

技術科におけるコロナ禍に配慮した指導計画の提案と授業実践

堤 健人^{*1}・原田 正憲^{*2}・瀬尾 優治^{*3}・阿濱 茂樹^{*1}・森岡 弘^{*1}

Proposal of Teaching Plan and Lesson Practice Considering the Corona Disorder
in Junior High School Technology Education

TSUTSUMI Kento^{*1}, HARADA Masanori^{*2}, SEO Yuji^{*3}, AHAMA Shigeki^{*1}, MORIOKA Hiroshi^{*1}

(Received August 6, 2021)

キーワード：技術科、3DCAD、Googleドキュメント

はじめに

新型コロナウイルスの感染拡大により、令和2年3月2日から全国の学校は一斉の臨時休業を余儀なくされた。その後、学校は令和2年6月1日から本格的に再開されたが、子どもたちの学習に関する影響は甚大であったと考えられる。たとえば、山口大学教育学部に附属する中学校の1校では、令和2年度に行われた技術・家庭科技術分野（以降、技術科とする）の授業時数が、標準時間数に対して第1学年ではおよそ10%、第2学年ではおよそ17%不足した。技術科の標準時間数は、中学校の他教科と比較して最も少ない。つまり、失われた授業で扱うことを計画していた学習内容を、以降の授業に配分することは容易なことではない。

また、一斉の臨時休校から学校再開までのおよそ3カ月間、全国の学校現場では、Googleクラスルームや動画共有サービスを活用したオンデマンド型授業や、Zoom等のオンライン会議システムを用いた授業が展開された（JSTEオンライン教育研究会、2021）。その結果、現在では従前の学校現場では活用されることが少なかった手法が教室に持ち込まれ、子どもたちの学習機会を保障する一助となっている。しかしながら、文部科学省（2021）は「学校の新しい生活様式」で示すように、学校での感染拡大を予防するための措置として、ソーシャルディスタンスの確保や授業内での対話制限を求めている。この措置は子どもたちの安心・安全な学校生活に重要であるが、一方で子どもたちの主体的で対話的な学びを阻害する要因にもなっている。技術科で具体例を示すと、調べる活動の後に行う班での情報共有や、ものづくりにおける班員同士の協力場面を設定することが困難になっている。

授業数の不足や主体的で対話的な学習活動の困難さを解決するためには、育成を目指す資質・能力に主眼を置いて効率的な題材の指導計画を構築することや、思考を可視化して視覚的に共有できるツールの活用が有効であると考えられる。そこで、本研究では山口大学教育学部と附属学校園との連携プロジェクトとして、コロナ禍における新たな題材の指導計画やデジタル教材・教具の活用例を授業実践とともに提案することを試みる。

なお、本稿の文責は第2章・第3章を原田が、第2章・第4章を瀬尾がそれぞれ担う。また、はじめに・第1章・終わりには堤が文責を担い、全体の総括も堤が担当した。

1. プロジェクトの概要

本プロジェクトの目的は、山口大学教育学部と附属学校園の共同により、コロナ禍における技術科の授業の不安を払拭し、生徒の学習を充実させる指導計画やデジタル教材・教具の活用例を授業実践とともに提案することである。提案に向けて、本プロジェクトは次のような手続きで進めた。まず、オンラインでブレインストーミングを行いコロナ禍において技術科が抱える問題を出し合った。次に、優先して解決すべき問題

*1 山口大学教育学部技術教育選修 *2 山口大学教育学部附属山口中学校 *3 山口大学教育学部附属光中学校

を選定し、その解決策を構想した。さらに、構想した解決策に基づき、題材計画の立案と教材・教具の開発や活用方法を検討した。最後に、附属学校園で授業実践を行い、提案する題材の指導計画や教材・教具の有効性を検証した。プロジェクトの前半はコロナ禍の現状を鑑み、Zoomを活用して大学と附属中学校2校をオンラインで繋ぎ研究協議を行った。プロジェクト後半では、オンラインでの研究協議を基に2校の附属中学校で授業実践を行った。表1にプロジェクトの構成員と役割を示す。

