

〈中学校理科〉

学習活動にICTを活用した授業作り

～探究的・協同的な学びの視点からの利活用を通して～

宜野湾市立真志喜中学校 教諭 仲宗根 一優

目次

| | | |
|------|----------------------------|-----|
| I | テーマ設定の理由 | 4 1 |
| II | ICTを活用して指導に取り組む具体的な単元について | 4 2 |
| III | 研究仮説 | 4 2 |
| IV | 研究構想図 | 4 3 |
| V | 研究内容 | 4 4 |
| 1 | ICT教育の効果的な活用について | 4 4 |
| (1) | なぜICTを活用するのか | 4 4 |
| (2) | ICTをどのような場面で活用するか | 4 4 |
| (3) | 使用するICT機器について | 4 5 |
| 2 | 探究的な場面について | 4 5 |
| 3 | 協同的な場面について | 4 6 |
| 4 | ICTを活用した授業の構想 | 4 7 |
| (1) | 授業構成のあり方 | 4 7 |
| (2) | 具体的な活用について | 4 7 |
| (3) | ICTを活用した探究的・協同的な場面での指導について | 4 8 |
| VI | 検証授業 | 5 0 |
| 1 | 単元名 | 5 0 |
| 2 | 単元について | 5 0 |
| 3 | 単元の指導目標 | 5 1 |
| 4 | 評価規準 | 5 1 |
| 5 | 単元の指導計画と評価 | 5 2 |
| 6 | 本時の指導 | 5 3 |
| 7 | 検証授業研究 | 5 5 |
| VII | 仮説の検証 | 5 6 |
| 1 | 授業実践による生徒観察からの検証 | 5 6 |
| (1) | 探究的な場面における検証 | 5 6 |
| (2) | 協同的な場面における検証 | 5 7 |
| 2 | 検証のまとめ | 5 9 |
| VIII | 研究の成果と今後の課題 | 6 0 |
| 1 | 研究の成果 | 6 0 |
| 2 | 今後の課題 | 6 0 |
| | 引用文献 | 6 0 |

学習活動にICTを利活用した授業づくり

～探究的・協同的な学びの視点からの利活用を通して～

宜野湾市立真志喜中学校 教諭 仲宗根 一優

I テーマ設定の理由

21世紀は、新しい知識・情報・技術が政治・経済・文化をはじめ社会のあらゆる領域で活動の基盤として重要性を増す、「知識基盤社会」の時代である言われている。このような変化の激しい社会においては、よりよい社会の実現や、自ら幸福な人生を作り上げていくために、「生きる力」を育むことが重要とされている。

文部科学省による中学校学習指導要領総則解説編（文部科学省,2008）では、「生きる力」を育てていくために、教師が視聴覚教材などの機材・教具の適切な活用を図り、主体的・積極的に活用できるようにすることが求められ、「論点整理」（中央教育審議会教育課程企画特別部会,2015）では、身近に存在する情報やその情報手段を選択し活用できるために、ICT(Information and Communication Technology)を全ての子ども達に育むことの重要性を指摘している。

「議論のとりまとめ」（小学校段階における理論的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議,2016）で、ICT機器は、学習課題の解決に向けて必要な情報に焦点を当てたり、時間的・空間的制約を超えて生徒の考えや思考の過程を可視化できたり、教師と情報の伝達が速やかに出来るようになることから、学習活動に効果をもたらすものと言われている。

本市の教育振興計画(宜野湾市教育委員会,2015)においても、「全ての教員が日常的に、必要な場面に応じたICTの特性を生かした効果的な活用に努める」とICTを活用した授業力の向上が明記され、前提となる授業実践に必要な不可欠な物的学習環境が整備された。具体的には、本市立4中学校に生徒教師用タブレット型端末20台が整備され、今年度は、インタラクティブプロジェクター、書画カメラ、デジタル教科書（主要5教科）がインストールされたパソコンなどのICT機器が、本校の普通教室や特別教室を含む30教室に各1台ずつ整備された。

しかしながら、私の授業では、デジタル教科書等の動画等をモニターやタブレット端末を通して拡大提示したり、生徒の考えをタブレット端末から発表させたりしても、教師主導の一斉授業となってしまうことが多く、ICT機器を活用しても、生徒が主体的に学ぶ学習につながらず、十分な学習効果を発揮するまでに至らなかった。

それは、私の教材研究の不足や、効果的なICT機器の活用が出来ていなかったからである。そのため、ICTを簡便かつ活用し学習活動に効果をもたらすための手立てを講じた授業改善を図る必要であると考えた。

そこで、自ら課題を設定し、課題の解決に向けて整理し、まとめる過程である探究的な場面と、課題解決に向けて取り組む協同的な場面において、ICT機器の特性を効果的に生かすことができる授業を行えば、生徒が課題解決に向けた学習活動が取り組みやすくなり、理科の科学的な概念が身につけやすくなるのではないかと考え、本研究テーマを設定した。

II ICTを利活用して指導に取り組む具体的な単元について

「平成27年度全国学力・学習状況調査報告書中学校理科」（文部科学省・国立教育政策研究所,2015）の結果から「理科で学習した知識・技能の活用に課題がある」ことが指摘された。平成27年度沖縄県学力到達度調査の「学習した知識や技能の活用を問う問題」における本校の解答状況を分析すると、「電気の世界」の単元での「マイクとスピーカーのそれぞれ二つの装置が、モーターと発電機のどちらと同じはたらきをしているか」という問いの正答率が36.1%だった。これは、県平均値47.6%と比べて約12ポイント低かった。

