

目次

はじめに

- I 研究題目
- II 研究組織
- III 研究経費
- IV 研究成果

第1章 本研究課題で扱うイノベーションにつながる構想設計の学習

広島大学大学院・教育学研究科 谷田親彦

第2章 新学習指導要領における構想設計の位置づけ

- ・「材料と加工の技術」における構想設計のポイント
東京学芸大学・自然科学系 大谷 忠
- ・「生物育成の技術」における構想設計のポイント
信州大学・学術研究院教育学系 村松浩幸
- ・「エネルギー変換の技術」における構想設計のポイント
広島大学大学院・教育学研究科 谷田親彦
- ・「情報の技術」における構想設計のポイント
宮城教育大学・教育学部 安藤明伸

第3章 構想設計の授業実践例

- ・グローバル時代に発信する生物育成の技術
広島大学附属東雲中学校 堤 健人
- ・企画者のねらいを実現するコンテンツの制作
広島大学附属中・高等学校 向田識弘
- ・電気自動車の最適解を導く設計学習
犬山市立南部中学校 渡津光司
- ・回路の試作と改良を通じたデザインライトの設計・製作
広島市立五日市南中学校 井上利也
- ・安全性を向上させる計測制御システムを開発しよう
月形町立月形中学校 紺谷正樹

はじめに

本書は、平成 26-30 年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）基盤研究(B)「技術イノベーションの能力育成を指向した「構想設計」学習の方法論的研究」の第 2 年次成果報告書である。研究の目的は、中学校技術科で行われる「構想設計」を、今後の日本社会に求められている「イノベーション」能力育成の観点から重要視した上で、「構想設計」学習に関する授業を検討・提案・実践・評価することである。

隠岐（2017）によると、イノベーションの語源には「すでに確立された秩序に変化をもたらす」という意味があるとされている。語句の意味は、初期近代（16 世紀から 18 世紀）には、人間が起こそうとする急激な変化や、突然何事かを変えること、などから論争的もしくは否定的な意味で用いられるよう移り変わり、その後、18 世紀末から 19 世紀にかけて、「急激で不都合な変化」という意味を持ちながらも、肯定的な意味へと変換していくことを指摘している。2017 年現在の日本においては、「科学技術イノベーション」などの用語が各種政府方針や企業のビジョンとして掲げられることも多く、概ね肯定的な意味を有して使われている。

イノベーションという語句の意識に対する深い考察はできないが、本書で取り上げるイノベーションを技術革新やそれにとまなう社会や生活への影響という範囲にとどめれば、技術には光と影があるという性質から、語句の意味が変遷したことの説明がつくのではないかと思われる。すなわち、技術はそもそも要求や欲望を満たす目的を前提としており、必然的に未来や秩序を変革させる性質を帯びている。そのため、新しい技術による秩序の破壊や未来の変化に対して、人々が嫌悪感・不安や期待・希望を抱くのは自然なことであると考えられる。

これらの技術の性質を踏まえ、2008 年版の中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野においては、「技術の適切な評価と活用」が学習目標・内容として示された。その内容は、「技術と社会や環境とのかかわりについての理解に基づき、技術の在り方や活用の仕方などに対して客観的に判断・評価し、主体的に活用できるようにすること」と示されている。これらのことから、技術が社会や環境に及ぼす良い影響と悪い影響を踏まえ、否定的・肯定的な評価を客観的に下すことができるとともに、持続可能な社会を創造する能力や態度が求められていることが示唆される。そして、これらの能力や態度は、技術に関わる基本的・基礎的な素養（技術リテラシー）として指摘でき、近代技術により構成される現代・未来の人々が高めるべき力であると考えられる。

これらの技術リテラシーを涵養するには、適切な技術教育が必要であり、その方法にはものづくりを中心とした構想設計・製作・評価などの実践的・体験的な学習が用いられる。しかし、便利な現代社会で生活することもたちは、生活の中での課題意識を持つことが困難となっており、人間の単純かつ根源的な欲求・欲望を持つことさえも少なくなっている。従って、利便性や快適さを目的とするものを企画してつくり出すための「構想設計」学習の方法を検討して、充実した技術教育を計画する必要があると考えられる。また、これらの「構想設計」の学習は、自分のほしいものを考えて未来を変革させるという方法知や態度を育てることになり、今後の日本の産業社会に求められている「イノベーション」能力育成につながる事が期待できる。

本書では、まず第 1 章で、「本研究課題で扱うイノベーションにつながる構想設計の学習」として、プロダクトデザインの手法を援用し、「コンセプトデザイン」と「アドバンスデザイン」の方針を整理した。第 2 章では、2017 年に改訂されるが中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野の目標・内容を踏まえ、「材料と加工」「生物育成」「エネルギー変換」「情報」の各内容に対する構想設計の考え方を記述した。これらを踏まえて第 3 章では、構想設計に関する授業の実践例について、指導計画、授業の概要、学習のポイントなどについてまとめた。

いずれも各執筆者の工夫と熱意のこもったものになっている。技術・家庭科技術分野の構想設計に関する授業の参考にしていただくとともに、研究の目標・内容・方法について忌憚のないご意見・ご指導を賜りたい。

I 研究題目

種目：科学研究費助成事業（基盤研究（B））

技術イノベーションの能力育成を指向した「構想設計」学習の方法論的研究

研究課題番号：15H02917

II 研究組織

研究代表者・所属

谷田 親彦 広島大学大学院・教育学研究科・准教授

研究分担者・所属

村松 浩幸 信州大学・学術研究院教育学系・教授

大谷 忠 東京学芸大学・自然科学系・准教授

安藤 明伸 宮城教育大学・教育学部・准教授

連携研究者

橋本 孝之 大阪教育大学・教育学部・名誉教授

研究協力者等・所属（専門分野）

紺谷 正樹 月形町立月形中学校 教諭

浅水 智也 宮城教育大学附属中学校 教諭

佐藤 正直 板橋区立上板橋第三中学校 主任教諭

渡津 光司 犬山市立南部中学校 教諭

三浦 利仁 洲本市立由良中学校 教諭

向田 識弘 広島大学附属中・高等学校 教諭

三原 博幸 福岡市立東光中学校 教諭

小八重 智史 長崎大学教育学部附属中学校 教諭

III 研究経費

平成 27 年度 3,120 千円

平成 28 年度 1,950 千円

平成 29 年度 4,290 千円

IV 研究成果

(1) 学会誌等

論文(査読付)

・ Yusuke Yashiro・Hiroyuki Muramatsu(2016)Prototype of a Cultivation Information Recording Device and Sharing Site in Junior High School Technology Education:International Conference on Industrial Technology Education for Sustainable Development in "Technology Education,Engineering Education, TVET and STEM Education:83-88 (2016)

(2) 口頭発表

- ・向田識弘, 谷田親彦: Proposal of Learning Method that Leads to the Optimal Design in Technology Education, the 9th Biennial International Conference on Technology Education Research, University of South Australia, 2016.12.2
- ・橋渡憲明, 村松浩幸, 矢代祐介, 芦田肇(2016)中学校技術科における電力システムの学習教材を使用した授業設計とその評価, 日本産業技術教育学会第 59 回全国大会講演要旨集: 95, 京都教育大学, 2016.8.27
- ・橋渡憲明, 村松浩幸, 矢代祐介, 芦田肇(2016)中学校技術科における電力システムの学習教材の開発, 日本産業技術教育学会第 59 回全国大会講演要旨集: 214, 京都教育大学, 2016.8.27
- ・橋渡憲明, 村松浩幸, 矢代祐介, 芦田肇(2016)中学校技術科における電力システムの学習指導法開発, 日本産業技術教育学会第 22 回技術教育分科会・発表会講演要旨集:39-40, 熊本大学, 2016.12.17
- ・向田識弘, 田鎖浩太, 谷田親彦, 田中誠也: 照明回路を工夫・創造する能力を育成する TECH 未来教材使用の授業提案, 日本産業技術教育学会 第 58 回全国大会, 愛媛大学, 2015.8.23

- ・日本産業技術教育学会 第 58 回全国大会, 愛媛大学, 2015.8.23
学会屋台: 「若手の会」で考える技術科の授業 —イノベーションにつながる構想・設計の学習—
提案者: 大谷忠, 安藤明伸, 谷田親彦, 村松浩幸
発表者: 小八重智史, 紺谷正樹, 佐藤正直, 三原博幸, 堤健人
当日参加・発表者: 浅水智也, 渡津光司

第1章 本研究課題で扱うイノベーションにつながる構想設計の学習

●技術教育の学習方法

技術教育にかかわる主な学会である日本産業技術教育学会は、2012年12月に技術教育の理念や共通認識を整理した「21世紀の技術教育（改訂）」を発売した。そこでは、技術教育の理念・目的として技術的素養の形成が掲げられている。技術的素養は「技術と社会との関わりについて理解し、ものづくりを通して、技術に関する知識や技能を活用し、技術的課題を適切に解決する能力、および技術を公正に評価・活用する能力である。」と記されている。また、技術的素養を育成するための技術教育固有の方法（方法知）を以下のように示している¹⁾。

「学習活動の展開にあたっては、発達段階に適した技術的課題を例題として、創造の動機から始まり設計・計画、製作・制作・育成、成果の評価の4過程を欠落することなくたどらせる必要がある。幼児児童生徒は、評価と修正を繰り返しながら合理的で最適な解を導くこの方法を連続的に体験することにより、技術的な課題解決力を高めていく。そして、学習した内容を実際の生活で意識的に適用する能力と態度を身に付け、技術社会において求められる「最適な解」の探究方法を獲得するようになる。」

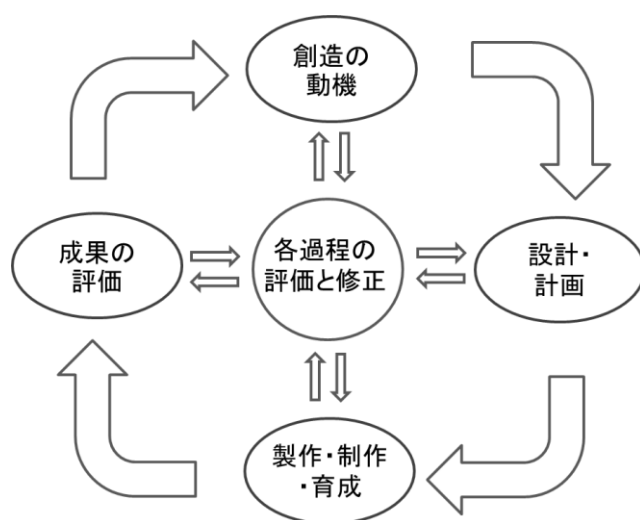


図1 技術教育固有の方法（21世紀の技術教育（改訂）より）

日本の普通教育において技術教育にかかわる教科である中学校技術・家庭科、技術分野（以下技術科）では、製作品の設計・計画と製作・制作・育成（以下、設計・製作とする）を通して技術にかかわる知識・技能を学ぶ実践的な学習活動を中心として授業が展開されている。

この学習活動について上田（2007）は、「設計・製作を通じたものづくりによって児童・生徒の知・情・意にかかわる全人的発達を育成することに貢献することができる」と、その特徴を指摘するとともに、以下のように記述している²⁾。

「何かものごとを企画して具体的に行動する場合は、どんなことでも①実現可能な計画を複数考えて検討する段階、②計画に沿って最適かつ合理的な案を決定して企画書を作成する段階、③計画したものを実施する段階、の手續きを踏んでものごとは遂行される。」

「ものづくり学習は、学習する内容だけではなく、何をどのように学習するかについての学習方法までも包含して、学びの中核に位置づけたものである。従ってこのプロセスを、唯単にもものづくりの過程として捉えるのではなく、人間の行為として捉え直し、人間として日々の行動において重要な役割を担っている普遍的な能力の育成に寄与するものとして位置づける必要がある。」

これらのことから、技術教育の学習方法には、設計・製作を中核としたものづくりが適当であると考えられており、技術にかかわる知識・技能の習得とともに、技術的素養などの資質・能力の涵養や全人的発達に強く影響することが期待されている。

●設計と製作の学習

設計・製作を中核としたものづくりを通じた学習が進められている技術科では、中学校での授業の実践において、設計と製作の重み付けの認識や授業時間数の格差があることが指摘されている。

全日本中学校技術・家庭科研究会が2014年に行った調査結果では、「材料と加工に関する技術」における「設計・計画」と「製作」の指導内容に対する授業時数の実態が図2のように示されている³⁾。

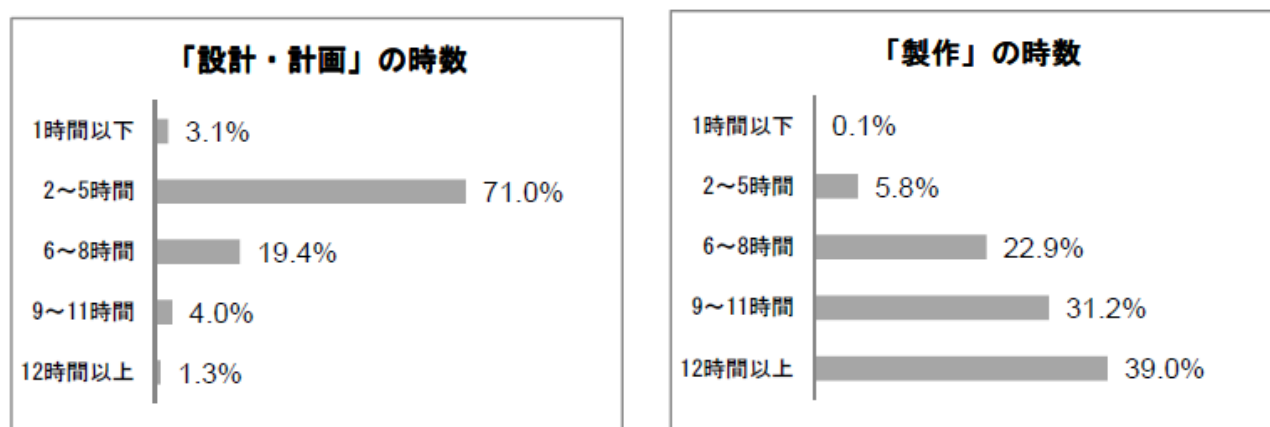


図2 「設計・計画」と「製作」の授業時数の実態
(全日本中学校技術・家庭科研究会調査結果(2014)より)

図2から製作品を考案・設定してその工程などを準備・検討する「設計・計画」にかかわる指導時間は、2～5時間が最も多く示されており、全体の約7割を占めていることがわかる。一方で、材料の加工・組立などを行って「製作」する授業時間は12時間以上と回答する割合が全体の約4割であり、9～11時間と回答している割合を加えると、全体の約7割が「製作」に9時間以上の授業時間要していることがわかる。これらのことから、「A材料と加工に関する技術」の内容の指導に関しては、「製作」に多くの授業時間を当てており、相反して「設計・計画」に関する指導の授業時間は少ないことが明らかになっている。

設計と製作に対する授業時間数の格差は、技術科の授業で用いられる題材の問題点とも関連していると思われる。桐田は、技術科の授業における題材設定の実態として以下のように示している⁴⁾。

「各学校では「ものをつくる」ことを重視し、そのための題材の選定と開発をなされる場合が多い。全日中技・家研や京都市等の若干の調査でも、従来の題材や教科書の題材を直線的に使われているところが圧倒的に多く、教師は選定した題材の開発が学習効果の評価尺度としがちになり、とにかく作り上げれば良いとする方向(やり方主義)を強めている。つまり、教師は学習管理や材料購入の便利さなどを優先して教師が題材を画一的に決めて生徒に与える場合が多い。」

このことは、技術科の題材は、授業が安定して実施され製作品の完成が保証されることが最優先されており、生徒が設計する学習機会を設けることや、設計に関する学習の重要度が矮小化されていることが読み取れる。また、製作の学習活動に付随する丁寧さや安全性への配慮や、製作の学習で主に養うことができる巧緻性などの資質・能力への指向性が推察できる。

●求められる技術科の授業

文部科学省教育課程企画特別部会が2015年8月に学習指導要領改訂の方向性として示した「論点整理」において、技術科の目標・内容の改訂方針のひとつには、「高度な技術製品が普及する社会において、技術に関する科学的な理解を基に技術を適切に評価・活用し、安心・安全な生活の実現に貢献できる力や、技術を創造し、よりよい社会を構築できる力の育成等を図っていくことが求められる。」と示された⁵⁾。このような指摘を踏まえて今山らは、設計の学習に基づいた「Technologyを活用して新たな価値を創造することのできる力」の育成の重要性を指摘している⁶⁾。

また、日本産業技術教育学会は、リーフレット「技術教育の理解と推進」の中で「社会における技術的課題解決を目指し、安全安心で平和な未来の社会を築き支える技術（テクノロジー）を創造する能力や、技術の評価・活用への意思決定に携わる資質（イノベーションやガバナンスを促進する学力・能力）を育む視点から、全ての人々に必要な技術リテラシーを形成する技術教育の理解と推進を目指しています。」として、イノベーションにかかわる資質・能力への指向性を示している。また、技術プロジェクトの発案と評価に大きく関わる横断的内容として「社会安全と技術ガバナンス」とともに「発明・知的財産とイノベーション」を示している⁷⁾。

これらのことから中学校技術科の授業では、「Technologyを活用して新たな価値を創造することのできる力」や「イノベーション」にかかわる資質・能力や内容を扱う必要性が示唆される。そのため、例えば技術科の「A材料と加工に関する技術」での設計の学習においては、その要素である機能、構造、形状、大きさ、材料・部品などの検討事項を行き来しながら総合的に思考内容を修練させて、つくりたいものの構想をまとめていく段階と、構想してきたものの可否について分析的に検討する段階を含め、相補性のある思考過程を備える設計の学習活動を充実させる必要がある（上田2007）²⁾。また、製作の学習に重きを置く従来の授業計画を見直し、設計の学習により重点を当て、求められる資質・能力を育むための重要な学習として位置づける必要がある。

イノベーションにかかわる資質・能力については学校教育での育成の必要性が掲げられている。例えば、科学技術・学術審議会 人材委員会次世代人材育成検討作業部会（2015）による「次世代の科学技術イノベーション人材育成について（これまでの検討の整理）」では、「我が国が高度な科学技術イノベーション力を今後も維持し続けるには、次代を担う子供たちに対し、学校教育全般を通じて、知識・技能のみならず、思考力・判断力・表現力や、主体性を持って多様な人々と協働する態度を養うことが大切である。」と示されている⁸⁾。また、「科学技術基本計画について（答申案）」（2015）では、「我が国が科学技術イノベーション力を持続的に向上していくためには、初等中等教育及び大学教育を通じて、次代の科学技術イノベーションを担う人材の育成を図り、その能力・才能の伸長を促すとともに、理数好きの児童生徒の拡大を図ることが重要である。」との記述がある⁹⁾。山崎は、ITEEAが示すI3（キューブ）の第5学年～第6学年児童のカリキュラムから、技術に関するイノベーションとしての「技術イノベーション」を、「既存の製品、システムあるいはプロセスの改良。」として説明している¹⁰⁾。これらのことから、中学校技術科において、技術イノベーションにかかわる学習内容や学習活動を検討し、社会的に求められている資質・能力の伸長の一端を担うことは重要であると考えられる。