表1 プロジェクトの構成員と役割

構成員名	所属	役割
森岡 弘	教育学部技術教育選修	理論研究、有効性の検証
阿濱 茂樹	教育学部技術教育選修	理論研究、有効性の検証
堤 健人	教育学部技術教育選修	研究総括、題材計画立案、教材の検討
原田 正憲	附属山口中学校	題材計画立案、教材の検討、授業実践
瀬尾 優治	附属光中学校	題材計画立案、教材の検討、授業実践

2. コロナ禍における技術科の問題と解決のアプローチ

2-1 技術科が抱える問題

オンラインでの研究協議で検討した附属学校園の技術科が抱える問題は、大きく次の2つに集約された。まず、コロナ禍では感染拡大予防のため授業内での対話が制限されるため、班や学級での情報共有や意見交流ができないことである。中学校学習指導要領（平成29年告示）解説技術家庭編（文部科学省、2017）（以降、解説とする）では、技術科の学習過程が示されている。この学習過程の「既存の学習過程の理解」では、調べる活動などを通して、技術に関する原理・法則と、技術の基礎的な仕組みを理解させるとともに、これらを踏まえて、技術の見方・考え方に気付かせることが求められている。このような学習活動では、調べる内容を複数設定して分担させたり、調べる内容は同一でもその結果の解釈を説明し合ったりさせることで、より多様な見方・考え方に触れる機会を設けることができる。また、ものづくりにおいては、解決策の交流を通じたアイデアの改善や、製作・制作活動の分担により、効率的かつ協働的な学習を経験させることができる。しかし、授業における対話を制限することは、このような学びの機会の喪失につながり、技術科が担う資質・能力の十分な育成が阻害される可能性がある。

つぎに、予期せぬ臨時休校による授業時数の減少である。技術科の学習内容はA～Dの4内容で構成されており、その中で生徒は5回の技術的な問題解決学習に取り組む。技術的な問題解決学習は、生徒による実践的・体験的な学習を中心に構成され、技術科の学習時間の大半が割り当てられることが一般的である。したがって、授業時数の減少は、生徒の多様なアイデアを実現する技術的な問題解決学習の機会の損失や、授業者の想定した画一的な問題解決風学習に陥り、技術科が目指す資質・能力の育成に支障をきたす恐れがある。

2-2 問題に対する附属山口中学校のアプローチ

山口大学教育学部附属山口中学校（以降、附山中とする）では、2つ目の問題にあたるコロナ禍の予期せぬ臨時休校における授業時数の削減に対するアプローチとして、技術科の学習過程を工夫した題材計画を考案することとした。附山中では、これまで「A材料と加工の技術」の技術的な問題解決学習における「設計」と「製作」の過程で20時間以上を要していた。20時間以上という多くの授業時数が必要であった理由として、生徒実態と学習課題の難易度の乖離が考えられた。近年、子どもたちの生活体験におけるものづくりの機会は減少し、技術科の学習で用いる材料の体験的な知識や工具の使用経験は乏しい生徒が多いといえる。しかし、附山中では、1枚板を用いた自由設計による技術的な問題解決という比較的難易度の高い学習に取り組ませていた。その結果、生徒が既習の資質・能力以上の力が求められ、多くの授業時数を費やすに至っていたと判断できる。そこで、コロナ禍を題材計画再考の好機と捉え、1年生で育成すべき資質・能力の程度と生徒実態を勘案した題材計画の作成に取り組むこととした。