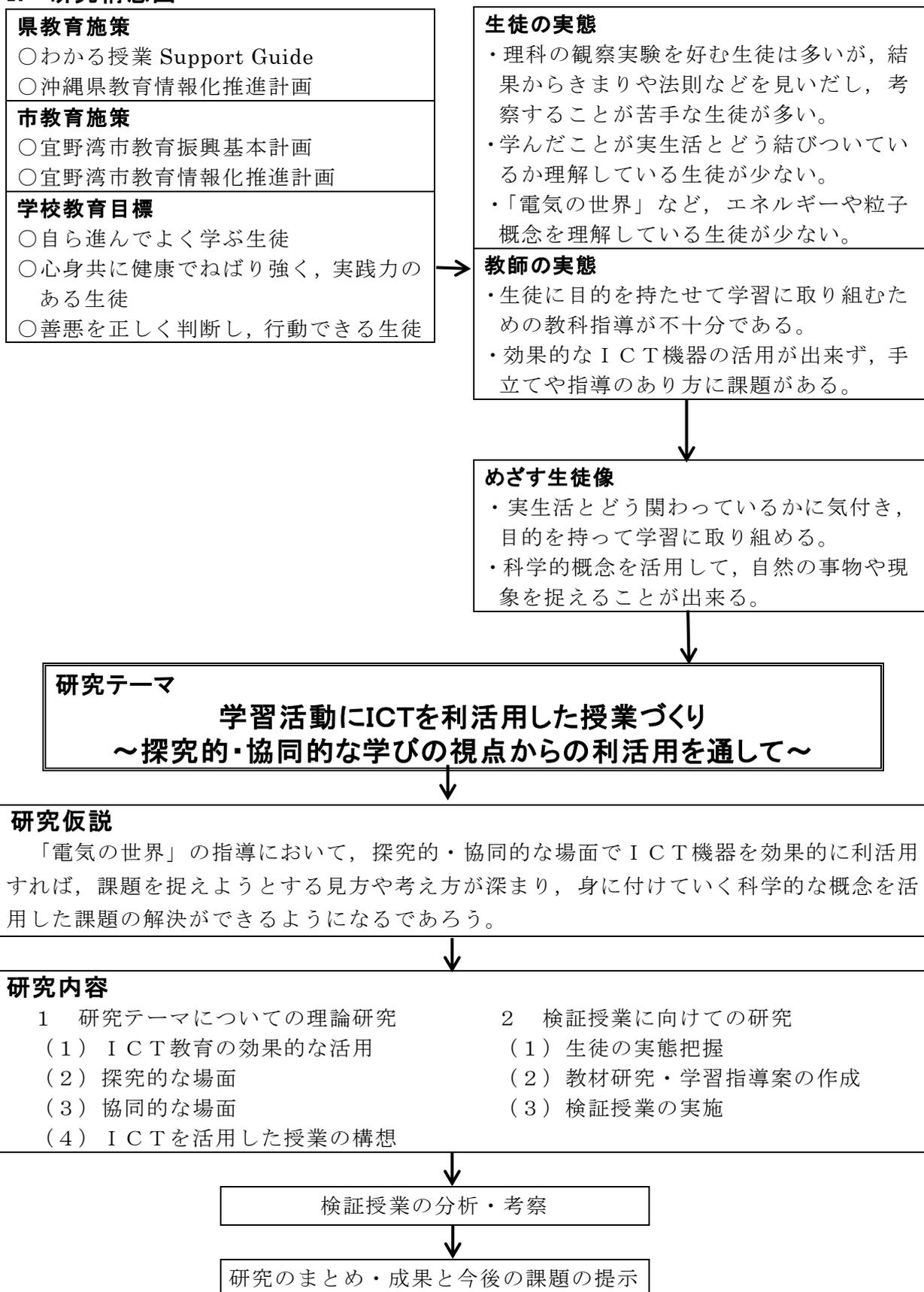
私自身の授業実践を振り返ると、知識や技能の理解・習得の学習に重点をおくことが多く、本時の課題の解決に向けての指導や、話し合い活動での内容を深めさせることに十分な指導が出来ていなかった。そのため、教師が本時のまとめを板書するだけで授業を終えることが多かった。その結果、生徒に本時で押さえるべき学習の本質を捉えさせることが出来ていなかった。

そこで、落ち込みの見られた「電気の世界」の単元の指導を改善していくことで、本テーマの有効性を検証する。さらに、ICT機器を使用する環境等についても検証を行い、効果的な指導方法の開発につなげていく。

III 研究仮説

「電気の世界」の指導において、探究的・協同的な場面でICT機器を効果的に利活用すれば、課題を捉えようとする見方や考え方が深まり、身につけていく科学的な概念を活用した課題の解決ができるようになるであろう。

IV 研究構想図



V 研究内容

1 ICT教育の効果的な活用について

(1) なぜICTを活用するのか

ICTとは、情報や通信に関する技術一般の総称で、一般的には「情報通信技術」という意味で用いられ、教育の分野では「情報コミュニケーション」という意味で訳されることもある。ICT教育を各教科の学びにどう活用すれば学びが深まるのか、どのように授業で活用していくかなど、学習指導要領との関係においても不明確な部分が多く、ICTを活用した授業で有効に活用できる高い教材や、学びを深める教材の検討が必要になっている。

「議論のとりまとめ」(小学校段階における理論的思考力や創造性,問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議,2016)の「次世代の学校」のありに、ICTが持つ特性や強みが示され(表1)、「特性や強みを学校教育の中で効果的に生かすことが『主体的・対話的で深い学びに』の実現につながる」とされている。つまり、ICTを活用することは、教育の質の向上につながり、これからの時代に求められる教育のあり方として重要な位置づけになっていくと考えられる。

表1 ICTが持つ特性や強み

| |
|---|
| ①多量で大量の情報収集、整理・分析、まとめ、表現することができ、観察・実験したデータなどを入力し、図やグラフ等を作成したり、効果的にまとめて共有したり、個々の子供の学習ニーズに応じた学習内容を組み合わせられる。 |
| ②時間や空間を問わずに、音声・画像・データ等を蓄積・送受信でき、距離や時間を問わず、児童生徒の思考の過程や結果を可視化、その過程を記録できる。 |
| ③距離に関わりなく総合に情報の発信・受信のやり取りができ、教室やグループの大勢の考えを距離を問わずに瞬時に共有した交流できる。 |

*小学校段階における理論的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議(2016)「最終まとめ」6頁を参考に作成

(2) ICTをどのような場面で活用するのか

ICTが持つ特性や強みを効果的に生かすために、教師は実験・観察等を実際に体験することや直接的に交流することで得られる学びの重要性も踏まえた上で、ICTを効果的に活用し、必要な学びを価値あるものとしていく必要がある。

2020年代に向けた教育の情報化に関する懇談会(2016)での「最終まとめ」では、ICTを効果的に活用するために、「これまで行われてきた教育がより効果的・効率的に実施される側面だけでなく、習得・活用・探究という学習過程での活用が望まれる」としている。表2にその活用のあり方を示す。

本研究では、探究する学習過程を「探究的な場面」、「習得・活用」の場面に加えて課題を解決する過程を含む学習過程を「協同的な場面」と定義した。その上で、表2を参考にしながら、効果的に活用できる授業を構築していく。

表2 習得・活用・探究の過程におけるICTの効果的な活用

| 学習過程 | 効果的な活用のあり方 |
|-------|---|
| 探究 | データの処理や視覚化を行い、レポート作成を通して情報発信を取り組ませる。 |
| 習得・活用 | 図表や写真を参照、引用等して自分の意見をまとめるなど、学習成果をまとめて発表させる場面での活用。推敲時間の確保につなげる。 |

*2020年代に向けた教育の情報化に関する懇談会(2016)「最終まとめ」9頁を参考に作成

(3) 使用するICT機器について

①「タブレット端末（富士通ARROWS TAB Q555/K32）」

本実践では、インストールされた以下の2つのアプリケーションを用いる。

(ア)「らくらく授業支援」

タブレット端末を利用して情報を集め、デジタルノートとして考えをまとめたり、発表を支援したりするためのアプリケーション。学習課題を学習者タブレット端末に送信できる。

(イ)「ロイロノート・スクール」

学習支援クラウド型アプリケーション。アプリケーション内でテキスト、Web、実際に撮った写真や動画の撮影ができ、一枚の「カード」として画面上に全て表示することが出来る。さらに、「カード」を線でつなぐと、発表素材を簡易に作成することができる。「カード」は教師と生徒間とで送受信でき、クラウド上で保存できる。

