

理科の授業における効果的な ICT 活用の実践

久川 浩太郎

筑波大学附属聴覚特別支援学校は、2018 年度から 2020 年度までの 3 年間、文部科学省委託事業「特別支援教育に関する実践研究充実事業（新学習指導要領に向けた実践研究）」を受託し実践研究を行った。2020 年度は高等部普通科の理科の授業において、新学習指導要領の趣旨を踏まえて ICT 機器を活用した授業を行った。その結果、理科の授業における ICT 機器の効果的な活用が、主体的・対話的で深い学びにつながることを示唆された。また、生徒自身も ICT 機器を活用することができるようになり、実験・観察をはじめとする学習活動に対する意欲が向上したり、発表活動の工夫につながったりすることが示された。

キー・ワード：ICT 機器 タブレット端末 顕微鏡 プロジェクター 学習評価

1 特別支援教育に関する実践研究充実事業

2018 年に高等学校学習指導要領、2019 年に特別支援学校高等部学習指導要領が公示され、2019 年 4 月から移行措置期間となっている。文部科学省では、新しい特別支援学校学習指導要領等の内容を円滑に実施するため、新しい学習指導要領に沿った指導方法の工夫改善についての先導的な実践研究が必要となることから、2017 年度から委託事業「特別支援教育に関する実践研究充実事業（新学習指導要領に向けた実践研究）」を実施している。

筑波大学附属聴覚特別支援学校（以下、本校）では、2018 年度から 2020 年度からの 3 年間、特別支援教育に関する実践研究充実事業（新学習指導要領に向けた実践研究）を受託し、主体的・対話的で深い学びの実現に向けて、ICT を活用した効果的な指導内容・方法について実践研究を行ってきた。

初年度の 2018 年度は、英語科と体育科において実践研究を行った。英語科では、タブレット端末のコミュニケーションアプリを用いた視覚でのやりとりを行い、生徒の聴覚活用の状態に関わらず、英語で対話や議論を行うことを可能にする授業を展開した。また、音を振動に変換する装置を用いて、学習の際に用いる感覚に触覚を加えて、英語のネイティブ話者の発音を聞かせたり、体育科のマスゲームにおいて拍とりを円滑に進められるようにしたりした。その結果、ICT 機器を効果的に用いることで、生徒

の学習意欲が向上するとともに、英語での質疑応答や議論が活発化することが示唆された。一方で、音を振動に変換する装置については、生徒によって効果の差が見られた（松本, 2019）。

2019 年度は英語での対話や議論を行う授業の実践研究に特化し、実践研究一年次で養った実践的な英語の力を基に、会話、質疑応答、対話、議論、発表に加え、より論理的な思考と高度な英語技能を要するディベート活動を行った。その結果、タブレット端末を用いて英語のやりとりを行うことで、生徒が主体的に学べるようになったり、論理的思考の育成につながったりすることが示唆された（松本, 2020）。

最終年度である 2020 年度は、英語競技ディベートを行うまでの知識の蓄積と表現力の向上に重点を置き、英語のネイティブ話者とのチームティーチングで英語技能を養うことと、2 年間の研究の成果を高等部 1 年生から 3 年生までのすべての学年に還元することを目標に実践研究を行った。また、英語科だけではなく、数学科、社会科、理科においても ICT 機器を用いた実践研究を行った。本稿では、理科の授業における効果的な ICT 活用の実践について報告する。

2 特別支援学校（聴覚障害）における理科の授業

特別支援学校高等部学習指導要領総則においては、

「情報活用能力の育成を図るため、各学校において、コンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段を活用するために必要な環境を整え、これらを適切に活用した学習活動の充実を図ること。また、各種の統計資料や新聞、視聴覚教材や教育機器などの教材・教具の適切な活用を図ること。」と示されており（文部科学省, 2019）、生徒の情報活用能力の育成や教師の教材・教具の適切な活用が求められている。高等学校の理科の指導では、高等学校学習指導要領において、「各科目の指導に当たっては、観察、実験の過程での情報の収集・検索、計測・制御、結果の集計・処理などにおいて、コンピュータや情報通信ネットワークなどを積極的かつ適切に活用すること。」と示されており（文部科学省, 2018）、特に実験・観察におけるコンピュータの積極的な活用が求められている。また、聴覚障害者である生徒（以下、聴覚障害生徒）に対する配慮事項としては、特別支援学校高等部学習指導要領において、「視覚的に情報を獲得しやすい教材・教具やその活用方法等を工夫するとともに、コンピュータ等の情報機器などを有効に活用し、指導の効果を高めるようにすること。」と示されており（文部科学省, 2019）、聴覚障害の実態に基づいて視覚的に情報を獲得しやすい教材・教具の活用が求められている。