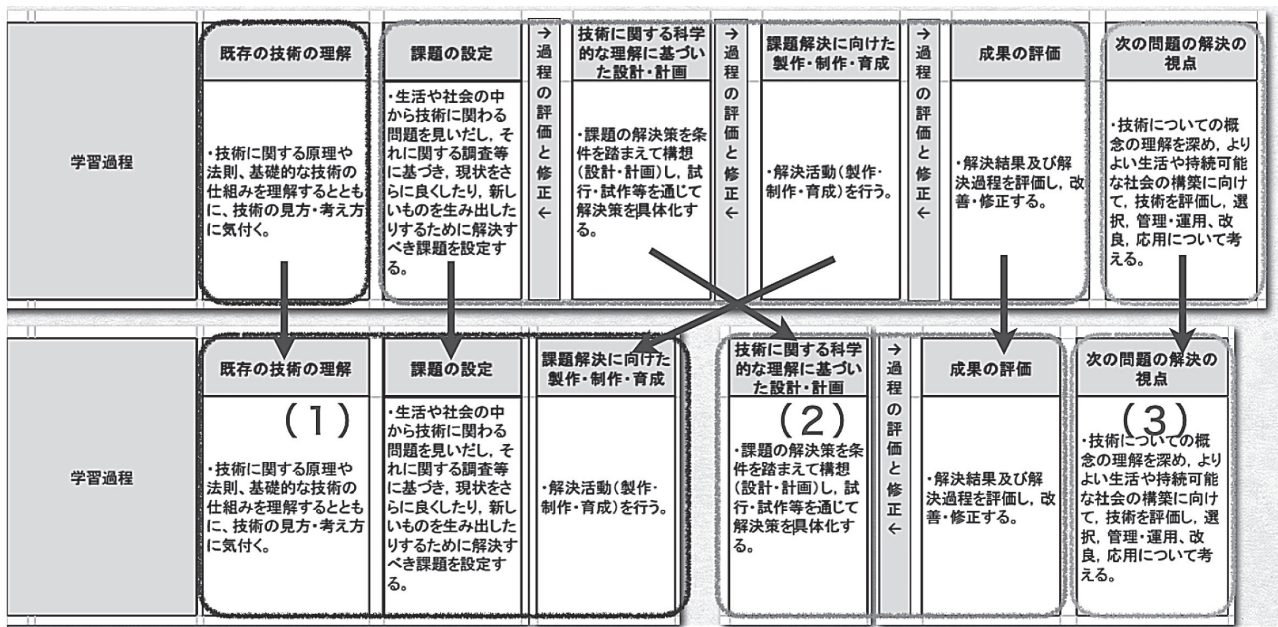
2-3 問題に対する附属光中学校のアプローチ

山口大学教育学部附属光中学校（以降、附光中とする）では、2-1で示したコロナ禍における技術科が抱える2つの問題の両方を解決するアプローチを考案した。まず、1つ目の対話が制限されることによる情報共有の困難さに対しては、タブレット端末とGoogleドキュメントのファイル共有機能を活用することとした。これにより、直接対話をする場面を設けずに、情報を共有する仕組みを構築した。また、2つ目の技術的な問題解決学習に要する多くの授業時数については、技術科の4内容を複合的に扱うことで解決することを考えた。附光中は、学校全体で取り組む研究テーマに「問いで学びを紡ぐ」ことを掲げている。そこで、技術科における「B. 生物育成の技術」と「C. エネルギー変換の技術」と「D. 情報の技術」の計測・制御に関する技術的な問題解決の問いを連続的に取り上げながら、1つの大きな技術的な問題解決学習として扱うこととした。

3. 附属山口中学校における取組

3-1 題材計画の立案

ここでは、技術科の4内容のうち「A. 材料と加工の技術」についての題材計画を提案する。対象学年は1年生とし、生徒実態に即した資質・能力が育成できるように学習過程を検討した。その際、大谷（2018）の示す技術科の学力構造に依拠した資質・能力の系統的な指導と、コロナ禍で授業時数が減少する可能性を踏まえた効率的な指導の実現に配慮した。大谷は、「知識」や「技能」を技術科の表層の学力、「思考力」や「判断力」、「表現力」を中層の学力、「能力」や「態度」を深層の学力と位置づけ、表層から中層を経て深層に至る学習により、技術科の学力が適切に養われると示した。この学習の順序性と解説で示された学習過程（p. 23）を参考にして、図1の下段のような学習過程を提案する。提案する学習過程では、角丸の四角形で囲んだ（1）～（3）の「学習のまとまり」を設定した。（1）は主に「知識及び技能」の育成に主眼を置いた学習のまとまりであり、（2）と（3）はそれぞれ「思考力、判断力、表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」の育成に主眼を置いたものである。また、提案した学習過程に基づく題材の指導計画を表2に示す。