②「インタラクティブプロジェクター（エプソン EB-590WT）」

主な特徴は以下の2点である。

(ア) ペンを使った操作・機能

ペンを使って、タブレット端末、書画カメラ、スマートフォン端末などから投写した資料に書きこめる。

(イ) 使用環境

光量は4200lmと明るく、一般的な普通教室ではカーテンを閉じなくても見える。スピーカーの出力は16Wと大きい。

③「インタラクティブ書画カメラ（実物投影機）（エルモL-12iD）」

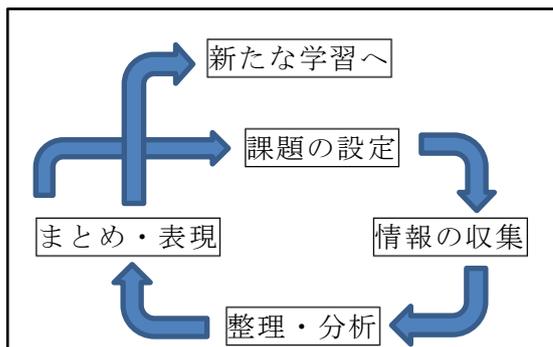
映像を動画で撮影や静止画を取り込み、デジタルズームは8倍、光学ズームは12倍に拡大表示できる。取り込んだ映像を効果的に加工する機能も備わる。

2 探究的な場面について

「次期学習指導要領に向けたこれまでの審議のまとめ」(中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会, 2016)では、「生徒自身が観察・実験を中心とした探究の過程を通じて課題を解決したり、新たな課題を発見したりする経験を可能な限り増加していくことが重要」とし、「理科」が中核となって、探究的な学習の充実を図っていくこととしている。

田村(2015)は、探究型の授業のプロセスとして、図1のような過程を位置づけている。ここで田村(2015)は、「課題の設定の場面では、対象に直接触れる体験的な活動を通じて課題意識を持たせ、情報収集では必要な情報を取り出して収集する。整理・分析では、収集し取り出した情報を整理・分析する。まとめ・表現では、気付きや発見、自分の考えをまとめ、判断して表現する」と説明している。本研究では、探究的な場面に、田村(2015)の提唱するプロセスの要素を取り入れた授業構想を行う。

図1 探究型のプロセス



*田村(2015)19頁を参考に作成

3 協同的な場面について

杉江 (2011) によると、協同とは「グループメンバーが全員同時に到達出来るよう目標が設定されている事態をいい、学習集団のメンバー一人ひとりの成長がお互いの喜びであるという目標のもとで学習する場合を指す」ことであるとし、Smith, K. A (1993) は、「学習仲間の学びを最大限にするために学び合う学習方法」としている。

このことから、協同的な学習とは、各個人やグループ内のおのおのが、共に協力しながら学び、課題の解決に向けて取り組んでいく過程を指すと考えた。

「共同学習の技法」(Barkley, E. F., Cross, K. P. & Major, C. H; 安永悟監訳, 2009) によると、協同的な学習を進める手順は、「グループの編成」→「学習課題の組み立て」→「学生間の協力を促す」→「協同学習を評価する」である。これについて下記に記す。

①グループ編成について

相互に支え、励ましが必要になってくるグループ編成となり、通常は2人から6人で形成するのが好ましい。理科室のような教室は、ペアや4人が望まれる。

②学習課題の組み立てについて

課題解決を生徒に任せてしまうと混乱が生じてしまう。そのため、誰が、いつ、何をするのかといった生徒の学習プロセスをコントロールできるように、授業を構造化していく必要がある、次にその4つの原則を示す(表5)。

表5 課題を構造化する原則 (Davis, B.G., 1993 より)

| |
|--|
| ①授業の目標達成にとって適正かつ不可欠であることを明確に意識させる。 |
| ②学生の対話能力などの学生のスキルや能力に合わせた課題にあわせる。 |
| ③相互依存を促進するような課題をデザインし、すべてのメンバーが平等に貢献でき、公平に作業分できるような課題を構造化する。 |
| ④個人の成績を明確し、自分の分担を自分で行う自覚をさせる。 |

*Barkley, E. F., Cross, K. P. & Major, C. H; 安永悟監訳 (2009), 44 頁を参考に著者作成

③生徒間の協力を促すことについて

学習課題の作成後は、協同的学習が効率的に進むようにサポートしていく事である。課題を与える注意点があり、次にその8つの注意点を示す(表6)。

表6 課題を与える注意点 (Johnson, D.W., Jonson, R.T. & Smith, K.A., 1998 より)

| |
|--|
| ①活動全体を説明する、②活動の目的を明確化する、③活動の手順を説明する(活動の混乱を最小限にする)、④必要な例を示す、⑤グループ活動のルールを再確認する、⑥制限時間を設ける(早く終わるグループには付加問題を準備)、⑦活動を促す手がかりの準備、⑧生徒に理解を尋ねる。 |
|--|

*Barkley, E. F., Cross, K. P. & Major, C. H; 安永悟監訳 (2009), 55 頁を参考に著者作成

次に、グループ内に参加の不平等が生じたり、活発なやり取りが出来なかったりする場合は、「シンク＝ペア＝シェア」などの技法(表7)を取り組むことで、グループメンバーをほぼ平等に参加できるようになる。

表7 技法の説明

| | |
|--------------------|--|
| シンク＝ペア＝シェア | 課題について一人で考えを出し、そのうえパートナーと話し合っ て考えを共有する技法。 |
| アフィニティー ＝グルーピング | 生徒が一人でアイデアを出し、名刺大の用紙に書き、グループ で、用紙に書かれたアイデアを分類、整理し、共通カテゴリー に分類しながらアイデアの共有、まとまりを見つけ出す。 |

*Barkley, E. F., Cross, K. P. & Major, C. H; 安永悟監訳 (2009), 59 頁を参考に著者作成

終わりの場面では、グループ活動のまとめや振り返りを行い、学習内容の相互の興味や深いつながり、以前に学んだ内容とのつながりを理解させる。教師がまとめの際における重要点があり、次にその8つ重要点を示す(表8)。

表8 教師がまとめる際における重要点(Ventimiglia,L.M.,1995 より)

| |
|--|
| ①重要なポイントやテーマを要約する, ②詳細を明らかにする, ③誤った概念や報告は指摘する, ④省略されている情報は加える, ⑤気になる質問に注目させる, ⑥意味を指摘する, ⑦前回に習った内容とこれから習う内容の関係性を考えさせる, ⑧グループと一緒に目標を振り返る |
|--|

*Barkley, E. F., Cross, K. P. & Major, C. H; 安永悟監訳 (2009), 65頁を参考に著者作成

④共同学習を評価することについて

グループの相互依存を促進しながらも、個人の責任も明確し、内発的な動機づけを高めるために成績を付ける。自己評価による省察によって、自己の意識化や、何をどのように学んだかを整理できる。上記のことを踏まえた授業構想を行う。

4 ICTを活用した授業の構想

(1) 授業構成のあり方

大高(2013)は、理科の学習過程を「問題意識・動機」→「課題の設定」→「仮説の検証」→「観察・実験方法の考察」→「観察・実験の実施」→「観察・実験結果のまとめ・考察」→「結論・一般化、応用」の7つのステップとして捉え、各過程で生徒に求められるICTの活用能力を表9のように示した。

