0	4.0
⑧実験の結果について異なる視点で整理することができた。	21.7	52.2	26.1	0	36.7	40.8	18.4	4.1
⑨実験の結果に基づいて異なる視点で考察することができた。	13.0	53.6	33.3	0	34.0	40.0	24.0	2.0
⑩グループ内で実験の情報を共有することができた。	35.3	39.7	20.6	4.4	16.0	50.0	24.0	10.0
⑪クラス内で実験の情報を共有することができた。	40.6	42.0	14.5	2.9	26.0	44.0	24.0	6.0
⑫グループ内で情報交換をする機会が多くなった。	18.8	40.6	33.3	7.2	10.0	48.0	32.0	10.0
⑬クラス内で情報交換をする機会が多くなった。	26.1	31.9	36.2	5.8	16.0	40.0	38.0	6.0
⑭グループ内で意見交換をする機会が多くなった。	15.9	43.5	33.3	7.2	14.0	46.0	32.0	8.0
⑮クラス内で意見交換をする機会が多くなった。	18.8	34.8	40.6	5.8	6.0	56.0	32.0	6.0
⑯実験に関する発表を深めることができた。	30.4	46.4	21.7	1.4	22.0	46.0	28.0	4.0

質問項目	前期の授業				※①
	とても思う	少し思う	あまり思わない	全く思わない	
①実験の課題について考えることができた。	34.7	59.7	5.6	0	
②実験の課題解決の過程について考えることができた。	25.0	68.1	6.9	0	
③実験の結果について整理することができた。	40.3	50.0	9.7	0	
④実験の結果に基づいて考察することができた。	23.6	63.9	11.1	1.4	
⑤実験の振り返ることができた。	26.4	54.2	19.4	0	
⑥実験の目的を達成するための他の実験方法について考えることができた。	19.4	47.2	31.9	1.4	
⑦実験に関する問いを考えた。	30.6	44.4	19.4	5.6	
⑧実験を行うことで化学基礎の知識を身に付けることができた。	48.6	45.8	5.6	0	
⑨実験を行うことで化学基礎の実験に関する技能を身に付けることができた。	50.0	45.8	4.2	0	
⑩実験を行うことで化学的現象に興味・関心を持つことができた。	38.0	40.8	19.7	1.4	※②
⑪授業を受けることで主体的に学ぶ力を向上することができた。	30.6	51.4	15.3	2.8	

資料 13 授業アンケート集計結果

左上の授業アンケートの結果（※①）から、Padlet や Feelnote を利用した探究的な理科の授業を実践することで、グループ内やクラス内で情報共有する機会が増え、異なる視点に立ちながら探究の過程の各段階において知識や理解を深めることができている生徒がいることがわかる。また、左下の授業アンケートの結果（※②）から、多くの生徒は、化学基礎の知識や実験に関わる技能を身に付け、化学的現象に興味・関心を持つことができ、主体的に学ぶ力が向上していることを確認することができる。

自己評価カードの結果（資料 12）より、ICT を活用した理科の授業を実践することで、実験や発表を通して、自ら考えて自発的に実験を行う姿勢が育まれ、多くの生徒は、実験の内容について理解が深まり、科学的視点から結果を考察できるようになったことが確認できる。また、授業アンケートの結果（資料 13）から、探究の過程の各段階において肯定的評価が見られ、生徒の知識・技能や興味・関心の向上が窺える。Padlet や Feelnote を利用した探究的な理科の授業を実践することで、多くの生徒が主体的に学ぶ力を向上させることが示唆された。

## 6. 今後の課題・展望

当初はアプリの利用方法や操作方法に戸惑う生徒が一部いた。Feelnote はデバイスによって操作画面が異なる。初回の授業で十分に時間を確保し、利用方法や操作方法について丁寧な説明を行い、継続的に支援することが望ましい。また、Padlet は写真を投稿する際にアップロードされるまでに時間がかかることがある。授業で利用するときは予め生徒に説明をしておきながら、必要に応じて AppleTV のミラーリングを利用する等の対応ができるよう事前に十分準備をしておく。さらに、Feelnote は次年度以降有料化される予定である。費用対効果を考えて代替するものを考案することも含めて検討する必要がある。そして、学年を超えた学びのポートフォリオの作成にも役立てられるよう工夫していきたい。最後に、本研究では、各単元の内容を深めるような実践を心掛けたが、探究的な要素をさらに実験に組み込むことができる。より一層深い学びに繋がる新しい探究の過程を重視した理科の授業をデザインすることが今後の課題である。

## 7. おわりに

Feelnote や Padlet を利用した探究の過程を重視した授業の実践方法は、他の教科においても応用、発展させることができる。今後はさらに本研究を継続して行い、本研究の成果を研究会で発表する、ホームページで公開する等、普及に貢献できるよう尽力していきたい。最後に、このような研究を行う貴重な機会を与えてくださったパナソニック教育財団に感謝申し上げます。

## 8. 参考文献

- ・岩藤英司、(2001)、化学と教育、49 (8)、490-491
- ・高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）