（上段の学習過程は解説p. 23に記載されたもので、下段が筆者らの考案した学習過程である。また、角丸の四角形と矢印は筆者らが追記したものである。）

図1 附山中で実践した学習過程

3-2 授業実践の概要

まず、図1の学習過程で示した（1）の学習のまとまりの授業を実践した。ここでは、表2に示すように

「A. 材料と加工の技術」に係わる知識及び技能の習得と技術の見方・考え方に気付かせることが主な学習内容である。第3時から第8時は技能の習得が中心の学習となるが、単なる個別の技能の習得ではなく、第2時で気付かせた技術の見方・考え方との関連を意識させることに配慮した。生徒は各自の課題を設定し、幅×長さ×厚さが70×200×10[mm]の材料を2枚と80×80×10[mm]の材料を1枚用いて、図2や図3のような作品を製作した。

表2 提案する学習過程に基づく題材の指導計画の概要

授業時数	主な学習内容	学習のまとめ	授業時数	主な学習内容	学習のまとめ
第1時	材料に関する知識の習得	(1)	第10時	3DCADの基本操作①	(2)
第2時	見方・考え方の気付き	(1)	第11時	3DCADの基本操作②	(2)
第3時	課題設定と材料のけがき	(1)	第12時	3DCADの基本操作③	(2)
第4時	材料の切断	(1)	第13時	3DCADを用いた製作品	(2)
第5時	部品加工①	(1)	第14時	の再現①②	(2)
第6時	部品加工②	(1)	第15時	条件に応じた再設計①	(2)
第7時	組立て	(1)	第16時	条件に応じた再設計②	(2)
第8時	仕上げ	(1)	第17時	既製品の改良案の提案①	(3)
第9時	設計の基本知識の習得	(2)	第18時	既製品の改良案の提案②	(3)



図2 生徒作品1

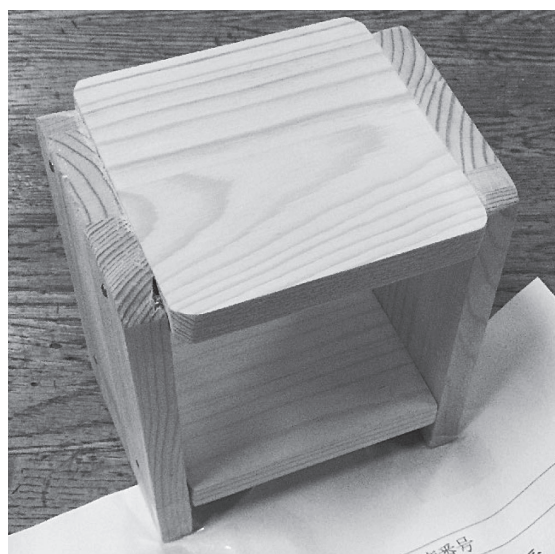


図3 生徒作品2

次に、(2)の学習のまとめの授業を实践した。ここでは設計の活動により「思考力、判断力、表現力等」の育成を主眼とする学習を設定した。筆者の経験から、中学1年生にとって、脳内でイメージした立体を紙と鉛筆を用いて適切に描くことは容易ではないと考える。そのため、中学1年生全員にそれぞれがイメージする立体を正しく製図させるには、多くの支援と時間を要する。そこで、本実践では近年技術科の学習で活用が盛んになりつつある3DCADを用いる活動を取り入れた。第13時と第14時では、(1)の学習で自身が製作した作品例を3DCADで表現させた(図4、図5)。新しく製作品を構想するのではなく一度製作した作品を表すため、3DCADの操作と設計に要する思考力や判断力を相互に関連させて習得させることができたと考える。また、紙面での製図と比較したときの3DCADの利点は、マウスのドラッグ操作のみで立体を様々な角度から確認することができる点にあると考える。これにより、脳内で立体をイメージすることに時間や労力を費やすことなく、課題に集中することができる。井川ら(2016)は3DCADで製図したデジタルデータは完全な複製が容易であり、山崎ら(2018)は寸法の変更や修正が容易であるという利点を示している。そのため、第15時や第16時では、様々な条件に合わせた再設計の課題に多く取り組むことができ、「思