表9 生徒に求められるICTを活用できる能力

| 学習過程 | 求められる能力 |
|-------------------|--|
| 問題意識 動機 | 自分の持っている情報を整理し、問題意識・動機を明らかにし、その情報を周りに発表する。 |
| 課題の設定 | 作成した課題を周りに発表する。 |
| 仮説の設定 | 集めた情報からアイデアをまとめ、作成したアイデアを周りに発表する。 |
| 観察 実験方法の考察 | 情報の収集、検討を行い、観察・実験方法のアイデアをまとめ、作成したアイデアを周りに発表する。 |
| 観察・実験の実施 | デジタルカメラ・ムービーなどで、情報の収集を行う。 |
| 観察・実験結果 まとめ・考察 | 表計算・グラフ作成ソフトなどを用いて、集めた情報を表やグラフにまとめ、検討を行う。まとめた情報は、情報ソフト等を利用し、周りへ発表する。 |
| 結論・一般化・応用 | 情報の集約化。日常とのつながりを考えたり、作成したりして情報を周りに発表する。 |

*大高(2013) 163頁を参考に著者作成

これらをもとに、生徒の情報活用能力を踏まえた上で、効果的にICTを活用できる授業を構築していく。

(2) 具体的な活用について

ICTを効果的に活用する授業のあり方については、2020年代に向けた教育の情報科に関する懇談会(2016)「最終まとめ」の「Ⅲ 各分野における課題と対応」や、「教育の情報化に関する手引き」(文部科学省,2010)に示されている。

そこで、上述した資料と多岐にわたる先行研究やICT教育に関連する書籍、私が入り組んだ実践等から、教科指導における活用例を整理した。さらに大高(2013)

が提唱する理科の学習過程（表9）と関連付けながら、「探究的な場面・協同的な場面」でICTを活用する具体的な場面と、その活用例を以下のように整理した。

①「探究的な場面」

ア 課題設定

| | |
|---------|--|
| 活用場面 | 「問題の意識や仮説を設定する場面」 |
| 具体的な活用例 | <ul style="list-style-type: none"> ・書画カメラ、パソコンを利用して静止画、ウェブサイトの静止画や動画、デジタル教科書をインタラクティブプロジェクターに表示、シュミレーションソフトの活用。 ・生徒用タブレット端末に静止画や、デジタルノートを送信し、注目すべき点を詳細に指示。 |

イ 情報の収集・集積

| | |
|---------|---|
| 活用場面 | 「観察や実験の実施」 |
| 具体的な活用例 | <ul style="list-style-type: none"> ・デジタル教科書のコンテンツ等を活用して観察・実験方法を表示 ・観察・実験の様子や結果を生徒用タブレット端末で撮影。 |

ウ 整理・分析

| | |
|---------|--|
| 活用場面 | 観察・実験結果から整理 |
| 具体的な活用例 | <ul style="list-style-type: none"> ・見ることが難しい現象をデジタル教科書から表示する。 ・結果の確認をタブレット端末に記録した動画を基に確認し、必要に応じてスロー再生、タイムシフト再生を行い事象の確認をする。 ・観察・実験結果を記入させ、結果を記録したものを静止画として取り込み、教師用タブレット端末から表示させ、深い考察を促す。 |

エ まとめ

| | |
|---------|--|
| 活用場面 | まとめや考察 |
| 具体的な活用例 | <ul style="list-style-type: none"> ・グループ内や考えを生徒用タブレット端末に記入させ、結果を教師用タブレット端末を通してインタラクティブプロジェクターに表示し、リアルタイムで生徒用タブレット端末に表示する。 |

②「協同的な場面」

| | |
|---------|--|
| 活用場面 | 結論や発表・応用 |
| 具体的な活用例 | <ul style="list-style-type: none"> ・タブレット端末のアプリケーションを活用して、発表用ノートを作成し、生徒用タブレット端末から発表する。 ・課題や発展的内容の課題を生徒用タブレット端末に配信し、教師用タブレット端末へ送信させる。 |

(3) ICTを活用した探究的・協同的な場面での指導について

①探究的な場面での指導構想

ICTを活用して探究性を身につけるための指導の手だてを考える。大高(2013)は、探究性を身につけるために「目的意識や見通しをもった仮説設定を伴った指導法が必要である」とし、「生徒の見方や考え方で説明できない自然の事物・現象を対峙させ、生徒の見方や考え方に食い違いが生じたとき、『教師』が、『なぜだとおもうか』と仮説設定を促すことで、探究活動に取り込ませることができる」としている。続けて、「観察させる事物・現象が生徒に馴染みがあれば、生徒は比較的仮説設定ができる。どのような自然の事物・現象を対峙させるか、教師は見極めなくてはならない」と指摘している。

このことから、仮説設定を伴った指導に取り組み、設定した仮説を解決する過程である「課題の設定」、「情報の収集・集積」、「整理・分析」、「まとめ」の場面では、ICTを効果的に利活用した授業を構築していく。

②協同的な場面での指導構想

協同学習では、「決まった解決策がない真正な課題に取り組ませること」が重要であると指摘されている（山下, 2008）。そのため、教材研究により教材をしっかりと紐解き、そこでの課題を解決していく課程を取り入れた授業を構築していく。

具体的な展開として、先述した「3. 協同的な学習について」を基に、以下のように整理した（表 11）。今回は、タブレット端末のアプリケーション「らくらく授業支援」、「ロイロノート・スクール」を用いた。

表 11 協同的な場面での構想図

| 活動の流れ | | | 時間 | 教師の主な取り組み |
|-----------|-------------|------------------------------|-------------|---|
| 協同的な学習の場面 | 課題確認 | | 0分 | 教材研究を基に、課題や構想課題を設定し、活動手順や方向性を提示する。 |
| | 役割分担 | | 2分 | 個々の役割を分担化する。 |
| | タブレット端末等の活用 | 個人の見 意見の整理 | 7分 ～10分 | 一人で考える時間を与え、パートナーで話し合い、考えを共有化する（「シンク＝ペア＝シェア」技法） |
| | | グループ 間で話し 合い・意 見の整理 | | グループでの意見の交流。役割をもとに意見を交流させる。生徒の進捗状況等によって技法の活用。（「アフィニティー＝グルーピング」技法） |
| | | まとめ 発表 | 12分 ～15分 | 問題解決 意見をマップ等や図で表し、課題の本質に焦点化させ、意見を集約化し、グループとして一つの意見を練る。 |
| | 評価 | | ～20分 | 発表資料の作成・まとめや発表 タブレット端末を利用して、課題のまとめ、プレゼンテーション素材の作成を通して、理解を深める。 |

VI 検証授業

第2学年 理科学習指導案

平成28年12月13日(火)第4校時
宜野湾市立真志喜中学校2年3組
男子20名 女子18名 計38名
授業者 仲宗根一優
外部講師 吉田安規良

1 単元名 電気の世界第3章 電流と磁界(東京書籍)

2 単元について

(1) 教材について

磁石とコイルを使ったモーターに電流を流すと、モーターが動く現象を教材とすることで、本単元の内容「磁界中を流れる電流が力を受ける」を可視化させる。磁界中においたコイルに電流を流す観察実験に取り組み、観察実験結果から、磁界中を流れる電流が、磁界から力を受けることを見いだす。その上で、コイルに働いている力についての考えを表現させる。

さらに、今までに学習してきた電流と磁界が、身近な電化製品の仕組みに利用されていることに気づき、視覚的に捉えにくい電流や磁界についての見方や考え方が深まっていくであろう。