従って、製作品の設計・製作を通して技術にかかわる知識・技能を学ぶ実践的な学習活動を中心として授業が展開される技術科では、これまでの授業実践の傾向にあるように製作の学習で丁寧に製作品をつくるという過程やそこで育成される巧緻性などの資質・能力を十分に尊重しながらも、これまでに適切に扱われてこなかった設計の学習内容や方法論について検討を進め、技術イノベーションに関わる資質・能力の伸長へと結びつけることは重要であると考えられる。

●イングランドのデザインプロセス

イングランドでは、National curriculumのもと、義務教育段階における技術教育をDesign and Technology

で実施している。Design and Technology における方法論として、設計・製作を含んだデザインプロセスが検討されている。このデザインプロセスについて浅田他は以下のように指摘し、表1のように日本の学校教育での学習過程に適用するためのデザインプロセスモデルを示している¹¹⁾。

「技術活動の基礎となっているデザインプロセスは、単なる学習過程や単元、工程というだけでなく、思考技術を育成する重要な学習の対象の一つとしてとらえることができる。デザインプロセスを理解することで、生徒は技術的な問題解決能力を高め、さらに日常的な問題、場面で適用しようとすると考えられる。

英国では、一連の学習過程（デザインプロセス）を通して、創造性を育むことが目指されている。英国におけるデザインプロセスは、思考や創造、発見、予測、実験、製作の決定、絶え間ない評価、必要性の理解、作品の修正などの創造的な技術プロセスとその活動の総体を意味する。また、単に学習過程と言うだけでなく、その過程を経験し、問題解決の方法として学習対象として取り扱われる。そして、「他の分野で学習した知識とスキルを生徒が結合する際、あるいは生徒が新しい問題の解決策にそれらを適用するときに、価値ある方法」とされ、学習者にとっては転移可能な思考ツールとして用いることのできるものとされる。」

表1 デザインプロセスモデル（浅田他文献より）

プロセスの構成要素	説明
①問題の発見	問題に気づき、把握する。生活を振り返り、自分の願いとのへだたりを理解する。
②計画	
解決の方向性決定	解決するための、計画や見とおしを立て、方法や手段を考える。
情報の収集	何をしなければならないのか解決に必要な情報を集める。
選択肢の探索	できるだけ多くの選択肢を挙げる。
解決策の選択	選択肢の中から最もふさわしいものを選ぶ。
計画の具体化	模型や設計図によって計画をわかりやすくまとめる。
③製作・実行	計画にもとづいて、実行する。場合によっては、途中で計画を見直すこともある。
④評価・反省	計画や実行をふり返り、評価・反省する。
⑤再設計	時間や材料があれば問題点を修正する。

また、技術科の教科書を解説する指導書にも、製品の生産プロセスを例としてイングランドのデザインプロセスに類似した内容が以下のように説明されるとともに、表2のような過程が示されている¹²⁾。

「製品誕生のプロセスとは、人間の生み出す製品の機能や特徴を決定する、あるいは最適化するための繰り返しのプロセスであり、単なる試行錯誤やひらめきに基づくものではない。また、設計－製作－出荷というような単純な直線的プロセスでもない。修正と改良が繰り返されるこのプロセスは、過去から未来まで営々と続く人間の営みそのものといえる。

（中略）

この反復のプロセスは、あらゆる技術活動の基礎となるものである。技術の学習においても、このプロセスは、技術の基礎・基本の1つとして学習されるべきであり、日常的な問題においてこれを適用できる能力を育成していくことが必要と考えられる。」

これらの文献に示されるデザインプロセスの特徴を分析すれば、まず、計画や試作を元に改善点を見だして修正・改善を行うためのフィードバックの過程が設けられていることが注目できる。例えば、表1のデザインプロセスモデルでは「③製作・実行」から、場合によっては「②計画」を見なおす過程が示されている。また、表2の製品誕生のプロセスでは、「Ⅲ解決方法の具体化：⑩評価結果に基づき、問題があれば何度も再設計し、試

表2 製品誕生のプロセス（東京書籍指導書より）

<p>I 生活や社会の中から問題の発見</p>	<p>①社会の問題を認識し、詳しく調査する。 ②結果を基に問題を解決する基本的な枠組みを決定する。 ③解決策の立案に必要な情報をさらに収集する。</p>	
<p>II 技術的な解決方法の決定</p>	<p>④解決のための選択肢を作る。 ⑤選択肢を図や模型として表す。 ⑥選択肢を整理し、最善策を選択する。</p>	
<p>III 解決方法の具体化</p>	<p>⑦工程を検討する。 ⑧試作品（プロトタイプ）を作る。 ⑨実験等を繰り返し、評価する。 ⑩評価結果に基づき、問題があれば何度も再設計し、試作、評価を行う。（→II 技術的な解決方法の決定、～）</p>	
<p>IV 技術の活用と問題の解決</p>	<p>⑪技術的製品を生産する ⑫社会や生活の問題に適用する（市場への投入）</p>	

・「社会に存在する解決すべき技術的課題」として「人間の欲求や要求：便利さ、豊かさ、楽しさ、合理性などの追求、実現」、「社会や生活の問題：生活環境の改善、社会的なインフラの整備、発展、文化や伝統の維持」、「自然環境との共生：低炭素社会の実現、持続可能な開発、資源の利用」を示している。

作、評価を行う。」において、「II 技術的な解決方法の決定」へと戻る過程が明示されている。すなわち、試行錯誤的に「③製作・実行」や「III 解決方法の具体化」を遂行するだけでなく、その基盤としてある「②計画」や「II 技術的な解決方法の決定」に重きを置き、常にそれを参照して更新する学習活動をねらいとしていることが推察される。

もう一つは、設計・製作を含む全てのプロセスを技術的な問題の解決と捉え、それらの学習を踏まえて日常生活や社会で活用できる能力に敷衍することを意図している点である。このことは特に、表1のデザインプロセスでは「⑤再設計」から「①問題への発見」へと至る過程があることから推測できる。また、表2の製品誕生のプロセスでは、「IV 技術の活用と問題の解決」から技術的課題に適用して、再度「I 生活や社会の中から問題の発見」へと至る過程が意図されていることから推察できる。すなわち、技術的な課題解決能力から一般的な問題解決能力に関する資質・能力の向上に寄与することが期待されていると考えられる。

これらのことから、デザインプロセスの学習過程からは、製作・試行の実行に基づく評価・反省的なフィードバックループを強調し、技術的な課題解決のプロセスを繰り返し学習することで、一般的な問題解決過程に発展させることの意図が推察できる。この意図は、日本の技術科において、製作品の設計・製作を通して技術にかかわる知識・技能を学ぶ実践的な学習活動を中心として授業が展開されるねらいとの類似点が指摘できる。その一方で、計画や技術的な解決方法の決定などの設計にかかわる学習活動を重要視していることも推察でき、日本の技術科において設計・製作の授業時間や重み付けの格差があることとの異質性が指摘できる。

また、ここで参照したデザインプロセスや製品誕生のプロセスは、設計・製作から運用後の改善までを含めた一連の過程を示している。そのため、日本の学校教育で行われる授業時間あたりもしくは設計・製作の各段階に

おける方法論としては適用しにくいのではないかとと思われる。そのため、技術科の授業において、イノベーションに結びつく構想設計の在り方を検討し、授業の方法論として示していくためには、「①問題の発見」から「②計画」(表1)、「Ⅰ生活や社会の中から問題の発見」から「Ⅱ技術的な解決方法の決定」(表2)、へと至るまでの学習の方法を詳細かつ明確にすることが求められると考えられる。また、「②計画」(表1)や「Ⅱ技術的な解決方法の決定」(表2)の方法論についても詳細に検討していく必要があると思われる。

●問題解決と設計

デザインプロセスで重要視されている問題解決の考え方を検討する。

細島は、問題を目標(あるべき姿)と現実とのギャップ(差異)と捉えた場合、大きく2つの種類に分けられるとしている¹³⁾。ひとつは現状復帰をねらいとする受け身の取り組みである「発生型問題」である。「発生型問題」はさらに目標とした到達目標への不達成が招く「目標不達型問題」と、維持すべき正常問題から逸脱して異常問題が発生する「異常発生型問題」に分けられる。

もう一つは、現状からの改革・転換を目指した積極的な取り組みである「設定型問題」と「将来型問題」である。「設定型問題」は、受け身の問題ではなく、改善・改革活動のように、積極的に新たな到達目標を設定することで現状とのギャップが生じた問題である。表面化していない潜在問題や認識されていない問題を発見し、定義し、目標を定め解決することが目指される。「将来型問題」はこれからどうするかこれからどうするか、どこに向かうかという、現状からの転換を目指したものである。将来に対する懸念などの裏返しとして、こんなことをやりたい、こういう状態になりたいという願望である。

これらの問題の類型の特徴は図3のように示されている。

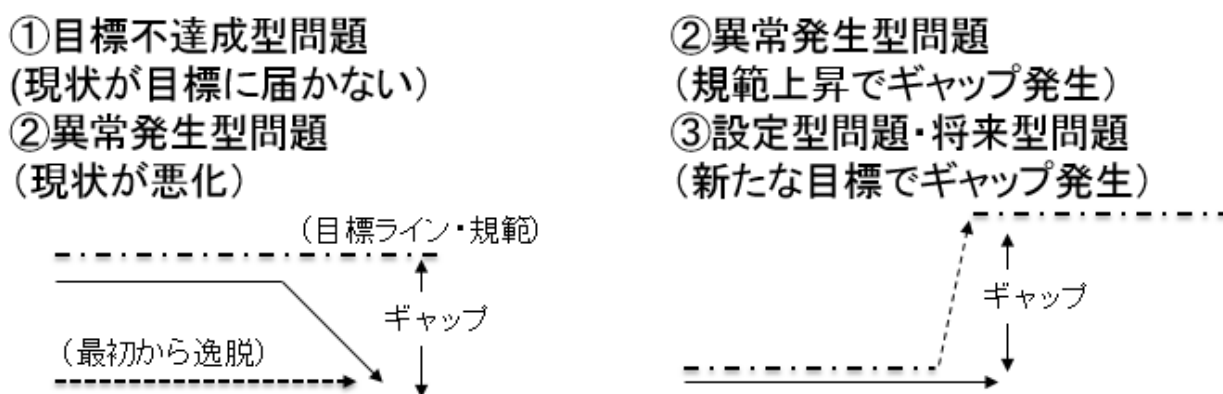


図3 問題の類型と目標と現状(よくわかる問題解決の本, より)

この問題の類型とデザインプロセスで示された過程を対応させると、計画や試作を元に改善点を見いだして修正・改善を行うためのフィードバックの過程は、目標とする現状が悪化してしまったことや意図したように計画・設計できなかったことから生じる左図の「発生型問題」の2つに該当するのではないかとと思われる。一方で、何か新しいものを構想設計するプロセスは、調査などに基づいて新たな目標を設定しそのギャップを埋めるための「設定型問題」、「将来型問題」に対応すると思われるため、右図に該当するのではないかと考えられる。

このことから、中学校技術科においてイノベーションにつなげる構想設計学習の方法論を検討するためには、右図に示される「設定型問題」や「将来型問題」に関する目標設定を視野に入れ、積極的な問題の提起や企画を含んだ学習過程を構成するための方法論を考えていく必要性が示唆される。

●プロダクトデザインの基礎

「設定型問題」や「将来型問題」に類型される構想設計の問題状況を授業で扱う指針を得るために、プロダクトデザインのプロセスを参照する。プロダクトデザインではデザインを進行させるための手順として表3の手順①～⑥が示されている¹⁴⁾。

「①デザイン計画」は、デザインプロセスの各段階でどのような活動をするのか、など計画を作成する手順である。「②デザイン情報の収集・整理」は、デザインに必要な情報を集めて整理する手順である。ここでいうデザイン情報とは、対象となるユーザ情報、競合商品情報、対象となる商品に関連するビジネス情報、対象となる商品に関連する技術情報、などが該当する。「③デザイン目標の設定」は、ユーザ視点の目標とビジネス視点の目標を考慮し、デザイン目標を設定する手順である。手法にはペルソナ手法（どんな人に）、シナリオ手法（どのように）などがある。「④デザインコンセプトの立案」は、収集したデザイン情報とデザイン目標を基にデザインコンセプトを創り出し、アイデアを視覚化、デザイン評価を実施する。さらにデザインコンセプトの仕様（デザイン企画書）としてまとめる手順である。「⑤詳細デザインの検討」は、決定したデザインコンセプトを商品として

表3 代表的なデザインプロセス（プロダクトデザインの基礎より）

代表的な デザインプロセス	企業の商品開発に対応したデザインプロセス			補足方法	
	経営 プロセス	商品開発 プロセス	デザインプロセス		
①デザイン計画 ②デザイン情報の収集・整理 ③デザイン目標の設定	企画	商品企画	デザイン企画	デザイン計画	⇒ユーザ調査
			デザイン情報収集 デザイン目標設定	<ul style="list-style-type: none"> ・デザイン情報収集 ・デザイン調査、分析 ・デザイン目標設定 	
④デザインコンセプトの立案			デザインコンセプトのプロセス	<ul style="list-style-type: none"> ・コンセプトデザイン検討(発想、アイデアなど) ・アイデアの視覚化(スケッチ、モックアップなど) ・デザイン評価 ・デザイン企画(デザインコンセプト仕様書) 	⇒デザイン手法
⑤詳細デザインの検討	開発	商品開発	デザイン開発	詳細デザインのプロセス <ul style="list-style-type: none"> ・コンセプトデザイン確認 ・詳細デザイン検討 ・詳細モデル作成 ・デザイン評価 ・詳細デザイン仕様作成 ・詳細デザインデータ作成 	⇒技術者と
			開発支援のプロセス	<ul style="list-style-type: none"> ・開発設計支援 ・開発試作支援 ・開発試作評価支援 	⇒技術者と
⑥デザインフォロー	製図・販売	製造 営業	デザインフォロー (製造・営業段階)	量産設計支援のプロセス <ul style="list-style-type: none"> ・量産設計検討 ・量産設計図面(またはデータ)作成 ・量産設計仕様作成 	
			量産試作支援のプロセス	<ul style="list-style-type: none"> ・量産試作検討 ・量産試作 ・量産試作評価、分析 	
			営業支援のプロセス プロダクトライフサイクル支援 のプロセス	<ul style="list-style-type: none"> ・ビジュアルデザイン戦略検討 ・商品関連デザイン(パッケージ、マニュアル) ・宣伝、反則デザイン(カタログ、店頭など) ・ユーザ調査企画 ・ユーザ調査企画ユーザ調査実施、分析 ・対応提案 	⇒ユーザ調査

市場に導入できるようにするために、詳細なデザインを検討する手順である。「⑥デザインフォロー」は、詳細モデルやデザイン評価などを実施して、量産可能なデザイン仕様を決定する手順である。決定した仕様に基づく商品を市場に円滑に効果的に導入するために、開発部門や製造部門、営業部門を支援し、次期開発に向けて活動することも含まれる。

上記に示した①～⑥の手順は、概ね中学校技術科で行われている構想設計の過程と類似していると思われる。例えば教科書などで示されている構想設計の手順として、使用目的や使用条件を明確にする過程が「②デザイン情報の収集・整理」、 「③デザイン目標の設定」、 「④デザインコンセプトの立案」に該当する。その後、構想設計した作品の作図をする過程は「⑤詳細デザインの検討」に該当する。また、製作工程を考え製作に移ろうとする過程は「⑥デザインフォロー」に該当することが考えられる。

この中で、中学校技術科の教科書よりも丁寧に扱われており、技術科の授業では比較的扱われることが少ないと考えられるのは、デザインコンセプトを作り出す手順である「②デザイン情報の収集・整理」、 「③デザイン目標の設定」、 「④デザインコンセプトの立案」と考えられる。デザインコンセプトの概念や、それを設定する手法は次のように説明されている。

「デザインコンセプトとは、デザインに関わる方向性をまとめた基本的な概念のことです。収集・整理したデザイン情報とデザイン目標をもとに、デザインコンセプトを作り出し、アイデアをスケッチやプロトタイプなどで視覚化し、デザイン評価を実施し、デザインコンセプトの仕様としてまとめます。デザインコンセプトの仕様は、デザイン企画書などとも呼ばれます。」

「デザインコンセプトの仕様を作るには、コンセプト起案法・発想法・スケッチ・ダイアグラム・プロトタイプなどの手法を活用します。必要な情報を収集し、目標を明確にして、デザインの基本的な概念であるデザインコンセプトを作ります。さらにデザインコンセプトを視覚化し、それを検証してデザイン仕様としてまとめます。」

コンセプトや目標を明確にする手法には、要求仕様、ペルソナ法、シナリオ法などがあり、それらを表現するためにスケッチ、簡易プロトタイプ、ダイアグラムなどが用いられると示されている。また、必要があれば、ストーリー化、イメージ化、マップ化などの手法もとられる。

一方で、提案型デザインプロセスとして、ユーザが気づいていない問題を解決した商品や、これまでに無い新しい商品を提案するプロセスをアドバンスデザインとしている。アドバンスデザインの概要やアプローチは次のように説明されている。

「アドバンスデザインは、将来のデザイン戦略を創出するためのデザイン活動。近い将来に可能と思える、新しい生活を提案するデザインなどを提案する。例えば未来のライフスタイルを変える製品のデザイン提案などが該当する。「先行開発のためのデザイン」、「フューチャーデザイン」などとも呼ばれる。その役割としては、①企業デザイン戦略策定づくり、②商品デザイン戦略づくり、③ブランドイメージの向上、④企業や組織の人材育成などがある。」

アプローチの方法としては、「調査や分析を通して将来の商品のデザインを提示するプロセス」「プロダクトデザイナーの気づきにより、直感的に将来の商品のデザインを提示するプロセス」「ユーザとのコラボレーションを通じて、将来の商品のデザインを提示するプロセス」が示されている。

●イノベーションにつながる構想設計の方法論へ向けて

これまでに参照した文献に基づいて、中学校技術科の授業で、イノベーションにつながる構想設計の学習を行うための方法論に関する方針をまとめる。

まず、イングランドのデザインプロセスや問題解決の類型から、調査などに基づいて新たな目標を設定し、そのギャップを埋める企画や製品を構想設計する「設定型問題」、 「将来型問題」などの学習過程を指針とすること

の必要性が示唆された。また、プロダクトデザインの思想に基づくと、中学校技術科の授業で比較的扱われていないのは、収集・整理した情報と目標をもとに、デザインコンセプトを作り出していく過程であることが考えられた。また、新しい生活や社会を提案するアドバンスデザインという考え方があることがわかった。

