

# 初等中等教育の学習内容を踏まえた 中学校技術教育のシステムの考察

2022 年

兵庫教育大学大学院  
連合学校教育学研究科  
教科教育実践学専攻  
(鳴門教育大学配属)

西山 由紀子



# 目次

第1章 緒論.....	1
第2章 初等中等教育の学習内容と中学校技術の学習内容の関連性.....	16
2.1 学習指導要領における各教科等の関連性.....	16
2.2 見方・考え方の視点からの各教科等の特性.....	17
2.3 教科架橋の視点からの各教科等の特性.....	18
2.4 技術に関連性のある学習指導要領の学習内容.....	23
第3章 小学校の学習内容を考慮した中学校ものづくり教育のシステムの考察.....	40
3.1 緒言.....	40
3.2 中学校のものづくり教育について.....	40
3.3 小学校から中学校へのものづくり教育の連続性.....	42
3.4 中学校での段階的な問題解決の複雑さを考慮した学習展開.....	43
3.5 技術教育の学習初期段階における問題解決学習の二重スパイラル展開の提案.....	43
3.6 問題解決学習の二重スパイラル展開授業の実践.....	44
3.6.1 材料の選定.....	45
3.6.2 構造物の選定.....	46
3.6.3 ストローブリッジコンテストについて.....	46
3.6.4 ストローブリッジコンテストのルール.....	46
3.6.5 性能性, デザイン性, エコ性について.....	47
3.6.6 ストローブリッジコンテストの実施方法.....	47
3.6.7 学習過程について.....	48
3.7 問題解決学習の二重スパイラル展開授業実践の考察.....	53
3.7.1 生徒の意識の変化.....	53
3.7.2 ブリッジコンテスト結果の比較.....	53
3.7.3 パフォーマンス課題の結果と考察.....	59
3.7.4 二重スパイラル展開の考察.....	62
3.8 小学校との関連についての中学校ものづくり教育のシステムの考察.....	63
3.9 結言.....	66
第4章 高等学校への接続を意識した中学校 Web コンテンツ制作学習のシステムの考察.....	68
4.1 緒言.....	68
4.2 小中高の情報教育の関連性.....	68
4.3 高等学校情報デザインと中学校技術教育との関連性.....	70

4.3.1	中学校段階での情報デザインの視点.....	70
4.3.2	情報デザインを取り入れたネットワークプログラミング学習展開.....	71
4.4	中学校での多重 PDCA サイクルによる Web コンテンツ制作学習の提案.....	72
4.5	アンプラグド体験を含む多重の PDCA サイクルによる Web コンテンツ制作学習の 実践.....	73
4.5.1	アンプラグド学習によるネットワーク技術の理解.....	73
4.5.2	多重の PDCA サイクルによる Web コンテンツ制作学習の実際.....	79
4.6	アンプラグド体験を含む多重の PDCA サイクルによる Web コンテンツ制作学習の 考察.....	86
4.6.1	アンプラグド学習による概念理解の学習効果の考察.....	86
4.6.2	多重の PDCA サイクルによる Web コンテンツ制作学習の考察.....	90
4.7	高等学校への接続を意識した中学校 Web コンテンツ制作学習のシステムの考察.....	91
4.8	結言.....	94
第 5 章	初等中等教育の流れにおける中学校計測・制御のプログラミング学習のシステムの 考察.....	97
5.1	緒言.....	97
5.2	小中高校それぞれでの計測・制御のプログラミングの学習内容.....	97
5.3	問題解決の捉え方と問題発見.....	100
5.3.1	学校種による問題解決の捉え方の違い.....	100
5.3.2	問題発見と課題設定.....	101
5.4	構想・設計を重視した問題発見学習.....	101
5.4.1	問題発見と問題の課題化の手続き.....	101
5.4.2	問題発見・課題設定のための学習展開の提案.....	102
5.5	中学校計測・制御のプログラミング学習の実践.....	104
5.5.1	計測・制御のプログラミング教材.....	104
5.5.2	構想・設計を重視した学習計画.....	104
5.6	中学校計測・制御のプログラミング学習の考察.....	107
5.6.1	ウェビングマップ利用の検証.....	107
5.6.2	構想・設計(1)と構想・設計(2)の検証.....	111
5.6.3	生徒の評価による有用性の検証.....	118
5.7	初等中等教育の流れにおける中学校技術教育のシステムの考察.....	119
5.8	結言.....	123
第 6 章	結論.....	124

謝辞.....	130
関連発表論文.....	131
参考文献.....	134



## 第 1 章 緒論

新年度に中学 1 年生たちが少し緊張しながらも興味深そうな面持ちで初めて受ける技術・家庭科（技術分野）の授業の中で、私はいつもあるたとえ話をするようにしている。それはもし自分が今とてもおなかが空いていて、目の前におしそうなバナナがぶら下がっているがジャンプしても届きそうになく、どうやったらバナナを手に入れることができるだろうかという話である。子どもたちは次々に元気よく答えだす。梯子や踏み台を使うと言うものやボールをバナナにぶつける、長い棒を持ってくる、仲間を呼んできて肩車してもらう、木を切り倒してしまえばなど様々な回答をする。そのうち木の高さは何メートルくらいですかと条件を細かく聞く子や、バナナは嫌いだからいらぬ、仲間を連れてきてバナナを取っても独り占めされてしまうからどうしようなどと、子どもたちの創造や意見が拡散したところで次のように語る。「今、どうやったらバナナが取れるかなとみんな自分の頭の中で色々考えたと思います。その考えるということを学習していくことが技術の学習になります。道具を使う意見が多かったけど他にもドローンやロボットなどを使う方法もあるかもしれません。今回考えてもらったことは細かい条件を付けなかったけれど、実は気が付かなかっただけで周りに同じようにお腹が空いているサルがいてバナナが一つじゃ足りないということがあるかもしれない。時間がかかってもそのバナナを品種改良して背丈の低い誰でも手が届いてたくさん実をつけるバナナに変えていく、という解決策も条件が変わればあるかもしれない。何か問題を見つけそれをどうやったら解決できるか、みんなが納得できる結果になるように問題を解決するまでの方法を考え、解決策を考えられるようになることが技術の授業の目標です。」「そしてこれからの未来を創っていく皆さんたちに、その未来を創る力となる考える力を今よりもっと伸ばしてほしいと思っています。ですが突然、世界を平和にするにはどうすれば、世界的な感染症を食い止めるにはどうすれば、といった大きな社会問題について解決策をと言われても困ってしまいますね。必要な知識や問題解決の手順と方法を身に付けて、まずは身近な問題の解決を行う学習をこれから 3 年間の技術の授業でしていきます。」と話をまとめる。このバナナの例え話は技術の講師として働きだしたころから、子どもたちへ技術について説

明するときにはいつも話すものだが、言い回しや話の流れは年度やクラスの雰囲気などによって多少変わる。いずれにしても技術の概念が伝わるようにと意識して話すようにしている。

私自身のことを振り返ってみると、このたとえ話のように何か問題があってそれを改善する・解決するという考えが自然と自分の身についているのは幼少期の父親から受けた影響が大きい。私は父の影響でものづくりを身近に親しむ環境で育った。大雨でも水没しない鶏小屋や伸縮自在の魚釣りの網、母が使いやすいように工夫されたキッチンの収納など、今あるものをより便利に改良したり、欲しいものが売って無ければ自分で創り出したりといった考え方や、ものづくりの基本の道具の使い方などは父の姿をみて学んだものであり、自然と現在の自分の技術教育の授業実践における教材製作で役立っている。

大学では文化教育学部の人間環境課程という教育学部や文学部、芸術学部が融合した学部で多方面のことを学んだ。特に環境問題や自然素材とそれを生かしたものづくりに興味をもち教員免許を取得しつつも、ものづくりに携わる仕事をしたいと大学卒業後は自社で製品を作り販売まで手掛ける化粧品のメーカーに就職した。就職した企業で新入社員として企業内研修を受けたが目的や目標が非常に明確化されており、企業内研修の教育目標の重要性を感じた。私が就職した企業の新入社員教育の内容については特に次の2つに興味を持った。一つ目は自社の商品について材料や効果、製造方法といった知識に関する教育で、二つ目は会社の理念といった会社の方針や社員に求める理想像といった考え方の教育であった。このことを自分自身が実感したのは会社のCMが商品購入に直結する意図を持って作られた短期間しか流れないCMと、会社の理念を伝える意図を持って作られた長期間流すCMとの2種類が制作されていることを知ったときであった。知識やスキルの習得ではないその企業の社員らしい考え方や振る舞いについての社員の教育というものに新鮮さを覚え、改めて人間形成のための学校教育について考えるきっかけとなった。また、学習者の目的が企業内研修を通して明確にされていることや、研修内容が段階的に向上していき、研修の成果の評価が反映されるなど実社会で学習効果が実感できる体験をすることができた。これは現在の技術教育実践の中で、子どもたちに目的を明確化し、学習させていく学習過程を考える上で役に立った。

その後大学院に戻り専門的な内容の研究に従事し専門的な研究を基礎とした幅広い技術教育の必要性も痛感した。大学院を修了した後に ICT 支援員として勤務した経験は教員を横から見る視点で役立った。自分自身の専門以外の教科の授業について触れる機会も多く、学習環境の構築等と一緒に作る支援をすることで新たな視点や考えが広がり授業改善の役に立った。ICT 支援員として授業に入ると、授業者である教師側の授業の指導目標や授業の見通しなどを知り、教師側の視点を持ちながら情報機器の操作の支援等を行う。それと同時に躓いている生徒へ個別に支援する中で学習者の学習の理解度を知ることができ、学習者側の視点にも触れることができた。教科の学習内容への躓きなのか、情報機器の操作の不慣れが原因なのか、教師側の意図した授業の目標に学習者が到達できたかなど、授業を ICT 支援員として横から見ることで、教師や学習者の様子を授業を構成している要素として見つけることができた。授業を系統的に考察し、専門の教科の授業ではなくても、授業が上手くいっているかどうか見極める経験となり、自分自身の教科の授業にフィードバックすることができた。

採用試験に合格し技術の教員となって子どもたちの躓きや支援が必要な状態かどうか見極める経験を積むことで、集団の中の個に対してどのように学習効果を上げる手立てが必要か考えるようになった。また、特別支援学級の担任を任され、個に対しての手立ての重要性を実感した。特別支援学級で担任した子どもたちの学習や学校生活での困り感には様々な要因がある。例えば特別支援学級の学習の中で、中学1年生の正の数や負の数の計算問題ができない原因の要素を考えると、掛け算九九が暗記できていないために問題が解けない場合は、掛け算の九九表を見ながら問題を解くように支援をしつつ掛け算九九の習得を促すなど、要因がわかりやすく個に応じた学習支援の手立てが学習者と指導者の両方にわかりやすい。そうかと思えば、黒板に書かれた文字を書き写す段階で黒板と自分の手元のノートへの視線の往復ができないことが要因であるとか、そもそも文字が歪んで見えることが要因であるとか、あるいはちょっとした物音や人の視線で集中できない学習環境によって著しく集中力を欠いていることが要因であるなど、実に様々な目に見えてわかる要因からなかなか表出されにくいその子自身も気づいていない要因などもある。要因が複数で絡み合っているような場合は、学習者自身もなぜ問題が解けないのか、うまく学習が進まないのかわからずやる気の低下を招くことや自信喪失、指導する側への不信感などが出て

しまう。指導する側も躓きの要因を把握できないままやみくもに学習支援をしてもうまくいかず、苦勞することになる。中学校技術・家庭科（技術分野）の担当教員と同時に特別支援学級の担任としてその子の困り感や学習の困難さの要因を見出し、解決へ向けて手だけを考え実践していくために原因の要素と要素を関連付けて新たに解決へと考えを決定していく学習過程の区分化でのシステムの考察が大いに役立った。具体的には、情報通信ネットワークに関する原理や法則、基礎的な技術の仕組みを学習する段階で学習内容を系統的に捉え目に見えない概念的な情報通信ネットワークについての概念理解の手順を区分化し、具体物を使っての作業体験を伴ったアンプラグド学習として構成することで、学習者自身がどこまで自分が理解できているのかを自覚しやすく、学習の理解度を高めることができた。これは、取り扱うものの高度で難解な技術を理解しなくても系統的なものごとを捉え、仕組みの概念を理解することで対象とするものごとが変わっても理解し使用することができるようになる力の育成にもつながった。生徒の学ぶ側からの視点と教師の指導する側の視点と個への対応という視点から、どのように生徒の特定の能力向上が期待できたかについて明らかにしていくために、自身の経験から、システムの考察による学習の分析は有用性があると考え。将来は学校や教師から離れ自立して社会で生活する子どもたちにとって、自分がうまくいかなかったことの原因を系統的に考察し、解決へ向けて思考し行動する力は必須であり、技術教育の目的は概念的な考え方の育成であると実感した。

日本の技術教育を振り返ると、日本の初等中等の普通教育の中に職業的教科が加設されたのは1881年（明治14年）のことであり、この年に公布された「小学校教則綱領」（達第12号）、「師範学校教則大綱」（達第29号）には、小学校及び師範学校に農業・商業とともに「工業」を加設することを認めている。しかし、この教科のために作られた教科書の内容からみて、実習を伴う実践的教科ではなく、農工商の概要を知識として教えるにとどまっていたと思われる<sup>1)</sup>。手工や農業など作業を伴う実践的教科が普通教育に取り入れられたのは1886年（明治19年）の小学校令においてであった。これにより、高等小学校の教科として、土地の状況により、農業、手工、商業の1科または2科を加えることができると規定された。手工科の加設の背景には、近代産業の発展を担う勤労の意識を持った国民の教育という国内的な要因と、イギリスの「王立技術教育委員会」の報告、フランスで開かれた「小学教員万国博覧会」といった諸外国の手工教育の高ま

りなどの要因があった。その後 1890 年（明治 23 年）には、尋常小学校にも手工科が加設されたが、1891 年（明治 24 年）の「随意科目等に関する規則」（省令第 10 号）によって、手工科は随意科目として希望者だけが学ぶこととなり、徐々に衰退していった。その後、日清戦争を契機とする繊維工業の飛躍的な発展と重工業が発展し、産業の伸長によって実業教育の気運が高まり、小学校教育へと波及したことによって、1904 年（明治 37 年）に「小学校令」を改正し、高等小学校の生徒に手工、農業、商業のうち 1 科目を必修とした。また、文部省編纂の手工教科書が作られ、手工科の普及と再建が進むこととなった。しかし、1910 年（明治 43 年）に文部省は、農業・商業が実業科目として重要であることを強調し、その加設を奨励し、それまで週 2 時間だった手工・農業・商業を一気に週 6 時間に引き上げ、同時に手工・農業・商業を同列に位置づけてその兼修を禁じた。これは、専科教員の確保や施設設備の設置を伴わず、単に時間数だけ大幅に増加しただけだったため、教育現場では専科教員や施設準備の確保が最も困難な手工科が減少することとなった<sup>2)</sup>。手工科はその後、実業科目の 1 つとして時間数が減らされ随意選択科目となったが、1926 年（大正 15 年）には「小学校令」が改正され、手工科および実業科（工業、農業、商業）が高等小学校の必修教科となった。手工科が実業科と区別され必修科目とされたのは高等小学校への入学率の増加と卒業後の就労のための実務教育の必要性からであった。1931 年（昭和 6 年）に「中学校令施行規則」の改正が行われ、新たに公民科と作業科が新設された。作業科では、高等小学校の手工科における程の精確な技巧を要求する代わりに手工科よりも勤労精神の育成を目的としたものであった。1941 年（昭和 16 年）に第 2 次世界大戦下を背景に、国民に初等普通教育を施し、国民の基礎的錬成を行うことを目的とした国民学校令が制定され、それまでの小学校令を全面改訂し、芸能科が定められ、科目には音楽・習字・図画および工作とされ、女子生徒には裁縫と家事が追加された。芸能科工作は、物品の製作に関する普通の知識技能の修練、機械に関する常識の滋養、くふう考察力の啓培などを目的とするもので、従前の手工に比べても技術的性格が著しく濃厚なものになっていた<sup>3)</sup>。第 2 次世界大戦前の技術教育の起源をたどると、高等小学校の手工科、中学校の作業科、国民学校の芸能科工作へと普通教育の中の職業教育としての役割を担いながら、名称は変わりながらも続いていったと考えられる。

技術教育としての明確な位置付けは、第二次世界大戦終末とともに生まれた。第二次世界大戦後に、民主的な文化国家の建設を目指し、まず義務教育を延長し現行の「中学校」までを義務教育とした。中学校の独自性として勤労教育をあげ、職業教育を重視する動きから、「学校教育法」の制定に際して、その目標の1つに「社会に必要な職業についての基礎的な知識と技能、勤労を重んじる態度及び個性に応じて将来の進路を選択する能力を養うこと」という規定が掲げられ、その達成のために必須教科及び選択教科として職業科が設けられることになった<sup>4)</sup>。職業科の内容構成としては、旧制の国民学校高等科の実業科（農業・工業・商業・水産）に加え、女子の教育の機会均等の観点から家庭科も実業科の1科目として扱われることになり、農業科、工業科、商業科、水産科、家庭科の5科目となった。また、文部省は、職業科と職業指導の関連について3つの方式を示し、1. 農・工・商・水産・家庭の諸科目と職業指導を融合して指導する、2. 職業指導を別課程とし、一定の時間を配当して指導する、3. 職業指導は社会科の職業生活に関する単元を指導する際に補って指導し、職業科の諸科目はこれと関連を保って、別に指導する、の3つの方式の中から各学校が地域や生徒の事情を考慮して選択できることとした。職業科は、一般教育的側面、職業指導的側面、職業準備的側面の3つの目標を持つものであるが、各々の科目の内容を融合して新しい体系にまとめるまでは時間的にも厳しく、また科目相互に重複や間隔があり再構成は容易ではなかった。このため、5科目からそれぞれ1科目ないし複数科目を学校が選択し生徒に学ばせることとした。実際には、職業科の目的や必須とする理由が理解されず、職業科を職業準備のための教科もしくは職業指導のための教科として理解される傾向があった<sup>5)</sup>。その後、戦後の職業教育は、高等学校の職業科（専門学科）へ移行していった。

中学校の必修科目として出発した職業科は、職業科の理念と運営の両面で多難であり、1951年（昭和26年）に刊行された学習指導要領では、教科名を職業・家庭科と改め、実生活に役立つ仕事を中心として、色々な分野の仕事を経験させる啓発的経験の側面を持たせた。内容は1.仕事、2.技能、3.技術に関する知識・理解、4.家庭生活・職業生活についての社会的、経済的な知識・理解とし、さらにそれぞれ大項目、中項目と細分化されその総数は521にものぼり、教材の学問的な体系や技術習得の系統性よりも手足を動かすことを共通項として、細かい単元を集約した学習

であった。前述の流れから職業・家庭科は、啓発経験を主体とした物や作業方法を対象とした職業教育と解釈されていた。

1958年（昭和33年）3月告示の中学校学習指導要領により、中学校の必修教科の一つとして技術・家庭科が成立した。技術・家庭科の新設の中での技術教育の内容は、科学技術教育の振興という教育への新しい要請を背景とし、中学校教育課程全般の再検討という動きの中でなされた。内容は大きくは「男子向き」と「女子向き」から構成され、この男女別学制という特徴は、1989年（平成元年）の改定まで続いた。「男子向き」は、設計・製図、木材加工、金属加工、機械、電気、栽培、総合実習で構成されていた<sup>6)</sup>。以前の職業・家庭科の職業の部分が実体的には農業中心で構成されていたため、広い産業分野を対象とした技術科の誕生は画期的であった<sup>7)</sup>。背景には、1950年代の日本の農業に従事する若者の減少や高度経済成長により、科学技術と産業の国際競争力を高めたいという科学技術教育の振興という教育への新しい要請であった。1969年（昭和44年）改定の学習指導要領では、技術・家庭科の目標を「生活に必要な技術を習得させ、それを通して生活を明るく豊かにするための工夫・創造の能力および実践的な態度を養う」とした。この改定では、科学技術教育（意味を調べる）から身近な生活を工夫・創造し改善する生活技術教育へと変わり、指導内容の構造化と精選がなされた。1977年（昭和52年）改定では、技術・家庭科の内容の男女別に指定することを一部緩和し、相互乗り入れを行った。また、ゆとり教育推進の中、技術・家庭科の年間標準授業時数が105時間から第1～2学年で70時間、第3学年が105時間とされた。1989年（平成元年）では技術・家庭科の男女共学化が実現し、単元構成に新たに「情報基礎」が新設された。1998年（平成10年）の改定では、技術・家庭科は技術分野と家庭分野の2つから構成されることとなった。これにより、技術・家庭科の目標とさらに技術分野としての目標が示され「技術の果たす役割の理解とそれらを適切に活用する能力と態度」の育成を目指すとした。これは、技術・家庭科の学習内容が対象物や活動を含んだものから考え方についての学習も含まれるようになったことを意味している。日本は、2000年からOECDの国際学習到達度テストPISAを導入しており、これにより学習指導要領が2000年頃を境に資質・能力育成へと転換した影響を与えた。2006年のPISAの結果を受けて、2008年の学習指導要領改訂ではPISAの枠組みに基づいて「思考力・判断力・表現力等の育成」が盛り込まれた。2008年（平

成 20 年) 改定の学習指導要領での技術分野の目標として「技術を適切に評価し活用する能力と態度」の育成が示され、〇〇に関する技術の表現のように、考え方そのものが表にでてくるようになった。

諸外国の技術教育に目を向けると、アメリカでは、第 2 次世界大戦中から科学、数学、技術教育を推進してきたが、1957 年に旧ソ連の人工衛星スプートニク 1 号の打ち上げ成功(スプートニク・ショック)によって、1958 年に国家防衛教育法を制定し、さらに数学や理科など理系教育を進め教育の推進を強化した。その後、1980 年代から 1990 年代にかけて、鉄鋼産業、自動車産業、半導体産業の不振の中、1983 年に「A Nation At Risk (危機に立つ国家)」と題する報告書によって、子どもたちの学力の危機が訴えられ、学力向上が国家的な課題として認識されることとなった。1989 年には、ブッシュ大統領が全米の州知事を招いて教育サミットを開催し、1990 年に「教育の国家目標」を設定した。これを契機に公教育を通じて子どもに身に付けさせたい内容や資質を州政府レベルでスタンダードとして定めるスタンダード運動が始まった。2000 年代には「Standards for Technological Literacy (技術的素養のスタンダード)」が提出され、アメリカ合衆国のすべての人々に生涯学習として技術的素養の形成をもたらすための指針であった。このころ National Science Foundation (NSF, 国家科学基金) では、科学、数学、工学、技術を総称して一括りにした用語として「SMET」を造語し理数系教育の推進を図ったが、2001 年に SMET から STEM と改められた。ここでの STEM は、科学あるいは技術あるいは工学あるいは数学というそれぞれことなる分野を言及するための用語であった。2006 年にマーク・サンダースがバージニア工科大学にアメリカで初めて STEM 教育大学院プログラムを開始し、STEM 教育に Arts の要素を取り入れ、STEM 分野を統合するプログラムとした。同年にバージニア工科大学の大学院生であったジョーゼット・ヤックマンが、STEM に Art を入れた STΣ@M を造語した。2007 年にマーク・サンダースはさらに「統合 STEM 教育プログラム (Integrative STEM Education)」に改称し、ヤックマンも STΣ@M 教育中学校プログラムを開始した。ジョーゼット・ヤックマンは、STΣ@M を Science & Technology interpreted through Engineering & the Arts , all based in Mathematical elements. と定義し、Arts は Arts-Liberal とした。ジョーゼット・ヤックマンの STΣ@M の定義は、Arts が美術だけに限定されないことを強調し、リベラルアーツを重視し、