考力、判断力、表現力等」の深化につながったと考えられる。

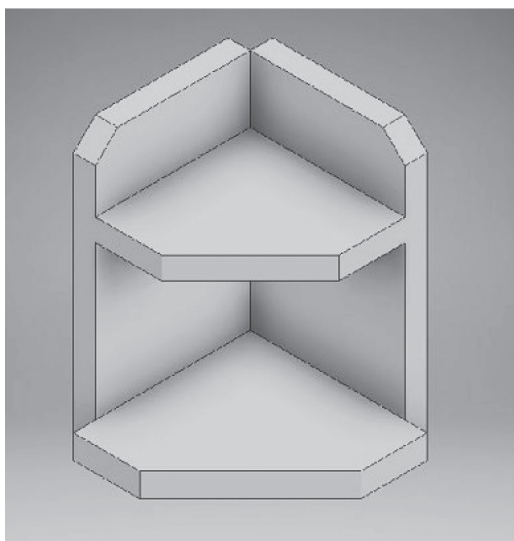


図4 生徒作品1を3DCADで表現したもの

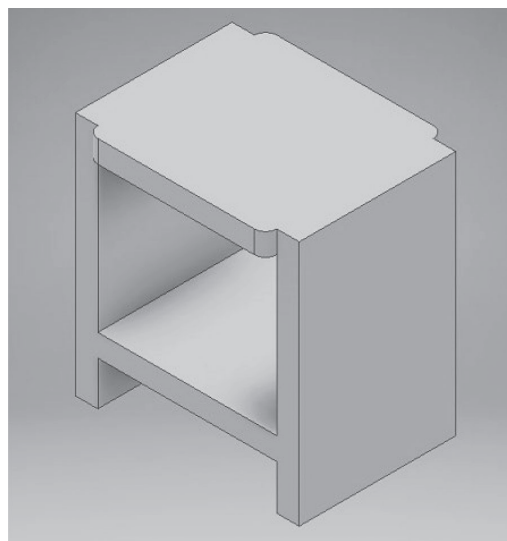


図5 生徒作品2を3DCADで表現したもの

最後に、(3)の学習のまとまりの授業を实践した。ここでは次の問題解決の視点をもたせ、「学びに向かう力、人間性等」の涵養を主眼とする学習を設定した。具体的には、既製品として窓のクレセント錠を取り上げ、ユニバーサルデザインやバリアフリーデザインの視点から、使いやすさの追求を考える授業とした。生徒たちはこれまでの学習を生かし、新しいデザインの提案を通してよりよい生活の実現に向けて主体的に学習に取り組むことができていた。

3-3 授業実践の評価

提案した題材計画の学習を終えた生徒の観点別評価結果を表3に示す。表3で評価の段階として示したA・B・Cは、観点ごとの達成度を示している。具体的には、各観点で評価した達成度を0～100で数値化し、達成度が80以上の生徒はAと評価し、50以上80未満の生徒をB、50未満の生徒をCと表記した。なお、表3には解説に記載された学習過程どおりに授業を展開した令和元年度の観点別評価結果も比較のために併記している。

表3 令和元年度と令和2年度の「A. 材料と加工の技術」を学習した生徒の観点別評価

評価の観点	評価の段階	令和2年度の評価 (提案する題材計画)	令和元年度の評価 (解説に示された学習過程)	令和元年度からの増減
生活や技術への 関心・意欲・態度	A	113	93	20
	B	26	45	-19
	C	1	2	-1
生活を工夫し 創造する能力	A	126	104	22
	B	12	31	-19
	C	2	5	-3
生活の技能	A	43	106	-63
	B	88	28	60
	C	9	6	3
生活や技術につ いての知識・理解	A	87	49	38
	B	43	79	-36
	C	10	12	-2

表3から、提案する題材計画に基づく授業実践は、令和元年度と比較して、A評価の生徒数の増加やC評価の生徒の減少が見られ同等以上の効果があると判断できる。ここで、令和元年度の「A. 材料と加工の技術」の学習には25時間必要であったが、提案する題材計画では表2で示したように18時間に縮小することができている。そのため、提案する題材計画は、コロナ禍における授業の減少に有効であることを示唆している。