これらのことから、特別支援学校（聴覚障害）において理科を指導する際に、視覚的に情報を獲得しやすい ICT 機器を教師が活用するとともに、生徒自身が情報活用能力を身に付けられるような学習活動を行う必要がある。また、ただ ICT 機器を用いるのではなく、ICT 機器を効果的に活用した主体的・対話的で深い学びの実現が求められている。

3 理科の授業における ICT 活用

理科教育では、自然の事物・現象を理解させ、考察・探究する力を養っていくための体験的な活動を充実させることが重要である。しかしながら、高等学校で学習するすべての内容について観察や実験などの取り組みを行うことは困難である。それを補うために、デジタル教材を活用する

ことで、教科書や図説だけではつかみきれない抽象的な思考や理解を深めることができる。効果的なデジタル教材の活用は、学習内容に対しての興味関心を高めるだけではなく、観察や実験結果の理解を促すことや、学習の定着を促進させたり、授業の効率化につながったりすることが示唆されている（田辺, 2009）。

インターネット上にも「理科ねっとわーく」のような様々なデジタル教材があり、教材の効果的な活用方法について検証が行われている（門脇ら, 2006）。しかしながらその中には、学習内容の難易度と合わない、学習事項ではない映像や文字情報などの不必要な情報が含まれる、教科書の図と対応しておらず生徒に混乱が生じる恐れがある、などの理由から活用しにくいものもある。インターネット上を含めて適切なデジタル教材がない場合に、生徒の実態に合った教材を分析し、実験手順や実験結果、授業方法などに応じたデジタル教材の開発も行われている。免疫細胞のはたらきをアニメーションで表した試みでは、教科書に記載されている体液性免疫や細胞性免疫の図をアニメーションで表すことにより、学習内容に対する生徒の興味・関心、理解が向上することが示唆された（久川, 2016）。タブレット端末の活用については、高等学校では実施困難な実験を、タブレット端末を用いて仮想的に、個々の学習ペースに合わせて操作できる自作教材の有効性も示唆されている（久川, 2017）。また、デジタル教材の提示において、教員による丁寧な解説や、自作コンテンツの併用等、生徒を考慮した展開が効果的であることや、考える視点の明示、考え方の視覚化、発問・応答の活性化が電子黒板の効果として見られたことが挙げられている（金子・平石・新井・西分・久川・長島・油井・佐藤・間々田, 2016）。

4 ICT 活用の実践

(1) アニメーションの活用

高等学校段階においても、化学式や化学反応式に対して苦手意識のある生徒は少なくない。例えば、

水の化学式を問うと、「 $2\text{H}_2\text{O}$ 」と、係数をつけて答えてしまい、原子の数や係数の意味が正確に理解できていない生徒もいる。化学式や化学反応式の基礎については中学校で行うため、高等学校で丁寧に指導することは難しい。そこで、パワーポイントのアニメーション機能を用いて、化学式や化学反応式の前後の変化を分子モデルで示したものを活用した。

生物基礎の授業において用いた、過酸化水素の分解の例を以下に示した (Fig. 1~3)。

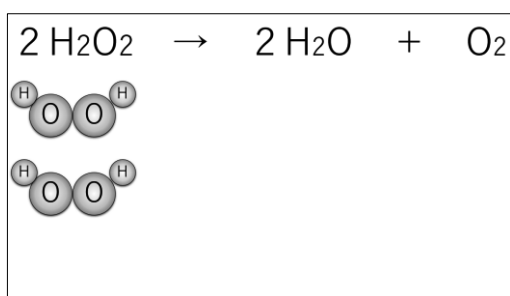


Fig. 1 化学反応式と分子モデル

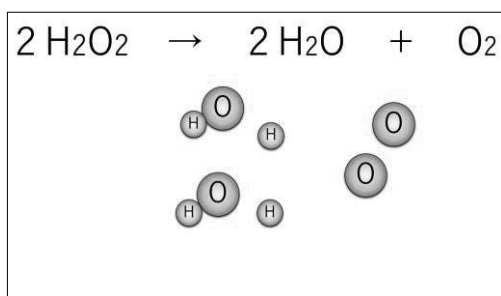


Fig. 2 分子モデルの変化の途中

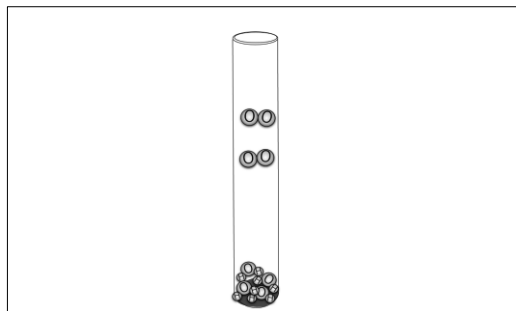


Fig. 3 分子モデルで表した実験結果

Fig. 1 は、化学反応の前の様子である。分子モデルを用いることで、原子の数や係数の意味を視覚的に理解することができた。Fig. 2 は、化学反応の際に分子モデルが変化する途中の様子であ