(2) 生徒について

これまでに生徒は、小学校3学年「磁石の性質」の学習で、磁石につく物とそうでない物の違いや磁石の極の性質の違い、第5学年「電流のはたらき」で、電磁石の簡単な性質や、導線の巻き数と極の強さや、電磁石を利用した物の作成、第6学年「電気の利用」で、電流の働きや磁力の性質についてそれぞれ初歩的な学習をしてきている。

本単元では、回路の作成を通して、回路に流れる電流や電圧の大きさの測定や、電流と電圧と抵抗の概念を形成し、電流や電圧の関係に関する知識を身に付けてきた。

一方で、生徒は、普段から電流の働きを利用した電気製品や電子機器に囲まれて生活しているものの、これらの回路に流れる電流がどのように生かされたり、利用されたりしているか。その仕組みや原理を考えている生徒は多くはない。

そこで、本単元では、この流れる電流がどのように日常生活で利用され、電気がどのようにして作られるかについて考えてながら、電流についての科学的な見方を養うことが出来る単元となるであろう。

(3) 指導について

上述の教材を用いた授業では、磁界とコイルを用いた観察実験から、磁界中においたコイルに電流を流すと、コイルに力が働いていることを見だし、その力を表現することをねらいとする。

生徒にとって、磁石と電流がつくる磁界を利用した電化製品は、身の回りの

様々なところで利用されている。しかし、磁界や電流は視覚的に捉えにくいいため、これらの電化製品とのつながりや、その仕組みや原理についての理解を深めている生徒は多くはない。

そのため、小学校段階で身に付けてきた電流と磁界に関する既習事項を振り返りながら、磁鉄鉱の観察を通して、視覚的に捉えられない磁界の世界をイメージがしやすくなるような授業作りに取り組んできた。

そこで、本時では、身近なモーターの構造と対比させながら、磁界の中においたコイルが受ける力を見いだす過程を通して、電流と磁界がどのように利用されているかといった実感が伴った学習課題の解決につなげていく。

I C T機器の活用では、課題を解決するための有効的な手段となるように、小さなモーターの構造を拡大表示したり、観察実験の結果を記録したりすることで深い理解につなげていきたい。課題解決の場面では、得られた知見を、言語を活用する場面でタブレット端末を利用することで、生徒の気付きや考えを表現し合い、情報活用能力の向上も図る。

3 単元の指導目標

電流回路についての観察、実験を通して、電流と電圧の関係及び電流の働きについて理解させるとともに、日常生活や社会と関連付けて電流と磁界についての初歩的な見方や考え方を養う。

4 評価規準

| 関心・意欲・態度 | 科学的な思考・表現 | 観察・実験の技能 | 知識・理解 |
|--|---|---|--|
| 電流がつくる磁界、磁界中の電流が受ける力、電磁誘導と発電に関する事象・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活との関わりで見ようとする。 | 電流が作る磁界、磁界中の電流が受ける力、電磁誘導と発電に関する事象・現象の中に問題を見だし、目的意識を持って観察などを行い、磁界の表し方や方やコイルの回りに出来る磁界、磁界に中のコイルに電流を流したときに働く力、コイルや磁石を動かすときに得られている電流などについて自ら考えたり、導いたりまとめたりして、表現している。 | 電流が作る磁界、磁界中の電流が受ける力、電磁誘導と発電に関する観察、実験の基本操作を習得するとともに、観察、実験計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。 | 磁界を磁力線で表すことやコイルの回りに磁界が出来ること、磁界中のコイルに電流を流すと力が働くこと、コイルや磁石を動かすと電流が得られること、直流と交流の違いなどについて基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。 |

5 単元の指導計画と評価

| 時間 | 関心・意欲 態度 | 科学的な 思考・表現 | 観察・実験の 技能 | 知識・理解 | 評価方法 |
|----------|---|---|---|---|--------------|
| 1 | 内容：磁石や電磁石がつくる磁界を観察し、磁界の向きや磁力線について理解する。 | | | | |
| | 電流が作る磁界に関する事象・現象に進んで関わろうとしている。 | | | 磁力や磁界、磁界の向きに地について理解している。 | 行動観察 記述分析 |
| 2 | 内容：コイルを流れる電流がつくる磁界を観察し、電流と磁界のできかたをまとめる。 | | | | |
| | | コイルの回りでできる磁界について自ら考え、表現している。 | 目的意識を持って、コイルの回りの磁界を調べ、結果を整理できる。 | | 記述分析 |
| 3 | 内容：コイルの回りの磁界の向きと電流の向きについて説明できる。 | | | | |
| | | | | コイルの回りでできる磁界の特徴を理解し、説明できる。 | 行動観察 記述分析 |
| 4・ 本時 | 内容：磁界の中においたコイルの動きについて調べ、磁石の磁界の向きと銅線に流れる電流の大きさと向き、銅線の動きについての関係をまとめる。 | | | | |
| | | 磁界の中で電流が受ける力について自ら考え、表現している。 | 目的意識を持って、磁界の中においたコイルの動きについて調べ、結果を整理できる。 | | 行動観察 記述分析 |
| 5 | 内容：磁界の中でコイルが受けた力を、磁石の磁界の向きと、流れる電流の大きさと向きについて説明できる。 | | | | |
| | | 磁石が作る磁化と、コイルが作る磁界の関係を活用して、磁界を流れる電流に働く力について、考えを表現している。 | | 磁石の磁界の向き、流れる電流の向きと大きさから、磁界の中でコイルが受けた力について説明できる。 | 行動分析 記述分析 |
| 6 | 内容：モーターが回転する仕組みを説明できる。 | | | | |
| | モーターが回転する仕組みを探究しようとする。 | | | 磁界の中に置いた電流が受ける力によって、モーターが回転するしくみを説明できる。 | 行動分析 記述分析 |

6 本時の指導

(1) 目標 電流と磁石の働きを利用したモーターの仕組みを理解するために、磁界の中に置いたコイルに電流を流し、磁界の向き、流れる電流の向きと大きさの関係から、コイルが磁界から受けた力の関係を整理できる。

(2) 本時の評価

| 評価基準 | 判断の基準 | | | 評価の方法 |
|---|---|--|---|--------------|
| | A 十分満足 | B 概ね満足 | C 支援が必要 | |
| 【科学的な思考・表現】 ○コイルが作る磁界の関係から、コイルが受ける力について、考えを表現できる。 | 「コイルに流れる電流と磁界の向きの違いで、向きや大きさが違う力」などと、現象をその他の変化やその要因とともに記述できる。 | 「コイルに電流を流すと、コイルに働いている力」などと、現象のみが記述されている。 | 「電流からの力」など、現象を抽象的な言葉で記述するだけで、説明が不足している。 | 記述分析 |
| 【観察・実験の技能】 ○磁界の中に置いたコイルの動きについて調べ、結果を整理できる。 | 「電流の向きを逆にすると、動きも逆になる」「電流を大きくすると、コイルの動きも大きくなる」などと現象を、その他の変化やその要因とともに記述できる。 | 「電流を流すと、コイルが力を受けて動く」など、現象のみが記述されている。 | 「動く」など、現象を抽象的な言葉で記述するだけで、説明が不足している。 | 行動分析 記述分析 |