これらのことから、本研究課題で扱う「中学校技術科の授業でのイノベーションにつながる構想設計の学習を行うための方法論」としては、設計にかかわる状況など調査・分析してコンセプトとなる目標や企画を立案する「設定型問題」の解決に類似した「コンセプトデザイン」と、学習した技術とその可能性を踏まえて新しい社会・生活を考える「将来型問題」の解決に類似した「アドバンスデザイン」として、この研究で目指すイノベーションにつながる技術科の構想設計の方法として位置づける。それぞれの概略を図4、図5に示す。

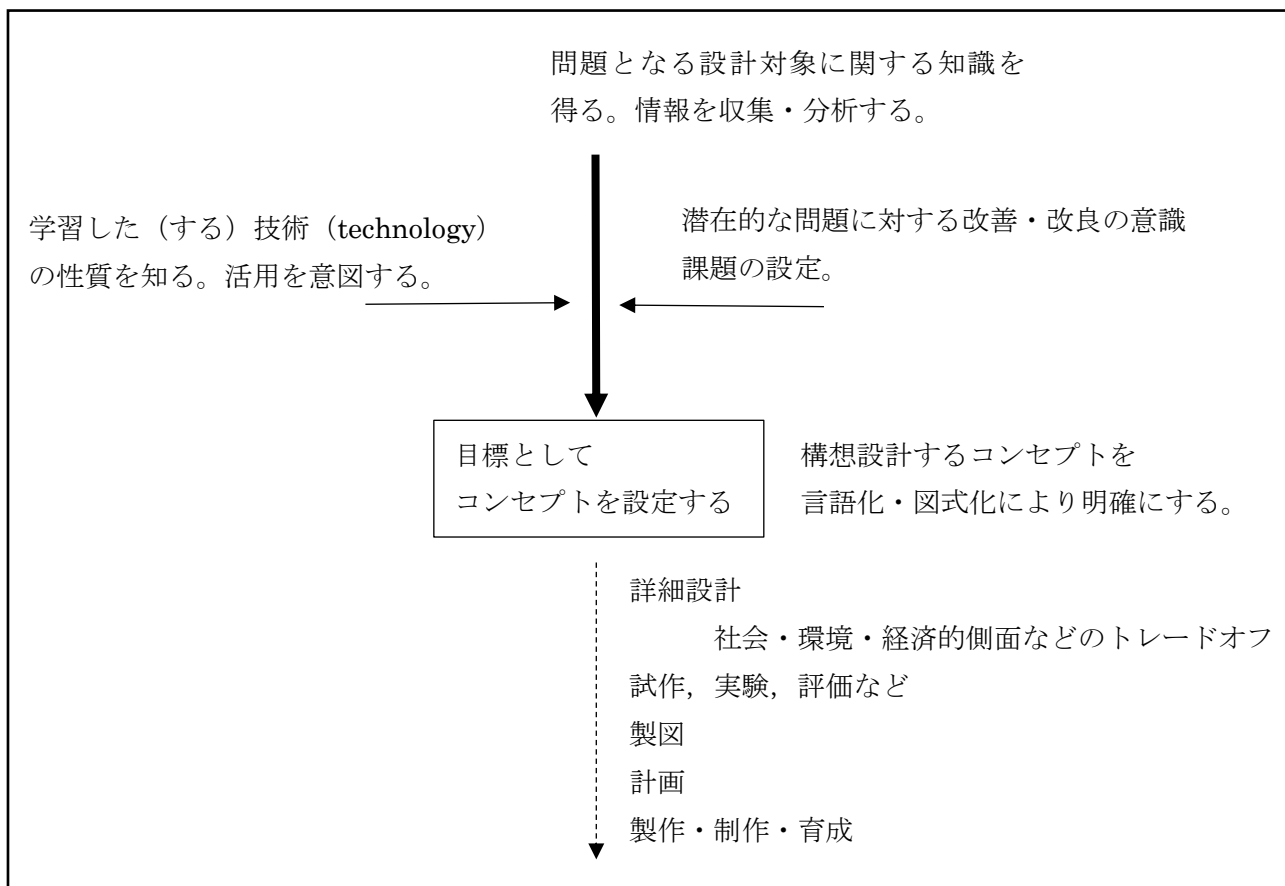


図4 「コンセプトデザイン」の概要

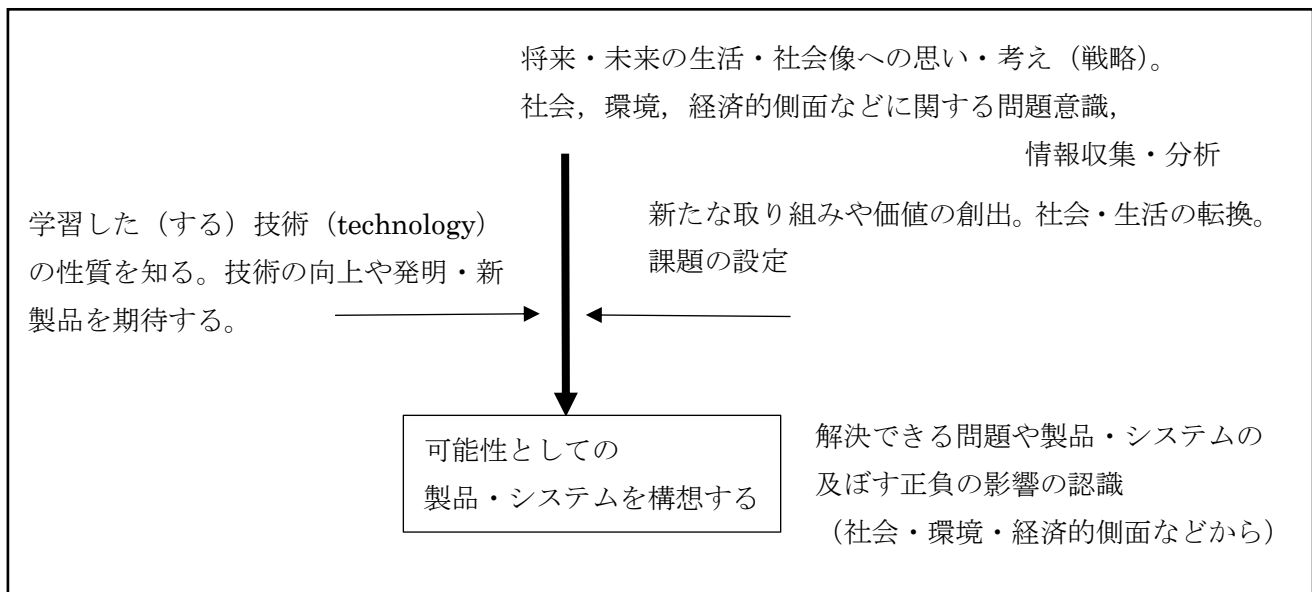


図5 「アドバンスデザイン」の概要

参考・引用文献

- 1) 日本産業技術教育学会：21世紀の技術教育（改訂），日本産業技術教育学会第54巻第4号別冊（2012）
- 2) 上田邦夫：学習者の思考内容に基づいたものづくり学習の構想設計，風間書房（2007）
- 3) 全国中学校産業教育教材振興協会：中学校技術・家庭科における技術教育課程に関わる調査報告（2014）
- 4) 桐田襄一：技術科教育の現状と課題：近代文藝社（1994）
- 5) 文部科学省：教育課程企画特別部会における論点整理について（報告）（2015）
- 6) 今山延洋他：今・求められている「設計」の指導と展開，開隆堂出版（2015）
- 7) 日本産業技術教育学会：技術教育の理解と推進（2013）
- 8) 科学技術・学術審議会 人材委員会次世代人材育成検討作業部会：次世代の科学技術イノベーション人材育成について（これまでの検討の整理）（2015）
- 9) 内閣府：科学技術基本計画について（答申案）（2015）
- 10) 山崎貞登：防災・エネルギー・リスク評価リテラシー育成の科学・技術連携カリキュラムの開発，平成25年度～27年度科学研究費補助金（基盤研究(C)）第2年次研究成果報告書（2015）
- 11) 浅田茂裕他：技術教育におけるデザインプロセス学習の意義について，埼玉大学紀要教育学部59(1)，33-42（2010）
- 12) 新しい技術・家庭技術分野教師用指導書指導資料：東京書籍（2012）
- 13) 細島章：よくわかる「問題解決」の本，日刊工業新聞社（2012）
- 14) JIDA「プロダクトデザインの基礎」編集委員会：プロダクトデザインの基礎 スマートな生活を実現する71の知識，ワークスコーポレーション（2014）

谷田親彦（広島大学）

第2章 新学習指導要領における構想設計の位置づけ

●平成29年3月に公示された中学校学習指導要領より、技術・家庭科技術分野に関連する箇所を抜粋して示す。

第8節 技術・家庭

目標

生活の営みに係る見方・考え方や技術の見方・考え方を働かせ、生活や技術に関する実践的・体験的な活動を通して、よりよい生活の実現や持続可能な社会の構築に向けて、生活を工夫し創造する資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

(1)生活と技術についての基礎的な理解を図るとともに、それらに係る技能を身に付けるようにする。

(2)生活や社会の中から問題を見いだして課題を設定し、解決策を構想し、実践を評価・改善し、表現するなど、課題を解決する力を養う。

(3)よりよい生活の実現や持続可能な社会の構築に向けて、生活を工夫し創造しようとする実践的な態度を養う。

〔技術分野〕

目標

技術の見方・考え方を働かせ、ものづくりなどの技術に関する実践的・体験的な活動を通して、技術によってよりよい生活や持続可能な社会を構築する資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

(1)生活や社会で利用されている材料、加工、生物育成、エネルギー変換及び情報の技術についての基礎的な理解を図るとともに、それらに係る技能を身に付け、技術と生活や社会、環境との関わりについて理解を深める。

(2)生活や社会の中から技術に関わる問題を見いだして課題を設定し、解決策を構想し、製作図等に表現し、試作等を通じて具体化し、実践を評価・改善するなど、課題を解決する力を養う。

(3)よりよい生活の実現や持続可能な社会の構築に向けて、適切かつ誠実に技術を工夫し創造しようとする実践的な態度を養う。

内容

A 材料と加工の技術

(1)生活や社会を支える材料と加工の技術について調べる活動などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 材料や加工の特性等の原理・法則と、材料の製造・加工方法等の基礎的な技術の仕組みについて理解すること。

イ 技術に込められた問題解決の工夫について考えること。

(2)生活や社会における問題を、材料と加工の技術によって解決する活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 製作に必要な図をかき、安全・適切な製作や検査・点検等ができること。

イ 問題を見いだして課題を設定し、材料の選択や成形の方法等を構想して設計を具体化するとともに、製作の過程や結果の評価、改善及び修正について考えること。

(3)これからの社会の発展と材料と加工の技術の在り方を考える活動などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 生活や社会、環境との関わりを踏まえて、技術の概念を理解すること

イ 技術を評価し、適切な選択と管理・運用の在り方や、新たな発想に基づく改良と応用について考えること。

B 生物育成の技術

(1) 生活や社会を支える生物育成の技術について調べる活動などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 育成する生物の成長、生態の特性等の原理・法則と、育成環境の調節方法等の基礎的な技術の仕組みについて理解すること。

イ 技術に込められた問題解決の工夫について考えること。

(2) 生活や社会における問題を、生物育成の技術によって解決する活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 安全・適切な栽培又は飼育、検査等ができること。

イ 問題を見いだして課題を設定し、育成環境の調節方法を構想して育成計画を立てるとともに、栽培又は飼育の過程や結果の評価、改善及び修正について考えること。

(3) これからの社会の発展と生物育成の技術の在り方を考える活動などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 生活や社会、環境との関わりを踏まえて、技術の概念を理解すること

イ 技術を評価し、適切な選択と管理・運用の在り方や、新たな発想に基づく改良と応用について考えること。

C エネルギー変換の技術

(1) 生活や社会を支えるエネルギー変換の技術について調べる活動などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 電気、運動、熱の特性等の原理・法則と、エネルギーの変換や伝達等に関わる基礎的な技術の仕組み及び保守点検の必要性について理解すること。

イ 技術に込められた問題解決の工夫について考えること。

(2) 生活や社会における問題を、エネルギー変換の技術によって解決する活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 安全・適切な製作、実装、点検及び調整等ができること。

イ 問題を見いだして課題を設定し、電気回路又は力学的な機構等を構想して設計を具体化するとともに、製作の過程や結果の評価、改善及び修正について考えること。

(3) これからの社会の発展とエネルギー変換の技術の在り方を考える活動などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 生活や社会、環境との関わりを踏まえて 技術の概念を理解すること

イ 技術を評価し、適切な選択と管理・運用の在り方や、新たな発想に基づく改良と応用について考えること。

D 情報の技術

(1) 生活や社会を支える情報の技術について調べる活動などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 情報の表現、記録、計算、通信の特性等の原理・法則と、情報のデジタル化や処理の自動化、システム化、情報セキュリティ等に関わる基礎的な技術の仕組み及び情報モラルの必要性について理解すること。

イ 技術に込められた問題解決の工夫について考えること。

(2)生活や社会における問題を、ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによって解決する活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 情報通信ネットワークの構成と、情報を利用するための基本的な仕組みを理解し、安全・適切なプログラムの制作、動作の確認及びデバッグ等ができること。

イ 問題を見いだして課題を設定し、使用するメディアを複合する方法とその効果的な利用方法等を構想して情報処理の手順を具体化するとともに、制作の過程や結果の評価、改善及び修正について考えること。

(3)生活や社会における問題を、計測・制御のプログラミングによって解決する活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 計測・制御システムの仕組みを理解し、安全・適切なプログラムの制作、動作の確認及びデバッグ等ができること。

イ 問題を見いだして課題を設定し、入出力されるデータの流れを元に計測・制御システムを構想して情報処理の手順を具体化するとともに、制作の過程や結果の評価、改善及び修正について考えること。

(4)これからの社会の発展と情報の技術の在り方を考える活動などを通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 生活や社会、環境との関わりを踏まえて、技術の概念を理解すること

イ 技術の評価し、適切な選択と管理・運用の在り方や、新たな発想に基づく改良と応用について考えること。

3 内容の取扱い

(1)内容の「A材料と加工の技術」については、次のとおり取り扱うものとする。

ア (1)については、我が国の伝統的な技術についても扱い、緻密なものづくりの技などが我が国の伝統や文化を支えてきたことに気付かせること。

イ (2)の製作に必要な図については、主として等角図及び第三角法による図法を扱うこと。

(2)内容の「B生物育成の技術」については、次のとおり取り扱うものとする。

ア (1)については、作物の栽培、動物の飼育及び水産生物の栽培のいずれも扱うこと。

イ (2)については、地域固有の生態系に影響を及ぼすことのないよう留意するとともに、薬品を使用する場合には、使用上の基準及び注意事項を遵守させること。

(3)内容の「Cエネルギー変換の技術」の(1)については、電気機器や屋内配線等の生活の中で使用する製品やシステムの安全な使用についても扱うものとする。

(4)内容の「D情報の技術」については、次のとおり取り扱うものとする。

ア (1)については、情報のデジタル化の方法と情報の量、著作権を含めた知的財産権、発信した情報に対する責任、及び社会におけるサイバーセキュリティが重要であることについても扱うこと。

イ (2)についてはコンテンツに用いる各種メディアの基本的な特徴や、個人情報の保護の必要性についても扱うこと。

(5)各内容における(1)については、次のとおり取り扱うものとする。

ア アで取り上げる原理や法則に関しては、関係する教科との連携を図ること。

イ イでは、社会からの要求、安全性、環境負荷や経済性などに着目し、技術が最適化されてきたことに気付かせること。

ウ 第1学年の最初に扱う内容では、3年間の技術分野の学習の見通しを立てさせるために内容のA材料と加工の技術からD情報の技術までに示す技術について触れること。

(6) 各内容における(2)及び内容の「D情報の技術」の(3)については、次のとおり取り扱うものとする。

ア イでは、各内容の(1)のイで気付かせた見方・考え方により問題を見いだして課題を設定し、自分なりの解決策を構想させること。

イ 知的財産を創造、保護及び活用しようとする態度、技術に関わる倫理観、並びに他者と協働して粘り強く物事を前に進める態度を養うことを目指すこと。

ウ 第3学年で取り上げる内容では、これまでの学習を踏まえた統合的な問題について扱うこと。

エ 製作・制作・育成場面で使用する工具・機器や材料等については、図画工作科等の学習経験を踏まえるとともに、安全や健康に十分に配慮して選択すること。

(7) 内容の「A材料と加工の技術」「B生物育成の技術」「Cエネルギー変換の技術」の(3)及び内容の「D情報の技術」の(4)については、技術が生活の向上や産業の継承と発展、資源やエネルギーの有効利用、自然環境の保全等に貢献していることについても扱うものとする。

第3 指導計画の作成と内容の取扱い

1 指導計画の作成に当たっては、次の事項に配慮するものとする。

(1)題材など内容や時間のまとまりを見通して、その中で育む資質・能力の育成に向けて、生徒の主体的・対話的で深い学びの実現を図るようにすること。その際、生活の営みに係る見方・考え方や技術の見方・考え方を働かせ、知識を相互に関連付けてより深く理解するとともに、生活や社会の中から問題を見いだして解決策を構想し、実践を評価・改善して、新たな課題の解決に向かう過程を重視した学習の充実を図ること。

(2)技術分野及び家庭分野の授業時数については、3学年間を見通した全体的な指導計画に基づき、いずれかの分野に偏ることなく配当して履修させること。その際、各学年において、技術分野及び家庭分野のいずれも履修させること。

家庭分野の内容のA家族・家庭生活の(4)、B衣食住の生活の(7)及び「C消費生活・環境」の(3)については、これら三項目のうち、一以上を選択し履修させること。その際、他の内容と関連を図り、実践的な活動を家庭や地域などで行うことができるよう配慮すること。

(3)技術分野の内容の「A材料と加工の技術」から「D情報の技術」まで、及び家庭分野の内容の「A家族・家庭生活」から「C消費生活・環境」までの各項目に配当する授業時数及び各項目の履修学年については、生徒や学校地域の実態等に応じて各学校において適切に定めること。その際、家庭分野の内容の「A家族・家庭生活」の(1)については、小学校家庭科の学習を踏まえ、中学校における学習の見通しを立てさせるために、第1学年の最初に履修させること。

(4)各項目及び各項目に示す事項については、相互に有機的な関連を図り、総合的に展開されるよう適切な題材を設定して計画を作成すること。その際、生徒や学校、地域の実態を的確に捉え、指導の効果を高めるようにすること。また、小学校における学習を踏まえるとともに、高等学校における学習を見据え、他教科等との関連を明確にして系統的・発展的に指導ができるようにすること。さらに、持続可能な開発のための教育を推進する視点から他教科等との連携も図ること。