る。アニメーションを用いることで、分子モデルがどのように変化するかを視覚的に確認し、化学反応の前後の変化について深く理解することができた。Fig. 3 は、肝臓に含まれる酵素であるカタラーゼによって過酸化水素が分解され、酸素や水が発生することを、分子モデルを用いて表したものである。実験後に分子モデルを用いたアニメーションを提示することで、実験結果の理解が深まったり、様々な考察につなげたりすることができた。

(2) タブレット端末の活用

本校高等部では、生徒全員がタブレット端末を所持し、学習活動において使用している。タブレット端末の効果的な活用が、情報の整理や学習の効率化につながることが示唆されており (最首ら, 2018)、理科の授業においても積極的に活用している。

① 実験・観察の撮影

タブレット端末を用いて実験・観察の変化の様子などを撮影し、実験・観察の結果や考察、前回の授業の復習などに活用している。教師が撮影し授業で使用することもあれば、生徒自身で撮影し、実験・観察結果のまとめに使用したり、発表の際に使用したりすることもある。教師が撮影したものは、タブレット端末の共有機能で生徒のタブレット端末に送ることもある。また、生徒は復習や定期試験の勉強など、家庭学習にも撮影したものを積極的に活用しており、タブレット端末で実験・観察の様子を撮影することが、意欲的な学習活動につながっている。

② 教科書や資料の拡大提示

教科書や資料のデータを、タブレット端末を利用してプロジェクターから提示している。重要なところはタブレット端末の画面をピンチアウトして拡大掲示したり、アプリケーションの機能で書き込んだりしている。聴覚障害生徒にとって、生徒の手元にある教科書を見ながら教師が説明することは難しい。教科書や資料のデータをプロジェクターで提示することにより、生徒の視線を前方に集め、全員で共有しながら説明を受けることができる。

③ ロイロノート・スクールの活用

本校高等部では、学習支援アプリ「ロイロノート・スクール」を授業で活用している。生徒は全員タブレット端末を所持しているため、すべての生徒のタブレット端末にインストールしてあり、授業だけではなく学校生活全般で使えるようにしている。

理科の授業においては、実験・観察の際に撮影したものを、ロイロノート・スクールのスライドと組み合わせて発表活動に用いたり、実験・観察の結果や考察について、生徒の意見や考え方を比較する際に使用したりしている。生徒が作成したスライドは、プロジェクターでスクリーンに提示し、生徒全員の意見を共有できるようにしている。生徒から出された意見に対し、コメントをつけて返すこともできるため、生徒の意見を即時に評価することができた。また、提出されたものはそのまま保存されるため、授業後に教師が評価する際にも活用することができた。

(3) 顕微鏡を用いた観察

① タブレット顕微鏡を用いた観察

タブレット端末を顕微鏡に接続した「タブレット顕微鏡」を用いた観察が、肢体不自由児にとって有効であることが示唆されている（茂原, 2018）。そこで、本校高等部の理科の授業においても、アクリル板とプラスチック製のシリンジを用いてアダプターを作成し、観察に用いた（Fig. 4, 5）。

タブレット顕微鏡を用いることで、観察物のスケッチや気付いた点を書くことが容易になるだけでなく、拡大や撮影など、タブレット端末の機能を効果的に用いて観察を行うことができた。聴覚障害生徒にとって、顕微鏡で観察しながら意見交換をしたり、教師が指示を出したりするのは困難である。しかし、タブレット顕微鏡を活用することで、視野を広げて観察することができるため、観察物を見ながら他の生徒と意見交換をしたり、教師の指示を聞いたりすることもできるなど、対話的な観察がしやすくなった。これらのことから、タブレット顕微鏡を用いた観察が、聴覚障害生徒にとっても有用であ