ホリスティック教育の考えが見られる構造になっている。その後、アメリカにおける美術大学の最高峰とされるロードアイランド・スクール・オブ・デザインの学長であったジョン・マエダが、STEAM教育のAをArtとDesign Thinkingと定義し、それを踏まえたSTEAM教育を推進していった。現在、全世界的に取り組まれているSTEAM教育は、ジョーゼット・ヤックマンやジョン・マエダなどの考え方が混在する形として広がっていった。日本では、2019年（令和元年）12月に中央教育審議会初等中等教育分科会が取りまとめた「新しい時代の初等中等教育の在り方論点取りまとめ」で、STEAM教育の推進について言及<sup>7</sup>されており、Artの範囲を芸術、文化、経済、法律、政治を含めたできるだけ広い範囲として捉えるとの方向性を示しており、ジョーゼット・ヤックマンの考え方に沿っている。日本のSTEAM教育についての定義としては、教育再生実行会議の第十一次提言中間報告において「Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics等の各教科での学習を実社会での課題解決に生かしていくための教科横断的な教育」と示されている。このようにSTEAM教育は、日本においては教科横断的な教育として捉えられており、今後は教科ごとに独立したカリキュラムではなく、教科の学びを総合したカリキュラム設計が求められることが予想される。

2017・2018年（平成29・30年）の改定では、教育課程全体を通して育成を目指す資質・能力を、ア「何を理解しているか、何ができるか（生きて働く「知識・技能」の習得）」、イ「理解していること・できることをどう使うか（未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力等」の育成）」、ウ「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか）学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力・人間性等」の涵養」の3つの柱に整理するとともに、各教科等の目標や内容についても、この3つの柱に基づく再整理を図るよう提言がなされた<sup>8)~10)</sup>。教育課程において各教科等で何を教えるかという内容ベースから、その内容を学ぶことを通じて「何ができるようになるか」を明確化した資質・能力ベースのカリキュラムへの再構築<sup>11)</sup>を示している。「どのように学ぶか」という各教科等における習得・活用・探究という学びの過程において、各教科等で習得した概念（知識）を活用したり、身に付けた思考力を発揮させたりしながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりする学びを通じて、資質・能力がさらに伸ば

されたり、新たな資質・能力が育まれたりしていく。この各教科等の特質に応じた物事を捉える視点や考え方が「見方・考え方」であり、各教科等の学習の中で働くだけではなく、新しい知識・技能を既に持っている知識・技能と結び付けながら社会の中で生きて働くものとして習得したり、思考力・判断力・表現力を豊かなものとしたり、社会や世界にどのように関わるかの視座を形成したりするために重要なものである<sup>12)</sup>とされた。中学校技術・家庭科技術分野でも「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・能力を次の通り育成することを目指す」とし、急速に技術発展を遂げる情報技術がもたらす未来社会を生き抜くための新たな価値創造できる力 21 世紀型スキル等の育成が重視されている。学習指導要領改訂後の答申<sup>13)</sup>では、「個に応じた指導」を一層重視し、指導方法や指導体制の工夫改善により、「個に応じた指導」の充実を図るとともに、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ることが示されており、これらを適切に活用した学習活動の充実を図ることが必要としている。個別最適な学びとは、「個に応じた指導」（指導の個別化と学習の個性化）を学習者の視点から整理した概念である。学びという単語から学習者の側からの視点に立っていることがわかるが、この個別最適な学びは教員の個に応じた指導を伴うものであり、教員の指導の個別化、学習の個別化が必要である。そのうえで、協働的な学びを合わせて一体的に学習することで、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を行っていく。このような個に応じた指導については、特別支援教育の視点で語られることが多かったが、一人一台の端末など ICT 機器の活用や、教員の指導の個別化や学習の個別化の工夫によって、すべての教員が全ての子どもへと取り組むものと示された。また、中央教育審議会は、資質・能力の育成を教育課程全体で実施するには、教科等を学ぶ意義の明確化と、教科等横断的な教育課程の検討・改善に向けた課題があるとして、この教科を学ぶことで何が身に付くのかという、各教科等を学ぶ本質的な意義を明らかにしていくことに加えて、学びを教科等の縦割りにとどめるのではなく、教科等を越えた視点で教育課程を見渡して相互の連携を図り、教育課程全体としての効果が発揮できているかどうか、教科等間の関係性を深めることでより効果を発揮できる場面はどこか、といった検討・改善を各学校が行うことが重要であり、各学校がこうした教育課程の検討・改善や、創意工夫にあふれた指導の充実を

図ることができるよう、「生きる力」とは何かを資質・能力として具体化し、教育目標や教育内容として明示したり、教科等間のつながりがわかりやすくなるよう示し方を工夫したりしていくカリキュラム・マネジメントの推進が求められるとの方向性を示した<sup>14)</sup>。

教科等横断的な教育課程の考察として、次のような考察や提案がなされている。

- ・教科等横断的な視点に立った学校の教育課程は、「各教科等の学習」、「教科等横断的な学習」および「総合的な学習の時間」で構成されるべきであり、「カリキュラム・マネジメント」はそれらの内容を往還させて教育課程を進展させる<sup>15)</sup>。
- ・「学習の基盤となる資質・能力（リテラシー）」と「現代的な諸問題に対応して求められる資質・能力」の間を関連させ、往還させる教育課程の創造をめざすことではないかと述べている<sup>16)</sup>。
- ・横断は教科を水平方向に横に一方通行あるいは往還的に行き来するため、過去に学んだ学習内容を活用して現在学んでいる内容の理解につなげる縦方向のつながりは弱い。そこで、過去の学習成果を現在の学習に活用する意味で、縦方向に行き来できる橋を架けるという意味合いで教科架橋の言葉を用いた、教科架橋型教科教育実践として考察しているものもある<sup>17)</sup>。
- ・問題解決能力の育成において重要とされる創造性を含んだ各教科の学習過程のスパイラル展開が自己と他者の関係として成立するとして、この考え方を各教科の学習内容に対応させ、各教科の学習内容の捉え方を明らかにし、これらを学習過程に合わせて第0階層から第7階層の8階層として表している。この8階層の学習過程により、教科を学ぶ順序を系統的に考察できるとし、さらにこの教科ごとの階層の考え方を基にした教科架橋型教科教育実践学の概念を表している<sup>18)</sup>。

教科等横断および教科等往還さらに教科架橋型というように、初等中等教育における各教科の関連性を俯瞰し教科間の学習内容を接続することは教育課程を考えていく上で重要であることがわかる。技術・家庭科（技術分野）は中学校3年間で取り扱われるが、図1-1や図1-2に示すように小学校と高等学校それぞれの教科と関連性がある。小学校で学習した内容を基礎として技術・家庭科（技術分野）の学習が行われる。と同時に、中学校の他の教科と同様に技術・家庭科（技

術分野)での学習を基礎として高等学校の学習へと発展していく。図 1-2 では、技術・家庭科(技術分野)の学習が高等学校の共通教科情報と専門学科情報等の2方向に分かれており、両方と接続しているが、特に本研究では、共通教科情報との関係性について考察する。今回の学習指導要領の改定では全教科的に問題解決の学習に取り組み、問題解決能力を高めていくこととなっており、従前から問題解決の学習に取り組んできた技術教育について、初等中等教育の学習内容との関連性を整理しわかりやすく示すことは、今後の技術教育の発展にとって有用であると考えます。教科架橋での教科教育が今後行われていくことを予想すると、初等中等教育の学習内容と中学校技術教育の学習内容との関連性を整理して具体的な関連が明らかになることは、技術担当教員だけでなく他教科の教員さらには学習者にとっても有用ではないかと考える。

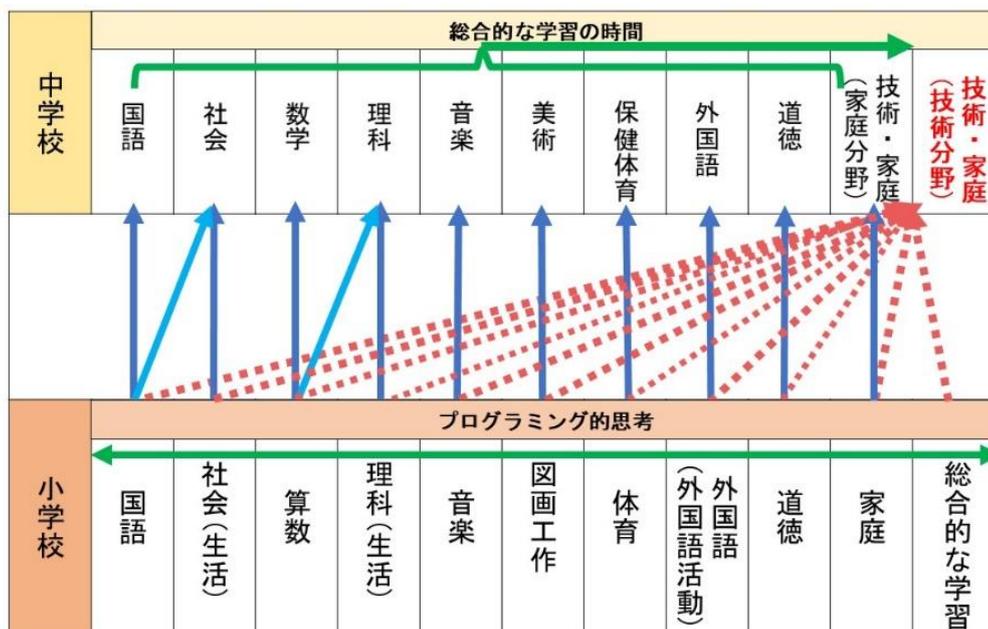


図 1-1 小・中学校における技術と他教科の関連性

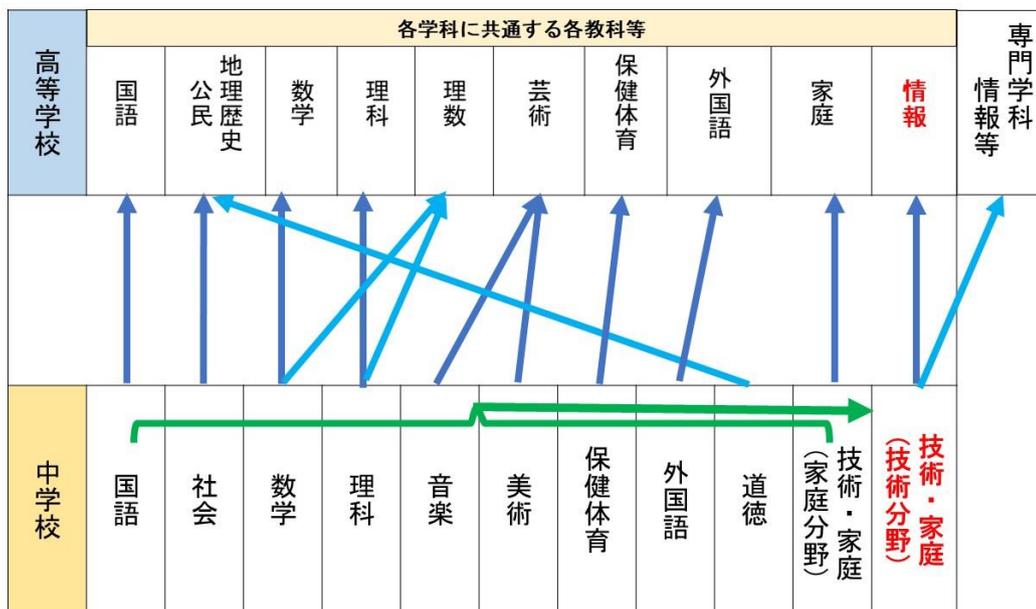


図 1-2 中・高等学校における技術と他教科の関連性

文部科学省は、学習指導要領の目標及び内容が資質・能力の三つの柱で再整理されたことを踏まえ、各教科における観点別学習状況の評価の観点について「知識・技能」、「思考・判断・表現」、「主体的に学習に取り組む態度」の3観点とした。主体的に学習に取り組む態度は、知識及び技能を獲得したり、思考力、判断力、表現力等を身に付けたりするために、自らの学習状況を把握し、学習の進め方について試行錯誤するなど自らの学習を調整しながら、学ぼうとしているかどうかという意思的な側面を評価する<sup>19)</sup>とあり、3観点それぞれが独立したものではなく、それぞれの観点が評価の要素として関連している。学習指導要領の目標及び内容を見方・考え方を通して3観点で評価する流れとなっており、よりよい学習過程を構築するためには、関連性を見出し、学習の流れを見出すようなシステムの考察が重要であると考え。システムの考察とは、対象となるものの様々な要素を見出し、その要素の組み合わせや数などの関連性を決定していくことであり、システムの考察を行うことでそのものの概念を客観的に捉えることができる。技術・情報学習をシステムの考察から捉える研究として一般社団法人日本産業技術教育学会や連合プロジェクト研究の研究成果がある。システムの思考に基づいたイノベーション力の育成を図る技術・情報教育体系に関する研究<sup>20-21)</sup>では、システムの思考を用いてイノベーション力育成に向けた技術・

情報教育のあり方を俯瞰的、系統的、構造的に考究したものと、示した方向性をより具体化するための授業デザインを実践的に試みた内容となっている。その他にも、学習の対象を段階的なシステム構成として捉える研究として、計測・制御学習を例とした技術教育のシステムの考察<sup>22)</sup>や、生徒の学習過程を系統的に捉えて学習支援のスパイラル的なサイクルを考察する研究として、技術教育における教師と生徒の相互作用を考慮した学習支援のシステム化<sup>23)</sup>などがある。学習支援のシステム化では、教師と生徒が共に主体として授業に関わり、従来の教師主体に加えて、学習者主体の立場から学習支援のシステム化を構想し、設計し、実践し、評価する立場を採った研究であり、生徒がどのような状況で理解を深めたかを学習チェック表を用いて抽出した生徒の内的挙動と動作計測装置で計測した生徒の非言語行動を対比させて分析している。また、各教科の学習内容を自己と他者の関係から系統的に分析する研究として学習の活動と対象から見た技術・情報学習のシステムの考察<sup>24)</sup>がある。このように技術・情報教育のシステムの考察に関する研究がなされている中で、今後さらに、生徒の資質・能力を育成するために教科架橋の視点から初等中等教育の学習内容と技術教育の学習内容とを関連させる研究が求められる。

このように、子どもたちが未来を創造し、より良く生きていくための能力として問題を発見し、解決に向けて系統的に考察し、実現していく力の育成が求められており、教科架橋の視点でカリキュラム設計を行う重要性が唱えられている。また、技術教育の歴史を振り返ると名称や学習内容は変化しながらも、我が国の発展を担い支えていく子どもたちを育成していく姿勢は継続されており、現在では概念的な考え方の育成を目指している。しかしながら、技術教育について中学校では技術・家庭科（技術分野）の3年間となっており、小学校の学習内容や中学校の他教科の学習内容との関連性や高等学校の学習へ接続していくということが、認識されにくい状態である。そこで、本研究では、まず小学校、中学校、高等学校の各教科等の学習内容と中学校の技術・家庭科（技術分野）の学習内容との関連性を明らかにする。次に、小学校の学習内容を踏まえた中学校技術・家庭科（技術分野）のものづくり教育の授業実践を行い、小学校から中学校への連続性の要素について系統的考察を行う。また、中学校技術・家庭科（技術分野）の学習が高等学校の情報の学習へ接続することを考慮したコンテンツ制作とネットワークプログラミング制作の授業実践を行い、高等学校との関連性について系統的考察を行う。そして、初等中

等教育の流れを意識した中学校技術・家庭科（技術分野）の問題解決学習の授業実践を行い、システムの考察を行う。最後に、三つの授業実践の問題解決学習それぞれの学習展開の有用性、学習内容の妥当性についてシステムの考察を行うことで、今後の中学校技術教育の新たな方向性を見出す。

本論文の構成は以下の通りである。

第1章では、研究の目的と背景を示す。

第2章では、初等中等教育の学習内容と中学校技術教育の学習内容の関連性について考察する。

第3章では、小学校の学習内容を考慮した中学校ものづくり教育のシステムの考察を行う。

第4章では、高等学校への接続を意識した中学校 Web コンテンツ制作学習のシステムの考察を行う。

第5章では、初等中等教育の流れにおける中学校計測・制御のプログラミング学習のシステムの考察を行う。

第6章では、第1章から第5章で得られた知見を整理し、技術教育の視点からみた他の教科とは異なる技術教育の特徴をシステムの考察として表出する。また、今後の課題についても考察する。

## 第2章 初等中等教育の学習内容と中学校技術の学習内容の関連性

### 2.1 学習指導要領における各教科等の関連性

子どもたちに必要とされる力がどんなもので、どのように育成していくか検討する上で、各教科等の学習内容の関連性について考察することは必須であり、学習指導要領においてもカリキュラム・マネジメントについて言及されている。平成 29・30 年の学習指導要領改訂にあたって中央教育審議会の出した答申<sup>25)</sup>では、変化の激しいこれからの社会を生きていくために必要な資質・能力「生きる力」の育成のために、「生きる力」という理念をより具体化し、それがどのような資質・能力を育むことを目指しているのかを明確にしていくことが重要であり、それらの資質・能力と各学校の教育課程や、各教科等の授業等とのつながりが分かりやすくなるよう、学習指導要領等の示し方を工夫することが求められるとしている。教育課程を通じて「生きる力」を確実に育むことを求められているが、答申では教育課程について、学校教育を通じて育てたい姿に照らしながら、必要となる資質・能力を、一人一人の子供に全人的に育てていくための枠組みであるとしている<sup>26)</sup>。そして、全てを視野に入れて必要な資質・能力が確実に生まれ、教育課程の枠組みの中で実現できるように、資質・能力を以下の三つの柱として整理されている<sup>27)</sup>。

- ①「何を理解しているか、何ができるか（生きて働く「知識・技能」の習得）」
- ②「理解していること・できることをどう使うか（未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力等」の育成）」
- ③「どのように社会・世界と関わりよりよい人生を送るか（学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力・人間性等」の涵養）」

この資質・能力の三つの柱は、教科等と教育課程全体の関係や、教育課程に基づく教育と資質・能力の育成の間をつなぐものであり、求められる資質・能力を確実に育むことができるよう、育成を目指す資質・能力とともに、教科等の目標や内容についても、この三つの柱に基づいて整理されている。そして、これらの資質・能力の育成には、学校全体でのカリキュラム・マネジメントといった、全教科的に全職員での教育課程の構築が必要とされており、その実現のためには、各教科等のそれぞれの関連性について共通の視点を持って捉える必要がある。

## 2.2 見方・考え方の視点からの各教科等の特性

前節では、子どもたちに必要な資質・能力を育んでいくために、各教科等をなぜ学ぶのか、それを通じてどういった力が身に付くのかという、教科等を学ぶ本質的な意義を明確にする必要性について述べた。このことに関して、その教科で目指す資質・能力、その教科を学ぶことで何が身に付くのかという同一の視点で各教科を捉えることで、何が同じで、何が違うのかが明確になり、教育課程を編成するすべての教科等に関する理解が深まると考え、全教科で取り組む資質・能力の育成のために見方・考え方の視点から各教科等を考察し、各教科の特性を明確にする提案がなされている<sup>28)</sup>。この提案では、学習指導要領の目標の示し方が共通の形式になっていることで、それぞれ何が同じで何が違うのか明確になり、各教科等の目指す資質・能力のどこが異なるのか担当者でなくても理解できることや、教科等の指導する内容の示し方も、全ての教科等ではほぼ統一されていることから、読み手が言葉から抱くイメージに左右されることなく、この教科のこの部分で目指す資質・能力を明確に示せるとしている。学習活動についても、各教科等がどのような学びをするのかを、目指す資質・能力と同様に、同一の視点で捉えることも各教科相互の連携を図るためには必要であるとし、教科等それぞれの学習の特質が表れる「見方・考え方」という考え方を活用することが示されている。各教科等を学ぶ本質的な意義の中核をなすのが「見方・考え方」であり、新しい知識・技能を既に持っている知識・技能と結びつけながら深く理解し、社会の中で生きて働くものとして習得したり、思考力・判断力・表現力を豊かなものとしたり、社会や世界にどのように関わるかの視座を形成したりするために重要なものであるとしている。「見方・考え方」とは、物事を捉える視点や創造性を発揮する考え方であり、学習の過程において「見方・考え方」を働かせることを通じて、資質・能力がさらに伸ばされたり、新たな資質・能力が育まれたりするものであるとしている。表 2-1 は、学習指導要領解説からいくつかの教科の「見方・考え方」とその定義について表にしたもので、これらの教科等の見方・考え方を比較した時、捉える対象が、社会科では「社会事象」であり、理科は「自然の事物・事象」であり、異なっている。考察の仕方も、社会科の「社会的な事象について調べ、考えたり、選択・判断したりする」ことと、理科の「自然の事物・現象から問題を見だし、見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈する」ことは共に、問題を見出して解決する活動とも言えるが、

どのような視点で事象を捉え、どのように考えるのかは、そこで働かせる「見方・考え」によって教科ごとに異なるものであるとしている。このように、教科等固有の「見方・考え方」を働かせることが、その教科等固有の学び方を規定すると示している。資質・能力の整理や「見方・考え方」の明確化を図ることによって、教育課程の全体像を構築していくことを求める提案となっている。

表 2-1 教科等の見方・考え方とその定義（参考文献 28, p.225）

教科名	見方・考え方	学習指導要領解説における定義
小学校社会科	社会的事象の見方・考え方	<u>社会的事象</u> を、位置や空間的な広がり、時期や時間の経過、事象や人々の相互関係などに着目して捉え、比較・分離したり総合したり、地域の人々や国民の生活と関連付けたりすること
小学校算数科	数学的な見方・考え方	<u>事象</u> を、数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、根拠を基に筋道を立てて考え、総合的・発展的に考えること
中学校理科	理科の見方・考え	<u>自然の事物・現象</u> を、質的・量的な関係や時間的、空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えること
中学校技術・家庭科技術分野	技術の見方・考え	<u>生活や社会における事象</u> を、技術との関わりの視点で捉え、社会からの要求、安全性、環境負荷や経済性などに着目して技術を最適化すること

### 2.3 教科架橋の視点からの各教科等の特性

中央教育審議会では、2030年の社会と、その先の豊かな未来において、一人一人の子どもたちが自分の価値を認識するとともに、相手の価値を尊重し、多様な人々と協働しながら様々な社会的変化を乗り越え、よりよい人生とよりよい社会を築いていくために、教育課程を通じて初等中等教育が果たすべき役割を示すとして2016年（平成28年）に答申を出した。この答申では、各教科等で育まれた力を、実社会の様々な場面で活用できる汎用的な能力に更に育てたり、教科等横断的に育む資質・能力の育成につなげたりすることが求められているとし、各教科等の意義が明確になることで、教科等と教育課程全体の関係付けや、教科等横断的に育まれる資質・能力との関係付けが容易となり、教育課程をどのように工夫・改善すれば資質・能力の育成につながるのかという、教科等を越えた教職員の連携につながるとしている。また、全ての学習の基盤となる言語能力や情報活用能力、問題発見・解決能力など教科等を越えた全ての学習の基盤として育

まれ活用される資質・能力の育成についても、資質・能力の三つの柱に沿って整理し、教科等の関係や、教科等の枠を越えて共通に重視すべき学習活動との関係を明確にし、教育課程全体を見渡して組織的に取り組み、確実に育んでいくことができるようにすることが重要である<sup>29)</sup>としている。以上のことから、各教科の学びを関連付け、教科横断的な学びを行っていくことは必須と言えるが、横断は横方向のイメージであり水平方向の意味合いが強く、過去に学んだ学習内容を活用して現在の学習内容につなげるといった意味合いや、行き来する往還の意味合いが弱く感じてしまう。これに関して、他教科との横方向へのつながりや発達段階に応じた縦方向のつながりに橋を架けてつなげることで過去の学習成果を現在の学習成果へ活用する意味として教科架橋という用語が示されている。この教科架橋の視点では、学習過程でどのような能力を身に付けるかに注目し、各々の教科の学習はどの部分の学習過程に重きを置いているかについて考察することで、より教科等の特性を明らかにできるとしている。