(5)障害のある生徒などについては、学習活動を行う場合に生じる困難さに応じた指導内容や指導方法の工夫を計画的、組織的に行うこと。

(6)第1章総則の第1の2の(2)に示す道徳教育の目標に基づき、道徳科などとの関連を考慮しながら、第3章特別の教科道徳の第2に示す内容について、技術・家庭科の特質に応じて適切な指導をすること。

2 第2の内容の取扱いについては、次の事項に配慮するものとする。

(1)指導に当たっては、衣食住やものづくりなどに関する実習等の結果を整理し考察する学習活動や、生活や社会における課題を解決するために言葉や図表、概念などを用いて考えたり、説明したりするなどの学習活動の充実を図ること。

(2)指導に当たっては、コンピュータや情報通信ネットワークを積極的に活用して、実習等における情報の収集・整理や、実践結果の発表などを行うことができるように工夫すること。

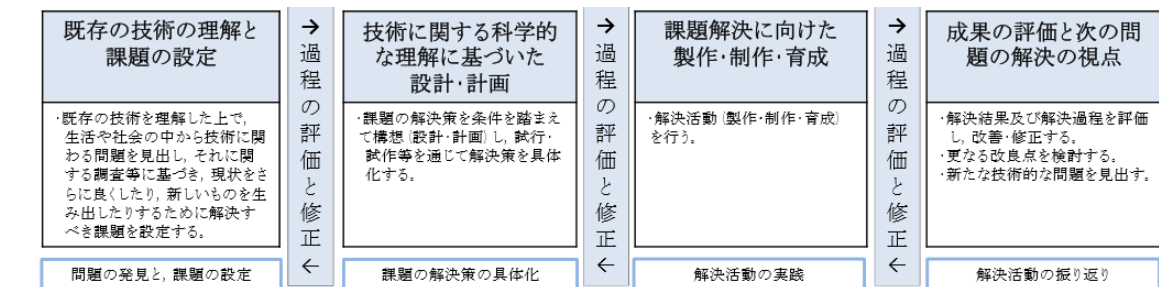
(3)基礎的・基本的な知識及び技能を習得し、基本的な概念などの理解を深めるとともに、仕事の楽しさや完成の喜びを体得させるよう、実践的・体験的な活動を充実すること。また、生徒のキャリア発達を踏まえて学習内容と将来の職業の選択や生き方との関わりについても扱うこと。

(4)資質・能力の育成を図り、一人一人の個性を生かし伸ばすよう、生徒の興味・関心を踏まえた学習課題の設定、技能の習得状況に応じた少人数指導や教材・教具の工夫など個に応じた指導の充実に努めること。

(5)生徒が、学習した知識及び技能を生活に活用したり、生活や社会の変化に対応したりすることができるよう、生活や社会の中から課題を見いだして課題を設定し解決する学習活動を充実するとともに、家庭や地域社会、企業などとの連携を図るよう配慮すること。

3 実習の指導に当たっては、施設・設備の安全管理に配慮し、学習環境を整備するとともに、火気、用具、材料などの取扱いに注意して事故防止の指導を徹底し、安全と衛生に十分留意するものとする。その際、技術分野においては、正しい機器の操作や作業環境の整備等について指導するとともに、適切な服装や防護眼鏡・防塵マスクの着用、作業後の手洗いの実施等による安全の確保に努めることとする。家庭分野においては、幼児や高齢者と関わるなど校外での学習について、事故の防止策及び事故発生時の対応策等を綿密に計画するとともに、相手に対する配慮にも十分留意するものとする。また、調理実習については、食物アレルギーにも配慮するものとする。

●また、家庭・技術・家庭WGのまとめ資料には技術分野の学習過程のイメージは、以下のように表されている。



【目指す資質・能力と学習評価の場面の例】

知識・技能	・技術に用いられている科学的な原理・法則の理解
	・技術の概念の理解 ○技術の役割と、生活や社会、環境に与える影響についての理解
思考力 判断力 表現力	○技術を安全・適切に管理・運用できる技能
	○生活や社会の中から技術に関わる問題を見だし、解決すべき課題を設定する力
	○課題の解決策を条件を踏まえて構想(設計・計画)する力 ○試行・試作等を通じて解決策を具体化する力
態度	○課題の解決結果及び解決過程を評価し、改善・修正する力
	○課題の解決策を製作図、流れ図、作業計画表等に表す力
	○進んで技術と関わり、主体的に技術を理解し、技能を身に付けようとする態度
	○自分なりの新しい考え方やとらえ方によって、解決策を構想しようとする態度
	○自らの問題解決及びその過程を振り返り改善・修正しようとする態度
	○知的財産を創造・保護・活用しようとする態度・技術に関わる倫理観・他者と協働して粘り強く物事を前に進める態度

* 上記に示す各学習過程は例示であり、条例に限定されるものではないこと

「A 材料と加工の技術」における構想設計のポイント

●材料と加工の技術における学習の捉え方

材料と加工の技術の内容に関しては、技術科が中学校に設置された 1958 年当初から、木材加工や金属加工の領域において実践されてきました。このような加工の内容に関しては、技術科の前身として捉えられている戦前の手工科や戦時中の芸能科工作、戦後の職業・家庭科において、木工や金工、竹工等のように、木、金属、竹等の材料を使って、物品を正確に製作する技能（人間の内面に存在する技術的能力）を習得する内容が重視されてきたことが大きく影響しているものと考えられます¹⁾。2008 年に改訂された中学校学習指導要領では、このような内容が発展的に整理され、材料と加工に関する技術の内容として構成されました²⁾。この内容には、材料を加工する技術の学習だけでなく、材料の技術を学習する内容が取り入れられている点は、従来の技術科の歴史から考えて、大きな転換点であったと考えることができます。ただし、実際の中学校における現場では、木工等の活動が歴史的に普及してきた背景から、依然として 1 枚の板から、本立てやラック等を製作する木工の課題や金属丸棒の切断、折り曲げ等の金工の課題を含めて、一つの製作題材を製作する学習が展開されて場合が多いのが現状です。このような技術科の長い歴史の中で形成されてきた木工や金工等が中心となる製作学習について、構想設計の視点に立って、新たな授業を実践するためには、それなりの教材の準備と大きな視点の転換が必要になります。心して、材料と加工の技術を学習するための構想設計の在り方について考えない限り、身の回りにある住宅や家具、高層ビル、橋等における安全性や快適性を踏まえた技術の基礎を学習することは難しいと言えます。

●材料と加工の技術の学習における構想設計の位置付け

技術科における材料と加工の技術の学習に関して、構想設計の内容を確かな学習内容という形で実践できるようにするためには、曖昧な設計における学習内容を次の段階 1)概念設計、2)詳細設計、3)設計の表現（製図）に分けて提案し、授業に取り入れていくことが重要になります。従来から、技術科における設計学習は、製図と考えている指導者が多いようです。このような考え方は、既存の学習内容の構成から考えて、製図の学習の中に構想のための立体成形の考え方等が含まれている点を考慮すると、設計=製図と考える点には一定の理解ができます。ただし、このような考え方は、上記の 1)や 2)の学習内容が明確に提示されていない既存の技術科の現状に起因していると考えられます。したがって、構想設計を重視した学習を展開するためには、既存の製図の学習に加え、上記の 1)と 2)の学習内容の提示とそれに伴う実践が必要になります。

●材料と加工の技術における新しい設計学習の考え方

材料と加工の技術における構想設計の学習内容を明確にするためには、学習のプロセスにおける設計→試作→製作ができる学習を考える必要があります。そのためには、設計→試作、試作→製作の学習をスムーズに往来できる学習内容が重要になります。

図 1 は DL 材と呼ばれる木材の規格材で構成された教材³⁾を用いて、設計→試作→製作のプロセスを経て完成した作品例です。これまで、技術科における材料加工の学習で問題となっていたところは、木材の 1 枚板を用いてけがきを行い、切り代や削り代を設定して、材料を切断し、最終的にかなややすりを使って、丁寧な部品加工に多くの製作の時間を要している点です。このような材料加工の学習は、丁寧に作品を仕上げるという側面では、技術科が以前から大事にしてきた技能（人間の内面に存在する技術的能力）の内容を含んでいます。これに対して、本作品例に用いている規格材としての DL（ディメンジョンランバー）材は、切り代や削り代による部品加工が少なく、所定の規格で定められた角材を組み合わせ、作品を構成設計できる点に特徴があります。また、規格材と相似形をしたプラスチック模型材を用いて、事前に設計→試作を行っている点も特徴があります。

以上のような、模型材を用いた設計→試作、模型材と相似形の規格材を用いた試作→製作の学習をスムーズに往来できることで、従来の木材加工の学習が単に製作のための木工活動ではなく、設計→試作→製作のプロセスを連続的に往来する学習を行うことができます。このような教材の工夫によって、設計学習における 1)概念設計、

2)詳細設計の学習が模型材を用いて行うことができ、さらに模型材を用いた設計学習から、規格材を用いた製作の学習につなげていくことが可能になります。



図1 DL材を用いた設計→試作→製作のプロセス

●設計→試作→製作の流れが学習できる教材を用いた構想設計のポイント

以上の設計→試作→製作のプロセスを踏まえ、材料と加工の技術の学習における構想設計の指導のポイントについて考えてみたいと思います。技術科では、従来から木材を使った本立てやラック等の製作題材を学習に用いてきました。このような製作題材に用いられる本立てやラックは、身の回りの製品では木製の家具に位置づけられ、最近では無印やニトリ、イケア等の家具量販店において販売されている様子をよく見かけます。

このような家具製品は、目的に合った利用者のニーズや利用における安全性、快適性等を考慮して、材料の選定や製品の設計が施されています。材料と加工の技術の学習では、これまで身近な生活に視点を当て、自分の机の上を整理する本立てやラックを設計しないさい等の課題がよく提示されていました。このような課題の進め方では、身近な生活にある自分の様子しか観察しておらず、身近な製品に隠れている優れた材料と加工の技術を深く観察するような学習に至らない実践がよく見られました。

以上のような生産者が開発した技術のしくみに注目し、よく設計された本立てやラック等の製品における工夫された点や改良すべき点等について観察することが重要になります。いわゆる社会の製品開発におけるマーケティングであり、このような活動を通して、利用者のニーズや安全性、快適性等の設計の工夫を知ることができます。このような工夫を知った上で、自分が身近な生活で解決したい課題が、既存の製品に含まれているどのようなニーズや安全性、快適性等の工夫と対応しているかを確認する必要があります。このような工夫点を確認した上で、模型材を利用して、自分なりの考え方や捉え方によって、工夫点を取り入れ、設計→試作を繰り返す中で、構想設計が洗練されていくことが大事になります。時には、他者の意見も取り入れる必要があります。

以上のように設計→試作の活動において、模型材を用いて、設計→試作を繰り返すことにより、構想を深めていくことが可能になります。さらに、設計→試作を繰り返す中で、概念設計から材料・構造の丈夫さ等を踏まえた詳細設計を経て、試作→製作に到達する中で、材料と加工の技術を学習することができます。

文献

- 1) 滋賀大学附属図書館, 近代日本の教科書のあゆみー明治期から現代までー, 第 I 部明治期から昭和戦前期の変遷 (手工・技術教科書: 木島温夫), サンライズ出版, pp. 96-99, 2006
- 2) 文部科学省: 中学校学習指導要領解説技術・家庭編, 教育図書, p. 16-22, 2008
- 3) 大谷忠他 7 名: 最新の技術科教育に迫る! 今求められている「設計」の指導と展開~DL材を使った「材料と加工に関する技術」の授業提案~, 開隆堂出版, pp.1-16, 2015

大谷忠 (東京学芸大学)

「B 生物育成の技術」における構想設計のポイント

●生物育成の技術における構想設計の考え方

2017年改訂中学校学習指導要領での技術分野の学習過程では、従来以上に「構想設計」の部分が重視されるようになりました。「構想設計」については、材料加工やエネルギー、情報技術では比較的イメージしやすい先生方も多いと考えられます。一方、「生物育成の技術」の内容では、「構想設計」と言われると具体的なイメージが付きにくい先生方も多いのではないかと推察されます。しかし、社会的な課題を解決するために最適な方法を生み出していくのが技術であると考えれば、「生物育成の技術」においても同じです。「生物育成の技術」を栽培技術としてみれば、「一定面積の耕地から最大の収穫を上げる」¹⁾ことが重要です。ここでの収穫は収穫量と品質の両面が考えられます。そして対象となる生物（種、苗、稚魚等）の選定および育成環境を最適化する過程が「生物育成の技術」の構想設計として重要であると考えます。「目的とする作物を育てる」だけでは構想設計の課題にはなり得ず、「〇〇のための作物の量と品質は〇〇を目標」といった形に具体化する必要があります。そのために体験的に実験をしたり、様々な情報を得たりして育成計画を立てていく必要があるでしょう。もちろんこうした学習活動は、従来も実践されていた先生方も多いかと思いますが、これまで以上に、「生物育成の技術」においても、構想設計の考え方は、他の内容と同様に考え、生徒達自身に設計として意識させることが必要になるでしょう。

●「生物育成の技術」における技術と理科の違い

「生物育成の技術」での基礎的内容や育成計画を検討する際によく議論になるのが、理科と技術分野との学習の違いではないでしょうか。理科では、例えば、植物の成長と肥料の関係についての知識を整理し、科学的な見方や考え方を育成することが目標です。これに対し、技術分野では前述のように、品質や収量といった目的を明確にして課題化し、肥料の三要素などの知識を活用しながら、限られた条件の中で最適な育成計画を構想設計し、育成していく中で、「栽培又は飼育の過程や結果の評価、改善及び修正について」考え、「技術を評価し、適切な選択と管理・運用の在り方や、新たな発想に基づく改良と応用」について考えられるようにすることが目標です。

●実験の結果を活かす育成計画の構想

前述の「一定面積の耕地から最大の収穫を上げる」ことを具体化した例として、ハツカダイコンの栽培実験があります。300mm×400mmの大きさの箱の中で、株間は一定にして、1～10条まで条数を変えてハツカダイコンを栽培し、箱全体のハツカダイコンの収穫量（収量）と1株の平均重量（品質）を調べたのが図1です²⁾。グラフからわかるように、条数が増えるに従い箱全体の収量は増加していきます。しかし、条間が段々密集してくるために、各株の品質は下がっていきます。このトレードオフの中で、目的とするハツカダイコンを栽培するのに最適な条間を決定していきます。この過程が「生物育成の技術」の構想設計です。

この実験は、実践化されました³⁾。生徒らは、グループを一箱の畑を運営する会社に見立て、自分たちの最適な栽培計画を考えました。実験前では、全てのグループが過度に密集した育成計画でした。しかし、生徒達は実験データを踏まえて設計し直しました。また、構想設計をホワイトボード上で具体物を動かしながら思考し、その計画を発表し合って共有した上で、構想設計に沿って栽培を行いました（図2）。こうしてデータを踏まえながら、解決すべき課題を明確にし、最適な育成計画を構想する中で、生徒らの育成計画立がより最適化されると共に栽培技術に対する見方が、より本質的になっていきました。

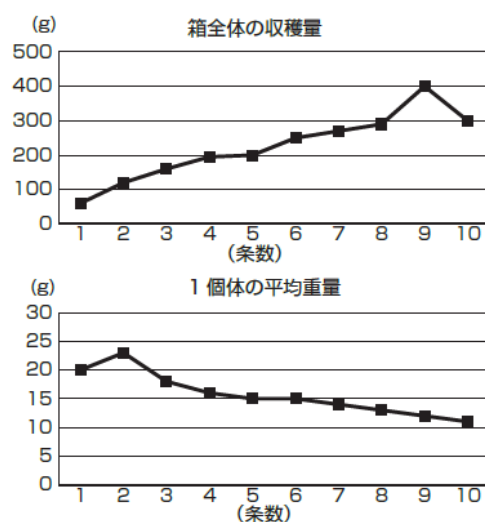


図1 ハツカダイコンの条間実験²⁾

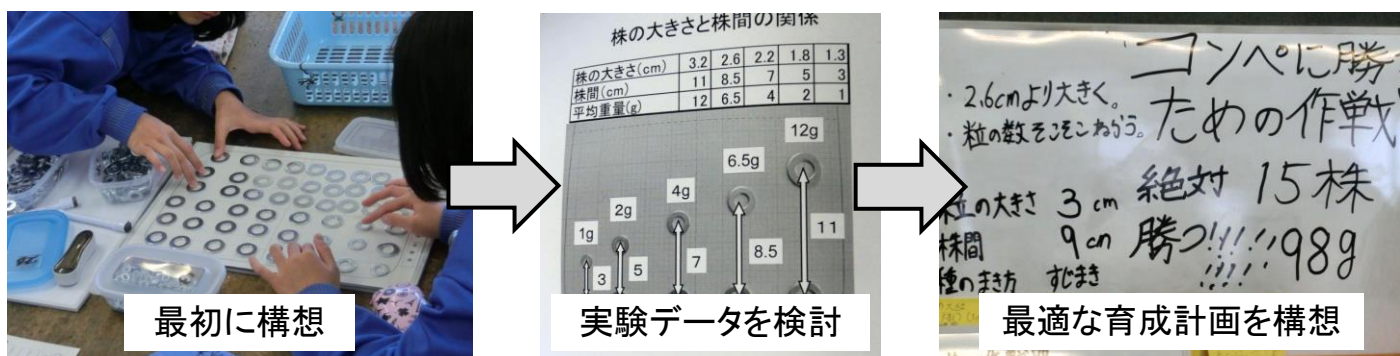


図2 実験データに基づいた育成計画の構想設計事例

●育成情報の収集・分析を活かす育成計画の構想

課題を明確に設定し、先行研究を踏まえた事例として、地域のために害虫に強い松の苗作りに取り組んだ実践があります。林業試験場の専門科のメッセージから、害虫に強い松の栽培に必要な情報を読み取ったり、専門科の苗や自分たちの苗を比較したりしながら、最適な育成計画を構想・改善していきました⁴⁾。こうした社会的課題の解決を目標に、育成情報を収集、分析し、構想設計していく授業は今後の方向性として重要でしょう。また、「生物育成の技術」は地域性が強いため、事例のように地域固有の問題に取り組むことも考えられます。

一方、既存の栽培実践の中でも、温度や湿度、生育状況といった様々な育成情報を収集・分析し、育成計画の構想に活かすことは有効です。特に、近年センサや低価格マイコン等の普及で、育成情報の自動収集が格段に低価格かつ広範囲で行うことが可能になりました。こうした自動収集にネットも活用すると、最近注目されているIoT (Internet of Things) となり、大量の様々な情報 (いわゆるビックデータ) を広範囲に収集・分析したり、可視化したりして、問題解決に活用します。IoT の進展により、一般の中学校でも使用可能なツールやシステムが次々と研究開発され、製品化されています。例えば、こうしたセンサ機能や記録機能を持った安価な計測・制御用のマイコンボードや教材も複数あります。また、「生物育成の技術」の学習においても、植物工場などに代表されるように、温度、湿度、照度、水分量等の物理量を自動記録したり、栽培状況の画像を記録したりし、それら情報を視覚化したり、マッピングする情報共有システムも試みられています⁵⁾。こうしたツールやシステムを適宜活用することで、「情報の技術」とも関連させながら、育成情報の収集・分析の展開も可能です。