また、表3から提案する題材計画に基づく授業実践の「生活や技術への関心・意欲・態度」、「生活を工夫し創造する能力」、「生活や技術についての知識・理解」の観点では、A評価の生徒数がそれぞれ20名以上増加したことがわかる。この要因は、3DCADの活用と設計に重点を置いた題材構成にあると考えられる。製作を設計よりも前の学習過程にしたことで、設計時には自身が製作をとおして十分に形状を理解した立体を表現させる学習活動を設定できた。その学習では、生徒は製図に関する知識や3DCADの操作技能の習得に注力することができたと考えられる。その結果、生徒は3DCADの利点を生かして、限られた時間数にも関わらず多くの試行錯誤を繰り返す設計学習に取り組むことができた。これが生徒の「生活を工夫し創造する能力」の伸長を後押ししたと考えられる。また、紙面での図形描画が苦手な中学生は一定数存在すると考えられる。このような生徒であっても、3DCADを活用することで簡単なマウス操作で正確に立体を表現することができ、「生活を工夫し創造する能力」の高まりの自覚とともに、「生活や技術への関心・意欲・態度」が醸成されたと推察される。

しかしながら、「生活の技能」はAと判定された生徒数が63名減少した。その理由として、製作に割り当てる授業時数を縮小したことが考えられる。また、製作時間の縮小は仲間との協働場面の減少を引き起こし、生徒の成功体験やできた喜びを味わう体験の消失につながる恐れがある。そのため、今後題材計画の改良を進める際は、製作の学習過程の扱いを慎重に検討する必要があるといえる。

4. 附属光中学校における取組

4-1 題材計画の立案

附光中は象鼻ヶ岬に位置しており、技術科では御手洗湾に面した立地を生かした教材や題材の開発に精力的に取り組んでいる。令和2年度はコロナ禍で突発的な臨時休校が発生することが予想されていた。そこで、登校できない場合に備えて生物育成に自動制御の技術を活用する方法や計測・制御システムを構築するためのエネルギー変換の技術、これらを活用し安定的に食料を生産・確保するための生物育成の技術を複合的に扱う題材を計画することとした。

これまで技術科の水産生物の栽培では山村ら（2018）のキンギョや佐藤ら（2018）のどじょうなどが報告されている。しかしながら、海水を使用する食料生産を目的とした水産生物の栽培に関する題材提案はほとんど見当たらない。そこで、附光中では海水を容易に無料で確保できる立地を生かすことを考え、「うみぶどうの栽培」を中心的な学習に設定した。

また、附光中は、研究テーマとして「問いで学びを紡ぐ」を掲げている。生徒が問いで学びを紡いでいくためには、授業者が長期的な授業の展望をもち、連鎖的に疑問が生じるような授業計画する必要がある。一方で、授業者が入念な指導計画を立案したとしても、生徒が問いで学びを紡いでいく過程では、眼前の学習に注力し過ぎるあまり本来の目的からそれていくことが想定された。そこで、本題材を貫く問いとして、「ウミブドウが育成できる水温にするためにはどうすればよいか」を常に意識させることに留意した。ここで、生徒が紡ぐ問いの大まかな流れを次に示す。突発的な臨時休校や季節ごとの気温の変化によって、育成環境の管理難易度が高まる。しかし、単に電気エネルギーを熱エネルギーに変換する技術による打開策を構想するだけではすべての問題は解決しない。したがって、計測・制御システムといった情報の技術に関連させることによって、育成環境を適切に管理できるシステムが必要である。このように、生物育成の技術、エネルギー変換の技術、情報の技術それぞれに関わる問いに一貫性をもたせることによって、子どもは目の状況から問題を見だし、課題を設定して解決策を講じることによる有用性を体感させたい。さらに、問題解決に必要な資質・能力を育成させたいと考えた。

4-2 授業実践の概要

提案する題材の指導計画の概要を表4に示す。

表4 うみぶどうを育成するB・C・Dの複合題材の指導計画

授業時数	○学習活動 ・学習内容	授業時数	○学習活動 ・学習内容
第1時～ 第5時	○生活や社会を支える生物育成の例や、問題解決の工夫について調べる ・生物育成の技術の工夫や役割 ・作物の栽培 ・動物の飼育 ・水産生物の栽培 ・育成生物の生体 ・育成環境の調整方法	第16時～ 第19時	○身近な計測・制御システムについてリバーシ・エンジニアリングする ・センサ、コンピュータ、アクチュエータ毎の役割 ○ヒータに計測・制御システムを組み込み、開発する内容を構想する ・センサ部、制御部、操作部の働き
第6時～ 第10時	○実習で扱う生物の特性について調べる ・うみぶどうの特性 ○栽培環境の環境方法について調べる ・栽培環境の管理方法 ○栽培計画を検討するために話し合う ・管理作業の成果と課題	第20時、 第21時	○プログラミングによるヒータの制御を思考する ・順次、分岐、反復の機能
第11時～ 第15時	○うみぶどうの育成環境についての問題を発見し課題を設定する ・水質管理 ・ヒータの仕組み ○温度管理用ヒータを開発するために情報収集し、情報共有する ・ヒータの動作原理 ・電源の種類 ・発電方法 ・消費電力	第22時～ 第26時	○クラス内で、より優れたヒータの具体化について構想する ・経済性、安全性に考慮した構想 ○開発したヒータによってうみぶどうがどのように成長したかを観察・記録し、プログラムを修正する