教科架橋の視点から教科特性の新たな捉え方として、設計科学の考え方を教科等の学習過程に対応させ、創造性を含んだ各教科の学習過程のスパイラル展開が自己と他者の関係として成立するとする教科の特性の捉え方が提案されている<sup>30)</sup>。この捉え方は、図2-1で示すように、学習する際は外部から情報を収集し、自己の脳内で記憶し、理解し、判断する。また得られた知見から新たな価値を創造し、最終的に学習成果として他者に表出し、さらにフィードバックとして自己表出の評価を自分に返す学習過程のスパイラル展開になっている。この学習過程のスパイラル展開を各教科に対応させると、各々の教科では特にどの学習過程を重要視しているかの特徴を見ることができるとしている。

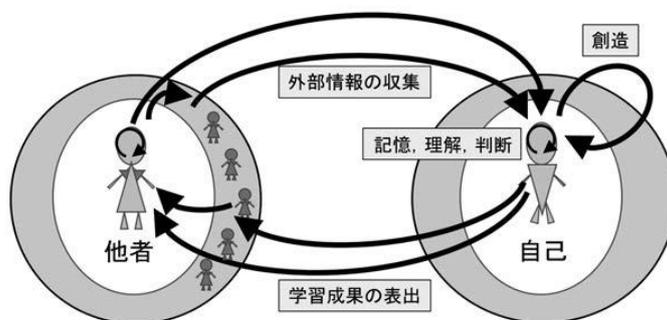


図 2-1 各教科の学習過程のスパイラル展開 (参考文献 17, p27)

この提案されている各教科の学習過程のスパイラル展開の考え方を基に、新たに学習指導要領の各教科等の内容から教科の重視している学習過程を見だし、各教科の特性の明確化を試みた。表 2-2 は、その一例として初等中等教育の国語の特性についてまとめている。学習指導要領の内容を考察すると国語の教科の特性は、「伝え合う力」が共通の言葉として目標に挙げられており、話すこと、聞くこと、書くこと、読むことを主体とした学習となっている。これを学習過程のスパイラル展開に当てはめると、外部情報の収集をし、自己の脳内で記憶、理解、判断し、新たな価値を創造し、学習成果を表出する学習過程において、特に外部情報の収集と学習成果の表出についての学習に影響が大きい教科となっていることがわかる。

表 2-2 学習指導要領を基にした初等中等教育の国語の特性

学 齢	学習指導要領（一部抜粋）	教科の学習過程のスパイラル展開			
	※教科の特性と関りの深い学習過程を示すものに下線	外部情報の収集	記憶、理解、判断	創造	学習成果の表出
中学校	言葉による見方・考え方を働かせ、言語活動を通して、 <u>国語で正確に理解し適切に表現する資質・能力を次のとおり育成することを目指す。</u> (1)社会生活に必要な国語について、その特質を理解し適切に使うことができるようにする。 (2) <u>社会生活における人との関わりの中で伝え合う力を高め、思考力や想像力を養う。</u> (3)言葉がもつ価値を認識するとともに、言語感覚を豊かにし、我が国の言語文化に関わり、国語を尊重してその能力の向上を図る態度を養う。	◎	○	○	◎
小学校 5, 6 年	1 目標 (2) <u>筋道立てて考える力や豊かに感じたり想像したりする力を養い、日常生活における人との関わりの中で伝え合う力を高め、自分の思いや考えを広げることができるようにする。</u>	◎	○	○	◎
小学校 3, 4 年	1 目標 (2) <u>筋道立てて考える力や豊かに感じたり想像したりする力を養い、日常生活における人との関わりの中で伝え合う力を高め、自分の思いや考えをまとめることができるようにする。</u>	◎	○	○	◎
小学校 1, 2 年	1 目標 (2) <u>順序立てて考える力や感じたり想像したりする力を養い、日常生活における人との関わりの中で伝え合う力を高め、自分の思いや考えをもつことができるようにする。</u>	○	○	・	◎
		◎教科の特性を強く示す ○教科の特性を示す ・教科の特性を弱く示す			

表2-2より、学習指導要領(1部抜粋)の内容を学齢ごとに見ていくと、小学校1,2年生では、特に自分の思いや考えをもつという学習では、話す、書くといった活動で表出される学習過程において教科の特性と関りが深い。3,4年生になると、相手に必要なことを記録したり質問したりしながら聞き、話し手が伝えたいことや自分が聞きたいことを中心を捉え、外部情報の収集を行うことで自分の考えをまとめる学習活動となる。5,6年生では、外部情報の収集としての読む活動などから、文章を読んで感じたことや考えたことを共有し、自分の考えを広げることを示している。ここでの共有とは、文章を読んで形成してきた自分の考えを表現し、互いの考えを認め合ったり、比較して違いに気付いたりすることを通して、自分の考えを広げていくことである。中学校では、小学校での学習内容を踏まえ、外部情報の収集→記憶・理解・判断→創造→学習成果の表出とすべての学習過程を網羅しており、小学校から特に関連の深い外部情報の収集と学習成果の表出が小学校からの積み上げられる形で関連が深くなっている。このように学齢が上がるごとに国語科の目指す資質・能力の質的レベルが階層的に上がっていくことが考察できる。教科の学習過程のスパイラル展開について、より重視されている資質・能力が教科の特性として表れていることがわかった。

国語科以外のその他の教科等の教科についても、学習指導要領の内容と学習過程のスパイラル展開の外部情報の収集、記憶・理解・判断、創造、学習成果の表出のそれぞれの過程と関連が深いかを考察した。結果を表2-3に示す。これにより、各々の教科等でどの学習過程を重視しているかの明確化を図った。

表2-3 各教科等の学習過程のスパイラル展開

	学齢	各教科等の名称	外部情報の収集	記憶, 理解, 判断	創造	学習成果の表出
1	中学校	外国語	◎	○	○	◎
	小学校5,6年	外国語	◎	○	○	◎
	小学校3,4年	外国語活動	◎	○	・	○
2	中学校	社会	◎	○	○	○
	小学校5,6年	社会	◎	○	○	○
	小学校3,4年	社会	◎	○	○	○
	小学校1,2年	生活	○	○	○	○
3	中学校	理科	◎	○	○	○
	小学校5,6年	理科	◎	○	○	○

	小学校 3, 4 年	理科	◎	○	○	○
	小学校 1, 2 年	生活	○	○	○	○
4	中学校	数学	○	○	◎	○
	小学校 5, 6 年	算数	○	○	◎	○
	小学校 3, 4 年	算数	◎	○	◎	◎
	小学校 1, 2 年	算数	◎	○	○	◎
	中学校	美術	○	○	◎	◎
5	小学校 5, 6 年	図画工作	○	○	◎	◎
	小学校 3, 4 年	図画工作	○	○	◎	◎
	小学校 1, 2 年	図画工作	○	○	◎	◎
6	中学校	技術・家庭 家庭分野	◎	○	◎	◎
	小学校 5, 6 年	家庭	○	○	○	○
7	中学校	技術・家庭 技術分野	◎	○	◎	◎
8	高等学校	総合的な探究の時間	◎	○	◎	◎
	中学校	総合的な学習の時間	◎	○	◎	◎
	小学校 5, 6 年	総合的な学習の時間	○	○	○	○
	小学校 3, 4 年	総合的な学習の時間	○	○	○	○
◎教科の特性を強く示す ○教科の特性を示す ・教科の特性を弱く示す						

表 2-3 より、社会や理科では、特に外部情報の収集にあたる学習が重視されており、現状を把握し問題を発見する能力向上が期待される。図画工作や美術では、特に創造、学習成果の表出にあたる学習が重視されており、問題解決について解決策を考え、実際に取り組み解決する能力向上が期待できる。記憶・理解・判断の学習過程は、自己の脳内で思考する能力でありすべての教科に関りがある。中学校技術・家庭科（技術分野）は、外部情報の収集、創造、学習成果の表出の三つの学習過程を特に重視しており、これは、中学校の総合的な学習の時間と重なる。中学校の技術教育は、設計科学の考え方に基づいた問題解決を含んだ教育であり、総合的な教科であると言える。小学校、中学校、高等学校と全教科的に問題解決の学習が重視されているが、問題解決の流れを単純な PDCA サイクルから、さらに細かく問題発見・解決を検討し複雑な PDCA サイクルとして図 2-2 のように示されている<sup>31)</sup>。問題の発見→問題点の調査→問題の分析→解決可能部分の選別→解決策の立案→解決策の設計→解決の作業→解決の作業（制作・製作）→結果の評価→さらなる改善のための問題点の再発見のループとして最低限二重のスパイラルとなることが望ましいとしている。また、どのような視点から問題解決を検討するかについて、一般に 5W1H (What, When, Why, Where, Who, How) と呼ばれる因子だけではなく、誰に対しての Whom,

現在どのように行うかの How to do に加え、将来を見通す意味での How in the future も重要な要素としている。さらに、人的・定量的 (How many), 経費的・定量的 (How much), 時間的・空間的 (How long, How wide) の要素も工程管理の中で重視されているとしている。問題解決においてはこれをすべて含めて 6W6H (What, When, Why, Where, Who, Whom, How many, How much, How long, How wide, How to do, How in the future) の要素<sup>31)</sup>を考慮するとより良い問題解決を行うことができるとしている。第3章からは、実際に行った問題解決の学習について、この 6W6H を要素として用いてシステムの考察を行っていく。

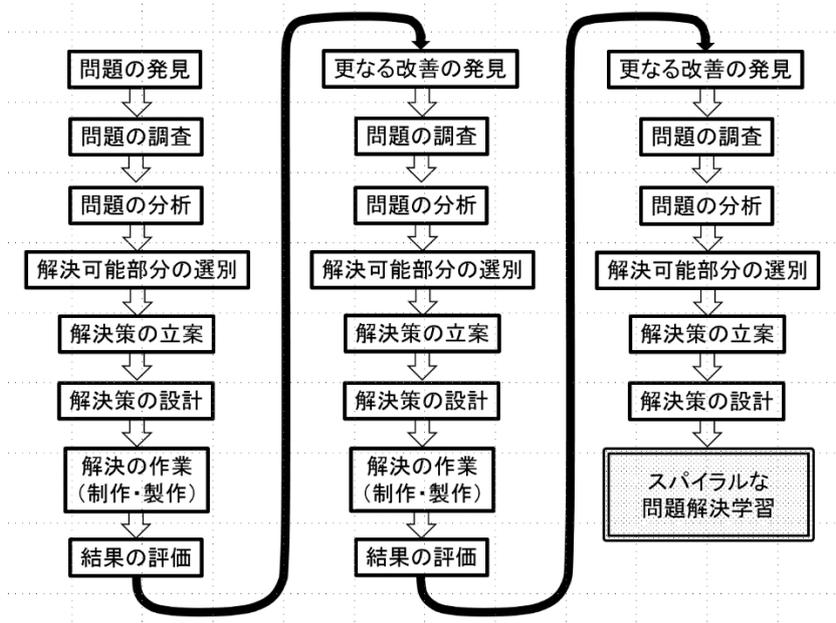


図 2-2 問題解決学習のスパイラルな展開 (参考文献 31, p16)

#### 2.4 技術に関連性のある学習指導要領の学習内容

子どもたちの身に付けるべき資質・能力として問題発見・解決能力、情報活用能力等があるがこれらは特に中学校の技術・家庭科 (技術分野) での学習と関係が深い。中学校の技術・家庭科 (技術分野) は、小学校では直接関係ある教科として設置されていないが、小学校での各教科の学習によって育成された資質・能力は、中学校の同じ教科へ引き継がれるだけでなく、中学校の技術・家庭科 (技術分野) の学習での資質・能力のベースとなる。また、高等学校の各学科で

の共通教科情報や専門教科情報などでは、中学校技術・家庭科（技術分野）の情報の技術の学習内容そのものが関連しており、中学校で育成された資質・能力をベースに高等学校で高めていくという、方向性がある。表 2-4 から表 2-7 に、各教科等の学習指導要領の内容と技術・家庭科(技術分野)の各領域の内容と関連がある項目を抽出してまとめた。これにより、初等中等教育の各教科等の関連する学習内容と技術教育の学習内容との関連性を明らかにした。

表 2-4 各教科等の学習内容と技術教育学習内容（内容 A）の関連性

技術・家庭 技術分野 A 材料と加工の技術 学習指導要領解説（一部抜粋）	各教科等の学習指導要領解説（一部抜粋）
<p>2 内容 A 材料と加工の技術 P.27</p> <p>(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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>【中学校 理科】 第 1 分野 2 内容 P.35</p> <p>(2)身の回りの物質 アの(ア)物質のすがた</p> <p>㊦身の回りの物質とその性質</p> <p>身の回りの物質の性質を様々な方法で調べる実験を行い、物質には密度や加熱したときの変化など固有の性質と共通の性質があること。</p> <p>【中学校 理科】 第 2 分野 2 内容 P.86</p> <p>(3)生物の体のつくりと働き アの(ア)生物と細胞</p> <p>㊦ 生物と細胞</p> <p>生物の組織などの観察を行い、生物の体が細胞からできていること及び植物と動物の細胞のつくりの特徴。</p> <p>(イ)植物の体のつくりと働き</p> <p>㊦ 葉・茎・根のつくりと働き</p> <p>植物の葉、茎、根のつくりについての観察を行い、それらのつくりと、光合成、呼吸、蒸散の働き。</p> <p>【小学校 理科】 第 4 学年 P.48</p> <p>A 物質・エネルギー 金属、水及び空気の性質について</p> <p>アの(ア) 金属、水及び空気は、温めたり冷やしたりすると、それらの体積が変わるが、その程度には違いがあること。</p> <p>【小学校 理科】 第 3 学年 P.31</p> <p>A 物質・エネルギー (1) 物と重さ</p> <p>アの(ア) 物は、形が変わっても重さは変わらないこと。</p> <p>(イ) 物は、体積が同じでも重さは違うことがあること。</p> <p>【中学校 技術・家庭科 家庭分野】 2 内容 B 衣食住の生活 P.102</p> <p>(6)住居の機能と安全な住まい方</p> <p>アの(ア)家族の生活と住空間との関わりが分かり、住居の基本的な機能について。</p> <p>(イ)家庭内の事故の防ぎ方など家族の安全を考えた住空間の整え方について。</p> <p>イ 家族の安全を考えた住空間の整え方について考え、工夫すること。</p>

<p>2 内容 A 材料と加工の技術 P.28</p> <p>(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。</p> <p>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。</p>	<p>【中学校 数学】第1学年 2 内容 B 図形 P.72</p> <p>(1)平面図形について                  アの(イ)平行移動，対称移動及び回転移動について理解すること。                  イの(ア)図形の性質に着目し，基本的な作図の方法を考察し表現すること。                  (イ) 図形の移動に着目し，二つの図形の関係について考察し表現すること。                  (ウ) 基本的な作図や図形の移動を具体的な場面で活用すること。</p> <p>(2)空間図形について                  アの(ア) 空間における直線や平面の位置関係を知ること。                  イの(ア) 空間図形を直線や平面図形の運動によって構成されるものと捉えたり，空間図形を平面上に表現して平面上の表現から空間図形の性質を見いだしたりすること。</p>
	<p>【小学校 算数】第4学年 2 内容 B 図形 P.201</p> <p>(1)平面図形に関わること                  アの(ア)直線の平行や垂直の関係について理解すること。                  (イ)平行四辺形，ひし形，台形について知ること。                  イの(ア)図形を構成する要素及びそれらの位置関係に着目し，構成の仕方を考察し図形の性質を見いだすとともに，その性質を基に既習の図形を捉え直すこと。</p> <p>(2)立体図形に関わること                  アの(ア)立方体，直方体について知ること。                  (イ)直方体に関連して，直線や平面の平行や垂直の関係について理解すること。                  (ウ)見取図，展開図について知ること。</p> <p>(3)ものの位置に関わること                  アの(ア)ものの位置の表し方について理解すること。                  イの(ア)平面や空間における位置を決める要素に着目し，その位置を数を用いて表現する方法を考察すること。</p>
	<p>【中学校 美術】第1学年 A 表現 P.60</p> <p>(1)のイ 伝える，使うなどの目的や機能を考え，デザインや工芸などに表現する活動を通して                  (ア)構成や装飾の目的や条件などを基に，対象の特徴や用いる場面などから主題を生み出し，美的感覚を働かせて調和のとれた美しさなどを考え，表現の構想を練ること。                  (イ) 伝える目的や条件などを基に，伝える相手や内容などから主題を生み出し，分かりやすさと美しさなどとの調和を考え，表現の構想を練ること。                  (ウ)使う目的や条件などを基に，使用する者の気持ち，材料などから主題を生み出し，使いやすさや機能と美しさなどとの調和を考え，表現の構想を練ること。</p> <p>(2)表現の活動を通して                  アの(ア)材料や用具の生かし方などを身に付け，意図に応じて工夫して表すこと。                  (イ)材料や用具の特性などから制作の順序などを考えながら，見通しをもって表すこと。</p>
	<p>【小学校 図画工作】第5学年及び第6学年 2 内容 A 表現 P.90</p> <p>(2)表現の活動を通して                  ア 造形遊びをする活動を通して，活動に応じて材料や用具を活用するとともに，前学年までの材料や用具についての経験や技能を総合的に生かしたり，方法などを組み合わせたりするなどして，活動を工夫してつくること。</p>

	<p>イ 絵や立体，工作に表す活動を通して，表現方法に応じて材料や用具を活用するとともに，前学年までの材料や用具などについての経験や技能を総合的に生かしたり，表現に適した方法などを組み合わせたなどして，表したいことに合わせて表し方を工夫して表すこと。</p> <p>【小学校 図画工作】 第3学年及び第4学年 2 内容 A 表現 P.89                  (2)表現の活動を通して                  ア 造形遊びをする活動を通して，材料や用具を適切に扱うとともに，前学年までの材料や用具についての経験を生かし，組み合わせたなどして，切ってつないだり，形を変えたりするなどして，手や体全体を十分に働かせ，活動を工夫してつくること。                  イ 絵や立体，工作に表す活動を通して，材料や用具を適切に扱うとともに，前学年までの材料や用具についての経験を生かし，手や体全体を十分に働かせ，表したいことに合わせて表し方を工夫して表すこと。</p>
<p>2 内容 A 材料と加工の技術 P.31                  (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</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>【小学校 社会】 第5学年 2 内容 P.82                  (3) 我が国の工業生産について                  アの(ア)我が国では様々な工業生産が行われていることや，国土には工業の盛んな地域が広がっていること及び工業製品は国民生活の向上に重要な役割を果たしている。                  (イ) 工業生産に関わる人々は，消費者の需要や社会の変化に対応し，優れた製品を生産するよう様々な工夫や努力をして，工業生産を支えていること。                  イ(ア)工業の種類，工業の盛んな地域の分布，工業製品の改良などに着目して，工業生産の概要を捉え，工業生産が国民生活に果たす役割を考え，表現すること。                  (イ)製造の工程，工場相互の協力関係，優れた技術などに着目して，工業生産に関わる人々の工夫や努力を捉え，その働きを考え，表現すること。</p>

技術・家庭科（技術分野）の内容 A の材料と加工の技術についての学習内容は，小学校の図画工作，算数，理科，社会と中学校の社会，数学，理科，美術と関係がある。材料の性質に関わる部分で小・中の理科と，設計に関わる部分で小・中の算数・数学，製作の作業に関わる部分で小・中の図画工作・美術，材料と加工の技術に関する問題解決の学習の中の社会との関りの部分で小・中の社会や中学校の技術・家庭科（家庭分野）が関連している。

表 2-5 各教科等の学習内容と技術教育学習内容（内容 B）の関連性

技術・家庭 技術分野 B 生物育成の技術 学習指導要領解説（一部抜粋）	各教科等の学習指導要領解説（一部抜粋）
<p>2 内容 B 生物育成の技術 P.34</p> <p>(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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>【中学校 理科】第2分野 P.86</p> <p>(3)生物の体のつくりと働き</p> <p>ア 生物の体のつくりと働きとの関係に着目しながら、次のことを理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けること。</p> <p>(ア)生物と細胞 生物の組織などの観察を行い、生物の体が細胞からできていること及び植物と動物の細胞のつくりの特徴を見いだして理解するとともに、観察器具の操作、観察記録の仕方などの技能を身に付けること。</p> <p>(イ)植物の体のつくりと働き 植物の葉、茎、根のつくりについての観察を行い、それらのつくりと、光合成、呼吸、蒸散の働きに関する実験の結果とを関連付けて理解すること。</p> <p>(ウ)動物の体のつくりと働き 消化や呼吸についての観察、実験などを行い、動物の体が必要な物質を取り入れ運搬している仕組みを観察、実験の結果などと関連付けて理解すること。また、不要となった物質を排出する仕組みがあることについて理解すること。</p> <p>① 刺激と反応 動物が外界の刺激に適切に反応している様子の観察を行い、その仕組みを感覚器官、神経系及び運動器官のつくりと関連付けて理解すること。</p>
	<p>【小学校 理科】第6学年 2 内容 P.86</p> <p>B 生命・地球 (2)植物の養分と水の通り道 植物について、その体のつくり、体内の水などの行方及び葉で養分をつくる働きに着目して、生命を維持する働きを多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けること。ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。</p> <p>(ア)植物の葉に日光が当たるとでんぷんができること。</p> <p>(イ)根、茎及び葉には、水の通り道があり、根から吸い上げられた水は主に葉から蒸散により排出されること。</p> <p>(3)生物と環境 生物と環境について、動物や植物の生活を観察したり資料を活用したりする中で、生物と環境との関わりに着目して、それらを多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けること。ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。</p> <p>(ア)生物は、水及び空気を通して周囲の環境と関わって生きていること。</p> <p>(イ)生物の間には、食う食われるという関係があること。</p> <p>(ウ)人は、環境と関わり、工夫して生活していること。</p> <p>(4)土地のつくりと変化 土地のつくりと変化について、土地やその中に含まれる物に着目して、土地のつくりやでき方を多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けること。ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。</p> <p>(ア)土地は、礫れき、砂、泥、火山灰などからできており、層をつくって広がっているものがあること。また、層には化石が含まれているものがあること。</p> <p>(イ)地層は、流れる水の働きや火山の噴火によってできること。</p>

(ウ)土地は、火山の噴火や地震によって変化すること。

【小学校 理科】第5学年 2 内容 P.67

B 生命・地球 (1)植物の発芽、成長、結実

植物の育ち方について、発芽、成長及び結実の様子に着目して、それらに関わる条件を制御しながら調べる活動を通して、次の事項を身に付けること。ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(ア)植物は、種子の中の養分を基にして発芽すること。

(イ)植物の発芽には、水、空気及び温度が関係していること。

(ウ)植物の成長には、日光や肥料などが関係していること。

(エ)花にはおしべやめしべなどがあり、花粉がめしべの先に付くとめしべのもとが実になり、実の中に種子ができること。

イ 植物の育ち方について追究する中で、植物の発芽、成長及び結実とそれらに関わる条件についての予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現すること。

(2)動物の誕生

動物の発生や成長について、魚を育てたり人の発生についての資料を活用したりする中で、卵や胎児の様子に着目して、時間の経過と関係付けて調べる活動を通して、次の事項を身に付けること。ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(ア)魚には雌雄があり、生まれた卵は日がたつにつれて中の様子に変化してかえること。

(イ)人は、母体内で成長して生まれること。

イ 動物の発生や成長について追究する中で、動物の発生や成長の様子と経過についての予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現すること。

【小学校 理科】第4学年 2 内容 P.54

B 生命・地球 (2)季節と生物

身近な動物や植物について、探したり育てたりする中で、動物の活動や植物の成長と季節の変化に着目して、それらを関係付けて調べる活動を通して、次の事項を身に付けること。ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(ア)動物の活動は、暖かい季節、寒い季節などによって違いがあること。

(イ)植物の成長は、暖かい季節、寒い季節などによって違いがあること。

イ 身近な動物や植物について追究する中で、既習の内容や生活経験を基に、季節ごとの動物の活動や植物の成長の変化について、根拠のある予想や仮説を発想し、表現すること。