●今後の「生物育成の技術」における構想設計

ここまで述べてきたように、「生物育成の技術」においても、他の内容同様に、構想設計は重要です。そのためにも栽培技術の本質を確認すると共に、課題設定や計画立案等、これまでの学習過程を構想設計の観点から見直してみることを試みましょう。

文献

- 1)野口弥吉：栽培原論,養賢堂, p.1 (1972)
- 2)村松浩幸：生物育成に関する技術,『新学習指導要領への対応』東京書籍, pp.14-15 (2010)
- 3)舘祐介：ラディッシュカンパニー奮闘記～社内コンペに優勝しよう」平成 24 年度長野県技術・家庭科教育研究大会北信地区研究大会技術・家庭科 (技術分野) 学習指導案 (2012)
- 4)石川県白山市立北星中：害虫に強い松の苗作り, 日本教育新聞, 2017 年 4 月 17 日号
- 5) Yusuke Yashiro・Hiroyuki Muramatsu : Prototype of a Cultivation Information Recording Device and Sharing Site in Junior High School Technology Education, International Conference on Industrial Technology Education for Sustainable Development in "Technology Education, Engineering Education, pp.83-88 (2016)

(信州大学 村松浩幸)

「C エネルギー変換の技術」における構想設計のポイント

●問題の発見と課題の設定の留意点

2017年改訂中学校学習指導要領での技術科の学習過程において、ものづくりの「設計・製作」を中核とすることに変化はないと考えられます。しかし、問題の発見と評価の視点などを含ませ、問題解決的な学習をこれまで以上に重要視しているところに特徴があると思われれます。特に、「既存の技術の理解と課題の設定」における「問題の発見と、課題の設定」は、その後の「課題の解決策の具体化」と「解決活動の実践」（いわゆる設計・製作）を規定する重要な学習過程であると思われ、ここでの適切な学習は技術科の学習活動の価値を決める重要な位置づけを担うことが予想されます。

ただし、「問題の発見と、課題の設定」について生徒に考えさせることは指導の工夫が必要になると予想されます。例えば、「C エネルギー変換の技術」における製作題材として照明機器を扱うと仮定すると、社会や生活において明るさに困っている場面、あるいは、照明があるために便利な場面を生徒たちに意識させる必要があります。しかし、生徒たちがこのような場面について、先行知識や経験のみから考えることは実現が難しいのではないのでしょうか。地域にもよりますが、生徒たちの多くは安全で便利な照明が行き届くように建築された住宅（マンションなどは特に）に住んでいるのではないかと思います。また、健全な生徒であれば照明のない危険な場所や時間に活動することはあまりなく、照明の有る無いに関わる問題意識やありがたさを感じた経験はほとんどないのではないかと思います。そのため、「家庭で使用できる照明機器を考える」授業を設定して、設計・製作する照明機器により解決できる「課題の設定」について検討させる授業展開では、生徒たちの問題意識が喚起されることなく、「課題の設定」が行われなために構想設計が進まないことが予想されます。

これらのことを回避するためには、生徒に問題をとらえるための新規で多様な視点を与える学習活動が必要になると考えます。例えば、家庭や地域の中で、照明によって解決されている問題や、照明の必要性のある個所・場面などを調査活動により検討させることなどが必要になると思われれます。また、地域の人々や家族に対するインタビュー調査を行うなど、生徒の生活経験や日常行動では把握できない照明の問題を、他者の視点や行動範囲から導き出し、問題をとらえる視点を広げることが有用であると考えられます。このように、生徒が視点を広げることで社会や地域の問題を適切に捉え、それを自分の生活範囲の課題に置き換えて設定することで、その後続く構想設計・製作・評価の学習に結びつけることができるのではないかと思います。

●試作・試行による構想設計の充実

「問題の発見と、課題の設定」が授業で実施され、生徒の中で課題が適切に設定されれば、その次の段階として「課題の解決策の具体化」（いわゆる設計・計画）に進みます。「C エネルギー変換の技術」では、課題を解決するための機能を有した電気回路を構成することや、機械要素による機構を組み合わせることなどが該当していきます。しかし、これらの学習活動についても、機器・製品のブラックボックス化や授業時間数減少などによる基礎知識・技能の低下から、十分な学習を行うことが困難な現状にあると思われれます。以下には、これらの現状を踏まえ、構想設計の充実を図ろうとする教材や指導方法について指摘します。

山崎教育システム（株）は、「B エネルギー変換に関する技術」における電気回路の設計や電子部品の実習ができる教材「TEC DESIGNER Circuit tool」を開発しています。銀ナノインクの導通性マーカーによって紙やフィルムに導線を描画することができ、そこに取り外し可能な電子部品を配置することで様々な電気回路を構成できるようになっています。

TEC DESIGNER Circuit tool を用いることにより、電気回路や電子部品についての実践的・体験的な学習を充実させることが可能です。例えば、LED を点灯させる回路を構成する際に、抵抗によって光の強さが変化することなどを、回路に配置する抵抗値を取り替えることで実験的に学習することができます。また、LED をどのよ

うな間隔やタイミングで点灯させるかについては、コンデンサ、センサ、トランジスタなどの電子部品についての実験などにより学習できます。各種電子部品により構成された回路の機能を理解することで、課題を解決できる回路を選択して設計することが可能になります。また、機能等を工夫する上で選択した回路を改良していけば、改良の過程で電子部品の性質や機能についての理解を基礎的知識として深めることも可能であると考えられます。このように、電気回路の構想設計に関して試行・試作ができ、それに基づいて目的や課題に即した電気回路について検討する学習を進めることができます。すなわち、基礎知識や学習経験のない生徒に対して論理的な順序や手順に基づいて電気回路を考えることを要求するのではなく、様々な試行を通して電気部品の特徴を把握し、例示された回路パターンを改良、応用することで目的や課題に即した構想設計を試みることができる教材といえます。生徒の「知識」「技能」「経験」の不足を原因として構想設計の学習時間を放棄するのではなく、基礎学習と構想設計を試作・試行により結びつける授業展開の工夫や教材の使用により充実した学習が進められるのではないかと考えられます。

●データを活用した構想設計の充実

構想設計の先行事例や構想設計を行うための情報をデータとして、生徒の思考を促進する授業実践も行われています。村松らは、ロボット製作のためのアイデアを蓄積・共有できる学習用データベースを開発し、特許制度と絡めて他者の機構や作品を参考にした構想設計の授業を実践・運用しています²⁾。また橋渡らは、中学校技術科における風力発電タービンコンテスト用ワークシートの開発を行い、タービンを構成するブレードの長さ、幅、枚数及び角度による発電量のデータを表にして示し、製作するタービンの設計の参考にすることを意図した授業の実践を行っています³⁾。

これらの先行研究は、構想設計に関わる情報を生徒が参照できるようにデータ化して、科学的な根拠や論理的な説明に基づいた構想設計を行う授業展開が志向されています。また、先行事例を参照することは、構想設計した他人の意図をくみ取ることもつながり、目的や課題に対してどのようにアプローチをしようとするかについての認識を高めようとしていることが予想されます。すなわち、これらの授業では、生徒が闇雲に構想設計の諸条件を変化させることを良しとせず、論理的な工夫に基づいて構想設計することが目指されているように思われます。また、このように構想設計を行うことは、様々な要因を考慮して最適な構想設計を導くための思考を行うことにつながり、製品の強度や環境負荷、性能などを配慮する中で、トレード・オフなどの技術的な考え方が導出する可能性があります。すなわち、これらの授業では、生徒の「知識」不足についてデータを与えることで補い、その代わりに構想設計の手順や方法を充実させ、生徒が主体的、論理的に思考して構想設計できるように配慮している点に特徴があります。このような授業を展開するには、構想設計の事例を収集し、使われている機能や構造などを分類して生徒に参照しやすくしておくことが必要です。また、生徒が参照できるようデータの種類を検討し、構想設計の手順や方法などの思考を明確にすることが重要になります。すなわち、生徒の構想設計の手順や方法を授業の展開や教材によりコントロールすることができると考えられるため、系統的な構想設計に関する能力育成に有用な授業であると考えられます。

文献

- 1)全日本中学校技術・家庭科研究会研究調査部,ほか:平成26年度 中学校 技術・家庭科に関する第3回全国アンケート調査【技術分野】 調査報告書(2014)
- 2)村松浩幸・土田恭博・稲垣忠:中学校ロボットコンテストにおける Jr 特許データベースシステムの開発, 日本産業技術教育学会誌 47(4), pp.281-287 (2005)
- 3)橋渡憲明・村松浩幸・田中いづみ・芦田肇・堀内直人:中学校技術科における風力発電タービンコンテスト用ワークシートを活用した授業実践と評価, 技術科教育の研究 21, pp.55-60 (2016)

谷田親彦 (広島大学)

「D 情報の技術」における構想設計のポイント

情報技術の原理と課題の設定

21 世紀を豊かに生きるための「科学技術の智」¹⁾によれば、情報科学技術の基本原理は、

- ① 「情報を 0 と 1 の列で表わす (デジタル化)」
- ② 「それを単純な演算の組み合わせで処理する (計算化)」

の 2 点であるとされています。

この②について記述したものをプログラムと言います²⁾。現在のコンピュータは、いわゆるノイマン型コンピュータとして知られ、プログラムとしてメモリに格納された命令を解釈して自動的に実行するため、メモリの命令を書き直すことで汎用性を高めています。この原理を成立させるために、新しい学習指導要領では、情報の表現、記録、計算、通信の特性³⁾という、より科学に近い原理・法則が用いられるとしています。こうした情報科学技術の基本原理は、私たちの生活の中で様々な条件の中で最適化されて製品・サービスとなっています。最適化を検討する条件としては、社会からの要求、使用時の安全性、情報の倫理やセキュリティ、経済性、情報・情報技術の活用、情報をどのように管理するか、システム全体の条件等が挙げられます。これらの観点で、既存の情報の技術について調べたり確かめたりする活動を通して、これらの技術の仕組みや問題解決の工夫について考えさせ、最適化について気づかせることとなります。例えば、情報科学技術における基本原理の「デジタル化」は、「情報の表現」を変えました。画像であれば解像度と階調によって、音声であれば標本化周波数と量子化ビット数といういわゆるパラメータによってアナログの情報をデジタル化することが可能になりました。それらのパラメータの設定次第で、デジタル化の品質や情報の量がどのように変わるのか「調べ・確かめる」ことができます。その情報をどのように「記録」するか、サイズの変更やフォーマットの変更など「計算」によって行わせる処理を考えた場合に、画像を写真のように印刷するのか、web 用のサムネイルとして表示するのか、「活用」の目的によっても最適な設定は変わり、保存媒体の容量にも影響を与えることから「経済性」にも関わってきます。計算によって行わせる処理が CPU 等に与える「負荷」によっては、ハイスペックなコンピュータが必要になるかもしれません。記録媒体へデータを読み書きしているときや、計算処理を行っているときなどは、OS に付属のリソースモニターで、コンピュータを構成する要素に掛かる負荷の様子を確認させると、システムとしてデータを処理していることをイメージしやすいかもしれません。

こうした内容は従来も指導されて来たものですが、コンピュータの構成、デジタル変換の方法、歩留まり・トレードオフ (経済性) などのように、個別に扱われることが多かったのではないのでしょうか。新学習指導要領では、それぞれの情報の技術がどのように原理・法則と関連しているのかをより意識する必要があります。そうするからこそ、生活や社会で利用されている情報の技術について、問題を見いだして課題を設定することができ、解決策を構想し、製作図等に表現してから、試作 (プロトタイプ作成) を通じて、修正を行ってより良い結果が得られるように解決していく学習の流れを持たせることが求められます。

加えて、新たに「双方向性のあるコンテンツのプログラミング」という内容が追加されました。技術分野の改訂の方向性として示されていた時点では「動的コンテンツ」⁴⁾であったことを考えると、双方向性とは、いわゆる「インタラクティブ」と捉えるのが妥当でしょう。つまり、入力された情報によって動的にフィードバックが変わる内容をプログラミングすることになると思われます。それには UI (ユーザインタフェース) が必要になります。UI の設計は、認知科学的な側面を扱わずに中学生の範疇を越しますので、昔と今の UI を比較するなどして、使いやすくするための工夫、誤操作を防ぐための工夫およびユニバーサルデザインを知っておけば、自分が制作するプログラムの UI にも、その先人の知恵や工夫、ガイドラインを活かすことができるでしょう。

解決策の構想

従来の、計測・制御のプログラミングがそうであったのと同様に、双方向性のあるコンテンツのプログラムの制作もまた、必ずしも実用性のあるものを制作することだけでなく、実際のシステムのモデル化やシミュレーションを通した学習もあることでしょう。しかし、いきなりプログラミングすることは、「当てずっぽう」のものづくりであり、最も避けなければいけません。情報の技術におけるものづくりのプロセスの特徴は、これから制作しようとするプログラムのコンセプトや全体構想などの概念設計と、それに基づいてどのような画面や機能で構成する必要があるのかという個別の詳細設計を行い、プロトタイプを作りながら、その動作結果次第で、再度設計を見直すという、スパイラル型で制作が進めていくことです。

これまで、設計ではフローチャートが扱われてきましたが、これはノイマン型コンピュータが開発された 1940 年代頃から使われているのではないと言われる歴史ある図示の方法です。現在でも特定の処理の流れを示すのに利用されることがあります。しかし現在では、JIS および ISO で規格化されている UML (Unified Modeling Language) と呼ばれる、モデル化の図示方法群から、目的に応じて必要な図示方法を用いることが主流です。なぜならば、プログラムやシステムはフローチャートでは十分に表現できないような、多くの機能が相互に状態を変えながら関連していたり、利用者の操作の流れからも設計したりすること等が求められるようになってきたからです。そこで、単に 1 つの処理の流れを書くだけではなく、プログラムやシステムの「構造」や、プログラムの「振る舞い」を表現・設計する UML という統一的方法が作られました。中学校段階でのシステムやプログラムでは、「振る舞い」について図示するだけでも十分かもしれません。そこで「振る舞い」を図示する手法の 1 つである「アクティビティ図」を紹介します。この図は、プログラムの手順だけではなく、日常生活や計測・制御システムの全体の流れを示すことにも利用できる、大変汎用性の高い図示方法です。図 1 は、Astah というサイトで紹介されていた、銀行の ATM でお金を引き出す際のアクティビティ図です⁵⁾。フローチャートと類似していますが、処理がより分かりやすく可視化できていることが見て取れると思います。設計段階では、特定の言語に依存しないで、こうした図示によって対話的な学習活動を行い、より良い処理を検討し、どのような機能が必要になるか構想してから制作に入ると良いでしょう。特に、双方向性のあるコンテンツでは、従来の計測・制御のプログラムよりも、大規模で仕組みが複雑になることが予想されます。全体構造と必要な機能の関係を捉えてからプログラミングしないと、予期せぬ大幅な手戻りが発生することにもなりかねません。

文献

- 1) 21 世紀を豊かに生きるための「科学技術の智」情報学 <http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-20-h64-3.pdf>(参照日 2017/4/5)
- 2) 科学技術の智プロジェクト、総合報告書、p.63 (2008)
- 3) 学習指導要領、http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/_icsFiles/afieldfile/2017/03/31/1383995_3_1.pdf(参照日 2017/4/5)
- 4) 教育課程部会家庭、技術・家庭ワーキンググループ資料 8、技術・家庭科(技術分野)の改訂の方向性(たたき台案) http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/065/siryo/_icsFiles/afieldfile/2016/04/04/1369020-08.pdf(参照日 2017/4/5)
- 5) Astah, <https://ja.astahblog.com/2015/09/24/uml-activity-diagram/> (参照日 2017/4/5)

安藤明伸(宮城教育大学)

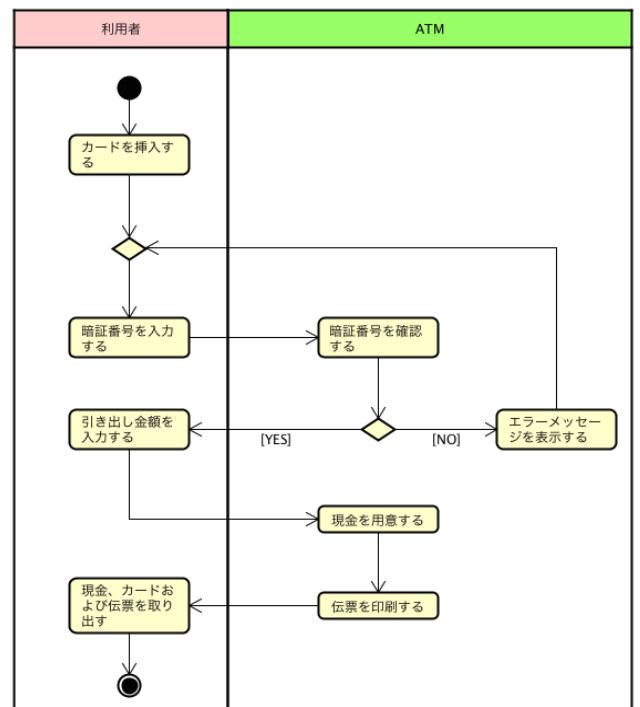


図 1 銀行の ATM でお金を引き出す処理の流れ⁵⁾

<https://ja.astahblog.com/2015/09/24/uml-activity-diagram/>より

第3章 構想設計の授業実践例

グローバル時代に発信する生物育成の技術

広島大学附属東雲中学校

堤 健人

授業の概要：ここでは、生物育成に関する技術を中心に、さまざまな文化や価値観を理解し認め合いながら自分の考えを明確にして問題を解決する力の伸長を目標としています。食料・環境・資源に関するグローバルな問題の解決には、1人の力ではなく、多くの人々が協働的に関わることが必要不可欠です。そこで、知識構成型ジグソー法を軸とした協働的問題解決型の題材を紹介します。評価の学習で習得した社会的・環境的・経済的側面を元にして、子どもたちが主体的に、多様性や協働性を培いながら、デザインプロセスを通して、技術イノベーションにつながる創造性を育む題材の一つとして報告できればと考えます。

題材の指導計画

題材目標：

1. 生物育成に関する技術について、社会的、環境的及び経済的側面から比較・検討し、多面的に評価して自身の意見を示そうとする態度を身につける。(関心・意欲・態度)
2. よりよい社会を築くために、生物育成に関する技術と社会や環境とのかかわりについて考えようとする態度を身につける。(関心・意欲・態度)
3. 生物育成に関する課題について、多様な側面から技術を適切に比較・検討し、解決策を見いだすことができる。(工夫・創造)