(3) 本研究の仮説

探究的・協同的な場面でICT機器を効果的に利活用すれば、課題を捉えようとする見方や考え方が深まり、身に付けていく科学的な概念を活用した課題の解決ができるようになるであろう。

(4) 本研究との関わり

①探究的な場面での活用

- ア. 本時の課題への動機付けを図り、教師が意図して与える情報を正しく共有するために、課題設定の場面で、モーターの内部の様子を書画カメラで拡大表示する。
- イ. 集めた情報を正しく検討、全体で共有するために、情報の収集・集積の場面で、デジタル教科書を利用して実験方法を表示する。
- ウ. 集めた情報の検討や、考察やまとめの場面で実験観察結果を確認するために、情報の収集・集積の場面で、実験の様子や結果をタブレット端末で撮影する。

②協同的な場面での活用

- ア. 各班の考察の結果を、教師用タブレット端末アプリケーション「ロイロノート」で管理し、全体で共有する。
- イ. 各班の考察をタブレット端末アプリケーション「ロイロノート」で発表する。

(5) 展開

| 過程 | 教師の活動・支援 | 生徒の活動 | 留意点 | 本研究内容 |
|--|--|---|--|--|
| 導入 10分 | <ul style="list-style-type: none"> ・磁石や磁界についてふり返る。 ・磁石がどのように日常生活で利用されているかを問う。 ・「モーター」の内部を見せ、意見を問う。 ・やじろべえモーターを見せ、意見を問う。 | <ul style="list-style-type: none"> ・「磁力」、「磁力線」など、今まで学習してきた内容を振り返る。 ・「マグネット」、「電子レンジ」、「モーター」などと発言する。 ・「コイルがある」、「磁石がある」と発言する。 ・「動かない」、「動いた」などと発言する。 | | <p>①-ア</p> <p>①-ア</p> |
| 展開 | <ul style="list-style-type: none"> ・めあてを確認する | | | |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;"> 本時の課題：『磁界の中においたコイルの様子と、コイルがどのような力を受けたか調べて、結果を整理する』 </div> | | | | |
| 35分 | <ul style="list-style-type: none"> ・磁界の中においたコイルの動きを調べる。 ①実験方法の説明 ②コイルに流れる電流の大きさを変えたとき ③電流の向き、磁界の向きを変えたとき *評価〔観察実験の技能〕 ・コイルが受ける力や、動きを整理させる。 ・各班で整理した結果をタブレット端末で集約し全体に表示する。 *評価「科学的な思考」 ・各班が整理した結果を発表させる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・各班、コイルの動きを調べる。 ①実験手順を確認する。 ②実験に取り組み、結果をタブレット端末で記録する。 ③実験に取り組み、結果をタブレット端末で記録する。 ・タブレット端末で撮影した観察様子や記録から結果を整理する。 ・コイルが受けた力や動きについての各班からの結果を受けて、理解を深める。 ・発表素材を作成し、各班の結果を発表する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・実験に関する安全指導を徹底する。 ・協同的な学習の技法を用いる。 | <p>①-イ</p> <p>①-ウ</p> <p>①-ウ</p> <p>②-ア</p> <p>②-イ</p> |
| まとめ 5分 | <ul style="list-style-type: none"> ・磁界の中においたコイルが受けた力についてまとめる。 ・次時は、コイルに力のはたらく理由について考えていくことを伝え、授業終える。 | <ul style="list-style-type: none"> ・磁界の中においたコイルが受けた力について理解を深める。 ・次時の学習への仮説を考えながら、授業を終える。 | | |

(6) 板書計画

| | |
|---|--|
| 磁界の中においたコイルの様子を調べて、結果を整理する。 | |
| ○考察から <ul style="list-style-type: none"> ・コイルに電流が流れると動く ・流れる電流が大きくなると、力は大きくなる ・電流の向きや磁界の向きで決まる。 | ○まとめ 磁界の中でコイルに電流を流すと、コイルは磁界から力を受ける。力の大きさや向きは、流れる電流や磁界の向きによって決まる |

7 検証授業研究

(1) 授業者の反省

①探究的な場面でのICTの活用

- モーターの内部構造ややじろべえモーターを書画カメラで拡大表示をした。生徒の興味を引きつけ、本時の課題の把握に繋がった。
- 情報の収集・集積の工夫として、デジタル教科書を電子黒板に表示して観察実験の手順や取り組み方を説明した。しかし、生徒全員が電子黒板を注視したわけではなく、手元にある教科書を見る生徒もいた。結果として、生徒がどこに注目したらよいかを分かっておらず、十分な活用には至らなかった。
- 観察実験の様子をタブレット端末で撮影させ、実験中で得られた情報の集積に取り組みさせた。生徒は上手にタブレット端末を扱って撮影に取り組んでいたが、生徒が撮影した動画の内容にばらつきがあった。どのような場面を撮影し、どのように扱うかを丁寧に押さえるべきであった。

②協同的な場面でのICTの活用

本検証の授業時間で取り合わせることが出来なかった。次時の授業で、協同的な場面での活用に取り組む。

(2) 意見及び感想

- タブレット端末で写真を読み込んだり、生徒のタブレット端末にデータをアップロードしたりするのに時間がかかりすぎている。
- どうしてタブレット端末で実験結果を撮影しているのか理解していない生徒が多かった。どうしてタブレット端末で撮影するのかという理由や、その活用の仕方を説明するべきであった。

(3) 指導助言（琉球大学大学院教育学研究科 吉田安規良教授）

- ICTの活用に関する提案型の授業であったが、たくさんの活用を盛り込んでいたため、尻切れトンボのような授業となっていた。
- 生徒はICT機器を上手く使いこなしている。操作方法の説明を省いて時間短縮をすべきである。
- やじろべえモーターを生徒に見せるためのさらなる工夫が必要であった。
- 教師が考える実験の進捗状況と、生徒との状況とずれが生じていた。そのため、教師より先に手元の教科書を見て行動している生徒もいた。電子教科書を活用する必要があったのだろうか。
- 前半でのタイムロスが多い。実験動作を事前に準備してあげることで、時間を省くことが出来なかったのだろうか。授業で取り組むメインの活動を考えた授業の組み立てが必要。
- 生徒は「あっちに動いた」、「こっちに動く」など現象を説明する際の言葉の使い方が共通認識を育みにくいものであったが、ICT機器を活用したことで、生徒が考えを伝えられるようになりつつある様子を見取ることができた。

Ⅶ 仮説の検証

本研究では、「学習活動にICTを利活用した授業作り」をテーマに、下記の研究仮説に基づく授業実践に取り組んできた。

仮説：「電気の世界」の指導において、探究的・協同的な場面でICT機器を効果的に利活用すれば、課題を捉えようとする見方や考え方が深まり、身につけていく科学的な概念を活用した課題の解決ができるようになるであろう。

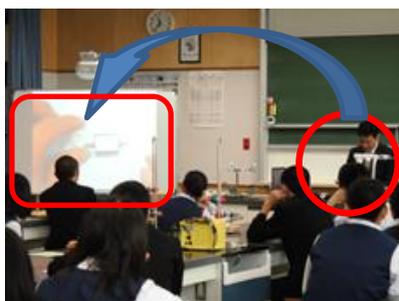
そこで、「探究的な場面」、「協同的な場面」でICTの活用した授業の効果を、授業実践による生徒観察、事前事後によるアンケート調査結果から検証する。