【小学校 理科】第3学年 2 内容 P.39

B 生命・地球 (1)身の回りの生物

身の回りの生物について、探したり育てたりする中で、それらの様子や周辺の環境、成長の過程や体のつくりに着目して、それらを比較しながら調べる活動を通して、次の事項を身に付けること。ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。

(ア)生物は、色、形、大きさなど、姿に違いがあること。また、周辺の環境と関わって生きていること。

(イ)昆虫の育ち方には一定の順序があること。また、成虫の体は頭、胸及び腹からできていること。

(ウ)植物の育ち方には一定の順序があること。また、その体は根、茎

	<p>及び葉からできていること。          イ 身の回りの生物の様子について追究する中で、差異点や共通点を基に、身の回りの生物と環境との関わり、昆虫や植物の成長のきまりや体のつくりについての問題を見だし、表現すること。</p>
<p>(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。</p>	<p>【小学校 生活】第1学年及び第2学年 2 内容 P.43          (7)動物を飼ったり植物を育てたりする活動を通して、それらの育つ場所、変化や成長の様子に関心をもって働きかけることができ、それらは生命をもっていることや成長していることに気付くとともに、生き物への親しみをもち、大切にしようとする。</p>
<p>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。</p>	<p>【中学校 社会】地理的分野 2 内容 P.57          C 日本の様々な地域 (2)日本の地域的特色と地域区分          ア 日本の地形や気候の特色、海洋に囲まれた日本の国土の特色、自然災害と防災への取組などを基に、日本の自然環境に関する特色を理解すること。</p> <p>【小学校 社会】第5学年 2 内容 P.77          (2)我が国の農業や水産業における食料生産について、学習の問題を追究・解決する活動を通して、次の事項を身に付けること。          ア 次のような知識及び技能を身に付けること。          (ア)我が国の食料生産は、自然条件を生かして営まれていることや、国民の食料を確保する重要な役割を果たしていることを理解すること。          (イ)食料生産に関わる人々は、生産性や品質を高めるよう努力したり輸送方法や販売方法を工夫したりして、良質な食料を消費地に届けるなど、食料生産を支えていることを理解すること。          イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。          (ア)生産物の種類や分布、生産量の変化、輸入など外国との関わりなどに着目して、食料生産の概要を捉え、食料生産が国民生活に果たす役割を考え、表現すること。          (イ)生産の工程、人々の協力関係、技術の向上、輸送、価格や費用などに着目して、食料生産に関わる人々の工夫や努力を捉え、その働きを考え、表現すること。</p> <p>【小学校 社会】第5学年 2 内容 P.91          (5)我が国の国土の自然環境と国民生活との関連について、学習の問題を追究・解決する活動を通して、次の事項を身に付けること。          ア 次のような知識及び技能を身に付けること。          (ア)自然災害は国土の自然条件などと関連して発生していることや、自然災害から国土を保全し国民生活を守るために国や県などが様々な対策や事業を進めていることを理解すること。          (イ)森林は、その育成や保護に従事している人々の様々な工夫と努力により国土の保全など重要な役割を果たしていることを理解すること。          (ウ)関係機関や地域の人々の様々な努力により公害の防止や生活環境の改善が図られてきたことを理解するとともに、公害から国土の環境や国民の健康な生活を守ることの大切さを理解すること。          イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。          (ア)災害の種類や発生の位置や時期、防災対策などに着目して、国土の自然災害の状況を捉え、自然条件との関連を考え、表現すること。          (イ)森林資源の分布や働きなどに着目して、国土の環境を捉え、森林資源が果たす役割を考え、表現すること。          (ウ)公害の発生時期や経過、人々の協力や努力などに着目して、公害防止の取組を捉え、その働きを考え、表現すること。</p>

技術・家庭科（技術分野）の内容 B の生物育成の技術は、小学校の生活科、理科、中学校の理科と小学校の社会と中学校の社会が関連している。植物や動物についての基本的な知識については、小学校の生活科や理科、中学校の理科と関係が深い。植物や動物を人間が利用するための作物や家畜として捉えると、経済社会としての側面が出てくるため、社会との関連性が出てくる。

表 2-6 各教科等の学習内容と技術教育学習内容（内容 C）の関連性

技術・家庭 技術分野 C エネルギー変換の技術 学習指導要領解説（一部抜粋）	各教科等の学習指導要領解説（一部抜粋）
<p>2 内容 C エネルギー変換の技術 P.41</p> <p>(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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>【中学校 理科】第1分野 2 内容 P.40</p> <p>(3)電流とその利用 電流とその利用についての観察、実験などを通して、次の事項を身に付けること。</p> <p>ア 電流、磁界に関する事物・現象を日常生活や社会と関連付けながら、次のことを理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けること。</p> <p>(ア)電流</p> <p>㉞ 回路と電流・電圧 回路をつくり、回路の電流や電圧を測定する実験を行い、回路の各点を流れる電流や各部に加わる電圧についての規則性を見いだして理解すること。</p> <p>㉟ 電流・電圧と抵抗 金属線に加わる電圧と電流を測定する実験を行い、電圧と電流の関係を見いだして理解するとともに、金属線には電気抵抗があることを理解すること。</p> <p>㊱ 電気とそのエネルギー 電流によって熱や光などを発生させる実験を行い、熱や光などが取り出せること及び電力の違いによって発生する熱や光などの量に違いがあることを見いだして理解すること。</p> <p>㊲ 静電気と電流 異なる物質同士をこすり合わせると静電気が起こり、帯電した物体間では空間を隔てて力が働くこと及び静電気と電流には関係があることを見いだして理解すること。</p> <p>(イ)電流と磁界</p> <p>㉞ 電流がつくる磁界 磁石や電流による磁界の観察を行い、磁界を磁力線で表すことを理解するとともに、コイルの回りに磁界ができることを知ること。</p> <p>㉟ 磁界中の電流が受ける力 磁石とコイルを用いた実験を行い、磁界中のコイルに電流を流すと力が働くことを見いだして理解すること。</p> <p>㊱ 電磁誘導と発電 磁石とコイルを用いた実験を行い、コイルや磁石を動かすことにより電流が得られることを見いだして理解するとともに、直流と交流の違いを理解すること。</p> <p>イ 電流、磁界に関する現象について、見通しをもって解決する方法を立案して観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、電流と電圧、電流の働き、静電気、電流と磁界の規則性や関係性を見いだして表現すること。</p>

(5)運動とエネルギー

物体の運動とエネルギーについての観察，実験などを通して，次の事項を身に付けること。

ア 物体の運動とエネルギーを日常生活や社会と関連付けながら，次のことを理解するとともに，それらの観察，実験などに関する技能を身に付けること。

(ア) 力のつり合いと合成・分解

㊦ 水中の物体に働く力

水圧についての実験を行い，その結果を水の重さと関連付けて理解すること。また，水中にある物体には浮力が働くことを知ること。

㊧ 力の合成・分解

力の合成と分解についての実験を行い，合力や分力の規則性を理解すること。

(イ) 運動の規則性

㊦ 運動の速さと向き

物体の運動についての観察，実験を行い，運動には速さと向きがあることを知ること。

㊧ 力と運動

物体に力が働く運動及び力が働かない運動についての観察，実験を行い，力が働く運動では運動の向きや時間の経過に伴って物体の速さが変わること及び力が働かない運動では物体は等速直線運動することを見いだして理解すること。

(ウ) 力学的エネルギー

㊦ 仕事とエネルギー

仕事に関する実験を行い，仕事と仕事率について理解すること。また，衝突の実験を行い，物体のもつ力学的エネルギーは物体が他の物体になしうる仕事で測れることを理解すること。

㊧ 力学的エネルギーの保存

力学的エネルギーに関する実験を行い，運動エネルギーと位置エネルギーが相互に移り変わることを見いだして理解するとともに，力学的エネルギーの総量が保存されることを理解すること。

イ 運動とエネルギーについて，見通しをもって観察，実験などを行い，その結果を分析して解釈し，力のつり合い，合成や分解，物体の運動，力学的エネルギーの規則性や関係性を見いだして表現すること。また，探究の過程を振り返ること。

(6)化学変化とイオン

(イ) 化学変化と電池 ㊧ 化学変化と電池

電解質水溶液と2種類の金属などを用いた実験を行い，電池の基本的な仕組みを理解するとともに，化学エネルギーが電気エネルギーに変換されていることを知ること。

(7) 科学技術と人間

科学技術と人間との関わりについての観察，実験などを通して，次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 日常生活や社会と関連付けながら，次のことを理解するとともに，それらの観察，実験などに関する技能を身に付けること。

(ア) エネルギーと物質 ㊦ エネルギーとエネルギー資源

様々なエネルギーとその変換に関する観察，実験などを通して，日常生活や社会では様々なエネルギーの変換を利用していることを見いだして理解すること。また，人間は，水力，火力，原子力，太陽光などからエネルギーを得ていることを知るとともに，エネルギー資源の有効な利用が大切であることを認識すること。

㊧ 様々な物質とその利用

物質に関する観察，実験などを通して，日常生活や社会では，様々な物質が幅広く利用されていることを理解するとともに，物質の有効な利用が大切であることを認識すること。

	<p>㉞ 科学技術の発展          科学技術の発展の過程を知るとともに、科学技術が人間の生活を豊かで便利にしていることを認識すること。          (イ) 自然環境の保全と科学技術の利用 ㉞ 自然環境の保全と科学技術の利用          自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について科学的に考察することを通して、持続可能な社会をつくることが重要であることを認識すること。          イ 日常生活や社会で使われているエネルギーや物質について、見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈するとともに、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について、科学的に考察して判断すること。</p> <p><b>【小学校 理科】第6学年 2 内容 P.80</b>          A 物質・エネルギー          (3)てこの規則性          てこの規則性について、力を加える位置や力の大きさに着目して、てこの働きを多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けること。          ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。          (ア)力を加える位置や力の大きさを変えると、てこを傾ける働きが変わり、てこがつり合うときにはそれらの間に規則性があること。          (イ)身の回りには、てこの規則性を利用した道具があること。          イ てこの規則性について追究する中で、力を加える位置や力の大きさとてこの働きとの関係について、より妥当な考えをつくりだし、表現すること。</p> <p>(4)電気の利用          発電や蓄電、電気の変換について、電気の量や働きに着目して、それらを多面的に調べる活動を通して、次の事項を身に付けること。          ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。          (ア)電気は、つくりだしたり蓄えたりすることができること。          (イ)電気は、光、音、熱、運動などに変換することができること。          (ウ)身の回りには、電気の性質や働きを利用した道具があること。          イ 電気の性質や働きについて追究する中で、電気の量と働きとの関係、発電や蓄電、電気の変換について、より妥当な考えをつくりだし、表現すること。</p> <p><b>【小学校 理科】第5学年 2 内容 P.66</b>          A 物質・エネルギー (3)電流がつくる磁力          電流がつくる磁力について、電流の大きさや向き、コイルの巻数などに着目して、それらの条件を制御しながら調べる活動を通して、次の事項を身に付けること。          ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。          (ア)電流の流れているコイルは、鉄心を磁化する働きがあり、電流の向きが変わると、電磁石の極も変わること。          (イ)電磁石の強さは、電流の大きさや導線の巻数によって変わること。          イ 電流がつくる磁力について追究する中で、電流がつくる磁力の強さに関する条件についての予想や仮説を基に、解決の方法を発想し、表現すること。</p> <p><b>【小学校 理科】第4学年 2 内容 P.50</b>          A 物質・エネルギー (3)電流の働き</p>
--	---

	<p>電流の働きについて、電流の大きさや向きと乾電池につないだ物の様子に着目して、それらを関係付けて調べる活動を通して、次の事項を身に付けること。</p> <p>ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。</p> <p>(ア)乾電池の数やつなぎ方を変えると、電流の大きさや向きが変わり、豆電球の明るさやモーターの回り方が変わること。</p> <p>イ 電流の働きについて追究する中で、既習の内容や生活経験を基に、電流の大きさや向きと乾電池につないだ物の様子との関係について、根拠のある予想や仮説を発想し、表現すること。</p> <p><b>【小学校 理科】第3学年 2 内容 P.537</b>  <b>A 物質・エネルギー (5)電気の通り道</b>          電気の回路について、乾電池と豆電球などのつなぎ方と乾電池につないだ物の様子に着目して、電気を通すときと通さないときのつなぎ方を比較しながら調べる活動を通して、次の事項を身に付けること。</p> <p>ア 次のことを理解するとともに、観察、実験などに関する技能を身に付けること。</p> <p>(ア)電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方があること。</p> <p>(イ)電気を通す物と通さない物があること。</p> <p>イ 乾電池と豆電球などのつなぎ方と乾電池につないだ物の様子について追究する中で、差異点や共通点を基に、電気の回路についての問題を見いだし、表現すること。</p>
<p>(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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p><b>【中学校 社会】地理的分野 2 内容 P.57</b>  <b>C 日本の様々な地域 (2)日本の地域的特色と地域区分</b>  <b>③ 資源・エネルギーと産業</b>          ア 次のような知識及び技能を身に付けること。</p> <p>(ウ)日本の資源・エネルギー利用の現状、国内の産業の動向、環境やエネルギーに関する課題などを基に、日本の資源・エネルギーと産業に関する特色を理解すること。</p> <p><b>【小学校 社会】第5学年 2 内容 P.82</b>  <b>(3)我が国の工業生産について、学習の問題を追究・解決する活動を通して、次の事項を身に付けること。</b>          ア 次のような知識及び技能を身に付けること。</p> <p>(ア)我が国では様々な工業生産が行われていることや、国土には工業の盛んな地域が広がっていること及び工業製品は国民生活の向上に重要な役割を果たしていることを理解すること。</p> <p>(イ)工業生産に関わる人々は、消費者の需要や社会の変化に対応し、優れた製品を生産するよう様々な工夫や努力をして、工業生産を支えていることを理解すること。</p> <p>イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。</p> <p>(ア)工業の種類、工業の盛んな地域の分布、工業製品の改良などに着目して、工業生産の概要を捉え、工業生産が国民生活に果たす役割を考え、表現すること。</p> <p>(イ)製造の工程、工場相互の協力関係、優れた技術などに着目して、工業生産に関わる人々の工夫や努力を捉え、その働きを考え、表現すること。</p> <p><b>【小学校 社会】第4学年 2 内容 P.53</b>  <b>(2)人々の健康や生活環境を支える事業について、学習の問題を追究・解決する活動を通して、次の事項を身に付けること。</b>          ア 次のような知識及び技能を身に付けること。</p> <p>(ア)飲料水、電気、ガスを供給する事業は、安全で安定的に供給できるよう進められていることや、地域の人々の健康な生活の維持と向上</p>

	<p>に役立っていることを理解すること。</p> <p>イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。</p> <p>(ア)供給の仕組みや経路，県内外の人々の協力などに着目して，飲料水，電気，ガスの供給のための事業の様子を捉え，それらの事業が果たす役割を考え，表現すること。</p>
--	--

技術・家庭科（技術分野）の内容 C のエネルギー変換の技術では，小・中の理科，小・中の社会と関連している。電気エネルギーの原理等についての知識に関する学習内容として小・中の理科と関連がある。エネルギーを社会生活に活用するという部分で，小・中の社会と関連がある。

表 2-7 各教科等の学習内容と技術教育学習内容（内容 D）の関連性

技術・家庭 技術分野 D 情報の技術 学習指導要領解説（一部抜粋）	各教科等の学習指導要領解説（一部抜粋）
<p>2 内容 D 情報の技術 P.50</p> <p>(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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>【中学校 国語】2 内容 P.30 〔知識及び技能〕</p> <p>(2)話や文章に含まれている情報の扱い方に関する次の事項を身に付けること。</p> <p>ア 原因と結果，意見と根拠など情報と情報との関係について理解すること。</p> <p>イ 比較や分類，関係付けなどの情報の整理の仕方，引用の仕方や出典の示し方について理解を深め，それらを使うこと。</p> <p>【小学校 国語】第3学年及び第4学年 2 内容 P.32 〔知識及び技能〕</p> <p>(2)話や文章に含まれている情報の扱い方に関する次の事項を身に付けること。</p> <p>ア 考えとそれを支える理由や事例，全体と中心など情報と情報との関係について理解すること。</p> <p>イ 比較や分類の仕方，必要な語句などの書き留め方，引用の仕方や出典の示し方，辞書や事典の使い方を理解し使うこと。</p> <p>【高等学校 共通教科情報】2 内容 P.23 情報 I (1)情報社会の問題解決 情報と情報技術を活用した問題の発見・解決の方法に着目し，情報社会の問題を発見・解決する活動を通して，次のような知識及び技能を身に付けること。</p> <p>(ア)情報やメディアの特性を踏まえ，情報と情報技術を活用して問題を発見・解決する方法を身に付けること。</p> <p>(イ)情報に関する法規や制度，情報セキュリティの重要性，情報社会における個人の責任及び情報モラルについて理解すること。</p>

	<p>(ウ) 情報技術が人や社会に果たす役割と及ぼす影響について理解すること。          イ 次のような思考力, 判断力, 表現力等を身に付けること。          (ア) 目的や状況に応じて, 情報と情報技術を適切かつ効果的に活用して問題を発見・解決する方法について考えること。          (イ) 情報に関する法規や制度及びマナーの意義, 情報社会において個人の果たす役割や責任, 情報モラルなどについて, それらの背景を科学的に捉え, 考察すること。          (ウ) 情報と情報技術の適切かつ効果的な活用と望ましい情報社会の構築について考察すること。</p> <p>情報 I (3) コンピュータとプログラミング P.31          コンピュータで情報が処理される仕組みに着目し, プログラミングやシミュレーションによって問題を発見・解決する活動を通して, 次のような知識及び技能を身に付けること。          (ア) コンピュータや外部装置の仕組みや特徴, コンピュータでの情報の内部表現と計算に関する限界について理解すること。          (イ) アルゴリズムを表現する手段, プログラミングによってコンピュータや情報通信ネットワークを活用する方法について理解し技能を身に付けること。          (ウ) 社会や自然などにおける事象をモデル化する方法, シミュレーションを通してモデルを評価し改善する方法について理解すること。          イ 次のような思考力, 判断力, 表現力等を身に付けること。          (ア) コンピュータで扱われる情報の特徴とコンピュータの能力との関係について考察すること。          (イ) 目的に応じたアルゴリズムを考え適切な方法で表現し, プログラミングによりコンピュータや情報通信ネットワークを活用するとともに, その過程を評価し改善すること。          (ウ) 目的に応じたモデル化やシミュレーションを適切に行うとともに, その結果を踏まえて問題の適切な解決方法を考えること。</p>
<p>(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。P.52</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>【高等学校 共通教科情報】 2 内容 P.27</p> <p>情報 I (2) コミュニケーションと情報デザイン          メディアとコミュニケーション手段及び情報デザインに着目し, 目的や状況に応じて受け手に分かりやすく情報を伝える活動を通して, 次のような知識及び技能を身に付けること。          (ア) メディアの特性とコミュニケーション手段の特徴について, その変遷も踏まえて科学的に理解すること。          (イ) 情報デザインが人や社会に果たしている役割を理解すること。          (ウ) 効果的なコミュニケーションを行うための情報デザインの考え方や方法を理解し表現する技能を身に付けること。          イ 次のような思考力, 判断力, 表現力等を身に付けること。          (ア) メディアとコミュニケーション手段の関係を科学的に捉え, それらを目的や状況に応じて適切に選択すること。          (イ) コミュニケーションの目的を明確にして, 適切かつ効果的な情報デザインを考えること。          (ウ) 効果的なコミュニケーションを行うための情報デザインの考え方や方法に基づいて表現し, 評価し改善すること。</p> <p>情報 I (4) 情報通信ネットワークとデータの活用 P.35          情報通信ネットワークを介して流通するデータに着目し, 情報通信ネットワークや情報システムにより提供されるサービスを活用し, 問題を発見・解決する活動を通して, 次のような知識及び技能を身に付けること。</p>

(ア) 情報通信ネットワークの仕組みや構成要素，プロトコルの役割及び情報セキュリティを確保するための方法や技術について理解すること。

(イ) データを蓄積，管理，提供する方法，情報通信ネットワークを介して情報システムがサービスを提供する仕組みと特徴について理解すること。

(ウ) データを表現，蓄積するための表し方と，データを収集，整理，分析する方法について理解し技能を身に付けること。

イ 次のような思考力，判断力，表現力等を身に付けること。

(ア) 目的や状況に応じて，情報通信ネットワークにおける必要な構成要素を選択するとともに，情報セキュリティを確保する方法について考えること。

(イ) 情報システムが提供するサービスの効果的な活用について考えること。

(ウ) データの収集，整理，分析及び結果の表現の方法を適切に選択し，実行し，評価し改善すること。

#### 情報Ⅱ (2)コミュニケーションとコンテンツ

多様なコミュニケーションの形態とメディアの特性に着目し，目的や状況に応じて情報デザインに配慮し，文字，音声，静止画，動画などを組み合わせたコンテンツを協働して制作し，様々な手段で発信する活動を通して次のような知識及び技能を身に付けること。

(ア) 多様なコミュニケーションの形態とメディアの特性との関係について理解すること。

(イ) 文字，音声，静止画，動画などを組み合わせたコンテンツを制作する技能を身に付けること。

(ウ) コンテンツを様々な手段で適切かつ効果的に社会に発信する方法を理解すること。

イ 次のような思考力，判断力，表現力等を身に付けること。

(ア) 目的や状況に応じて，コミュニケーションの形態を考え，文字，音声，静止画，動画などを選択し，組合せを考えること。

(イ) 情報デザインに配慮してコンテンツを制作し，評価し改善すること。

(ウ) コンテンツを社会に発信したときの効果や影響を考え，発信の手段やコンテンツを評価し改善すること。

#### 情報Ⅱ (3)情報とデータサイエンス P.48

多様かつ大量のデータを活用することの有用性に着目し，データサイエンスの手法によりデータを分析し，その結果を読み取り解釈する活動を通して，次のような知識及び技能を身に付けること。

(ア) 多様かつ大量のデータの存在やデータ活用の有用性，データサイエンスが社会に果たす役割について理解し，目的に応じた適切なデータの収集や整理，整形について理解し技能を身に付けること。

(イ) データに基づく現象のモデル化やデータの処理を行い解釈・表現する方法について理解し技能を身に付けること。

(ウ) データ処理の結果を基にモデルを評価することの意義とその方法について理解し技能を身に付けること。

イ 次のような思考力，判断力，表現力等を身に付けること。

(ア) 目的に応じて，適切なデータを収集し，整理し，整形すること。

(イ) 将来の現象を予測したり，複数の現象間の関連を明らかにしたりするために，適切なモデル化や処理，解釈・表現を行うこと。

(ウ) モデルやデータ処理の結果を評価し，モデル化や処理，解釈・表現の方法を改善すること。

	<p>【中学校 美術】内容の取扱いと指導上の配慮事項 P.131          (3)イ 美術の表現の可能性を広げるために、写真・ビデオ・コンピュータ等の映像メディアの積極的な活用を図るようにすること。          (7)創造することの価値を捉え、自己や他者の作品などに表れている創造性を尊重する態度の形成を図るとともに、必要に応じて、美術に関する知的財産権や肖像権などについて触れるようにすること。また、こうした態度の形成が、美術文化の継承、発展、創造を支えていることへの理解につながるよう配慮すること。</p> <p>【小学校 総則】          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。          イ 児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動</p>
<p>(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。  <b>P.55</b></p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>【高等学校 共通教科情報】2 内容          情報Ⅱ (4)情報システムとプログラミング P.53          情報システムの在り方や社会生活に及ぼす影響、情報の流れや処理の仕組みに着目し、情報システムを協働して開発する活動を通して、次のような知識及び技能を身に付けること。          (ア) 情報システムにおける、情報の流れや処理の仕組み、情報セキュリティを確保する方法や技術について理解すること。          (イ) 情報システムの設計を表記する方法、設計、実装、テスト、運用等のソフトウェア開発のプロセスとプロジェクト・マネジメントについて理解すること。          (ウ) 情報システムを構成するプログラムを制作する方法について理解し技能を身に付けること。          イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。          (ア) 情報システム及びそれによって提供されるサービスについて、その在り方や社会に果たす役割と及ぼす影響について考察すること。          (イ) 情報システムをいくつかの機能単位に分割して制作し統合するなど、開発の効率や運用の利便性などに配慮して設計すること。          (ウ) 情報システムを構成するプログラムを制作し、その過程を評価し改善すること。</p> <p>【中学校 理科】          ※エネルギー変換の技術と同様の項目が関連している。</p> <p>【小学校 総則】          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。          イ 児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動</p>