授業環境：生徒数・・・4名×5グループ：計20名、インターネットに接続できるコンピュータ(各1台)、電子黒板(1台)、プロジェクタ(1台)、タブレット端末(各班1台)、エキスパート活動の資料(4種類、それぞれ5名分)、評価用ワークシート(20名分)

■ 題材の指導計画(3時間扱い、本時3/3)

時間	学習目標・学習内容
1	多面的に評価して自身の意見を示そうとする・伝統野菜をテーマとした生物育成技術の評価
2	社会や環境とのかかわりについて考えようとする態度を身につける・様々な視点(数・質・安全・調節)を重視した生物育成の技術
3	<本時>多様な側面から技術を適切に比較・検討し、解決策を見いだす・生物育成に関する課題について解決策の提案

*本実践では、生徒の主体性・多様性・協働性を育むことを主な目的とし、2・3時間目は知識構成型ジグソー法を用いて授業を展開した。なお、全体の2時間目がエキスパート活動であり、3時間目がジグソー活動とクロストーク活動である。

参考文献：大学発教育支援コンソーシアム推進機構「協調学習 授業デザインハンドブック—知識構成型ジグソー法を用いた授業づくり—」

構想設計に関わる学習のポイント

エキスパート活動で用いた資料

エキスパート活動で用いる資料は、既習事項を中心とする技術を4つの価値観（数・質・安全・調節）で整理したものである。取り上げた技術の例を表1にまとめる。

表1 エキスパート活動で扱う技術の例

数	質	安全	調節
システム管理農業	品種改良	有機農作物	抑制栽培
スマート農業	測定技術	トレーサビリティ	促成栽培

生徒に与えた課題や条件

課題は、「生物育成に関する技術の活用-これからの日本にどうかす?-」とした。エキスパート活動の前に1度テキストとして提示し、最終的な目標を把握させた。その後、ジグソー活動の前に、図1～3のような資料を提示しながら再度確認した。場面や条件は生徒が自由に設定できるようにした。

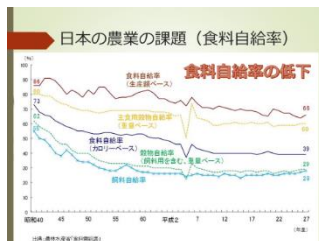


図1 日本の食糧自給率



図2 日本の農業就業人口



図3 日本の農地面積

思考・判断・表現のツールや働きかけ

場面や条件を生徒に設定させることで、「設定型問題」と「将来型問題」へと向かわせた。また、生徒一人ひとりがそれぞれの問題解決にあたる前段階として、知識構成型ジグソー法を組み込むことで、小グループでデザインプロセスのフローを体験させた。この中で、生徒は様々な価値観を理解し互いに認め合いながら、図4のような世界の問題解決に取り組んだ。授業者はエキスパート活動において、生徒が資料を適切に理解し、ジグソー活動に支障ができないような資料づくりができるよう支援した。また、ジグソー活動では、エキスパートとなった生徒がそれぞれの役割を果たすことができるような支援を心がけるとともに、結論や思いだけを伝えがちな生徒に対しては、「なぜ」や「どうして」と切り返し、その意図や根拠が明確になり、学級全体に多様な思考が浸透するよう配慮した。

世界の農業（アフリカ）

【特徴】

- 北部には世界最大のサハラ砂漠があり、土地が平ら
- サハラ砂漠とその周辺を除けば、雨もほとんど降り、日照量も気温も高い
- 種や肥料、トラクターなどの輸送に数ヶ月必要
- 主食はトウモロコシの粉や米

図4 クロストーク活動用の課題の一例

構想設計の学習評価のポイント、評価規準・基準

生徒の解決策の提案は、図5のようなワークシートに記述させた。問題、解決策、参考にした技術を順序立てて説明できるように構成している。

評価規準：課題を明確にし、解決のために適切な技術を選択したり、組み合わせたりできているか。

評価規準の設定例：今後、日本の基幹的農業従事者の高齢化に対して、スマート農業の技術が活用できると考えます。なぜなら、農作業を自動化できる農業ロボットの実用化が進めば、無理な体勢の維持や力仕事が減るからです。

自分の最終意見と理由

私は『生物育成の技術』の活用法として、
 今後、日本の _____ に対し、
 _____ の技術が活用できると考えます。
 なぜなら、 _____
 _____ からです。
 （参考にしたテーマ：安全・大量・質・促成抑制）

図5 解決策を記述するワークシート

構想設計に関わる授業の概要

授業の目標：生物育成に関する課題について、多様な側面から技術を適切に比較・検討し、解決策を見いだすことができる。(工夫・創造)

準備物：電子黒板操作用コンピュータ・電子黒板・プロジェクタ (各1台)、タブレット端末 (5台)、ワークシート (20名分)

	学習内容・学習活動	教師の働きかけ	指導上の留意点
導入 10分	<p>1. 前時の復習</p> <p>○それぞれの価値観に基づく生物育成の技術を振り返る。(数・質・安全・調節)</p> <p>2. 本時のめあてと課題の確認</p> <p>○本時のめあてを把握するとともに、課題を知る。</p>	<p>●ジグソー活動の班で説明ができるように、前時でまとめた4つの価値観に基づく生物育成の技術を確認させる。</p> <p>●課題の資料として、日本の農業の現状(図1～3)を説明する。</p>	<p>●授業ははじめの座席はエキスパート活動の班ごとに指定する。</p> <p>●エキスパート活動でまとめた資料をもとに、生徒一人ひとりがエキスパート活動の内容を説明できる状態を目安とさせる。</p> <p>●本時のめあてについて伝える前に、ジグソー活動の班に移動させる。</p>
展開 30分	<p>3. ジグソー活動 (20分)</p> <p>○エキスパート活動の内容を他の班員に説明する。</p> <p>○他の班員が説明した内容に対して、質問したり詳細に知りたい内容を交流したりする。</p> <p>○班で交流した内容から、クロストーク用課題に対する生物育成の技術の活用案を考える。活用案はタブレット端末のスライド1枚分にまとめる。</p> <p>4. クロストーク活動 (10分)</p> <p>○班ごとに考えた課題の解決策を全体で交流する。</p>	<p>●各班をまわりながら、エキスパート活動の報告が円滑に進むよう支援する。</p> <p>●実生活や授業での生物育成の経験を振り返らせたり、他の価値観の技術でも、視点を変えれば応用できる点に気づかせたりする机間指導を行う。</p> <p>●内容に応じて、適宜 ICT 機器を利用し、出てきた技術について分類や比較がしやすいような提示をする。</p>	<p>●一人2分程度でエキスパート活動の内容を報告させる。</p> <p>●課題を解決するために、それぞれの価値観の技術を抽出したり、複合的に活用したりさせ、技術者倫理に沿って前向きな妥当点を考えさせる。</p> <p>●なぜその技術が有効なのかという根拠を示すことができるようにまとめさせる。</p> <p>●一人2分程度でジグソー活動の内容を報告させる。</p>
まとめ 10分	<p>5. これからの生物育成の技術の提案</p> <p>○各班のそれぞれの課題に応じた解決策を踏まえて、今後の日本での生物育成について、どのような技術の活用が考えられるか提案する。</p>	<p>●ワークシートを配布し、書き方の説明を行う。</p>	<p>●各自が設定した問題、選択・抽出した技術、解決策の一貫性がとれているかを確認させる。</p> <p>【工夫・創造】ワークシート</p>

学習指導ではここにこんな工夫!!

3. ジグソー活動におけるクロストーク用課題(図4)の活動が、課題の解決策の提案に大きく影響する。ここで、それぞれの価値観を交流させ多くの可能性について検討させる。その際、なぜその技術を選んだかという根拠を必ず示させるとよい。1つの技術が複数の目的に適用できたり、1つの課題の解決に複数のアプローチがあることに気づかせたりすることができる。また、生徒の主体性や協働性も同時に育むことができると考えられる。その後、図6のように全体に発表するための補助資料をタブレット端末のスライド1枚分にまとめさせた。



図6 補助資料をまとめる様子

学習指導ではここに注意・配慮!!

課題に関して提示する資料は、生徒が焦点化しやすいもの2~3つにした方がよい。生徒はエキスパート活動の報告の中で、10以上の技術について触れる。さらに、課題において「食糧自給率・従事者の減少・高齢化・経験者不足・農地の減少」など多くの情報を与えすぎてしまった。そのため、どの課題について考えるかの時点で迷う生徒がおり、本来すべき解決策の提案を十分にできない生徒がいた。題材の指導計画の2時間目にあたるエキスパート活動の資料も含め、生徒に提示する情報は既習事項と密に関係性をもたせながら精選することが大切である。

学習はこのように評価!!

図7は生徒の記述の1つである。生徒が取り上げた課題、適用する技術とその理由に整合性がとれていれば、規準(基準B)を満たしていると考えられる。その上で、複数の課題について適切に解決策を提案していれば、基準Aを満たしていると考えられる。表2はそれぞれの基準ごとに、生徒数を集めたものである。

表2 評価まとめ

評価	人数
A	21
B	53
C	6

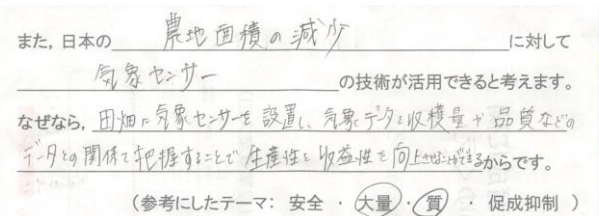


図7 生徒のワークシートの記述(評価B)

生徒たちからこんな学習や変容が!!

授業後の生徒へのアンケートから、「自分が調査したこと、みんなの意見を踏まえて新しいことを考えることが楽しかった」や、「技術の活用法を考えると、4人の意見をうまく取り入れることが難しかった。でも、自分が全く想像できないような案を同じ班の人が出したとき、思わず『スゴイ』と言ってしまった」という記述が見られた。生徒たちは、中学校で学習した技術に関する知識・技能が、見方・考え方を変えたり、図8のように仲間との協働によって深化させたりできることを感じとったようである。このような姿や記述から、生徒たちは社会で技術の開発・創造に奇与する能力が育まれたと感じる。



図8 協働して学習する様子

企画者のねらいを実現するコンテンツの制作

広島大学附属中学校

向田 識弘

本授業では、「他者のイメージを具体化するためにはどうしたらよいただろう？」という問いを設定し、他者が企画したコンテンツを設計・制作する学習活動を行っている。設計場面における企画者と制作場面におけるコンテンツの制作者を分けることで、企画者の意図をくみ取りながら制作に生かす学習活動が展開できると考えた。企画者の意見を制作者が聞くことで、企画していた作品との違いを検討し、他者のイメージをより具体化することを目的とした。また、Web上でのリクエストに応じて、コンテンツを生成する「動的コンテンツ」を疑似的に制作させた。実践の結果、設計・制作において他者を意識することができ、他者と協調した設計学習を実践することができたと考える。

題材の指導計画

題材目標：コンピュータを用いた簡単なプログラムの作成ができるようにするとともに、情報処理の手順を工夫しながら、アイデアを具体化する能力と態度を育成する。

授業環境：中学校第3学年（40名2クラスにて実践）、ワークシート・プレゼンテーション資料、学習用デスクトップ型PC（Windows、生徒各1台）、「プログラミン」（文部科学省）

■ 題材の指導計画（10時間扱い、本時9／10）

時間	学習目標・学習内容
1,2	「プログラムの仕組みを知ろう」 プログラムの基本的な仕組みを知る。
3,4	「プログラミンを使ってみよう」 簡単なプログラムを作成し、コンテンツを制作する。
5	「対象者を考えてコンテンツを構想・企画しよう」 企画者として、条件に沿ったコンテンツを構想する。
6	「制作における考えをまとめよう」 制作者として、他者が企画したコンテンツを具体的に設計する。
7,8	「コンテンツを制作しよう」 設計をもとにコンテンツを制作する。
9	「コンテンツを評価しよう」 完成したコンテンツを設計要素に沿って評価し、プログラムの修正点を検討する。
10	「コンテンツを修正しよう」 企画者の意見をもとにコンテンツを修正する。

・中学校第1学年では「木製品の設計・製作」において、自分や家族の身の回りのものを整理するための製品を自由に設計させ、製作している。中学校第2学年では、自分から他者の視点を意識させ、他者のニーズに応じた設計をコンセプトデザイン手法によって実践し、プロトタイプの製作による電気自動車や照明回路の設計学習を行っている。

構想設計に関わる学習のポイント

生徒に与えた課題や条件

本授業ではプログラミンの使い方や基本的なプログラムの組み方を学習した後、構想・設計の学習に入る前にパフォーマンス課題を右図のように提示した。

そして、動的コンテンツの制作活動を疑似的に体験させるべく、プログラミンの命令で用意されている「制御プログラミン」(右図)を使用してユーザのリクエストに応じて結果が変わるゲームやアニメーションを制作することを条件とした。

構想・設計においては始めの4時間でこの制御プログラミンの役割と働きについて触れておき、基礎基本の演習を行った後に提示した。

パフォーマンス課題

あなたはデジタルコンテンツ制作会社の社員です。
この会社ではコンピュータを利用して情報を得ている人々のためにコンテンツを企画し、制作しています。
あなたは制作者の立場に立って企画をもとにコンテンツを制作します。コンテンツはユーザが操作することで結果が変わるものにしてください。
また、企画者の意図を組み取りながら作品づくりを行うことを大切にしてください。



思考・判断・表現のツールや働きかけ

授業を計画する上で、コンテンツなどの「デジタル作品」における構想・設計の必要性が生徒には薄いと考えていた。そのため、自分が構想・設計し、制作活動をする一貫した学習活動よりも、企画者と制作者を分けて、構想・設計の必要性を考えさせる学習活動を行うことが有効ではないかと考えた。試行錯誤できることや再現が容易であるデジタルの特徴を踏まえ、それを生かした構想・設計の学習活動になるように、ワークシートを工夫し、企画者の意図や思いが「仕様書」という形で具体的な文章で伝えられるように働きかけた。また、プログラミンのできることや具体的なコンテンツのイメージを持ちにくいことを踏まえ、基本のプログラムや過去の生徒作品を見本として示した。

○作品を制作する前に考えること

①ターゲットについて分析しよう

対象(性別あれば) _____
対象の人がどのようなコンテンツに興味・関心があると思いますか?
<具体的な情報>

②情報をどのように伝えればよいだろうか?

・上記の情報を具体的にどのように伝えるべきか考えてみよう

例) ○○(制:デジタル組立機, デジタル絵本, ゲーム)で表現する。
そのために、プログラミンを使って○○(画:2枚程度)にすればよいと思う

③制作者にわかるように作品の仕様書を作ってみよう

※作品についてのアピール(どのような作品にしたいかを具体化する)

構想設計の学習評価のポイント、評価規準・基準

本授業では、他者が企画したコンテンツを制作者の立場で具体的に構想・設計する過程に重きを置いた学習評価にしている。すなわち、企画者から示された「仕様書」をもとに具体的なプログラムの流れを右図のようなワークシートに文章で示し、その後フローチャートを作成することで、段階的に具体化していく学習過程を評価のポイントとしている。

本時の「コンテンツの評価」については、「制作者が制作したコンテンツを対象・目的などの設計要素に沿って、複数の観点から企画者と評価できる」ことを評価規準と設定し、企画者の意見を取り入れながら、コンテンツの修正点を検討することができることを到達目標としている。

①企画書をもとにコンテンツのコンセプトを決めよう

例) 小学生に電車の乗り方を伝えるコンテンツ。
【 _____ 】(対象)に
【 _____ 】を伝えるコンテンツ

②仕事の流れを文章で表現してみよう(できるだけ詳しくイメージしてみよう)

例) ①右から左へ横が飛んでくる
②スペースキーを押すと犬がジャンプ
③犬と横が当たるとゲームオーバー

① _____
② _____
③ _____
④ _____
⑤ _____
⑥ _____
⑦ _____
⑧ _____
⑨ _____
⑩ _____

構想設計に関わる授業の概要

授業の目標：コンテンツを設計要素に沿って評価し、プログラムの修正点を検討することができる。（工・創）

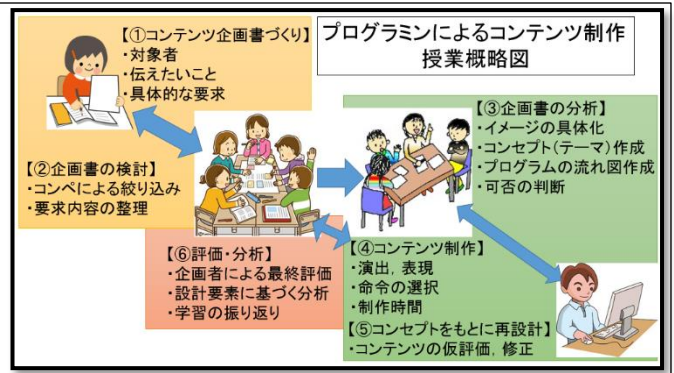
準備物：学習用デスクトップ PC (Windows), 「プログラミン」(文部科学省), ワークシート

	学習内容・学習活動	教師の働きかけ	指導上の留意点
導入 5分	<ul style="list-style-type: none"> ○前時の振り返り ・前時の学習内容を振りかえる 「設計をもとに動的コンテンツを制作する」 ○学習内容の確認 	<ul style="list-style-type: none"> ○前時で用いたアイデア設計シートやフローチャート図を確認させる。 ○本時の学習目標と活動内容を提示する。 	<ul style="list-style-type: none"> ◇プログラミンでは「制御プログラミン」を用いることで動的コンテンツを疑似的に制作できる。
制作したコンテンツを企画者と評価・検討しよう			
展開 30分	<ul style="list-style-type: none"> ○コンテンツの確認 ・プログラミンで制作している作品を確認する。 ○コンテンツの評価 ・企画者の立場になって、企画した作品を鑑賞し合う。 <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>【評価項目】</p> <ul style="list-style-type: none"> ①伝えたい内容を適切に伝えられているか ②自分のイメージしていた作品になっているか ③対象者を考えて作られているか ④作品のわかりやすさ </div> <ul style="list-style-type: none"> ・制作者と企画者が2人一組になり、評価結果と意見を発表する。 ○コンテンツの検討 ・制作者の立場で修正点を検討する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○動的コンテンツに必要な「クリックン」や「キーボン」などを作品に入れていることを確認させる。 ○評価項目に沿って企画者が評価を行い、ワークシートに意見を記述させる。 ○お互いに作品の修正点について話し合い、企画者の立場、制作者の立場で意見を交換させる。 ○見た目だけでなく、動的コンテンツとしてのプログラムの働きに対する修正点を見つけさせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ◇作品を「公開用」に設定させる。 ◇この時点まで制作者に企画者を知らせていない。 ●制作されたコンテンツを企画時の構想と照らし合わせて様々な側面から評価できる。評価：B（工夫・創造） ◇発表時には企画者の構想との違いを強調させる。 ◇アイデア設計シートなどを活用して、コンテンツの流れや具体的な技術的課題を検討させる。
まとめ 15分	<ul style="list-style-type: none"> ○修正点の確認 ・修正点に対する具体的な修正方法（プログラムの修正点）を検討する。 	<ul style="list-style-type: none"> 【企画者の意見を取り入れた修正案】 ○制作者の立場になって、企画者の意見をもとに修正点をワークシートにまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ●企画者の意見を取り入れながら、プログラムの修正点を検討することができる。評価：A（工夫・創造）

学習指導ではここにこんな工夫!!