第1時から第5時までは、生物育成の技術に関する見方・考え方の気付きや、科学的な原理原理・法則、技術の仕組みの習得をねらいとする指導を行った。第6時から、うみぶどうの特性について調べ学習を行わせた。その中で、どのような環境で育成することが適切かを分析させた。例えば、生徒は日光中の校舎では冬場の水温が10℃前後になることから、寒くてもうみぶどうは育つのかという疑問を抱いていた。第11時からの課題設定の学習では、ある生徒は水温が適切な温度よりも低いことを問題だと定め、いかにして水温を25℃前後にまで高めるかという課題を設定した。ここで、生徒たちはヒータを使用することを提案した。使用するヒータについて調査する中で、アクアリウム等に使用する市販のヒータは、自動で26℃前後に保つ機能を有しているものがあることがわかった。そこで、第16時からどのようにして自動で温度を保っているのかを調べるとともに、このような機能がついていないヒータを使用すると育成環境がどのようなものかを生徒に考えさせた。生徒はヒータによって海水が加熱され、水温が高くなりすぎて不適切な育成環境になる可能性に気付いた。このことから、どのようにしてヒータのスイッチをOFFにすればよいかを、身近にある温度を自動で調節する機械の仕組みに着目し学習した。さらに、動作原理を参考にして、同様のシステムをプログラミングによって実現する学習に取り組んだ。第20時間からのプログラミングの学習では、教員が例示したプログラムを模倣し、機能のまとめりごとに動作を確認させた後にオリジナルのプログラム作成に取り組んだ。第22時からうみぶどうの育成を試行し、生育の変化を観察させて、プログラムやハードウェアの改良を検討させた。その際、生徒は大人数で検討や改良をすることに対して合理的でないと考え、自主的に作業を分担することを提案してきた。そして、「観察班」「記録班」「環境管理班」「プログラム開発班」「ハードウェア開発班」を編成し、情報を共有しながら作業に取り組んだ。そこでは、図6や図7のようにGoogleドキュメントを活用し、Googleクラウドに保存した作業記録のファイルを共有して、各班の