<p>(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。P.58</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>【高等学校 共通教科情報】2 内容                  情報Ⅱ (5)情報と情報技術を活用した問題発見・解決の探究 P.57                  「情報Ⅰ」及び「情報Ⅱ」で身に付けた資質・能力を総合的に活用し、情報と情報技術を活用して問題を発見・解決する活動を通して、新たな価値の創造を目指し、情報と情報技術を適切かつ効果的に活用する資質・能力を高めることができる</p> <p>【中学校 社会】公民的分野 2 内容 P.135                  (1) 私たちが生きる現代社会と文化の特色                  位置や空間的な広がり、推移や変化などに着目して、課題を追究したり解決したりする活動を通して、次の事項を身に付けることができる。                  ア 次のような知識を身に付けること。                  (ア) 現代日本の特色として少子高齢化、情報化、グローバル化などが見られることについて理解すること。                  (イ) 現代社会における文化の意義や影響について理解すること。                  イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。                  (ア) 少子高齢化、情報化、グローバル化などが現在と将来の政治、経済、国際関係に与える影響について多面的・多角的に考察し、表現すること。                  (イ) 文化の継承と創造の意義について多面的・多角的に考察し、表現すること。</p> <p>【小学校 社会】第5学年 2 内容 P.87                  (4) 我が国の産業と情報との関わりについて、学習の問題を追究・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。                  ア 次のような知識及び技能を身に付けること。                  (ア) 放送、新聞などの産業は、国民生活に大きな影響を及ぼしていることを理解すること。                  (イ) 大量の情報や情報通信技術の活用は、様々な産業を発展させ、国民生活を向上させていることを理解すること。                  (ウ) 聞き取り調査をしたり映像や新聞などの各種資料で調べたりして、まとめること。                  イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。                  (ア) 情報を集め発信するまでの工夫や努力などに着目して、放送、新聞などの産業の様子を捉え、それらの産業が国民生活に果たす役割を考え、表現すること。                  (イ) 情報の種類、情報の活用の仕方などに着目して、産業における情報活用の現状を捉え、情報を生かして発展する産業が国民生活に果たす役割を考え、表現すること。</p>
--	--

技術・家庭科（技術分野）の内容 D の情報の技術では、小学校の総則、小・中の国語、小・中の社会、中学校の理科、中学校の美術、高等学校の共通教科情報に関連がある。小学校の総則では、プログラミング学習が、著作権や文献の引用などの部分が小・中の国語、情報技術の基本的な部分で中学校の理科、情報社会の諸問題に関わる内容として小・中の社会、コンテンツ作成に関わる情報デザインの部分が中学校の美術と関連がある。そして、内容 D 全般が高等学校の情報へと関連している。

このように、技術・家庭科（技術分野）の内容 A から内容 D まで見ていくと、技術分野の内容が他教科と十分に関係が深いことが明らかとなった。第2章ではまず、初等中等教育の学習について学習指導要領をもとに考察した。学習指導要領では、教育課程を子どもたちに必要な資質・能力を育成していくための枠組みとし、資質・能力を三つに整理し、全教科でその育成に取り組むこととされた。また、その実現のために「見方・考え方」の視点から各教科等を考察し、各教科の特性を明確にすることで教科横断の学習が進んでいくとの提案がなされている。さらに教科架橋の視点から、学習過程でどのような能力を身に付けるかに注目し、より教科等の特性を明らかにできると考え提案がなされている。この提案は、学習過程の展開については、学習する際は外部から情報を収集し、自己の脳内で記憶し、理解し、判断する。また得られた知見から新たな価値を創造し、最終的に学習成果として他者に表出し、さらにフィードバックとして自己表出の評価を自分に返すという学習過程のスパイラル展開となるとしている。創造性を含んだ各教科の学習過程のスパイラル展開を自己と他者の関係として捉え直すと、教科の特性ならびに関連性を見出すことができるとしている。この各教科の学習過程のスパイラル展開の考え方を基にして、各教科の重視している学習過程を学習指導要領から見だし、各教科の特性を明確化することを試みた。結果として、中学校の技術教育は、小学校、中学校、高等学校各々の各教科等の学習内容と関連性があることがわかった。

第3章以降では、明らかになった教科・内容の関連性に加えて、学校種の違いによる学習の関連性も考慮し、中学校での技術教育のシステムの考察を行う。

## 第3章 小学校の学習内容を考慮した中学校ものづくり教育の システムの考察

### 3.1 緒言

学習指導要領における各教科等の関連性、見方・考え方の視点からの各教科等の特性、教科架橋の視点からの各教科等の特性について子どもたちの能力の育成の観点から考察したが、本章では小学校の学習内容を考慮した中学校ものづくり教育のシステムの考察を行う。中学校技術・家庭科（技術分野）の目標では、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・能力を育成することを目指すとして記載されており、中学校で初めて学習する技術・家庭科（技術分野）がものづくりを通して問題解決能力を育成していくことを生徒にまず実感させる学習過程が必要である。このとき、学習を進めるために必要な基礎的な知識や技能は中学校の初期段階の学習ということもあり、小学校で学習した教科の学習内容が土台となる。第2章では、中学校技術・家庭科（技術分野）の学習内容と初等中等教育の各教科等の学習内容との関連性について述べたが、ものづくりの学習との関連性がある小学校の教科としては主に図画工作、算数、理科、社会がある。初等中等教育の学習内容を踏まえた中学校技術教育のシステムの考察のために、本章では、これら小学校の教科の学習内容が中学校のものづくり教育のどのような土台となり、またどのように関連しているかについて、システムの考察を行う。

### 3.2 中学校のものづくり教育について

2017年（平成29年）3月公示の学習指導要領では、問題解決的な学習を全教科で行うと言及されており、中学校技術・家庭科（技術分野）では、従前からの問題解決的な学習内容をさらに充実させ、発展させていくこととなった<sup>32)</sup>。全国の中学校の技術・家庭科（技術分野）の授業では、ものづくりの最初の学習として「A 材料と加工の技術」が実践される傾向にある。この材料と加工の技術についての研究は、設計・製作意欲の形成に関する研究<sup>33)</sup>、初期構想力の類型化に関する研究<sup>34)</sup>、はりの曲げを理解するための教材開発<sup>35)</sup>、設計のつまずきへの対処<sup>36)</sup>、マルチ

メディアの視点からの教材開発<sup>37)</sup>があり、さらにはプロジェクトマネジメントを取り入れた授業実践<sup>38)</sup>もある。個々の学習における問題解決のみならず技術教育全体としての問題解決学習も重要となっており、PDCAからのデザイン学習<sup>39)</sup>や生活を工夫し創造する能力育成<sup>40)</sup>ならびに到達レベルを5段階に分けた実践<sup>41)</sup>も行われている。以上のようにものづくり教育に関する材料と加工の技術については、学習過程そのものやその成果を社会に還元することを含め様々な視点や教材による研究がなされている。

一方、技術教育の学習の流れとしては、日本産業技術教育学会は技術教育の学習展開として、創造の動機→設計・計画→製作・制作・育成→成果の評価の4過程で1サイクルとなるスパイラル展開を提唱している<sup>42)・45)</sup>。このスパイラルな学習展開とは、図3-1に示すように、創造の動機→設計・計画→製作・制作・育成→成果の評価の4過程で1サイクルとなるスパイラル展開が繰り返されながら問題解決的な学習展開が進むことである。この考え方は中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 技術・家庭編<sup>46)</sup>や教科書の構成にも取り上げられている。

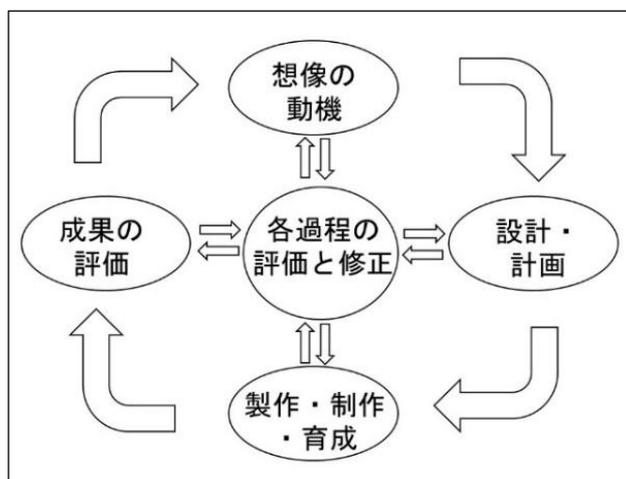


図3-1 技術的課題解決力を育成するための方法と過程<sup>42)・43)</sup>

中学校技術・家庭科（技術分野）の学習内容は、「材料と加工の技術」、「生物育成の技術」、「エネルギー変換の技術」、「情報の技術」の4内容で構成されており、各々の内容ごとに問題解決的な学習を展開させることで、3年間をかけて異なった学習内容で、問題解決的な学習の流れにつ

いて共通の学習展開を繰り返していくスパイラルな学習が展開される。そして、2017年（平成29年）3月公示の学習指導要領では、「情報の技術」において、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る問題の解決と、計測・制御のプログラミングによる問題の解決という二つの問題解決的な学習を取り入れることとなった。そのため、4内容でそれぞれ1サイクルずつであった問題解決的な学習が1サイクル増となり、4内容5サイクルのスパイラル構造となっている。生徒は3年間をかけて、図3-2のように4内容すべてでスパイラルな学習展開を繰り返すことで問題解決能力を高めていく。

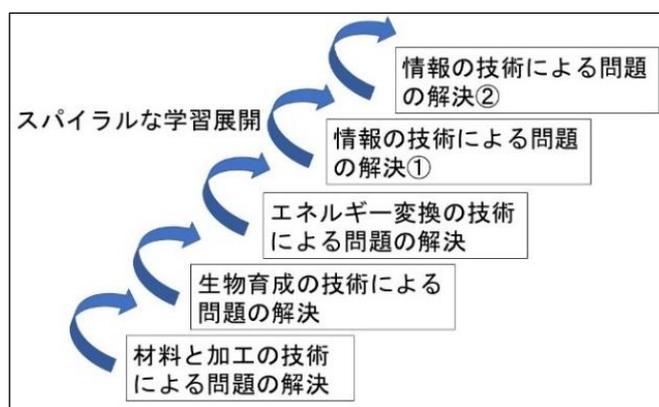


図 3-2 4内容5題材の5回のスパイラル

### 3.3 小学校から中学校へのものづくり教育の連続性

小学校におけるものづくり教育の一例としては、図画工作の造形の授業が挙げられる。小学校の図画工作では、感性の表現を重視した紙やのり、テープやハサミを使った工作から、高学年になると木材を材料とし、実用時の強度を考慮したのこぎりによる切断やげんごうによる釘打ちなどを経験する。中学校の技術教育の最初に実施するものづくりの活動では、小学校での活動体験を踏まえ、紙などを用いた模型などの作成や簡単な木工製作などを基本として、安全性や機能性を加える活動へ発展する。一般的に中学校の技術・家庭科（技術分野）の第1学年の最初に取り扱われる内容は、材料と加工の技術について学習することが多いため、小学校の学びを踏まえな

がら、中学校のものづくりの学習展開を意識させる学習過程が、材料と加工の技術の内容で必要となる。

#### 3.4 中学校での段階的な問題解決の複雑さを考慮した学習展開

問題解決的な学習を繰り返すことで、問題解決能力は高まっていく。技術教育の学習展開は、構想・設計→製作→評価→改善の評価の4過程を繰り返していくスパイラルなものであり、問題解決的な学習の繰り返しである。生徒は中学校3年間の技術分野の学習を通して4内容で5題材の問題解決的な学習をすることになる。しかし、学習の目標は同じであるが内容ごとに題材が異なるため、生徒は一つの題材について学習するごとに少しずつ問題解決能力が高まっていくことを実感しにくい。本来は3年間で五つの問題解決的な学習を通して高まっていく力が、題材が異なることで自己の能力向上が見えにくい。また、五つの問題解決的な学習は、題材に違いはあったとしても、1年生の最初に取り組む問題解決的な学習と3年生の最後に取り組む問題解決的な学習の問題の複雑さは、生徒の問題解決能力の発達に合わせたものでなければならない。例えば、内容Aから順にA、B、C、Dと3年間かけて学習していくのであれば、内容A材料と加工の技術で取り組む問題解決的な学習の問題の複雑さと内容D情報の技術で取り組む問題の複雑さは違ってくる。この問題の複雑さもスパイラルな学習展開の中で増していくことになるが、題材がそれぞれ異なるため比較が難しい。そこで、まず技術分野の学習の初期段階に、同じ題材でPDCAサイクルでの2回の問題解決的な学習をする。題材が変わらないため1回目の経験を生かし2回目の問題に取り組むことができるため、同じ題材でもより思考を深めることができる。また、同じ題材で2回繰り返すことで、問題解決の結果がよりよくなったことが客観的に見えやすくなり、問題解決を繰り返すことの重要性を実感しやすい。その結果、問題解決的な学習の繰り返しによって問題解決能力が向上するということを生徒に気付かせることができる。

#### 3.5 技術教育の学習初期段階における問題解決学習の2重スパイラル展開の提案

学習の初期の段階に、創造の動機→設計・計画→製作・制作・育成→成果の評価の4過程を2回繰り返す問題解決的な学習を同じ題材で行うことを提案する。4過程を同じ題材で2回繰り返すことによって、1回目の問題解決の結果をもとに見いだした改善点を同じ題材で2回目の問題

解決の学習に反映させることができ、問題解決的な学習の連続性が明確になる。この1回目から2回目への連続性は、同一題材で取り組むことによって2回目にはより解決したい部分が焦点化され、生徒は最初にうまくいかなかったが次はこうすればうまくいくかもしれないと見通しを持つことができるため、問題解決への意欲が高まる。また、同一題材で2回目に取り組むときには、最初に獲得している知識や経験が生かされ、解決する問題の内容や数が絞られて、問題の複雑さが一段下がっているため、2回目に同じ題材で取り組む時に生徒はよりよい成果を出しやすい。そして、2回目の問題解決の結果が1回目よりも改善されたことを生徒が実感することで、問題解決的な学習を繰り返していくことにより問題解決の結果をよりよくできると認識できるようになる。技術・家庭科（技術分野）の学習が初期段階である中学校1年生の時に同一題材で2回の問題解決の学習に取り組み問題解決の学習展開が繰り返されることを学んでおくことで、今後学習が進んでいく上で題材や学習内容が異なった問題解決的な学習展開が繰り返されても、生徒は問題解決能力を高めている学習のサイクルであると認識しやすい。

問題解決的な学習展開としては、表3-1に示すPDCAを取り入れることで、学習過程の要素をわかりやすくし、同じ学習過程の要素が繰り返されていることに気づきやすくした。具体的には、スパイラルな学習展開である創造の動機→設計・計画→製作・制作・育成→成果の評価の4過程をPDCAサイクルと対応させ構想・設計→製作→評価→改善とした。以降、スパイラルな学習展開とは、構想・設計→製作→評価→改善のサイクルが繰り返されていくことである。

表 3-1 PDCA サイクル

Plan	構想・設計
Do	製作
Check	評価
Action	改善

### 3.6 問題解決学習の2重スパイラル展開授業の実践

材料と加工の技術について学習する中で、木材等の材料を加工するものづくり学習の前に、問題解決能力の向上を加速させることを目的とし、同じ題材で2回のスパイラル学習展開を経験させる学習展開をストローブリッジ教材で実践する。具体的には、プラスチックストローを材料と

した橋の模型を2回製作し、ストローブリッジコンテストと称した2回の強度試験を行うことで、同一題材を用いたPDCAサイクル展開を2回繰り返すという授業実践を行った。2017年（平成29年）公示の学習指導要領に、技術分野の学習過程と、各内容の三つの要素及び項目の関係について整理された図が記載されている。この中の「過程の評価と修正」の用語の上下には左右の矢印が示されており、学習過程を一通りの作業として進めるのではなく、何度も繰り返すことを意味している。また、ストローブリッジコンテストは、2回のPDCAサイクルを繰り返すことで、この学習指導要領の内容に沿った学習過程の具体的な学習方法の一つとして提案できるものである。ストローブリッジを教材とした学習<sup>47)・48)</sup>は、小学生向けのものづくりについて知る教材や企業の社内教育の教材としても取り扱われており、広く一般的な構造の強度に関する教材となっている。本実践は、2013年（平成25年）11月～2014年（平成26年）1月にかけて、O市立M中学校1年生133名（男子66名、女子67名）を対象に実施した。実践を行った学校では、1年生は前期に家庭分野の学習を4月から10月第2週まで行い、10月第3週から技術分野の学習に取り組み、毎週2コマを17.5週で実施した。

#### 3.6.1 材料の選定

材料と加工の技術の学習では、何を材料として選定するか重要である。一般的に材料と加工の技術の製作に使用される材料として木材が挙げられるが、今回のブリッジコンテストでは採用しなかった。理由として、木材による製作では加工に時間がかかることや、木材で製作した構造物の強度が高いため耐荷重量が数十キロ単位になってしまいコンテストの長時間化や構造物が破断した時の衝撃などから生徒の安全性の確保、両刃のこぎりやげんのうなどの使い慣れない道具で生徒が意図した構造物を製作できるのかという手の巧緻性や握力などを考慮した点などが挙げられる。そこで、小学校の時に使ったことがある道具や材料であることを考慮しブリッジコンテストに適した材料としてプラスチックストローを採用した。ストローは安価で、簡単に入手することができる。また、加工もしやすく、はさみや穴あけパンチ等の道具で簡単に切断したり穴をあけたりすることができる。立体物を製作した場合の強度も十分であり、弱すぎず、強すぎず、強度試験を行いやすい。再利用もしやすく、廃棄も簡単であるため、採用した。ただ、近年マイク

ロプラスチックの問題などもあり、今後の使用には紙製ストローに代替するなどの配慮が必要と思われる。

### 3.6.2 構造物の選定

プラスチックストローで製作する構造物として、ブリッジ（橋）を選択した。構造物という生徒は、お城や神社仏閣、有名な観光地の建物などを列挙するが、ストローで設計、製作するには形が複雑で、構造が特殊なものも多い。一方ブリッジは、生徒の生活の中で日常的に利用しており、身近な構造物であると同時に、山口県の錦帯橋、長崎県の眼鏡橋、福岡の昇開橋など伝統的な橋から、明石海峡大橋、関門海峡の関門橋など社会科の地理や歴史の学習に関連する話題に広げることができる。また、安全性という命に係わる重要な要素を持っており、構造の種類も多様でありながら、授業で学習する丈夫な構造についての技術がわかりやすく使用されており、学んだ知識を生かしやすいものとなっている。強度試験を行う場合もシンプルな試験装置で済むという利点がある。

### 3.6.3 ストローブリッジコンテストについて

コンテスト形式にすることで、生徒の学習のゴールを明確にすることができ、生徒が意欲的に取り組めるようにした。ブリッジコンテストという名称のため構造物の丈夫さに目が行きがちになるが、実際の橋では、橋の使用目的や使用者、使用場所、安全性を考えた強度のある設計、景観を損なわないデザイン、コストのかからない材料や工法、建築期間から納期のことなど様々な要素を検討し造られている。これらすべての要素を取り入れたコンテストでは生徒の考える視点が増えすぎてしまいまた最適化の難易度が上がるため、ある程度絞って性能性、デザイン性、経済性（エコ性）の三つについて順位付けを行うこととした。まったく条件がないと丈夫さばかりに目がいたり、感性のおもむくままの製作になったりしてしまうことも考慮し三つの視点が妥当と判断し設定した。また、教師側からの評価によらない、客観的な視点によるコンテストの成績評価ができ、生徒たち自身が能動的に活動し評価し合える効果も狙った。

### 3.6.4 ストローブリッジコンテストのルール

ブリッジコンテストについて生徒へ説明したルールは以下になる。

- ・1班4～5人のグループ製作とする。

- ・ ストローブリッジコンテストは2回実施する。
- ・ ①性能性②デザイン性③エコ性の総合評価で競う。
- ・ デザイン性については第2回ストローブリッジコンテスト時に実施する。
- ・ プラスチックストローを材料とする。
- ・ 接合には接着剤やテープは使用しない。
- ・ 接合方法はプラスチックストローに穴をあけて差し込む、プラスチックストローを割いて、ひも状にして縛る等グループで自由に工夫する。

### 3.6.5 性能性，デザイン性，エコ性について

製作条件として、性能性・デザイン性・エコ性という評価の視点を設けることで、多角的な視点で設計を考えることができるようにした。性能性は、耐荷重（橋が耐えた重量）をストロー橋の総重量で割った値をパフォーマンス値として競った。これにより単純にストローを束にした丸太橋を製作しても高い性能は出にくく、トラス構造にする等、橋の構造を工夫する必要性がでるようにした。デザイン性は、2回目のコンテストで実施し、班ごとに投票し、得票数に応じて点数を加算していった。エコ性とは製作終了後に材料の残存の割合や、1回目に使用した部材の再利用の割合を簡単に数値化し点数化した。

### 3.6.6 ストローブリッジコンテストの実施方法

コンテストの性能性の測定は、台座の間を250mm空けた測定台を作り、台座の間にストロー橋を載せ、ひもをかけて下に重りの水を入れていった。この時、台座の間を250mmとしたのは、プラスチックストローの長さが一般的に210mmのため、ストローを最低2本つなげなければ250mm以上の長さが確保できないようにし、ストローの接合が必要となる箇所ができるようにした。コンテストの実施方法は、図3-3のように、ひもをかけたバケツにビニル袋を張り、中に水をいれたペットボトル1ℓ、500ml、350mlをそれぞれ1kg、500g、350gの重りとして入れていった。合計で10kg分のペットボトルを用意した。ストロー橋の様子を見ながらペットボトルを入れていき、ストロー橋の変形が顕著になってきたら、直接バケツに水を入れていき、ビニル袋にたまった水を端数として、計測し合計に足すようにした。

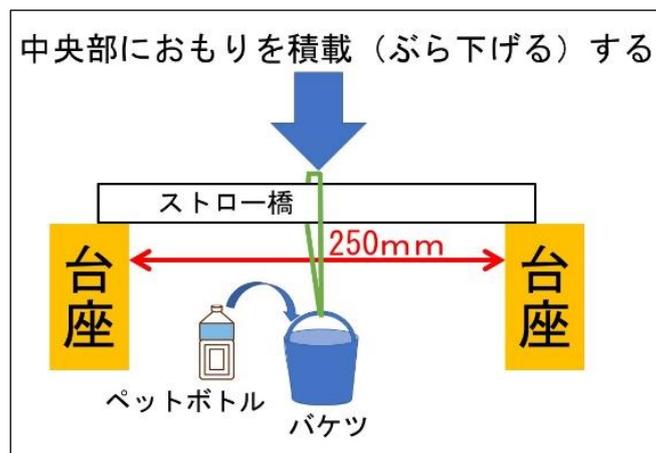


図 3-3 性能性試験の測定台

### 3.6.7 学習展開について

第1学年の最初に内容 A 材料と加工の技術を学習し、その中で、ストローブリッジコンテストを実施する場合の学習計画を表 3-2 に示す。

表 3-2 第1学年の初期に内容 A を実施した場合の学習計画

内容	時数	学習過程
材料と加工の技術	1	3年間の技術分野の学習の見通し
	4	材料と加工について既存の技術の理解
	3	ストローブリッジコンテスト事前学習
	10	ストローブリッジコンテスト
	8	「木材を使って身近な生活に役立つもの作ろう」を通した問題の解決 社会の発展と技術