1 授業実践による生徒観察から検証

(1) 探究的な場面における検証

①「課題設定」の場面での活用

書画カメラで拡大表示したものを電子黒板に表示したり（図2）、タブレット端末で撮影した演示実験の映像を電子黒板に表示したりすることに活用した（図3）。生徒は、学習するために必要な疑問点や解決すべき課題を把握しやすくなり、拡大表示することによって、見えにくい部分が見えやすくなった。



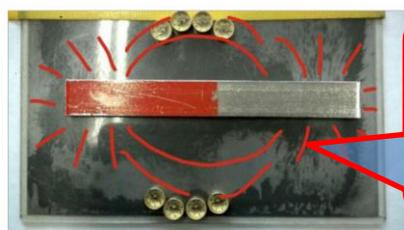
生徒の手元や実験の様子を拡大表示できるようになる。

図2 書画カメラで拡大表示し、図3 タブレット端末で演示実験を撮影し、電子黒板に表示する様子 電子黒板に拡大表示する

②「情報の収集・集積」の場面での活用

デジタル教科書のコンテンツを利用して実験方法の説明、観察する上での注意点の指示、タブレット端末内のアプリケーション「ロイロノート・スクール」（以下「ロイロ」と記す）を利用して観察実験の様子や結果などをタブレット端末で撮影することに活用した（図4、図5）。

生徒は、撮影した静止画から気付いたことを即座に直接タブレット端末の画面に書き込めるようになったことや（図4）、撮影された観察実験結果を何度も見直すことで再現性が高まり、深い話し合いが取り組めるようになった。さらに、全体に結果を共有することで、他の班から様々な意見をもらうことができ、深い視点から考察を導くことへの効果が見られた。



結果を撮影した静止画に、気付いたことを、直接書き込んである。



図4 生徒が撮影した実験結果

図5 実験の様子を撮影

③「整理分析」の場面での活用

生徒が取り組んだ観察実験によって捉えにくい現象をタブレット端末で撮影し、電子黒板に拡大表示することに活用した（図6）。観察しにくい現象等を捉えさせることが出来たので、概ね効果的であった。



図6 電子黒板で説明する

④「まとめ」の場面での活用

考察の過程を通して理解したことを配布したワークシートに記入させ、タブレット端末のロイロで撮影し、教師用タブレット端末に送信させたり、ロイロの機能である「ノート」に考えを記入させたりすることに活用した（図7）。

教師は、生徒が作成した「ノート」を、教師用タブレット端末に送信させて集約し、電子黒板で表示し全体に共有した（図8）。電子黒板に表示することで、各班の意見と自分の班との同意点や相違点について考えたり、それぞれの意見の相違点を話し合わせたりすることが出来るようになることから、内容の理解に深まりをもたらすことに効果的であった。

このとき、タブレット端末で意見を集約しようとする時、班によって文字の大きさや書体によってばらつきが生じることがあった。そこで、配布したワークシートに記入させたものをタブレット端末で静止画として記録させた。すると、レイアウトにまとまりが生まれ、集約した「ノート」は瞬時に他の班員と共有が出来るため、これらの方法は時間の短縮に繋がるという点では効果的であった。

日頃からICT機器を扱う機会が少なかった生徒達は、これまでの活用場面で機器を扱うことで、自然と操作に慣れていった。そのため、ICT機器を適宜授業で取り入れれば、生徒達は機器の操作を自然と身につけていくと考えられる。



図7 タブレット端末の画面から考えを整理

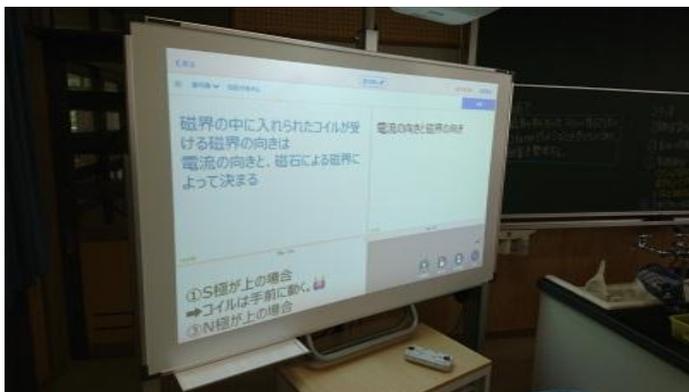


図8 各班の意見を共有する場面

(2) 協同的な場面における検証

①課題を解決するまで場面での活用

グループ内で意見や考察を発表する場面で、「ロイロ」を活用した。各班が課題を解決し発表が出来るようにするために、「グループ学習の進め方」（図9）を参照させながら、課題の解決に向けて取り組ませた。

「他の人に自分の考えを説明する場面は好きですか」についての意識調査の結果、「好き」や「やや好き」という肯定的に捉えた生徒の割合が検証前の 19.4% 対し、検証後は 34.4% と 15 ポイント改善した。

上昇した要因として、グループ学習の進め方の手引きに基づいて、授業の始めに司会係、記録係、タブレット操作係等の役割分担を明確にしたことで、それぞれ決められた役割で実験に取り組めたことや、司会を中心にグループ内で結果を確認し、進め方に記載した発表の型を参考にして考察の発表がしやすくなったことで、発表する場面を肯定的に捉えたと考えられる。

②「ロイロ」を活用した発表場面

生徒は、タブレット端末で実験観察を撮影した静止画や動画から「ロイロ」を利用して、気付いたことや考察を発表するために発表素材の作成に取り組んだ。静止画や動画に直接気付きを書き込めるようになったことで、生徒に根拠が備わった説明をさせる際に効果的であった。動画を用いた発表素材（図 10）は、実験結果の可視化につながり、言葉では伝わりにくい現象や結果も視覚を通じて説明することが出来るようになり、多角的な視点から現象を捉えている様子が見られた。さらに、実験を終えることが出来なかったグループは、発表素材を参考にしながら学習に取り組むことが出来るので、概ね効果的に活用をしていた。



図 10 実際の発表素材

実際の発表の場面では、丁寧に発表できる班や、説明が弱く発表素材の提示だけの班など、発表の取り組みの仕方に差が見られた。そのため、プレゼンテーションそのものに支援する指導も今後の課題として取り組む必要があった。