ることが示唆された。



Fig. 4 アダプターに貼り付けたタブレット端末

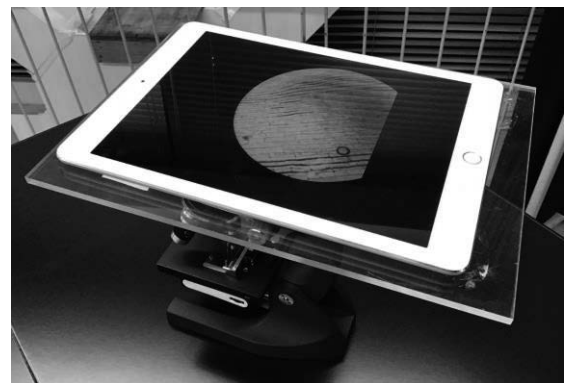


Fig. 5 タブレット顕微鏡を用いた観察

② スクリーンやモニターへの提示

デジタル顕微鏡を用いて、観察物をプロジェクターからスクリーンやモニターに提示する学習活動を行った（Fig. 6）。



Fig. 6 観察物のスクリーンへの提示

スクリーンは黒板に貼ることができるマグネッ

トスクリーンで、観察物を全員で共有したり、顕微鏡の操作方法を指示したり説明したりするのに効果的であった。また、マグネットスクリーンはホワイトボード用マーカーで書き込むこともできるため、要点や注意点などを書き込んで指示することができた。例えば、Fig. 6 は、ミドリムシの観察で、核やべん毛などの名称を書き込んで確認したり、細胞の大きさについて書き込みながら考察したりすることができた。

5 まとめと今後の展望

本校高等部理科の授業において、ICT 機器を活用した実践を行った。アニメーションの活用では、化学式や化学反応式を、分子モデルを用いて示すことにより、視覚的に確認することができ、化学反応式の確認を容易に行うことができた。タブレット端末や顕微鏡の活用では、実験・観察や資料提示にタブレット端末を用いることで、主体的で対話的な学習活動につながることを示唆された。また、デジタル顕微鏡やタブレット端末、プロジェクターやマグネットスクリーンなど、ICT 機器を効果的に組み合わせることで、より効果的な学習活動を展開することができ、深い学びにつながることも示唆された。

ICT 機器の活用は、学習活動の効率化だけではなく、生徒同士が評価したり、教師が評価したりすることが容易なることも示された。特に、生徒の意見や観察物、発表の際に作成したスライドなどが、データとしてタブレット端末に保存されるため、時間を置かずに生徒へ評価を伝えたり、学習活動後に教師が丁寧に評価することができたりなど、学習評価の面でも有用性が示唆された。

今後も効果的な ICT 活用について、理科の授業で実践していくとともに、他教科との横断的な指導に活用したり、提示方法の工夫について検討したりしていきたい。

〔付記〕

本研究は、筑波大学附属聴覚特別支援学校研究倫理審査委員会の承認を得ている。

本研究は、文部科学省委託事業「令和2年度特別支援教育に関する実践研究充実事業(新学習指導要領に向けた実践研究)」の委託を受け実施したものの一部をまとめたものである。

〔参考文献〕

- 門脇千里, 難波宏司, 岡田学, 田藤幸夫, 山田潔(2006) 理科教育におけるデジタル教材活用に関する研究. 兵庫県立教育研修所研究紀要, 116, 37-44.
- 久川浩太郎(2016) 免疫の学習におけるアニメーション教材の開発と活用. 筑波大学附属聴覚特別支援学校研究紀要, 38, 80-83.
- 久川浩太郎(2017) 高校生物における「DNA 研究の歴史」の仮想実験教材の開発と活用. 筑波大学附属聴覚特別支援学校研究紀要, 39, 93-100.
- 松本邦子(2019) 次期学習指導要領に向けての授業実践～英語でのやりとりを通しての英文読解～. 筑波大学附属聴覚特別支援学校研究紀要, 41, 49-51.
- 松本邦子(2020) 新学習指導要領に向けた実践研究～英語ディベートを通しての主体的・対話的で深い学び～. 筑波大学附属聴覚特別支援学校研究紀要, 42, 91-101.
- 茂原伸也(2018) 理科の指導を支え広げる教材・教具の工夫. 肢体不自由児教育, 236, 24-29.
- 文部科学省(2018) 高等学校学習指導要領. 東山書房.
- 文部科学省(2019) 特別支援学校高等部学習指導要領. 海文堂出版.
- 最首一郎・横山知弘・加藤慎一・外山菜保子・松本邦子(2018) 教科指導、課外活動、進路指導等におけるタブレット端末の活用 ～導入経緯およびその方法と活用事例報告～. 筑波大学附属聴覚特別支援学校研究紀要, 40, 49-51.
- 田辺久信(2009) 実験・観察融合型デジタル教材活用共同研究が示す理科授業改善の方向性～研究における効果測定の結果の考察より～. 大阪と科学教育, 23, 33-42.