この時、ストローブリッジコンテストを通した2回のPDCAサイクルの学習展開は全10時間とした。また、ストローブリッジコンテストを行う前に事前学習として3時間の授業を設定した。ストローブリッジコンテストの後は、木材を使用した小作品の製作を通して、身近な生活の問題を解決する学習を行った。次に、表 3-3 にストローブリッジコンテスト全10時間の学習展開をPDCAサイクルと対応させ、2回のPDCAサイクルが展開されることを示した。ストローブリッジコンテストは、学習指導要領の内容 A 材料と加工の技術 (1) 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を目標としている。そのため、10時間のストローブリッジコンテストの

実施前には A 材料と加工の技術 (1) 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を目標とする既存の知識の理解についての学習過程が必要となる。そこで、そもそもなぜストローブリッジを製作することになるのかという前提の話を含めた事前の基礎的基本的な知識を学習する過程を設定した。具体的には、プレゼンテーション資料として図 3-4 を作成し、架空の町に生活する生徒たちが、より便利に暮らせるように町の河川に橋をかけたいが、どのような橋がよいかという問いを投げかけ、設計のための考える基礎知識となる材料や丈夫な構造、橋の形状について等、ストローブリッジコンテストにつながる基礎的な知識を得る学習を事前学習として、3 時間実施した。

表 3-3 ストローブリッジコンテスト学習展開

PDCA	展開	時数	内容
Plan	構想設計	1	・①性能性②デザイン性③エコ性の三つの視点を考えながらストローを材料とした橋の設計をする。
Do	製作	4	・班で協力しながらストロー橋を製作する。様々な視点について考えた設計図に従い、接合方法も班で工夫しながら製作する。
Check	評価	1	・第 1 回ストローブリッジコンテストを行う。
Action	改善	0.5	・第 1 回ストローブリッジコンテストの振り返りを行う。分析をしながら自分たちの製作品の改善点を見つける。
Plan	構想設計	0.5	・第 2 回ストローブリッジコンテストに向けて設計を行う。
Do	製作	1.5	・班で協力しながらストロー橋を製作する。変更した設計図に従い、接合方法も班で工夫しながら製作する。
Check	評価	1	・第 2 回ストローブリッジコンテストの実施
Action	改善	0.5	・パフォーマンス課題に個人で取り組む。



図 3-4 課題設定時のプレゼンテーション資料

事前学習を含め、どのような視点から問題解決的な学習を検討していくか考える上で、いつ、どこで、誰が、誰のために、何を、どのようにという 6W6H について意識することも重要である。

事前学習の全 3 時間のうち、1 時間目は、ストローブリッジコンテストを行う動機付けの話と、身の回りにある橋には様々な種類があることを、実際の橋の写真を提示しながら説明し、ラーメン橋、トラス橋、アーチ橋のそれぞれの橋の形状に注目させた。

2 時間目は、橋の形状から強さについて考える学習として、図 3-5 に示すアーチ橋のカテナリー曲線について空き缶を使った実験を行った。

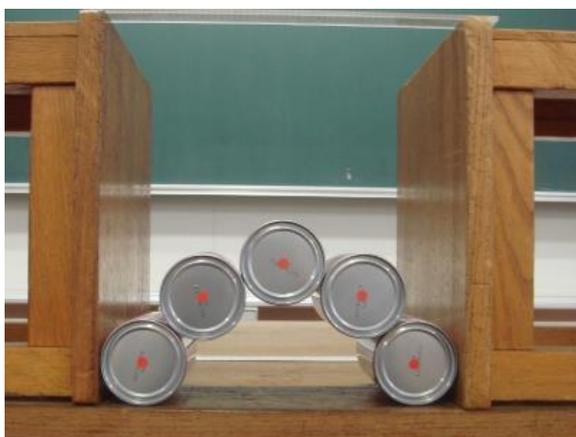


図 3-5 カテナリー曲線を利用したアーチ橋の再現実験

3 時間目は、引っ張り、圧縮、曲げについて、図 3-6 に示すプレゼンテーション資料とメラニンスポンジを使った実験を行った。次に、図 3-7 に示すように厚紙を細長く切ったものの両端をパンチで穴をあけ、プラスチックストローを差し込んでピン接合をした四角形の模型を作り、丈夫な構造とするためにどんな工夫をしたらよいか考えさせ、模型をさらに作り替える実験を行うことで、トラス構造の丈夫さを理解させた。幅 3cm、長さ 15cm の長方形の形に 4 枚切り出すために、厚紙は B4 サイズで十分な大きさのものを用意し、班につき 1 枚配布した。ストローも同様に班につき 1 本配布した。厚紙を B4 サイズにした理由は、四角形を丈夫にする工夫の一つである縦横 15cm の正方形を後で切り出すことができるように余裕を持たせるためである。この時生徒たちには、材料の追加は行わないため材料が無駄にならないように考えて使うように指示を

した。最初の四角形の模型を作る段階で用紙の端からつめて使い、無駄なく使う班もあれば、長方形の間に余白を取り四角形の模型を作る時点で用紙のかなりの部分を使ってしまう班などがあった。それぞれの班で、四角形の中にトラス構造を取り入れる工夫をしたものを黒板に張り出して発表があった。その後、教師からの解説・講評を行ったあと、厚紙の使い残りに注目させ、無駄がないように使うことの大切さを伝えブリッジコンテストのエコ性の話につなげた。また、この学習での生徒の様子をみて、次の学習活動であるストローブリッジコンテストの班編成がこのままでいいのか、メンバーの入れ替えの検討を考えるなど、ブリッジコンテストでの学習活動が上手くいくよう生徒同士の相性などを検討し、下地をつくる段階としても扱った。

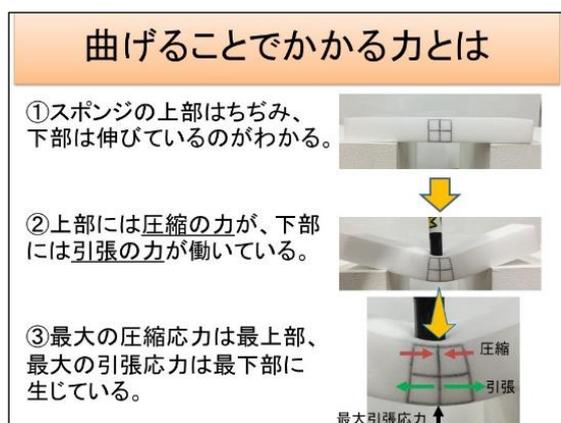


図 3-6 曲げについて実験したプレゼンテーション資料

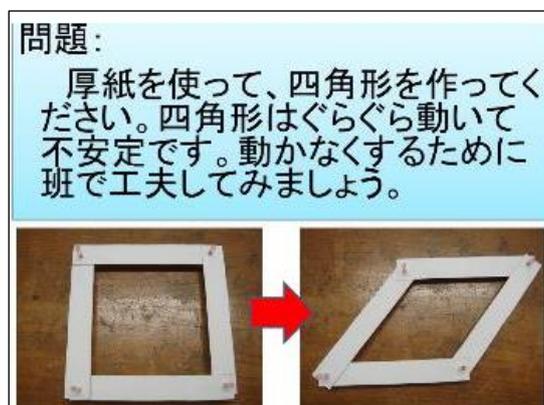
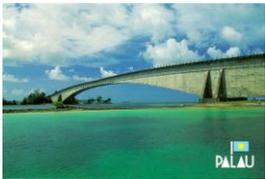


図 3-7 丈夫な構造について考察する実験の資料

PDCA サイクルを 2 回繰り返すためにストローブリッジコンテストは 2 回実施し、どちらもグループで製作を行った。そのため、生徒個人が、ストローブリッジコンテストに積極的に取り組んでいたのか、どのように試行錯誤して解決策を考えようとしていたか、生徒個人としての学習の深化については、グループで活動している様子を観察することと、自己評価を記入するワークシートの記述内容等で読み取ることとした。さらに、ストローブリッジコンテストを通して、個人の学習の深化がどのくらいか目に見える形で示すことも重要であると考えた。そこで、学習のまとめの活動として、ストローブリッジコンテストの学習過程の最後に、個人で取り組む課題として「パフォーマンス課題」に取り組ませた。パフォーマンス課題は、ストローブリッジコンテストを通して学んだ知識を生かせるような課題を設定した。具体的には、図 3-8 に示すワークシートを作成し、世界で実際に利用されていた橋が崩壊した事件をもとに、崩れる前の写真と崩れたあとの写真とともに「どんな橋なら壊れなかったでしょうか。自分が新しい橋の設計をすると思って設計図と工夫することを書きましょう」と課題を提示し、取り組ませた。




(写真1 崩壊前のパラオ橋)<sup>49)</sup> (写真2 崩壊したパラオ橋)<sup>49)</sup>

<パラオ橋 通称 KB ブリッジについて> 「安全」であって当たり前の構造物・・・

パラオ本島と首都のあるコロール島の間には、KBブリッジという橋がある。「KB」とは Koror コロール島と Babeldaob バベルダオブ島の頭文字)。橋が完成する前は渡し船で行き来していた。そこで、1977年にコンクリート製の橋が建設された(写真1)。しかし、1996年9月26日に轟音と共に、突如中央部から真っ二つに折れて崩落し、2名が死亡、4名以上が負傷した(写真2)。橋はコロール島から空港へと向かう唯一の道路であり、またバベルダオブ島からコロールへ供給されていた電気、水道などのライフラインが通っていたため首都機能が麻痺することになった。「暗黒の9月事件」とも呼ばれている。

問い：どんな橋なら壊れなかったでしょうか。自分が新しいパラオ橋の設計をすると思って設計図と工夫することを書きましょう。

図 3-8 個人で取り組んだパフォーマンス課題

### 3.7 問題解決学習の2重スパイラル展開授業実践の考察

#### 3.7.1 生徒の意識の変化

実際に問題解決的な学習を通して生徒がどのように変化したか、学習後のアンケートで分析した。「技術の授業で学習したことを生活や家庭でも生かせると思うか」という質問では、「はい」83%、「どちらでもない」17%、「いいえ」0%であった。このことから、実生活・実社会に即した学習課題を生徒に問いかけて学習を進めることは、生徒たちに社会と技術との関わりについて意識させることに一定の効果があったと考える。

#### 3.7.2 ブリッジコンテスト結果の比較

ブリッジコンテストの1回目と2回目の比較を行った。まず、指導計画における、1回目の構想・設計の時間は1時間、製作の時間は4時間と設定した。2回目の構想・設計の時間は0.5時間、製作の時間は1.5時間で合わせて2時間と設定した。実際には、どのクラスもほぼ予定していた時数で各過程を進めることができた。生徒たちは、1回目のコンテストの様子をタブレットPCで撮影することで、破損する様子を繰り返し観察することができ、その後の2回目のコンテストへ向けた設計がスムーズに行うことができた。撮影した映像をもとに、設計図に改善点を記入し、再び製作を行った。1回目のおよそ半分の時間で2回目の製作品を作り上げたことから、同じ題材を繰り返すことで、PDCAサイクルの各過程の取り組む力が高まったことがわかった。図3-9で示したように、各製作品の橋の長さ方向でのトラス構造の数、橋の幅方向でのトラス構造の数、橋の上下方向でのトラス構造の数を分類し、1回目の結果を表3-4に、2回目の結果を表3-5にまとめた。また、構造の特徴を「橋のタイプ」として分類した。



図 3-9 橋の長さ、幅、上下の3方向の図解

1 回目の製作品は、図 3-10 のように 8 班中 5 班がどこかの方向でトラス構造を取り入れていた。その他には、図 3-11 や図 3-12 のように、いかだの形状や丸太の形状をした橋が見られた。1 回目の構想・設計段階では、生徒に対して、三角形の形が入っていれば丈夫になるかもしれない等、橋の構造の形や形状についての助言を特に行わなかったが、事前学習での学びを生徒が生かそうとしたことがわかる。トラス構造を用いなかった 3 班について考察すると、1 回目は、M 町を流れる川にかける橋を設計し、製作するという意識が強く、人や車が通れるようなガーター橋や、イカダ状の橋が見られた。製作の様子を観察すると、ストローの直径よりもわずかに小さい穴を開けてストローを差し込むことで、ストローを立体的に組んでいくための手先の巧緻性が低い生徒もいた。そのため、最終的には、とりあえず時間内に完成させるために、ストローを束ねて丸太橋にしたというものもみられた。

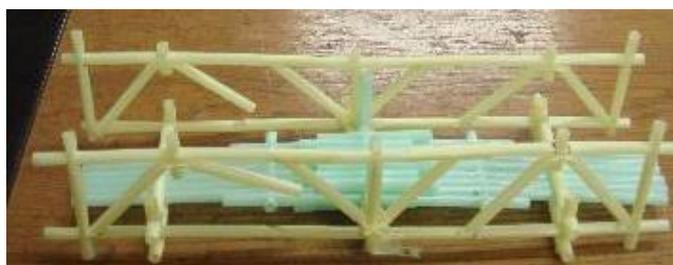


図 3-10 いかだにトラス欄干（1 回目の製作品）



図 3-11 いかだ橋（1 回目の製作品）

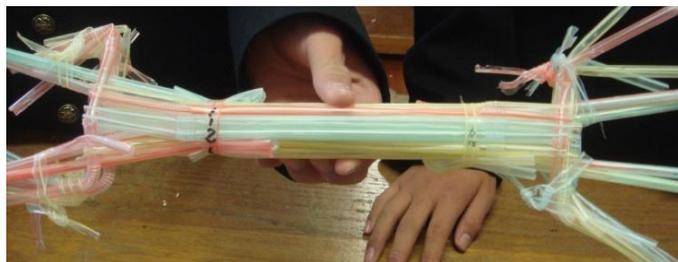


図 3-12 丸太橋（1回目の製作品）

1回目の考察として、橋の欄干にトラス構造が見られるストローブリッジを製作した班もあり、生徒たちの中で、三角形は強いというイメージはあるものの、橋の構造のどの部分に取り入れることが効果的なのかという判断がつかず、よく見かける欄干に取り入れているようであった。2回目の製作品は、図 3-13 のように三角形を繋げて、3角柱を横にしたような形状のものが多かった。1班だけ、図 3-14 のように、橋の上下方向に、ストローを X 状態にクロスさせてトラスを構成し、四角形の中にトラス構造があるような形状であった。全ての班でトラス構造が見られた。さらに、1回目のブリッジコンテストをまとめた表 3-4 と 2 回目のブリッジコンテストをまとめた表 3-5 とを比較すると、上から下への圧縮に対して効果を発揮する、上下方向のトラス構造の数が、増加していることがわかる。1 回目のコンテストを受けて、生徒たちは、自分たちの橋の弱点を知り、また他の班の橋の良い部分、良くなかった部分も知ることができ、2 回目の新たな橋の設計・製作を行ったことがわかる。1 回目にトラス構造の欄干をつけた班は、上から下へかかる力に対して、強度を上げる必要があると気づき、上下方向へのトラス構造を増やしていた。2 回目の設計・制作では、生徒は強度を上げるにはどうしたらよいかという点を追及していた。生徒は、2 回目では、強度の高い橋という目的を明らかにし、そのために、トラス構造といった既存の知識を生かした設計を行い、緻密な製作を行った。

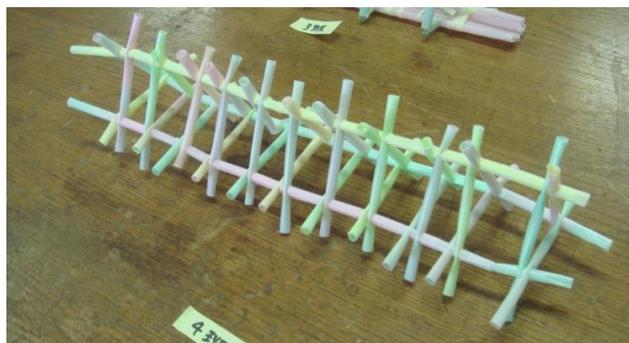


図 3-13 トラス構造三角 (2 回目の製作品)

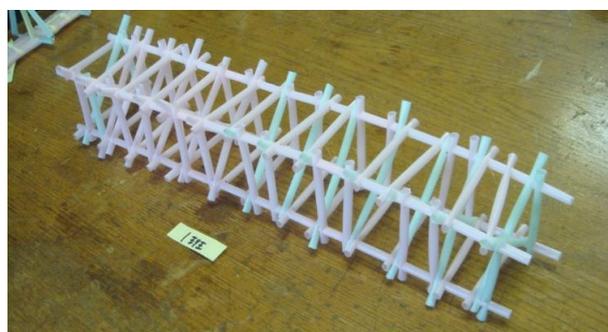


図 3-14 トラス構造四角 (2 回目の製作品)

1 回目と 2 回目のコンテストでの橋の重さ, 耐荷重, パフォーマンス値 (耐荷重を橋の重量で割ったもの) の結果を表 3-6 に示す。1 回目よりも橋の重さは軽いが, トラス構造を増やし, パフォーマンス値を上げた 1 班, 3 班, 5 班, 6 班と, 橋を軽くすることに力を入れ, 強度がうまく上がらずにパフォーマンス値が下がった 4 班, トラス構造の増加が強度に反映されなかった 2 班, 橋が重くなることを気にせず, 材料を追加し, 強度を上げることに成功した 8 班とうまくいかなかった 7 班に分類できる。表 3-4 と表 3-5 の比較からトラス構造の増加が見られ, じょうぶな構造を意識したことがわかったが, 表 3-6 では, 必ずしも生徒が行った改善がすべてうまくいったわけではないことがわかった。

表 3-4 1回目の製作品の構造分析

1回目				
班	方向別の形状と数			橋のタイプ
	長さ方向	幅方向	上下方向	
1				いかだにトラス欄干
	12	0	0	
2				トラス構造の三角
	10	7	2	
3				いかだにトラス欄干
	6	0	2	
4				いかだにトラス欄干
	18	0	0	
5				丸太橋変形
	4	0	4	
6				いかだ橋
	0	0	0	
7				いかだ橋
	0	0	0	
8				丸太橋
	0	0	0	

また、2回目のストローブリッジコンテストでは、エコ性やデザイン性についても評価をし、学年の総合順位を付けた。パフォーマンス値では、よい結果がでなくても、材料を無駄なく使用したエコ性が評価されたり、橋としてのデザイン性（機能性を含む）を評価されたりすることによって、パフォーマンス値の順位通りの結果にはならなかった。ストローブリッジコンテストは、単に同じ学習を2回繰り返したものではなく、橋の強度を上げるという課題を明確し、他の条件

も考慮しながら試行錯誤していく学習効果を得られる題材であった。これらのことから、ストロ  
ーブリッジコンテストは、条件付き最適化をしながら問題解決を繰り返していく学習過程になっ  
ており、同じ題材で2回のスパイラル学習をするにあたって、効果的である。

表 3-5 2 回目の製作品の構造分析

2 回目				
班	方向別の形状と数			橋のタイプ
	長さ方向	幅方向	上下方向	
1				トラス構造の四角
	0	0	52	
2				トラス構造の三角
	6	6	8	
3				いかだにトラス載せ
	0	0	8	
4				トラス構造の三角
	0	0	10	
5				トラス構造の三角
	0	0	12	
6				いかだにトラス載せ
	0	0	7	
7				いかだにトラス欄干
	10	0	0	
8				いかだにトラス載せ
	0	0	4	

表 3-6 1回目と2回目の数値比較

班名	1回目			2回目		
	橋の重さ (g)	耐荷重 (g)	パフォーマンス値	橋の重さ (g)	耐荷重 (g)	パフォーマンス値
1班	17.9	604.8	34	17.8	1299.8	73
2班	15.7	739.8	47	18.9	439.8	23
3班	37.2	619.8	17	22.6	489.8	22
4班	21.2	1718.9	81	19.7	889.8	45
5班	25.1	889.8	35	8.4	779.8	93
6班	20.4	779.8	38	9.5	849.8	89
7班	33.7	3369.8	100	51	4500	88
8班	22.4	1139.8	51	40.8	2300	56

### 3.7.3 パフォーマンス課題の結果と考察

ブリッジコンテストは班で製作を行ったため、生徒それぞれがどのように学習したことを自分の知識や経験として獲得できているか見えにくい。そこで、ストローブリッジコンテスト学習のまとめとして、個人で取り組むワークシートの形式でパフォーマンス課題に取り組ませた。具体的には、海外で建設されたある橋が耐用年数を超える前に崩壊してしまった事例を挙げ、自分だったらどのような新しい橋を架けなおすのかという課題に取り組ませた。この課題に取り組んだ生徒のワークシートから、ブリッジコンテストを通して学んだことを踏まえた記述がみられることで、生徒が問題解決的な学習が4過程のスパイラルであると実感し、2重のスパイラル展開のさらに次のスパイラル展開に自ずと入っていることが明らかにできると考えた。また、ストローブリッジコンテストよりも現実社会の観点が増え、船が通れるような工夫や景観に配慮するなど、これから使用する人たちへの配慮について言及されているかということも確かめた。生徒の実際のワークシートの例を図3-15から図3-18に示す。ブリッジコンテストで学んだトラス構造を取り入れることで、上から下にかかる力を支えることができるという知識を生かした回答をしている生徒が多かった。トラス構造を意識したものの中には、吊り橋や斜張橋を連想させるような形のものも見られ、長いスパンをどう支えるかという点でもさらに考察したことが読み取れた。実際の橋を構想するという点で、人や車が通れるような橋桁はほぼ描かれていたが、船が通れるような工夫については、描かれていないものもあり、船が通れるようにという記述はあまり多くは見られなかった。他には、景観に配慮し橋のデザインについて記述しているものがあった。生