進捗確認や管理を実施していた。さらに、この情報共有は学級内に留まらず、学級を超えて有益な気付きやアルゴリズムの交流が生まれていた。

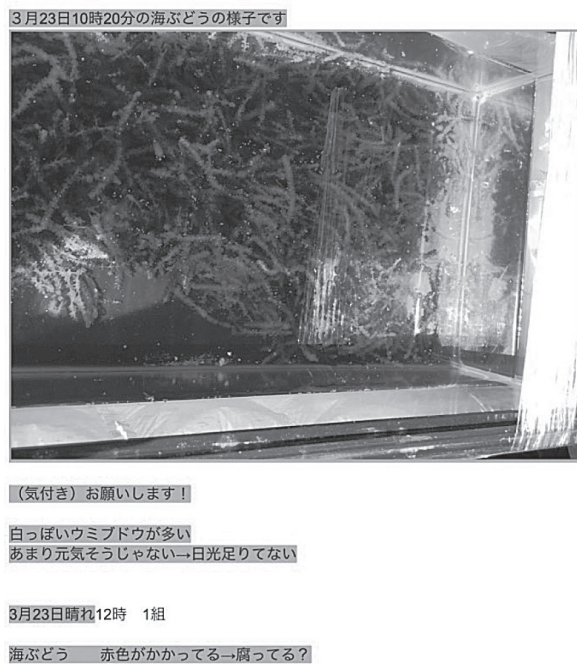


図6 Googleドキュメントを用いた
観察班の情報共有

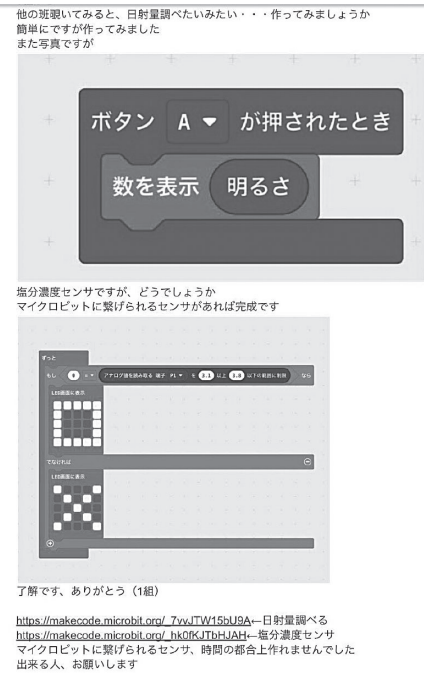


図7 Googleドキュメントを用いた
プログラム開発班の情報共有

おわりに

本研究ではコロナ禍における技術科の授業の不安を払拭し、生徒の学習を充実させる指導計画やデジタル教材・教具の活用例を授業実践とともに提案することを試みた。コロナ禍における技術科が抱える問題としては、大きく2つが考えられた。1つは、感染拡大予防を目的とした授業内の対話制限による班や学級での情報共有や意見交流ができないことであり、もう1つは、予期せぬ臨時休校による授業時数の減少であった。このような問題に対して、附山中では技術科の学力構造に基づく効率的な学習過程と題材計画を提案し、授業実践を通して題材の有効性を検証することができた。また、附光中では、生徒の問いを紡ぎ学習内容を複合的に扱う題材計画を提案し、Googleドキュメントやクラウドサービスを活用した情報共有を取り入れた授業を実践することができた。しかし、本実践では1授業時間ごとの詳細な学習成果の検討が不十分であり、題材を終えての効果検証のみに留まっている。したがって、今後は各授業における生徒の資質・能力の習得に関する検証を進める必要があると考える。

引用・参考文献

- 文部科学省 (2021) : 「学校における新型コロナウイルス感染症に関する衛生管理マニュアル～『学校の新しい生活様式』～ (2021.4.28 Ver.6)」 .
https://www.mext.go.jp/content/20210514-mxt_kouhou01-000007426_1.pdf (最終閲覧日2021年7月15日).
- JSTEオンライン教育研究会 (2021) : 「オンラインで拓く技術・情報教育の可能性 ー小学校、中学校、高等学校、大学、教員研修、学会活動の取り組みー」, 一般社団法人日本産業技術教育学会.
- 文部科学省 (2017) : 「中学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説 技術・家庭編」, 開隆堂出版.
- 大谷忠 (2018) : 「技術科固有の資質と能力」, 『技術科教育概論』, 九州大学出版会, pp.136-143.
- 藤田眞一・加賀江孝信・城仁士 (2016) : 「3次元CADを用いた材料と加工に関する技術における学習指導と評価」, 『日本産業技術教育学会誌』, 第58巻, 第2号, pp.73-80.

- 井川大介・村松浩幸（2016）：「中学校技術科での簡易CADによる設計学習に著作権学習を組み込んだことによる知的財産意識への影響」、『日本産業技術教育学会誌』，第58巻，第2号，pp.101-107.
- 山崎恭平・中村浩士・黎子椰（2018）：「3次元CADを用いた設計・再設計過程を含む設計・制作学習の提案と評価」、『日本産業技術教育学会誌』，第60巻，第1号，pp.9-17.
- 山村瑞穂・荒木祐二・阿部千香子（2018）：「中学校技術・家庭科技術分野の「水産生物の栽培」におけるキンギョ（三尾和金）を用いた題材の開発」、『埼玉大学紀要教育学部』，Vol.67、No.1，pp.43-51.
- 佐藤正直・山本利一・原田信一（2018）：「新学習指導要領における水産生物を題材とした授業実践」、『日本産業技術教育学会第61回全国大会（信州）講演論文集』，p.111.