本授業では、設計の必要性を考えさせるため、右図の授業概略図に沿って、自分が企画したコンテンツを別の生徒が制作する授業を行い、本時の授業まで誰が企画したのかを伏せていた。

本時の「コンテンツの評価」にあたっては、企画者と制作者がお互いの意図を話しながら作品の鑑賞を行うことで、より具体的な修正点の検討ができるように学習を展開した。



学習指導ではここに注意・配慮!!

企画したものを別の生徒が制作することで、自分が一から設計することよりも制作が難しくなる。自分の考えを企画書に具体的に記述しきれない生徒もいるため、制作者の立場として、企画書に書いてある内容から足りていない部分は企画者の意図を組み入れながら制作を行うように指示した。本時では、設計・構想段階での足りていない部分を制作者が補ったところを制作側の意図として交流することで、企画者の意図を確認し、修正点の検討につなげるため、評価活動の際に活発な意見交換ができるようにワークシートを活用して事前に評価時の意見を書き込むようにしている。

○プロデューサー(企画者)の評価

1. 伝えたい内容を適切に伝えられているか
 思わない 1 2 3 4 5 思う

2. 自分のイメージしていた作品になっているか
 思わない 1 2 3 4 5 思う

3. 対象者を考えて作られているか
 思わない 1 2 3 4 5 思う

4. 作品のわかりやすさ
 わかりにくい 1 2 3 4 5 わかりやすい

5. 企画者からの要望、改善点
 打てたラップが点灯する仕組みを難いと思うので作ってほしい。
 全体的には単純な中にホールの音源が重複がないようにしてほしい。
 最後のワザはボールは、振らなくても勝手に判定が欲しい。
 (ワザはボールを振らなくても)

学習はこのように評価!!

本時では、作者が企画者とともに修正点を検討し、修正点をまとめる学習活動を評価した。右図のように、「当たり判定が激しくて1つの障害物に当たった時点で当たり判定を3回してしまう」という問題点を発見し、それを解決するための技術的な解決手段を具体的に検討できているかを評価のポイントとした。企画者とともにコンテンツを検討することで互いに教えあうことができ、解決策を具体的に検討することができた。

5. 企画者からの要望、改善点
 私の企画した以上の作品で楽しかったです。全体的な構成もよかったです。
 3回ぶっかたら、ゲームオーバーとしたいけど、1回あたりに
 障害物に当たると、直ぐにゲームオーバーにするのは、最高の作品です!

□修正点をまとめよう (図などを用いて説明してよい)
 3回ぶっかたら...ではなく、1回ぶっかたら、4オーバーにする。
 当たり判定が激しくて1つの障害物に当たった時点で、当たり判定を3回してしまうから。

生徒たちからこんな学習や変容が!!

制作活動では企画の内容によって、制作しにくいコンテンツもあったが、本時での「コンテンツの評価」により、生徒が互いの意見を出し合うことができ、コンテンツの修正点を考えるだけでなく、構想・設計の重要性を考えることができた。コンテンツの制作にあたっては、ワークシートを利用し、段階ごとに考えをまとめ、最終的に流れ図で示すことで、評価活動の際に自分が作ったプログラムを相手に紹介することができていた。また右図のように、他者のイメージ(要望)を具体化するために、技術的な能力も備わっていることが大切であることを実感した生徒もおり、設計と制作(製作)の関連性についても考えを深めることができたといえる。

□他者のイメージを具体化するためにはどうしたらよieldらう?

そのコンテンツを考えた企画者の要望に答えられるための制作者の技術は必要なものだと感じました。考えた人の立場に立って考えることも大切だと思います。

電気自動車の最適解を導く設計学習

犬山市立南部中学校

渡津 光司

本授業では、エネルギー変換に関する技術の内容、特に、機械系の領域に関する内容を扱った。題材名は、「電気自動車を作ろう」とした。まず、電気自動車の製作前に必要な科学的な理解を図る学習を行った。そこでは、歯車の特徴や回転方向、回転速度、回転運動の力などを理解させた。次に、電気自動車の製作において3段階の製作をする中で、設計を3回行い、電気自動車の製作のレベルを上げていく学習を行った。本授業では、電気自動車というモデルを設計・試作することで、生徒の実態に応じた設計を適切かつ、効率良く行うことができると考えた。

題材の指導計画

- 題材目標：1.歯車やギヤシステムなどの力の伝達の仕組みを理解する。
2.電気自動車の使用目的や使用条件を明確にし、社会的、環境的及び経済的側面などから設計要素を比較・検討した上で、電気自動車に適した力の伝達の仕組み、構造などを決定する能力と態度を育成する。

授業環境：中学校第2学年（38名6クラスにて実践）、ワークシート、Tech 未来教材（生徒各1台）

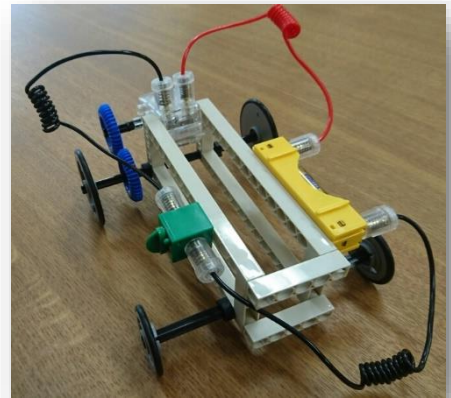
■ 題材の指導計画（10時間扱い、本時8／10）

時間	学習目標・学習内容
1	「歯車の特徴を知ろう」 歯車の回転方向と、歯数と回転数の関係を知る。
2	「歯車の特徴をさらに知ろう」 歯車の速さと回転運動の力の関係を知る。
3	「ギヤシステムを製作しよう」 ギヤシステムを製作する。
4	「ギヤシステムの特徴を知ろう」 ギヤシステムの出力軸の回転数とトルクの関係を知る。
5	「電気自動車を『模作』しよう」 基本的な電気自動車の構造を「模作」する。
6	「電気自動車を『改作』しよう①」 速さを求めた電気自動車を「改作」する。
7	「電気自動車を『改作』しよう②」 力を求めた電気自動車を「改作」する。
8	「電気自動車をグループで『創作』しよう」 グループで目標を立ててオリジナル電気自動車を設計し、社会的、環境的、経済的側面などから設計要素を比較・検討した上で「創作」する。
9,10	「電気自動車を『創作』しよう」 目標を立ててオリジナル電気自動車を設計し、社会的、環境的、経済的側面などから設計要素を比較・検討した上で「創作」する。

構想設計に関わる学習のポイント

生徒に与えた課題や条件

本授業における「模作」とは、基本的な構造を持つ電気自動車を、模倣して製作することを意味する。全員が見本を見ながら、ほぼ同じものを製作していく。「改作」は、基本的な構造を持つ電気自動車を自分なりに改良して、速さ及び、力を求めた電気自動車を製作することである。速さを求めた電気自動車の製作における設定課題は、「より速くゴールに到着しよう」とした。また、力を求めた電気自動車の製作における設定課題は、「坂を登ろう」とした。「創作」は、目標を立ててオリジナルの電気自動車を設計し、製作することである。自分なりの課題を設定し、設計・製作していく。



思考・判断・表現のツールや働きかけ

本授業では、右図のようなワークシートを毎時間使用した。具体的な作業が明記されているので、目的意識をもって授業を受けることができた。また、設計・製作を行う際には、車両の重量を計測するはかりや、スピードを計測するためのストップウォッチ、角度の変えられる坂などを準備した。Tech 未来教材は、電池、モータ、導線、ギヤ、簡単に組んだり外したりできるフレームなど、多種多様なパーツ群で構成されている。簡単に組み立てることができ、すぐ形にできるので、トライアンドエラーが容易であり、失敗を恐れることなくどんどんチャレンジできる教材である。そのため、思考・判断しながら、製作活動ができる点が特徴的である。また、社会的側面、経済的側面、環境的側面を意識させるため、電気自動車の特徴として、社会的側面は「坂を登る」、「スピードが速い」、経済的側面は「車の重量」、「モータの数」、環境的側面は「電池の数」に限定した。その際、チャート図を用いて、設計を進めさせた。

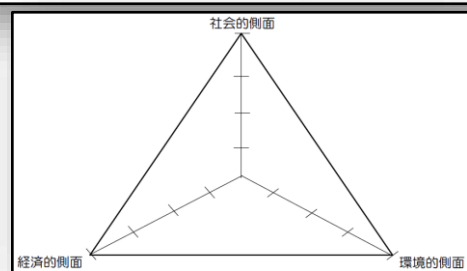
問 動力伝達の機構を使って電気自動車を作ってみよう！

(1) 準備しよう！

○ 動力伝達に必要な部品

(2) 電気自動車を「模作」しよう！

車の重量
206 グラム



構想設計の学習評価のポイント、評価規準・基準

本授業では、右図のような自己評価を毎時間行った。授業の振り返りをしっかりと行うことで、テーマがぶれることなく設計・製作ができた。評価規準・基準としては、この自己評価と上記のチャート図、さらに製作物を総合したものとした。

本日の製作を評価しよう！

テーマ決定 (個人)	テーマ決定 (グループ)	製作 スタート	製作 完了	試走	取り組みの自己評価
					A · B · C
次回のあなたに伝えたいこと					
本日の感想					

構想設計に関わる授業の概要

授業の目標：社会的、環境的及び経済的側面などに配慮して電気自動車を設計・製作しようとしている。

【関心・意欲・態度】

社会的、環境的及び経済的側面などから設計要素を比較・検討し、構造や電気回路を工夫している。

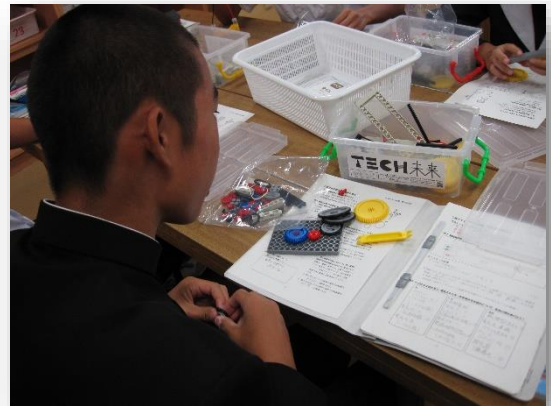
【工夫・創造】

	学習内容・学習活動	教師の支援と評価
導入 5分	1 今までの学習を振り返る。 <一斉> ・ 「模作」→「改作」→「創作」の 流れで電気自動車を製作して きた。	○ 今までの学習では、テーマに合わせた改良設計を学び、ギヤの組み合わせ方を工夫したことを思い出すよう促す。 ○ 「創作」では、テーマを設定することが大切であることを伝える。
電気自動車をグループで「創作」しよう		
展開 40分	2 製作についての説明を聞く。 <一斉> ・ グループの4人で協力して製作する。 ・ グループ内にあるパーツはどれを使用しても良い。 ・ しっかりとテーマを明確にする。 ・ 社会的側面、経済的側面、環境的側面を意識する。 3 テーマを設定する。 <個人> ・ より急な坂を登る電気自動車 ・ クラスで一番速い電気自動車など 4 テーマを決定する。<グループ> 5 テーマを基に、電気自動車を製作する。 <グループ>	○ グループが4人になるように、事前に調整しておく。 ○ 製作についてのルールを確認する。 ○ 三側面について、今回のケースにおける内容を押さえる。 ・ 社会的側面：坂を登る、スピードが速い ・ 経済的側面：車の重量、モータの数 ・ 環境的側面：電池の数 など ○ テーマを設定することが難しい生徒に対して、テーマ例から選んでも良いことを伝える。また、テーマ例の表現を変えても良いことも伝える。 ○ テーマを決定したグループに対して、ワークシートをまとめて、教員に見せに来るよう呼びかける。 ○ 製作しながら、タイムを計ったり、重量を量ったり、坂を登らせたりなど、製作状況に合わせて実験等を行うよう促す。 ㊦ 社会的、環境的及び経済的側面などに配慮して電気自動車を設計・製作することができたか。 【ワークシート】
まとめ 5分	6 本時の製作を評価する。<個人> ・ 本時の製作状況を確認する。 ・ 取り組みの自己評価を行う。 7 次回の学習課題を知る。<一斉>	○ 本時の製作状況をワークシートに記入し、次回の試走に繋がられるように促す。 ㊦ 社会的、環境的及び経済的側面などから設計要素を比較・検討し、構造や電気回路を工夫することができたか。 【ワークシート】 ○ 次回の学習課題について触れる。

学習指導ではここにこんな工夫!!

歯車の特徴や回転方向，回転速度，回転運動の力などを理解させる場面において，授業者はこの教材を使用し，視覚的に理解させることができたと感じた。

また，Tech 未来教材を個人持ち教材として購入し，配付したことで，全員参加の授業が展開できた。また，取り掛かりやすいブロック教材なので，生徒の関心・意欲・態度の高まりが見られた。



学習指導ではここに注意・配慮!!

本授業において予想される生徒のつまずきは，下記の2点が挙げられる。

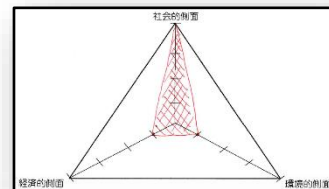
- ・ オリジナルの電気自動車を創造できないグループがあるのではないだろうか。
- ・ 時間内に設計・製作できないグループがあるのではないだろうか。

そのための指導の仕掛けとして，下記の2点が挙げられる。

- ・ オリジナルの電気自動車を創造するために，ワークシートを詳細に作成することで，グループの設計・製作を支援する。
- ・ オリジナル電気自動車の試走の時間を設け，次週も設計・製作ができる指導計画にすることで，時間内に設計・製作できないグループを支援する。

学習はこのように評価!!

本授業では，テーマ決定を個人で行う場面と，グループで行う場面があった。右図は個人のワークシートである。この生徒が掲げたテーマは，「早く目的地に到着しよう」だった。チャート図を見ると，自分の製作しようとしている電気自動車を正しく評価している。(スピードを追求するため，さらに重量が重くなると予想している。)感想を見ると，ギヤ比についても言及しているので，この生徒の工夫・創造，知識・理解の観点は高評価である。



本日の製作を評価しよう!

テーマ決定 (個人)	テーマ決定 (グループ)	製作 スタート	製作 完了	試走	取り組みの自己評価
0	0	0	0	0	A・B・C

今回のアナタに伝えたいこと

速く走らせるためにはギヤ比を大→小に調整が必要。

本日の感想

他の3人とは意見が合っていない。テーマが個別決定。

生徒たちからこんな学習や変容が!!

授業の様子を見る限り，基本的な構造を持つ電気自動車を模倣して製作する場面では，ほとんどの学習者ができていたと感じた。また，基本的な構造を持つ電気自動車を自分なりに改良して製作する場面では，速さを求めた電気自動車の製作で苦戦している学習者も見られたが，力を求めた電気自動車の製作は多くの学習者が目標を達成していた。「創作」の場面では，自分たちの街を想像しながらテーマを設定しているグループもあり，生活の中で感じている課題を解決しようとする態度が見られた。



回路の試作と改良を通じたデザインライトの設計・製作

広島市立五日市南中学校

井上 利也

本題材では、回路の試作と改良を通してデザインライトを設計・製作する学習を行う。回路の試作は、山崎教育システムが開発した TEC DESIGNER Circuit tool を教材として用い、抵抗、センサ、コンデンサ、トランジスタなどの電子部品の特徴を踏まえて行う。回路の改良は、照明の問題などをまとめた企画書に沿って、電子部品の特徴を活用したパターン回路を選択し、照明の明るさや点灯時間などを調整することによって行う。組み立てやはんだ付けなどの製作よりも、電子部品の特徴や回路の設計・選択の学習を充実して行う授業計画を立てており、生徒の反応からも設計の位置づけが高くなっていると考えられた。

題材の指導計画

題材目標

- 使用目的や使用条件に基づいて、生活の役に立つような機能のデザインライトを設計しようとしている。(関心・意欲・態度)
- デザインライトの使用目的や使用条件を明確にし、社会的、環境的及び経済的側面などから設計要素を比較・検討したうえで、製作品に適した電気回路を決定している。(工夫・創造)
- 設計に基づき、安全を踏まえたデザインライトの組立て・調整や、電気回路の配線ができる。(技能)
- 電気回路や電子部品及び必要な工具の使用方法についての知識を身に付けている。(知識・理解)

授業環境：クラスの人数:20名、主な使用教材：TEC DESIGNER Circuit tool, Circuit Design Light (山崎教育システム)

■ 題材の指導計画（12時間扱い、本時 8 / 12）

時間	学習目標・学習内容
1	電気機器の構成について図記号や回路図を用いて説明することができる。
2	直列回路と並列回路について理解を深め、様々な部品の性質を説明することができる。
3	トランジスタにより電流を調整する方法を理解することができる。
4. 5	電子部品の性質を活かした様々な機能を持った回路パターンを理解することができる。
6	一般家庭モデルをもとに適した回路パターンから使用場面や使用条件を考えようとしている。
7	使用目的や使用条件に基づいて、生活の役に立つような機能のデザインライトを設計しようとしている。
8	<本時> 使用目的や使用条件に即して、デザインライトの機能をよりよいものに工夫している。
9	設計した電気回路に基づいて、正しく配線を行うことができる。
10	電気回路の配線の方法を説明することができる。
11	安全に配慮し、正しい方法ではんだづけを行うことができる。
12	設計図に基づいて、安全を踏まえたデザインライトを組立てることができる。


構想・設計に関わる学習のポイント

生徒に与えた課題や条件

生徒には「生活の課題を解決するために役立つデザインライトの設計・製作」を課題として与えます。ただし、家庭における照明などについて問題意識を持っている生徒は少ないため、課題の設定について意欲を喚起することが必要となります。そのため、第6時では、第4時、5時で学習した回路のパターンを用いて、それらの機能を活かせる生活の場面を見つけ、使用目的や使用条件を検討する学習を行いました。ここでは例えば、家の間取り図などを資料として提示し、照明が必要な場所がないかをグループなどで検討させました。この学習を踏まえて第7時では、生徒一人ひとりの生活における問題を発見し、解決できるような回路を設計する学習を行いました。宿題などで行った調査活動を経て、生活の課題を解決するために役立つデザインライトの企画書を作成しました。

【課題の発見・解決】

Sさんの家の危険を見つけよう!