③タブレット端末を活用した発表の工夫

発表に取り組ませるためには、生徒が作成した発表素材データを教師側タブレット端末に提出させ、教師はそのデータを集約する必要がある。

静止画を用いた発表素材はすぐに集約できるが、動画を用いた発表素材は、ネットワーク環境の影響を受けやすかった。そのため、ネットワーク環境が脆弱で

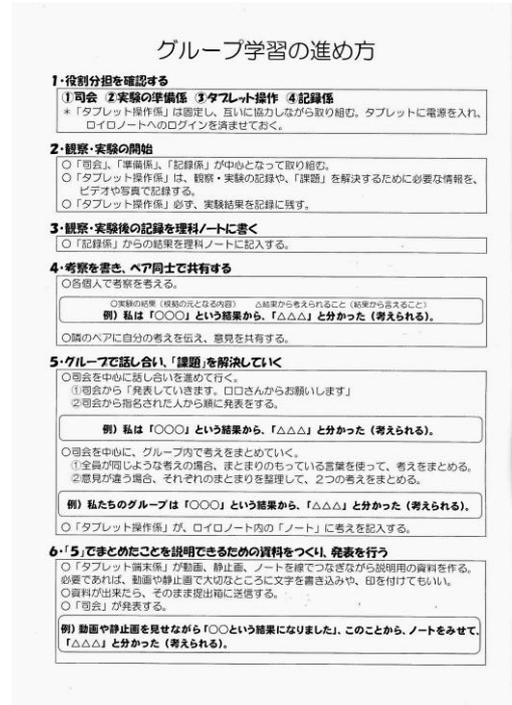


図 9 グループ学習の進め方

気付きや伝えたい内容を書き込むことで、分かりやすく伝えようと工夫を凝らしている。

生徒が観察実験で撮影した動画をもとに、班内の考えを集約して作成した発表素材。

あったり、通信実行速度が遅かったりするなどといった問題が生じた場合は、生徒用タブレット端末の画面を直接大型モニターや電子黒板に表示するか、端末の画面を書画カメラで拡大表示することが求められる。

④意識調査からの考察

協同的に「課題」を解決しようとしているかについての意識調査の結果（図11）、授業後は約9割の生徒が肯定的な回答をしている。

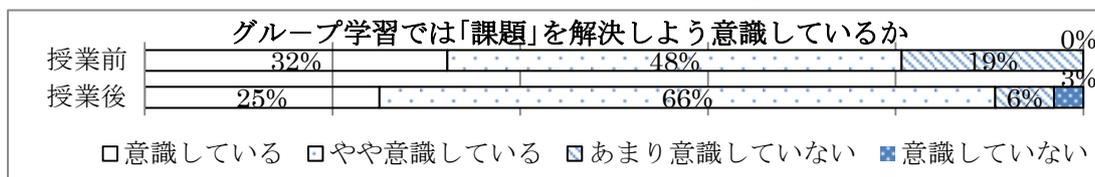


図 11 「課題」を解決するための意識調査

肯定的に捉えている生徒の割合が、授業前後で 10 ポイント上昇した。これは、手引き（図 9）を参照にした取り組みによって、課題を解決しようとする意識が生まれてきたからではないかと考えられる。しかし、「意識してない」と感じた生徒が 3% 見られた。これは、受け持ったクラスは以前から手引きによる話し合い活動や、ICT 機器を利用した発表をする機会が少なかったため、普段とは違った方法での不慣れさなどによるものであると考える。

しかし、タブレット端末を活用した協同的な学習は、課題を解決しようとする意識を生じさせ、分かりやすい発表を作ることに効果的であったことから、継続して発表等の活動を取り組み、言語活動の充実を図っていく必要がある。

2 検証のまとめ

本研究では、ICT を活用した授業作りとして、「探究的な場面」と「協同的な場面」における活用のあり方を模索しながら研究を進めてきた。授業の評価を、実践前後における、ICT 機器を活用した授業についての意識調査（図 12）の結果から検証した。ICT 機器を使うことで、「授業が分かりやすくなった」、「やや分かりやすくなった」と答える生徒が約 6 割であった。肯定的な回答をした生徒の自由記述も、「撮影することで分かりやすくなった」、「タブレットを使うと発表も文字の入力が簡単」、「映像を見ると分かりやすい」など、ICT 機器を授業で活用することを肯定的に捉えられていた。

しかし、「あまり思わない」「思わない」という否定的な回答をした 12 名の自由記述のうち 8 名の生徒から、「機械のトラブルが多い」、「めんどくさい」など機器操作に対する煩わしさが指摘された。機器操作・動作の環境の改善が必要であることが分かった。



図 12 ICT 機器を活用した授業への意識調査

このことから、生徒にとって ICT 機器を活用するは、生徒が現象を視覚的に捉えやすくなり、多角的な視点で物事を捉えることが出来る道具としての効果があった。しかし一方では、その機器操作や動作環境の改善や、効果的に活用できる学習場面について

も考えていく必要もあることも見えてきた。そのため、ICTを効果的に活用していくためには、生徒の学習場面についても考えていく必要がある。

VIII 研究の成果と今後の課題

1 研究の成果

- (1) 探究的な学習における「情報の収集」、「整理分析」の場面で、ICTを用いて観察実験等の様子を拡大表示したり、タブレット端末で記録したりすることは、生徒が現象を把握しやすくなり、学習活動に深まりを生み出すことが出来た。
- (2) 探究的な学習における「まとめ」の場面で、タブレット端末を活用することは、動画や静止画を用いた発表素材を簡易的に作成することが出来るようになり、生徒の考える時間が増え、科学的な視点で気づきや考えを表現しやすくなった。
- (3) タブレット端末を活用して課題について考えたことで、学び合ったり考えを共有したりする場面が生まれ、生徒の課題を取り組む意識に向上が見られた。

2 今後の課題

- (1) 科学的概念の形成をもたらすためのICTを活用した授業が出来なかった面があった。今後はさらなる有効的な手立ての開発を図りたい。
- (2) 使用するICT機器の機器操作や機器動作の環境の改善や、ネットワークへの接続環境の改善の必要があると考える。
- (3) ICT機器を活用した授業の充実をもたらすために、まとめや発表に関する生徒の言語活動に対する指導の手立てについても考える必要がある。

〈引用文献〉

Barkley,E.F.,Cross,K.P. & Major,C.H.『協同学習の技法』,安永悟監訳,ナカニシヤ出版,2009年。

中央教育審議会教育課程企画特別部会『論点整理』文部科学省,2015年,12頁

中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会『次期学習指導要領に向けたこれまでの審議のまとめ』文部科学省,2016年,169頁。

Davis,B.G. *Tools for teaching*. San Francisco:Jossey-Bass(1993).

宜野湾市教育委員会『宜野湾市教育振興計画施策』2015年,47頁。

Johnson,D.W.,Johnson,R.T. & Smith,K.A. *Active learning:Cooperation in the college classroom*. Minnesota:interciton Book Company(1998)

文部科学省『中学校学習指導要領解説総則編』ぎょうせい,2008年,69頁。

文部科学省・国立教育政策研究所『平成27年度全国学力・学習状況調査報告書中学校理科』国立教育政策研究所,2015年,63頁。

2020年代に向けた教育の情報化に関する懇談会『最終まとめ』文部科学省,2016年,9頁。

大高泉(編)『新しい学びを拓く理科授業の理論と実践(中学・高等学校編)』ミネルヴァ書房,2013年,137,162頁。

Smith,K.A. *Using acitive learning in college : A range of options for faculty*. San Francisco:Jossey-Bass(1996).

杉江修治『協同学習入門○基本の理解と51の工夫』ナカニシヤ出版,2011年,19頁

小学校段階における理論的思考力や創造性,問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議『議論の取りまとめ』文部科学省,2016年,6頁。

田村学『授業を磨く』東洋館出版,2015年,20頁。

Ventimiglia,L. M. *Interactive learning in the higher education classroom*. DC:Nationa Education Association(1995).

山下修一『中学校理科教育における構成されたグループコミュニケーション』風間書房,2008年。