徒のワークシートから、トラス構造と橋のデザインについての記述が見られ、ブリッジコンテストで得た知識を生かそうとしていることがわかった。

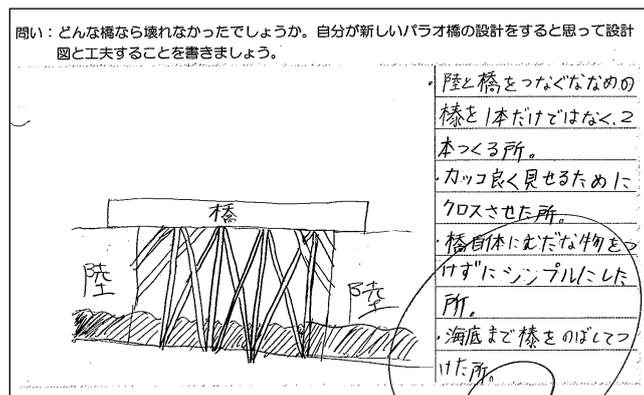


図 3-15 生徒のワークシート 1

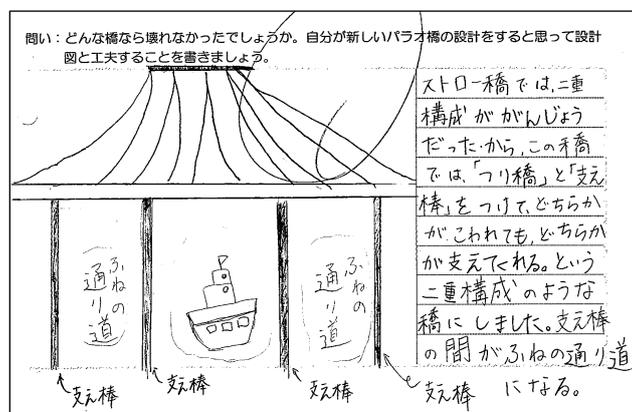


図 3-16 生徒のワークシート 2

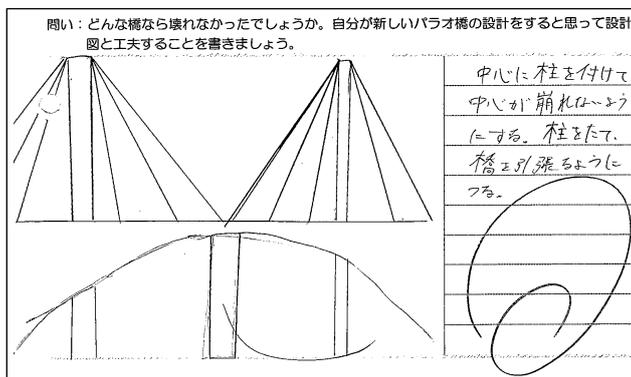


図 3-17 生徒のワークシート 3

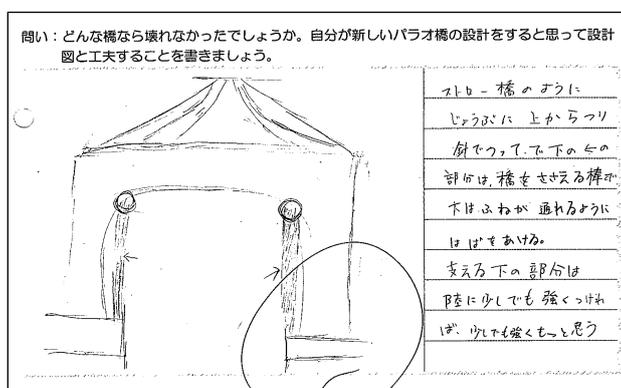


図 3-18 生徒のワークシート 4

課題に取り組んでいるときの生徒の発言では、最初に橋が壊れる前の写真を見せると、「ここが弱そうだね。」と予想する姿がみられた。また、橋が壊れてしまった写真を見せると「やっぱりここかあ。」と壊れた部分を予測していたようなつぶやきも聞こえた。このつぶやきは、橋という日常の生活でよく見る構造物に対して、自分が持っている丈夫な構造についての知識やストローブリッジ製作経験を踏まえて観察してあらかじめ問題を見いだしていたからこそ、表出した言葉である。そして、壊れた橋の写真を見て、生徒が予想していたように橋が崩壊していることを知り、自分が問題だと感じたことは正しかったと認識し、生徒が自分自身で問題を発見したと自覚したといえる。

生徒は壊れた橋の写真からどの部分が構造的に弱いのか改善策を考え、問題から解決可能な課題へと思考を深め、自分の改善策の考えをイラストと文章で表現した。その後、実際に生徒たちは

橋を造ることはできないが、掛けなおされた新しい橋の写真をみることで自分の改善策と実際の新しい橋を見比べ自己評価を行っていた。そして、自分の考えた橋では船が通れないことを自覚する姿や生徒同士で評価しあう姿があった。

ストローブリッジコンテスト 1 回目を問題解決的な学習の 4 過程の 1 サイクル目、ストローブリッジコンテスト 2 回目を 2 サイクル目と数えるとパフォーマンス課題は、3 サイクル目にあたる。特に、2 サイクル目から 3 サイクル目の連続として、橋の写真から問題を発見する過程は重要であったが、生徒は意欲的に短時間で、戸惑うことなく取り組んでいた。このことから、生徒は、問題解決的な学習がスパイラルな学習展開として連続していくことを実感していたと考察される。同じ題材で 2 回繰り返すことは、生徒の問題を読み取るという力が養われたのではないかとパフォーマンス課題を通して認識できた。

#### 3.7.4 2重スパイラル展開の考察

ストローブリッジコンテストを題材として、技術教育における初期段階 2 重スパイラル展開を提案した。ストローブリッジコンテストを題材とし、4 過程のスパイラル学習展開を PDCA サイクルと対応させ、構想・設計→製作→評価→改善とし、2 回繰り返した。題材が変わらないため、1 サイクル目から 2 サイクル目への連続性が明確になり、生徒にとってスパイラル学習展開が見えやすいものとなった。また、同一題材で 2 回行うため、2 回目の評価が 1 回目よりも高くなっていることを客観的に見ることができ、生徒は自分の能力向上を実感することができた。1 回目を踏まえて、同じ題材で 2 回目を実践することは、1 回目で要領を得ているので、材料の特性をつかみ、道具の使い方に熟達するといった時間が短縮され、より改善したい点に焦点を当てて作業も集中して取り組むことができる。その結果、生徒は 4 過程のスパイラル学習展開を繰り返すことで、よりよくすることができると考え、問題解決的な学習への意欲が高まった。パフォーマンス課題を通して、問題を見いだして、解決策を考え評価するという問題解決的な学習の 4 過程のスパイラル学習展開が生徒の頭の中で行われていたことが考察された。このことから、同じ題材で 2 回問題解決的な学習を繰り返すことは、成果から次の課題の発見というスパイラルを生み出すことができ、有効であった。

### 3.8 小学校との関連について中学校ものづくり教育のシステムの考察

本節では、小学校から中学校のものづくり教育の連続性についてのシステムの考察と中学校の問題解決的な学習のシステムの考察を行う。

小学校から中学校のものづくり教育の連続性については、道具と材料の視点から捉えることができる。システムの考察での道具の利用の視点では、小学校ではハサミやのりを使用し、中学校ではのこぎり、げんのう、ベルトサンダー等を用いるが、体の発達を考慮すると中学校初期の段階ではのこぎりやげんのうを使うことが好ましい。システムの考察での材料の視点では、小学校では厚紙、段ボール、粘土等を使用し、中学校では木材等を使用することが多い。軽くて加工のしやすさから考えてストローを採用した。ただ欠点として材料強度が弱いため、これを克服するための問題解決を行う授業を実践した。

学校種ならびに学齢の視点から見ると、小学校では課題解決の学習に取り組み、中学校になると問題解決の学習を徐々に高度化していく。中学校1年の段階では、課題解決と問題解決の中間の位置付けとなり、引き続き中学校2,3年生の内容ではより高度な問題解決学習へ進展する。そのため、本章では問題解決的な学習の表現を用いている。

中学校の問題解決的な学習については、3年間を通した問題解決の学習の流れ、問題解決の学習での4過程のスパイラル展開、その多重化、さらに授業での学習の内容と活動の視点からシステムの考察を行うことができる。

中学校の問題解決の学習は、3年間を通して、4内容で5題材取り組む。図3-2の図では、AからDの順番で示しており、中学校の技術・家庭科（技術分野）の最初に取り組む学習は「A材料と加工の技術」となっている。小学校から中学校の学習への接続を考えた時に、小学校での材料を加工する経験や、手先の器用さ、手の握力などの体の発達の点から、「A材料と加工の技術」を最初に取り組むことで小学生から中学生の体の発達状態と材料の連続性を考慮した学習の展開になっていることがわかる。一方で、図3-2では、要素間の矢印の先端を意図的に繋げていない。これは、学習内容が固定されておらず、生物育成の技術による問題の解決を最初に持ってきてもよいためである。人間を取り巻く環境の視点から考察すると、生物や鉱物を含む大きな生活環境

から、具体的に生活の質を向上させる材料や技術という流れで考えると、生物育成の技術から取り組むことも考えられる。

問題解決の学習での4過程のスパイラル展開は、創造の動機→設計・計画→製作・制作・育成→成果の評価の4過程のスパイラル展開として扱ったが、これを教科架橋の視点<sup>17)</sup>から見直すと五感を通じた情報の収集、収集したのちの頭の中での思考・創造、創造結果の作業等を通じた情報の表出として系統的に捉えることができる。創造の動機は外部情報の収集から記憶・理解・判断とみなすことができ、設計・計画は創造とみなすことができ、製作・制作・育成は学習成果の表出とみなすことができ、成果の評価はフィードバックとしての自己表出の評価とみなすことができ、人間の学習の流れと思考の流れとが合致していることがわかる。

問題解決の学習での4過程のスパイラル展開は同一題材を用いて多重化した授業実践を行うことができる。技術の学習では3年間をかけて異なった学習内容で、問題解決的な学習について創造の動機→設計・計画→製作・制作・育成→成果の評価の4過程のスパイラル展開を繰り返していき、合計5回のスパイラル展開が行われる。一つの学習内容で4過程のスパイラル展開を2回繰り返すことで、実際には6回のスパイラル展開の繰り返しとなる。このとき、1回でも同じ内容で4過程のスパイラル展開を2回繰り返すことを経験しておく、次の学習内容でも4過程のスパイラル展開を生徒が理解しやすい。

問題解決の学習が、学習過程のスパイラル展開の外部情報の収集、記憶・理解・判断、創造、学習成果の表出のそれぞれの過程と関連が深いかを考察した。具体的には、実践した学習展開を学習の内容と活動に焦点を合わせ、6W6Hの項目<sup>31)</sup>を学習の流れに従って区分化した。ここで新たに採用した6W6Hは、What, When, Why, Where, Who, Whom, How many, How much, How long, How wide, How to do, How in the futureである。これらの具体的な内容を配置すると表3-7としてまとめることができる。

授業での学習の内容と活動は、材料強度とブリッジ構造の事前学習、第1回ストローブリッジの設計、第1回ストローブリッジの製作、第1回ストローブリッジコンテスト、第1回ストローブリッジコンテストの振り返り、第2回ストローブリッジコンテストの設計、第2回ストローブリッジの製作、第2回ストローブリッジコンテスト、海外の一度壊れた橋の改善である。

材料強度とブリッジ構造の事前学習では、科学的な根拠の基に技術的な製作を行う観点から、最初に材料についての **What** と、どのようにして強度が増すか **How to do** を含めた。第1回ストローブリッジの設計では、生徒の学習目標の明確化のため特に **Whom, Where, Why** を重視した。第1回ストローブリッジの製作では、ストローをどのように接合していくかの **How to do** を重視した。第1回ストローブリッジコンテストでは、橋の重さと耐荷重を評価するための **How many** を重視した。第1回ストローブリッジコンテストの振り返りでは、壊れた原因の **Why** を重視した。第2回ストローブリッジコンテストの設計では、コンテストの評価項目の **How many** と **How much** を重視した。第2回ストローブリッジの製作では、材料を効率的に使うための **How many** と **How to do** を重視した。第2回ストローブリッジコンテストでは、前回とは違う評価項目に対応させた **How many** と **How much** を重視した。海外の一度壊れた橋の修繕では、設計科学の考え方を意識した **How in the future** を重視した。ここで海外の一度壊れた橋の修繕の学習において **6W6H** の要素がすべて網羅されるはずであるが、生徒作品は経済面を除外して平面構造からの拡張を考えため、**How much** と **How wide** は使われていなかった。

以上、小学校から中学校のものづくり教育の連続性についてのシステムの考察と中学校の問題解決的な学習のシステムの考察を行った。

表 3-7 6W6Hによる学習の区分化

学習の内容と活動	学習過程のスパイラルな展開 (PDCA サイクルでの学習過程)	6W6H
材料強度とブリッジ構造の事前学習	外部情報の収集 (構想)	What How to do
第1回ストローブリッジの設計	外部情報の収集 記憶・理解・判断 創造 (構想, 設計)	What Who Whom Where Why How long How many How to do
第1回ストローブリッジの製作	創造 学習成果の表出 (製作)	What Who How many How long How wide How to do

		How in the future
第1回ストローブリッジコンテスト	学習成果の表出 外部情報の収集 (評価)	What Who How many How to do
第1回ストローブリッジコンテストの振り返り	記憶・理解・判断 (改善)	What Who Why
第2回ストローブリッジコンテストの設計	外部情報の収集 記憶・理解・判断 創造 (構想・設計)	What Who Whom Where Why How long How many How much How to do How in the future
第2回ストローブリッジの製作	創造 学習成果の表出 (製作)	What Who How many How long How wide How to do How in the future
第2回ストローブリッジコンテスト	学習成果の表出 外部情報の収集 (評価)	What Who How many How much How to do
海外の一度壊れた橋の改善	外部情報の収集 記憶・理解・判断 創造 学習成果の表出 (改善)	What Who Whom When Where Why How long How to do How many How in the future

### 3.9 結言

中学校のものづくり教育について小学校に引き続くものづくり教育として捉え、学齢の観点から、体の成長に合わせた道具の位置付けや、製作が感性によるものから、材料の強度や機能性など使用を考えたものづくりへ発展していることを系統的に考察した。

小学校から中学校へものづくり教育が連続していくなかで、中学校での段階的な問題解決の複雑さを考慮した学習展開について考察した。また、技術・家庭科（技術分野）では、4内容で5題材の問題解決的な学習を通して資質・能力を高めていくが、同じ学習過程がサイクルとしてスパイラルに展開しており、繰り返すことで、問題解決の流れの理解と問題解決能力の習得を目指していくことについても考察した。

3.5節では、問題解決的な学習の中で、問題解決の流れを4過程というシステムと捉え、4過程を2回繰り返すというシステムについて考察を行い、技術教育の学習初期段階における問題解決学習の2重スパイラル展開の提案を行った。

3.6節では、材料の選定、構造物の選定、コンテストの内容やルール、製作物の評価・性能性・デザイン性・エコ性、コンテストの実施方法、学習展開の視点から問題解決学習の2重スパイラル展開授業実践の考察を行った。

3.7節では、生徒の意識の変化、ストローブリッジコンテストの結果の分析、パフォーマンス課題の評価などから、問題解決学習の2重スパイラル展開授業実践の結果について考察を行った。

これらの考察を行うことで、小学校のものづくり教育から中学校のものづくり教育へと学習内容を発展させるために考慮すべき要素がわかった。中学校での技術教育の初期段階での問題解決学習を同一題材で2回繰り返すことの有用性がわかったとともに、学習展開で考慮すべき点や、問題解決のための生徒が考えるべき視点なども明らかにできた。ブリッジコンテストで使用する材料の選定が、製作物の強度へ影響することや学習時間の長短や試験装置の安全性に関連することがわかったが、これは、ブリッジコンテストと同等の問題解決的な学習を設定するときの考慮する点として役立つ。また、ブリッジコンテストの評価を三つの観点に絞ったことから、生徒の問題に取り組む要素をある程度絞ることの必要性がわかった。

このように授業実践について系統的に考察することで、小学校の課題解決から中学校の問題解決へ学習が進展していく過程での学習の複雑さの展開について系統的に考察することができた。

## 第4章 高等学校への接続を意識した 中学校 Web コンテンツ制作学習の系統的考察

### 4.1 緒言

前章では物理的な「物」に関わるものづくりについて考察したが、本章では概念的な「もの」に関わるものづくりについて、高等学校への接続性を意識しながら考察する。このとき、物理的なものづくりでは生徒たちは材料を扱って目的に合うように製作していくが、概念的なものづくりでは対象の理解やプログラムの制作といったコンピュータ利用でのものづくりになる点で作業形態が異なってくる。中学校に引き続く高等学校ではより高度な技術を学んでいくが、小学校から中学校へのものづくり教育が感性を伴ったものづくりから使用目的をもったものづくりへと段階的に進んだように、中学校から高等学校への情報の技術によるものづくり教育では、相手が理解することを目的としたものづくり教育へと段階的に進む必要があると考える。そこで、中学校段階で、高等学校情報に含まれている情報デザインの考え方を取り入れ、相手へ伝えるという他者の視点について学習することは、他者の視点から評価されるとどうなるのかという未来志向による問題解決の学習について関連するとともに、高等学校の学習へとつながると予想した。前章では小学校と中学校との接続を考察したが、本章では相手が理解できる Web コンテンツの制作を行う高等学校共通教科情報科の情報デザインの学習への接続を意識した中学校 Web コンテンツ制作学習の系統的考察を行う。

### 4.2 小中高の情報教育の関連性

これからの日本社会は、Society5.0<sup>50)</sup> に向けて進もうとしているため、次々と起こる技術革新を理解するための知識や技能を身に着けることとともに、新たな価値を創造し、自ら解決する力が必要となってきた。AI を使いこなし、自ら価値を創造する力を身に着けるための学習を含めて、情報技術教育が初等中等教育で体系的に行われることは未来を生きる子どもたちにとって重要である。初等中等教育での情報技術教育としては、小学校の学習指導要領の総則において、教科横断的に情報活用能力の育成を目指すとしてプログラミング学習が必修となり、中学校では技

術・家庭科技術分野の中で情報の技術について双方向性のあるネットワークプログラミング学習<sup>51)</sup>が追加された。高等学校では、共通教科情報が従来の情報科目の社会と情報と情報の科学から情報Ⅰと情報Ⅱに整理され、より現実社会に近い情報技術の実習や、問題解決の学習に取り組むこととなっている。小学校、中学校、高等学校とそれぞれで情報技術の学習を行っており、内容も深化してきている。第2章の初等中等教育の学習内容の関連性でも考察したが、小学校の学習指導要領の総則では、情報活用能力の育成を図るため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、児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動を行うとある。これらの活動は中学校の技術教育の学習の土台となる経験となるが、小学校では学校種と学齢を考慮して、アンプラグドによるプログラミング教育実践が行われる事例が多い。プログラムの三つの基本的な処理である順次、分岐、反復の理解のために迷路を用いるものや、総合学習での学習目標を達成するための手順の視覚化のためにフローチャートを用いた実践などがある。技術教育における情報の内容の学習では、小学校からの連続性を考えアンプラグドで行う内容と、より概念的な思考が求められる高等学校への接続を考えアンプラグドからプラグドへの連続性が必要と思われる。情報ネットワークや情報セキュリティといった物理的に目で見て触って体感できにくいものを中学校で取り扱うにあたって、アンプラグド体験を取り入れた学習展開が考えられる。また、中学校の技術・家庭科（技術分野）で学習する情報モラルは、小学校の第3、4学年の国語で学習する話や文章に含まれている情報の扱い方に関する事項において、比較や分類の仕方、必要な語句などの書き留め方、引用の仕方や出典の示し方、辞書や事典の使い方を理解し使うことと関連性がある。そして、著作権や引用の仕方などは、中学校での国語や美術などの教科にも関連している。小学校から引き続き、情報を受け取り正しく扱う学習を中学校でも行うが、さらに徐々に情報を発信していく側としての学習が高等学校へと続いてく。そのため、情報を活用する力として、情報を整理し、目的や意図をもった情報を受け手にわかりやすく伝達する情報デザイン力も発達段階に応じて身に付けていくことも重要である。

### 4.3 高等学校情報デザインと中学校技術教育との関連性

#### 4.3.1 中学校段階での情報デザインの視点

高等学校学習指導要領解説情報編<sup>52)</sup>では、情報デザインについて「効果的なコミュニケーションや問題解決のために、情報を整理したり、目的や意図を持った情報を受け手に対してわかりやすく伝達したり、操作性を高めたりするためのデザインの基礎知識や表現方法及びその技術のことである。」と述べられており、自分の考えを相手に伝えるためにどのようにマルチメディア処理を施して表現できるかと捉えることができる。これは、中学校でも問題を解決するために、解決策を考え、相手にわかりやすく伝えて評価する問題解決の学習において必要な力である。高等学校の共通教科情報科情報Ⅰの内容(1)～(4)を見てみると、(1)情報社会の問題解決は科目の導入として位置付けられており、中学校で取り組んできた問題解決の学習についてと全般的な内容を扱っている。(2)コミュニケーションと情報デザインは中学校の情報の技術(2)と連続性があるが、中学校ではユニバーサルデザインについて言及されているものの情報デザインという用語は使用されておらず、中学校でどのような学習が情報デザインに繋がっていくか見えにくい状況にある。また、(3)コンピュータとプログラミング、(4)情報通信ネットワークとデータの活用は、中学校D情報の技術(2)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る問題の解決についての学習と連続性がある。また、中学校技術・家庭科(技術分野)の情報の技術についての内容は、高等学校の普通科、専門学科、総合学科の各々の情報学習にも関連している。さらに、高等学校専門学科情報の科目には「情報デザイン」そのものがあり、情報デザインの視点を加えて専門教科情報「課題研究」の論文執筆学習に取り組んだ実践<sup>53)</sup>では、問題解決学習において情報デザインの視点を取り入れることの有用性が示唆されている。

高等学校学習指導要領解説情報編の情報デザインについての視点をもとに、高等学校での情報デザインの学習で身に付けるべき知識及び技能や思考力、判断力、表現力に対する中学校段階で身に付けるべき基本的な力を、次の五つに整理した。

1. 情報デザインの視点からの技術分野の見方・考え方の理解
2. 自分の考えの具現化
3. 自分の考えを伝える

4. 相手の評価を受け入れる

5. 相手が理解できるように修正する

#### 4.3.2 情報デザインを取り入れたネットワークプログラミング学習展開

技術教育の問題解決の学習展開は、創造の動機→構想・設計→製作・制作・育成→成果の評価というスパイラル構造となっている<sup>43)</sup>。この創造の動機→構想・設計→製作・制作→評価・修正のサイクルを P（創造の動機，構想・設計） D（製作・制作） C（評価） A（修正）サイクルとして対応させ、学習展開の基本とする。

中学校での情報の技術に関する学習は、計測・制御のプログラミングによる問題解決の学習と、双方向性のあるコンテンツのネットワークプログラミングによる問題の解決と二つある。前者は、センサやアクチュエータなど物理的なものを組み合わせ、目的の動きをさせるプログラムを構築することで問題の解決を図るという学習展開が考えられる。そのため、製作物とプログラミングがすでに一体となっており、一つの PDCA サイクルを 1 ループ、2 ループと繰り返すことで、評価・改善が進む。後者は、コンテンツの制作というサイクルとネットワークプログラミングの作成という別のサイクルの二つが存在する。計測・制御のプログラミングのように製作物とプログラミングが一体となった学習をネットワークプログラミング学習でも同じように行おうとした場合、高度なネットワークプログラミング技術が必要となり、中学校段階では難しい。そこで、クライアント上でのネットワークプログラミングといったシンプルなネットワーク環境とプログラミングで行える制作に限定されると考えられる。そのため、チャットプログラムといった限定的なネットワークプログラミングで解決可能な課題を設定するといった学習展開が予想される。また、後者の双方向性のあるネットワークプログラミングの授業では、双方向性のあるネットワークシステム環境が必要であるため、模擬 POS システム教材によって情報システムの仕組みの理解や関心を高める<sup>54)</sup> 研究や、国土地理院サーバといった外部の安定したサーバを利用することで、学内にネットワーク環境を整備するといった教師の負担がない双方向性のあるネットワークプログラミング学習の研究<sup>55)</sup> など、どのようなネットワークプログラミングの学習環境を整え、教材やアプリケーションソフトを使用していくかという双方向性のあるネットワークプログラミング学習の研究が進められている。しかしながら、何を、なぜ、どのように役立てていくかといった、

自分のアイデアを形にし、表現するコンテンツ作成という点も重要であるが、ネットワークプログラミングという目に見えにくいものを取り扱うために、コンテンツ作成の内容を簡略化して問題解決の難易度を下げて、プログラミング制作により時間をかけて取り組んでいる現状もある。ネットワークプログラミングの学習が高等学校へつながることを考慮すると、中学校においてもコンテンツ作成時において他者にコンテンツを理解してもらおうという目的があるため、高等学校で取り扱う情報デザインの考え方を取り入れた学習に取り組むことは必要と考える。

#### 4.4 中学校での多重 PDCA サイクルによる Web コンテンツ制作学習の提案

双方向性のあるコンテンツのネットワークプログラミング学習において、情報デザインの視点を取り入れた学習展開を構築することは、ネットワークプログラミングを使って何を表現するかという点で重要なことである。そこで、図 4-1 に示すように、コンテンツの制作段階での PDCA サイクルと、ネットワークプログラミングの学習での PDCA サイクルと、コンテンツを双方向性のあるものへ作り変え、ネットワークプログラミング学習と結合させる二つのサイクルを包括する大きな PDCA サイクルの学習展開を構築した。それぞれのサイクルは独立しているように見えるが、前半のコンテンツの作り込みの PDCA サイクルと、後半のネットワーク関連のプログラミングの PDCA サイクルにもフィードバックが入る。さらに全体を通した PDCA サイクルの中でもフィードバックが入る。このように、三重のフィードバックがある PDCA サイクルによって構成されている。この三重の PDCA サイクルは、計測・制御のプログラミングでは構成できないことで、コンテンツとネットワークが別になり、それらを結合してのネットワーク上の双方向性のあるコンテンツのプログラミングの学習として 2 段階の学習として提案する。