①場所：
なぜ：_____

②場所：
なぜ：_____


③場所：
なぜ：_____

図 照明を活かす生活の場面を見つけるワークシート例

思考・判断・表現のツールや働きかけ

生徒たちが電気回路を一から構想設計するのは困難であると考え、いくつかのパターンとなる回路を学習・提示することにしました。第2.3時で学んだCdS、可変抵抗、ダイオード、コンデンサ、トランジスタなどの電子部品を利用してさまざまなLEDの照明回路をパターンとして作成する学習を第4時、5時で行いました。パターンには、例えば「調光パターン」「点灯指定パターン」「しばらく点灯パターン」などがあります。図に示すパターンは光が広範囲に広がるワイドと、一方向に強く光るスポットのLEDの2つを点灯させる回路になっており、後に製作するCircuit Design Lightと同じ構造・規格になっています。

パターン
1



ライトの機能	暗い時に動作するライト
スイッチ1をON	スポットLEDが点灯
スイッチ2をON	ワイドLEDが点灯
スイッチ1・2をON	暗くなると両方のLEDが点灯

図 回路パターンの例 (山崎教育システムWSより)

構想・設計の学習評価のポイント、評価規準・基準

この授業計画では、電気回路をすべて設計させるのは難易度が高いことを考慮して、様々な機能を持つパターン回路を、自分の課題とする使用目的や使用条件と一致させ、合理的に選択・改良することを回路の設計ととらえています。選択されたパターン回路は、より使用目的や使用条件に適合するように、LEDの明るさや時間、CdSの感度、コンデンサによる点灯時間の調節などを考えていくこととなります。このことにより、回路パターンを変更・調整する改良の設計を行うこととなります。右に示すワークシート例に示された企画の意図と照明回路のマッチングが評価のポイントとなります。

【企画書の作成】

企画書 ~生活の役に立つデザインライト~

いつ	だれが	どこで	パターン
このデザインライトを開発しようとした理由			
このデザインライトをどのように役立てるか			

図 企画書のワークシート例

構想・設計に関わる授業の概要

授業の目標：使用目的や使用条件に即して、デザインライトの機能をよりよいものに工夫している。
(工夫・創造)

準備物：TEC DESIGNER Circuit tool (20), AgIC Circuit Eraser (1), ワークシート (20)

	学習内容・学習活動	教師の働きかけ	指導上の留意点
導入 5分	1. 前時の復習 ○前時に作成したワークシートの内容を確認する。 2. 本時の学習内容を知る ○選択したパターン回路の機能を企画した機能に近づけるために改良することを把握する。	<ul style="list-style-type: none"> ●各家庭での調査・探索活動に基づいたデザインライトの企画書を確認させる 	<ul style="list-style-type: none"> ●デザインライトの使用目的、使用条件や必要とされる機能について考えさせる。
展開1 20分	3. 機能改良の視点を知る ○パターン回路の機能を企画書に近づけるための改良について考える。 4. 回路改良の視点を知る。 ○企画書の機能に近づけるために、回路のどこを変更することが必要であるか考える。	<ul style="list-style-type: none"> ●各パターン回路について確認する。 ●デザインライトのCdSの感度や、LEDの明るさ、調光の明るさ、点灯時間などの視点を示す。 ●抵抗やコンデンサを変更することでCdSの感度や、LEDの明るさや点灯時間などを変更できることを示す。 	<ul style="list-style-type: none"> ●企画書に沿って改良した例を示す。 ●TEC DESIGNER Circuit toolを使用して、各 부품の性質やパターン回路の機能を学習してきたことを思い出させる。
展開2 20分	5. パターン回路の改良について考える。 ○使用する電子部品と配線を考え、改良した回路図をワークシートに記入する。	<ul style="list-style-type: none"> ●ワークシートに配線と使用部品をまとめさせて、グループ内で確認させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ●使用部品の選択については設計時点での使用目的や使用条件に機能を従順させたものとさせる。 ◎デザインライトの機能が、使用目的や使用条件に即したものになるように回路を改良している。(工夫・創造) ワークシート
まとめ 5分	6. まとめと振り返り ○本時の振り返り ○次時の確認	<ul style="list-style-type: none"> ●今まで学習した電子部品の特徴を考えてパターン回路を改良したことを確認する。 	

学習指導ではここにこんな工夫!!

授業で用いた TEC DESIGNER Circuit tool とは、電気回路の設計や電子部品の実習ができる教材です。ベンチャー企業の AgIC (株) が開発した銀ナノインクのペンがもとになっており、そこに取り付ける電子部品やユニバーサル基板、専用紙を含め山崎教育システムが開発したものです。TEC DESIGNER Circuit tool を用いることにより「電気回路や電子部品についての実践的・体験的な学習を充実させること」や「導通性マーカーによって回路を自由に書き換えることができ、回路の試作・改良を繰り返す学習を構成すること」などを目指しました。

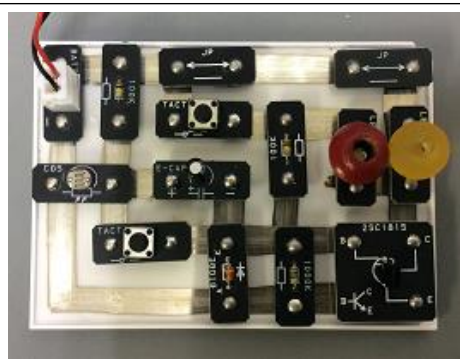


図 TEC DESIGNER Circuit tool による回路

学習指導ではここに注意・配慮!!

TEC DESIGNER Circuit tool により、電子部品などが学習され、それに基づいて設計された回路は Circuit Design Light により実装されます。Circuit Design Light は照明機器の製作キットであり、内蔵された回路の構造によって照明の明るさや点灯時間を変化させることができます。この回路は TEC DESIGNER Circuit tool の大きさや電子部品に準拠した大きさと規格の回路を製作・実装するしくみになっています。そのため、TEC DESIGNER Circuit tool で考え、工夫された回路やその機能は、Circuit Design Light で製作する作品のプロトタイプに該当します。そのため、Circuit Design Light で製作する回路について改めて検討する必要がなく、TEC DESIGNER Circuit tool の「設計」から Circuit Design Light の「製作」へ指導を連続的に行うことを目指しました。

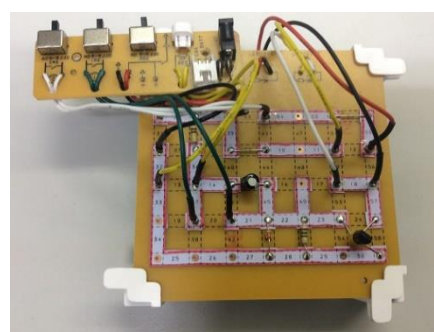


図 Circuit Design Light の配線

学習はこのように評価!!

第8時では「使用目的や使用条件に即して、デザインライトの機能をよりよいものに工夫しようとしている。」を目標として、「工夫・創造」の観点で評価をしています。ここでは、パターン回路から自分の企画に適合した回路へと改良することを目指します。ただし、パターン回路で十分企画を満たす場合には、改良することができません。この場合は、自分の企画とパターン回路が一致しているというような理由や意見をワークシートに示していることで工夫について考えられていると評価しました。

それはどのようなところですか。
・改良しない方が一番使いやすいので、工夫はしていない。

図 生徒のワークシート記述例

生徒たちからこんな学習や変容が!!

本題材では、「課題の設定」の学習活動を強く意識し、電気回路、電子部品の学習から一貫して構想設計のための学習を進めることができるよう配慮しています。授業終了後に行ったアンケート調査では、「自分なりの工夫ができましたか。」の問いかけに対して、「設計」で TEC DESIGNER Circuit tool を使用し、機能を使用目的や使用条件などを考慮して工夫した記述が多く認められました。また、「うれしかったことや楽しかったことはありましたか。」の問いに対しても、電気回路、電機部品の学習やパターン回路の設計に対して、TEC DESIGNER Circuit tool を使用し、LED の点灯やその明るさの変化を体験的に学習したことに対して喜びを感じていることが考えられました。

安全性を向上させる計測制御システムを開発しよう

月形町立月形中学校

紺谷正樹

授業の概要：次期学習指導要領改訂にむけ、平成28年8月に発表された「家庭・技術・家庭ワーキンググループにおける審議の取りまとめ」では、現行の学習指導要領の課題として、「我が国が科学技術創造立国として世界の産業をリードするためには、義務教育段階においても、技術革新を牽引する素地となる資質・能力の育成も必要である」と指摘されている。

本実践では、技術を評価するときの観点である「安全性」の向上に着眼し、その解決策を「気をつけよう・注意しよう」という受け身的な発想にとどまらず、生徒自身が能動的に思考を試行させ、至高の技術開発ができるように、汎用型マイコンボードを用いて新しいシステム開発を体験させた。

まず、生徒自身の創意（インベンション）を高めるために、身の回りの工業製品で実際に起きやすい事故を資料より調査させた。次に、その解決策を考える（広義でのソフトウェア）だけではなく、実際に手にとって触れるモノ（広義でのハードウェア）として具現化させるために、汎用型マイコンボードを用いた模索段階（インキュベーション）を設定した。最後に、センサやアクチュエータの選択が適切であったかなどをグループで相互評価させた後、自己の解決策に反映させ、イノベーションのための構想・設計の疑似体験を終了した。

題材の指導計画

【題材目標】

- 関心・意欲・態度
 - ①「あったらいいな」ではなく、不慮の事故を防ぐための「なくてはならない」計測制御システムの役割と機能について関心を持つようとしている。
 - ②自分が考えだしたアイデアを友達の意見を参考に高めようとしている。
- 工夫・創造
 - ①安全性向上のための計測制御システムの不具合を既習事項や友達の意見を参考にして、改善策を考えることができる。
 - ②安全性向上のための機能を工夫したり・創造したりすることができる。
- 技能
 - ①サンプルプログラムをもとに順次・分岐・反復処理のプログラムを作成することができる。
 - ②順次、分岐、反復処理を組み合わせ安全性向上のためのプログラムを作成することができる。
- 知識・理解
 - ①安全性向上のための計測制御システムにおけるプログラムの機能と順次・分岐・反復処理の各処理手順を理解することができる
 - ②安全性向上のための計測制御システムの構成を知り、プログラムとの関連について理解を深めることができる。

【授業環境】

- クラスの人数 : 40人×2クラス（1グループを4名とした。）
- 準備物 : 汎用型マイコンボード（Arduino UNO）20台、各種センサ、サーボモータ
プログラミング環境（ArduinoIDE1.6.7にArduBlockをアドインしたもの）
- 主な教材 : 独立行政法人製品評価技術基盤機構作成 注意喚起ミニポスター

(<http://www.nite.go.jp/jiko/chuikanki/poster/kaden/index.html#product1-36>)

■ 題材の指導計画（10 時間扱い、本時 5／10）

時間	学習目標・学習内容
1	工業製品の起こりやすい事故並びにその対応に関する動画を視聴する。
2	生徒自身が体験した工業製品における事故をグループで交流し、改善策を考える。
3	家族における工業製品事故に関する事故の調査をもとに、改善策を考える。
4	汎用型マイコンボードを用いて、センサとアクチュエータの特性を調べる実験実習
5	<本時> 「IoT の活用方法について考える」 自分たちが考えている計測制御システムは、基本的には 1 対 1 の関係であることを知り、このシステムをネットワーク経由することで、どんな拡張性が高まるかを考え、交流する。
6	安全性向上のための計測制御システムのアイデアスケッチを完成させる。
7	自分が考えた計測制御システムに必要なセンサ並びにアクチュエータを選択し、実験する。
8～9	自分が考えた計測制御システムの発表会
10	本題材の振り返りならびに経済性や社会性の向上についても考えを広げる。

構想・設計に関わる学習のポイント

生徒に与えた課題や条件

本題材では、この授業に入る前から、独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）が作成したポスターを技術室廊下前に掲示し休み時間等にも気軽に閲覧できるようにした。最初の授業において自分が興味を持った注意喚起ミニポスターの動画をそれぞれ視聴させた。この取組は生徒の意欲喚起に効果があった。

生徒の技術的な観察力を高めるという観点を重視し、教師はあらかじめ計測制御システムの詳細について知らせるのではなく、生徒に必要な感のある課題を設定し、身近な安全システムを観察・体験することによってそれをシステム・モデル化できるように配慮した。



思考・判断・表現のツールや働きかけ

「グループで話し合って、考えなさい!」という授業は、一部の発言力の強い生徒の影響を受けやすい。よって、毎回、席替えをおこない常に新しい環境で話し合いができるようにした。さらに、授業開始 10 分間はブレインストーミングを毎回実施した。

また、生徒が記入したワークシートは技術教室の掲示板にクリアポケットに収納させ、生徒が友人の意見を参考にできる環境づくりを心がけた。最初は戸惑いを感じながらも、実践していたが、慣れてくると楽しみながらも、核心を突くアイデアを出せるようになってきた。



構想・設計の学習評価のポイント，評価規準・基準


日本産業技術教育学会発行リーフレットの【技術と科学の特徴】には「目的・解の性質・解の寿命・解の保護と利用・自然との関係・社会との関係」についての記載がある。技術の解の性質として創造・工夫・発明による最適解という言葉が用いられている。

構想・設計の学習評価にはまさしく，最適解が求められる。よって，生徒による相互評価の場面をできる限り多く設定した。また，評価規準も定量的な文字数の制限（○文字以上書きなさい）とともに，その内容の新規性・論理性などの定性的な部分に関しても，より多くの生徒が賛同しているかで評価した。



構想・設計に関わる授業の概要

- 授業の目標**
- ①Internet of things (IoT) という言葉を知り，その概念を理解する。(知識・理解)
 - ②Internet of things (IoT) の活用例を自分の考えた計測制御システムをもとに考える(工夫・創造)
- 準備物**
- ①送信用：無線化された汎用型マイコンボード，受信用：ノートパソコンと受信器
 - ②レスポンスアナライザーに類似したプレゼンテーションソフトを用いたアンケート結果集計システム (Microsoft 社製 PowerPoint2007 アドイン「Mischief」)

	学習内容・学習活動	教師の働きかけ	指導上の留意点
導入 10分	1. 前時の復習 ●グループごとブレッドボードに無線化システムの配線を行いサンプルスケッチを書き込む。	●無線化されたサーボモータ接続の汎用型マイコンボードを PC 上のコマンドで動かすことを指示する。	●ジャンパーピンがしっかり挿入されているか。サンプルプログラムは正確に転送されているかを机間巡視して確認する。
展開 30分	2. 課題の把握 ●本時の課題を知る ●IoT に関する記事を読む。付箋紙で疑問点等を整理する。 ●IoT の利点を活用した安全性を向上させる計測制御システムをグループで考え交流させ，レスポンスアナライザーシステムで評価する。	【「IoT」という言葉を知り，その活用例を考える】という目標の提示。 ●無線化のメリットならびにその範囲をインターネット上まで拡大することの利点を議論させる。 ●レスポンスアナライザーシステムでそれぞれの班の意見を評価する。	●新聞記事を配布し，読みにくい漢字や難しい語句の意味を机間巡視で答える。 ●付箋紙の色の違いを徹底させる。 赤：反対の意見 青：賛成の意見 黄：疑問点 ●レスポンスアナライザーシステムの動作確認を行う。
まとめ 10分	3. まとめと振り返り ●本時の感想を書く。 ●次時の学習内容を知る。	●本時のまとめとの次時の予告を行う。	

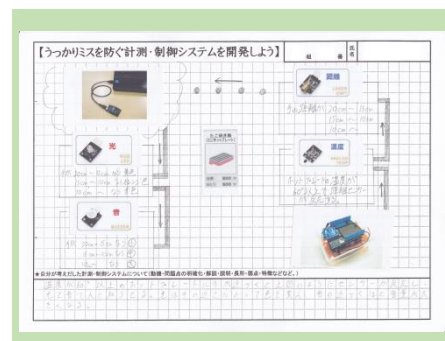
学習指導ではここにこんな工夫!!

本題材は、第3学年3学期を中心に展開した。高度な内容を扱うのはもちろんのことだが、何よりこの時期は実験実習に対する意欲が高い。受験生として、受験科目の授業ではテスト対策を実施しているからであろう。また、部活動も引退しており、放課後活動の時間も確保しやすい。こうした条件下において、できる限り汎用型マイコンボードの実習の機会を多くした。せっかくの自分が考えたアイデアが机上の空論で終わらないよう、頭の中だけで完結しないように様々な電子部品を用いた実験を行った。



学習指導ではここに注意・配慮!!

ワークシートには必要に応じて罫線や方眼紙を印刷しておいた。字を書くことが苦手な子はグループにおける話し合いの中でいいアイデアを発表していても、白紙のレポート用紙を渡すと手が止まってしまうことがある。方眼紙上になっていることで記入しやすいように配慮した。また、レポートに必要と思われる図もシールタイプの印刷用紙をあらかじめ用意しておき、貼付させるようにした。字を書くのが苦手な子同様、図を書くのが苦手な子は図を書くことだけに時間を取られせっかくのアイデアの練合に後れをとってしまうことがある。



学習はこのように評価!!

付箋紙を多用した。評価物の中心はどうしてもワークシートになってしまうが常である。しかし、机間巡視における対話において、せっかくいいアイデアが浮かんでいたのにワークシートに記入されていないことがよくある。そこで、思いついたことはすぐに、付箋紙に記入するよう徹底した。また、3色の付箋紙に意味づけを行った。賛成は青色、反対は赤色、疑問点は黄色にした。そしてワークシートの裏面にのりで貼付させ、提出させた。生徒は意外と時系列で貼付するので生徒自身の考えの変容を評価することもできる。SNSに代表されるように短文でのコミュニケーションに慣れた生徒にとって「とりあえず付箋紙」というのは今の時代にマッチングした評価物の一つといえる。



生徒たちからこんな学習や変容が!!

生徒の感想を以下に示す。

- 最初はヒューマンエラーの意味すら分からなかったが、だれにでも起こる身近なものだとわかることができた。自分が成長していくにつれて自動車など自身で利用できるものが増えていく反面、気を付ける必要があると改めて考えさせられる授業であった。
- 何かで感じて何かで教えるということは、いろいろな機器が必要であることを知った。これからは目の不自由な人、耳の不自由な人にも伝わる最善な方法とは何かを考えるようになった。遠くにいるおばあちゃんにもIoTを有効活用してみたい。





(課題番号 15H02917)
平成 27 年度～30 年度
科学研究費補助金 (基盤研究 (B))
第 2 年次中間報告書

技術イノベーションの能力育成を指向した
「構想設計」学習の方法論的研究

2017 (平成 29) 年 5 月

発行者 広島大学大学院教育学研究科
谷田親彦

印刷 プリントパック