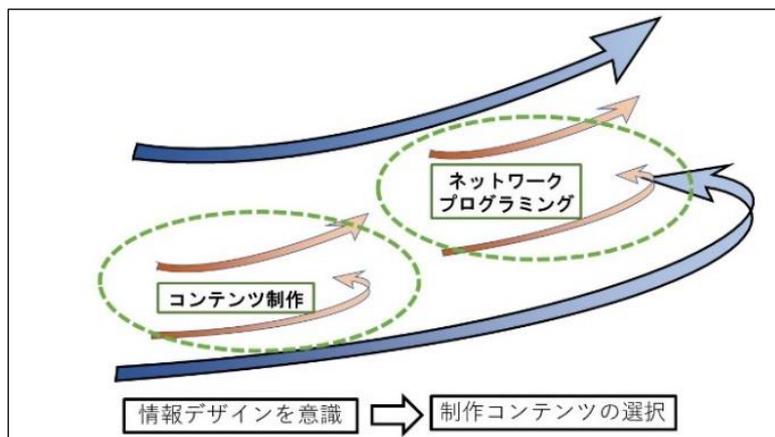


図 4-1 ネットワークプログラミング学習の流れ

#### 4.5 アンプラグド体験を含む多重の PDCA サイクルによる Web コンテンツ制作学習の概要

##### 4.5.1 アンプラグド学習によるネットワーク技術の理解

小学校では、プログラミング的思考を取り入れた学習が必修となり、アンプラグドによるプログラミング教育実践が行われている。プログラムの三つの基本的な処理である順次、分岐、反復の理解のために迷路を用いるものや、総合学習での学習目標を達成するための手順の視覚化のためにフローチャートを用いた実践などがある。小学校での具体物を用いたプログラミング学習に引き続き、中学校ではデジタル処理の概念的な理解を助けるためにアンプラグドを用いることで、小学校から中学校への連続性を意識した。具体的には、中学校の技術・家庭科（技術分野）の D 情報の技術(1), (2)について、アンプラグドによる学習を行うことで情報の技術に関する概念の形成を促した。図 4-2 に示すように、学習はアンプラグドによるデジタル処理の学習をまず行い、その後 Web コンテンツ制作のための情報デザインの視点を取り入れたコンテンツ制作とネットワークプログラミング制作へと展開していく。デジタル処理のアンプラグド学習の流れを表 4-1 に示す。学習計画は全 6 時間で、中学校第 2 学年の技術・家庭科（技術分野）の授業で行った。この学習過程ではプラグドの授業は行わず、アンプラグド体験を通してアナログデータをコンピュータが認識できるデジタル情報へ変換する概念形成を目的とした。具体的には、デジタル情報としてのコンピュータへの情報の取り込み、相手に効率的に伝えるための情報圧縮、それらの処理の位置づけの学習の流れを整理し、実践した。

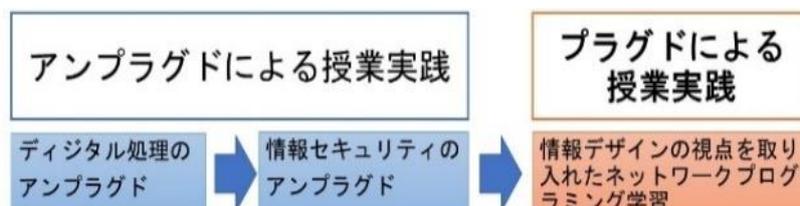


図 4-2 学習の全体の流れ

表 4-1 アンプラグドによるデジタル処理学習の流れ

学習過程	時数	学習内容
デジタルとアナログについて(デジタル化の例)	1	・デジタルとアナログについて ・デジタル化について
2進数と10進数	1	・カードを使用し、2進数と10進数の変換を体験する。【アンプラグド体験】
	1	・2進数から文字の変換を秘密の暗号文のやり取りとして体験する。【アンプラグド体験】
絵のデジタル化とデータの圧縮	1	・イラストを2進数に変換する体験【アンプラグド体験】 ・デジタル化によるデータの圧縮について知る。
エラー検出	1	・水平垂直パリティ方式によるエラー検出の体験【アンプラグド体験】
まとめ	1	・デジタル処理学習のまとめ

図 4-3 に示すように 2 進数と 10 進数の対応と変換について教えたあと、実際に 2 進数と 10 進数の変換を行う活動をアンプラグドで行った。この活動は、2 進数と 10 進数の対応をただ暗記するのではなく、自分で規則性を理解し数字の繰り上がりができるようになることと、0 と 1 の二つの数字だけで表すことの桁数の多さなどを体感させる意図がある。具体的には、図 4-4 のワークシートに示す通り、生徒はまず例題について考え、2 進数からローマ字に変換する方法を知る。その後、練習問題として、自分の名前をローマ字表記したものを、暗号を解読するカギとして教師が示した対応表を使い、10 進数に変換する。最後に、10 進数から 2 進数に変換し、暗号文を完成させる。その後は、生徒同士で簡単なメッセージを暗号化(2 進数で表す)し、送り合い、解読して返事をまた暗号化する活動を行った。生徒がやり取りするメッセージについては、情報モラルの視点から(1)誹謗中傷にならないメッセージにする。(2)短い文章、表記の工夫をすることとした。対応表には、“—”の対応がないので、例えば「バレーボールの試合がんばって」とメッセ

ージを送る場合は、バレーボールを英単語 Volleyball で表す、略語を使用するなどわかりやすく変換する、文字数の省略をするなど相手に効率的に伝えるための情報圧縮ならびにそれらの処理について関連性を持たせるようにした。また、メッセージの解読については、メッセージの文章が正しく読みとれるかに注意させた。文意のわからないメッセージだった場合は、変換途中のミスかあるいはもらった暗号文自体が間違っているのかをチェックすることで、自分の変換ミスなのか相手が間違っているのかを確認させた。この一連の行動は、自分に間違いがなければ送信元に問い合わせるというエラーチェックであり、この学習の後に、水平・垂直パリティ方式の学習をするので、その布石となる。

アンプラグドによるデジタル処理の学習の後、情報通信ネットワークの技術について、アンプラグドによる学習を7時間の設定で表4-2に示す学習の流れで実施した。情報通信ネットワークの技術についてアンプラグドで学習を行うにあたって、生徒たちをネットワーク技術の構成要素の一つとみなし、ネットワークのやり取りを擬人化するような工夫を行った。この時、生徒の概念形成の誤りや混乱を避けるために、学習過程を三つのステップ毎に分け、段階的に学習する流れを設定した。

ステップ1：まず生徒が頭の中で考える作業として、言葉やしぐみの理解を教師から受けとる段階。

ステップ2：情報がものとして動いている概念を理解する学習として、アンプラグド体験によりステップ1で得た知識の具体化を行う段階。

ステップ3：情報の良し悪しを自分で判断する課題解決を含む学習段階。

以上の三つのステップを踏むことで、単に用語としての理解だけではなく、情報セキュリティの仕組みや、危険性などについて「～だから、危険である。」「～だから、防ぐことができる。」などのように根拠をもとに論理的に説明できる力を身に付けることができると考えた。



体は非常に簡単なものであるが、家庭や学校など日常生活で無線によるネットワーク接続が当たり前になっている生徒たちにとって光ファイバーケーブル等の有線で繋がっていることを実感できる学習となり新鮮さを感じていた。その後の海底ケーブルの話も生徒は興味深く聞いていた。

表 4-2 アンプラグドによる情報通信ネットワーク学習の流れ

学習過程	時数	学習内容
ネットワークの種類と構成	1	・ネットワークを可視化 【アンプラグド体験】
情報をやり取りするしくみ	2	・情報伝達ゲームの実施 【アンプラグド体験】
ネットワーク利用時の危険性	2	・情報伝達ゲームにウイルスを追加し再度行う。 【アンプラグド体験】
情報セキュリティのまとめ	2	・情報のやり取りの危険性についてまとめる。



図 4-5 LAN の可視化を体験する生徒の様子

次に、図 4-6 に示す情報をやり取りするしくみをアンプラグドで行う「情報伝達ゲーム」を行った。情報伝達ゲームは実際に人を介して情報カードをやり取りさせる活動である。パケット通信の仕組みや IP アドレスの役割などについて、実際に人を介して紙のやり取りを行うことで実感させた。アンプラグド体験の利点はものの動きが目で見てわかることであるが、逆に情報のやり取りが自分のところに回ってきてしまう前に見えてしまう欠点もある。そこで、情報としての紙のやりとりがわからないように受信者は発信者側から後ろ向きになり、この IP アドレスの人は居ますかと声をかけ、私ですと回答し、その IP アドレスのコンピュータ担当から MAC アドレスを聞きだし宛先に記入し、空の封筒に貼り付けてルータ役に渡す手続きとした。さらに情報セキュリティ学習のアンプラグド学習として、2 度目に行う情報伝達ゲームではセキュリティの視

点で工夫を加えた。具体的には、1 度目の情報伝達ゲームのやりとりを振り返らせて、封筒のやり取りの中でセキュリティ上の問題点に気付かせて、その問題点を解決する仕組みをアンプラグの学習で実際に取り入れてゲームをする。これまでの情報のやりとりの封筒が一つだけでは開けてすぐにカードを取り出すことになり、もしウイルスカードが入っていたら感染してしまうという問題を提示し、問題となるウイルスの感染を防ぐために封筒を二重にすることで中身がすぐに見られないようにすることで感染を防ぐとした。

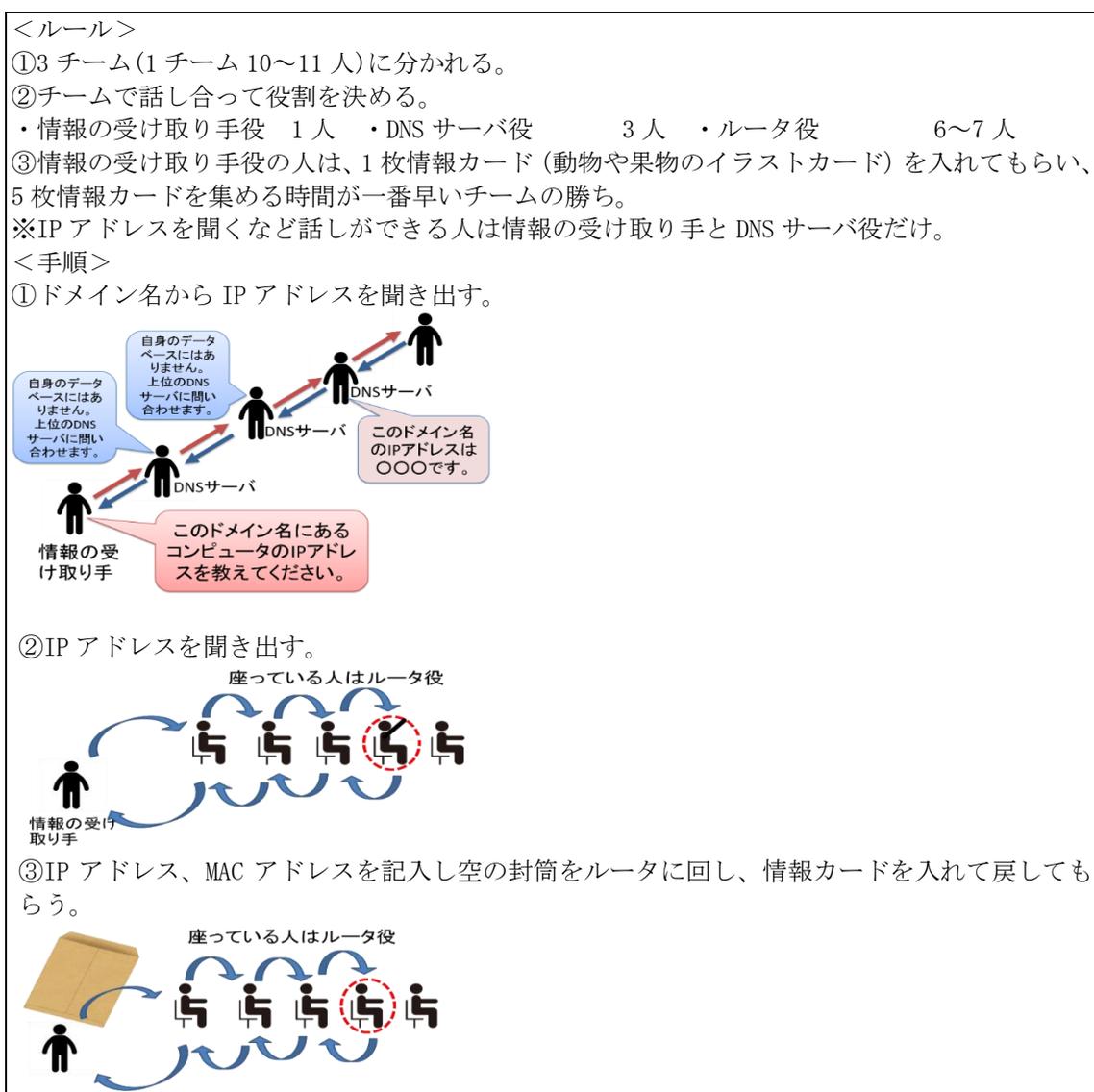


図 4-7 情報伝達ゲームの概要

内側の封筒を開けることなく中身を確認する方法として、封筒に光をあてることで中を透かしてみることで、ウイルスの有無をチェックすることとし、情報伝達ゲームの手順にウイルスチェックの手順を追加した。ウイルスチェックのための光を当てる道具として、非常に明るい光源を発する OHP（オーバーヘッドプロジェクタ）を使用した。OHP は過去の授業で必須の教室設置投影用備品であったが、現在はほとんど見かけなくなっている。学校にあった合計 3 台の OHP を確保して授業利用することができたが、その内 2 台は危うく廃棄される寸前であった。しかしながら、はじめて OHP を見た生徒たちの反応は非常に面白く、最新式の機械ですかと聞くものや、ウイルスチェックをする係が取り合いになるなど生徒の興味を引くものであった。実際に封筒に入ったままの状態でも OHP の強い光源によって中が透けて見える様子を図 4-7 に示す。



図 4-8 OHP でのウイルスチェックの作業

#### 4.5.2 多重の PDCA サイクルによる Web コンテンツ制作学習の実際

高等学校への連続を考え、デザインの視点を取り入れたコンテンツ作成と、それを生かしたネットワークプログラミング学習を実践した。ネットワークプログラミングの学習で問題解決の学習を行う場合、計測・制御のプログラミングのように製作物とプログラミングが一体となった学習を行おうとすると高度なネットワークプログラミング技術が必要となり難しい。そこで、コンテンツ制作の学習でまず問題解決の学習を行い、次に作成したコンテンツを生かすネットワークプログラミングを製作する問題解決の学習と分けることで、制作とプログラミングが一緒になることで学習の難易度が上がりすぎないようにした。そして、コンテンツ制作学習とプログラミング学習を包む全体の学習として双方向性のあるコンテンツのネットワークプログラミングによる

問題の解決を行った。表 4-3 に示すようにコンテンツの制作段階での PDCA サイクルと、ネットワークプログラミング学習での PDCA サイクルと、この二つのサイクルを包括する大きな PDCA サイクルの学習展開とした。問題解決の考え方をコンテンツの学習に取り込んだ授業の流れを図 4-9 に示す。本実践は、2019 年（令和 1 年）～2020 年（令和 2 年）に S 市立 J 中学校 2 年生 31 名（男子 14 名、女子 17 名）を対象に行った。

表 4-3 多重の PDCA サイクルによる Web コンテンツ制作学習の学習過程

学習過程		時数	学習内容
情報デザインを意欲したコンテンツの作成	創造の動機	0.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スティーブ・ジョブズについて知る。</li> <li>・情報技術を活用した製品について知る。</li> </ul>
	構想・設計	1.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新製品を考え、アイデアスケッチをかく。</li> <li>・アイデアスケッチを基に絵コンテを作成する。</li> </ul>
	制作	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・絵コンテを基にプレゼンテーション資料を作成する。</li> </ul>
	評価	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作成中のプレゼンテーション資料を見せ合い、他人から意見をもらう。</li> <li>・意見を基に修正案を考える。</li> </ul>
	修正	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発表会に向けて、プレゼンテーション資料を修正し、完成させる。</li> </ul>
	成果の評価	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発表会を行う。ベスト 1 とアイデア賞 3 人を決める。</li> </ul>
ログコンテンツを生かしたネットワーク	創造の動機	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>・web ページの仕組みについて知る。</li> <li>・データベースについて知る。</li> <li>・アクティビティ図について知る。</li> <li>・ネットワークプログラミングを体験し、利便さ必要性について考える。</li> </ul>
	構想・設計	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンテンツのデータベース化について考える。</li> <li>・アクティビティ図をかき、プログラムの手順を考える。</li> </ul>
	制作	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・条件を変えることで検索結果が変わるアプリケーションソフトを制作する。</li> </ul>
	評価	0.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>・班ごとに作成した検索アプリケーションをお互いに体験しあう。</li> </ul>
	修正	0.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>・他の班の意見をもとに自分たちのアプリケーションソフトの修正を行う。</li> </ul>
	成果の評価	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再度、班ごとに評価しあう。</li> </ul>

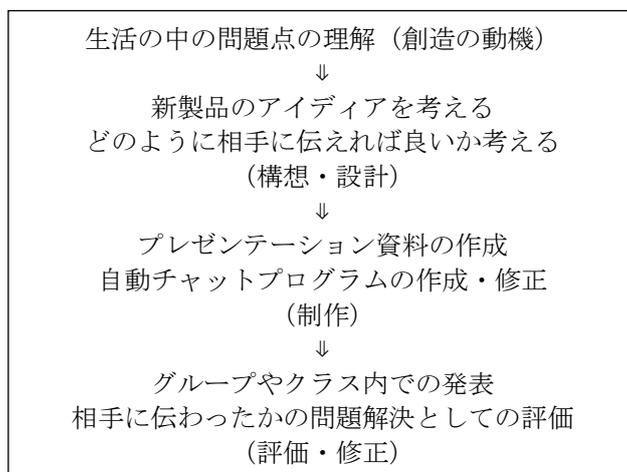


図 4-9 問題解決の学習の流れ

最初に、情報デザインを意識したコンテンツ作成の学習を行った。「もしあなたがスティーブ・ジョブズだったら」という題材で、まず図 4-10 に示すように新製品のアイデアを考え、プレゼンテーション資料にまとめ、発表する活動を行った。

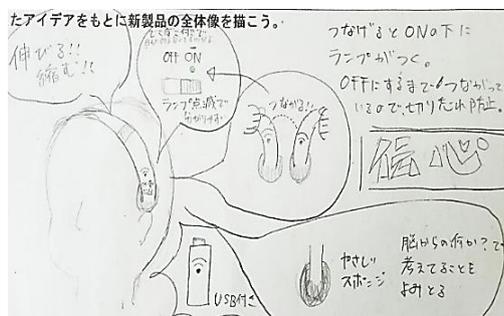


図 4-10 生徒のアイデアスケッチ

次に、図 4-11 に示すようにアイデアスケッチを基にした絵コンテを作成した。絵コンテの内容としては、日常生活での困った場面から始まり、新製品の紹介と新製品をどのように使うことで問題が解決できるかという物語を作り、起承転結の流れとなるように指導した。そして、ワークシートに手書きされたアナログデータの絵コンテをプレゼンテーション資料とし、編集が容易なデジタルデータとして作成した。プレゼンテーション資料の作成途中では、他者への伝わりやすさを意識させるために、4 人グループで中間発表をさせ意見交換を行った。具体的には、プレ

ゼンテーション資料や絵コンテを見せながら新製品の説明を行い、付箋にアドバイスを書いて交換し合った。アドバイスは、プレゼンテーション資料の文字の大きさやイラストや写真のわかりやすさについて、新製品の機能について、使いやすさなどについてコメントした。意見交換後は、コメントをもとに修正する箇所の検討と修正作業を行い、作業を続け、最終的に完成させたプレゼンテーション資料を発表する場を設け、発表会を行った。図 4-12 にプレゼンテーション資料の一部を示す。発表会後は、作成したものを Web コンテンツの素材として利用し、ネットワークプログラミングの学習を行った。Web コンテンツ制作のためのプログラミング学習の初めとして、HTML による簡単な Web ページ制作をした。

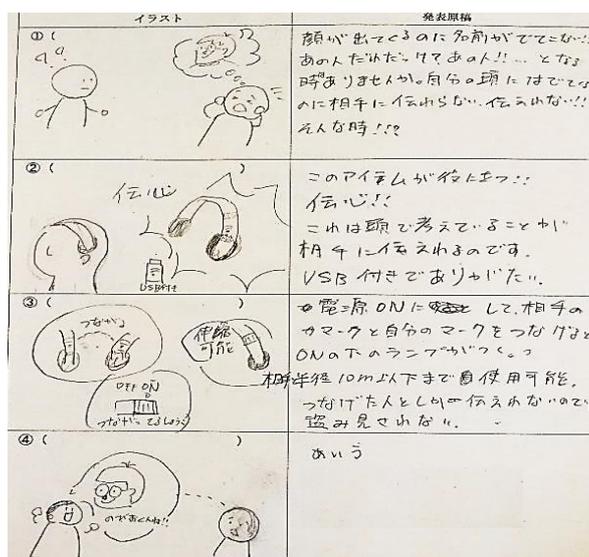


図 4-11 生徒の絵コンテ



図 4-12 プレゼンテーション資料

次に、双方向性のネットワークプログラミング学習用の教育ソフトウェアを活用し、ネットショッピングの疑似体験を行った。この学習で生徒は、データベースの仕組みを学習した。また同じソフトウェアで自動チャットプログラムの疑似体験をし、アクティビティ図について学習した。

最後に、4人1組の班で協働して、自動チャットプログラムを作り替え、自動応答もしくは、キーワード検索によって、自分たちのコンテンツを表示するアプリケーション制作を行った。制作にあたってまず生徒たちはどのようなページ構成にするか班で話し合い、それぞれのアクティビティ図を完成させた。図4-13から図4-15は生徒が考えたアクティビティ図である。図4-13と図4-14は班が同じ生徒のアクティビティ図である。班のメンバーの考えた新製品のコンテンツについて共通する点や、異なる点について考えることで表示の順番や Web ページの割り振りなどを考え、アクティビティ図に落とし込んでいった。図4-13と図4-14は、班の中で共通する点が見つけれなかったため、新製品を使いたいと思われるシチュエーションを質問形式として三つ並列に並べている。1番の朝起きるのが苦手を選んだら、目覚ましベッドにページが移動するという作りになっている。ユーザー視点でみれば、自分が困っていることや求めているものの情報へとたどり着きやすく、情報デザインの考えが生かされている。図15は、班のメンバーの新商品に共通する項目を「近未来」というキーワードとしている。そこで、各々の新製品を紹介するページに移動する前の選択画面では、1番はスマホ系、2番は言語系、3番は思考系、4番はロボット系と表示しそれぞれの新製品の特徴を表す単語で表示している。「近未来」という共通のテーマを見つけてわかりやすくまとめているが、実際にユーザー側の視点でみるとイメージしづらいまとめ方になっており、情報デザインの観点で見ると相手への伝わりやすさの点で不十分と感じられる。

アクティビティ図の完成後は、図4-16に示すビジュアルプログラミングのように選択肢を選んだら該当のページへ移動するプログラムの作成を行った。図4-17に示すようにデータベースをあらかじめ生徒たちが考えた質問に書き換えておき、図4-18に示すように使用者がいくつか回答していくともっとも該当する新製品のページへ画面が最終的に切り替わるようになっている。

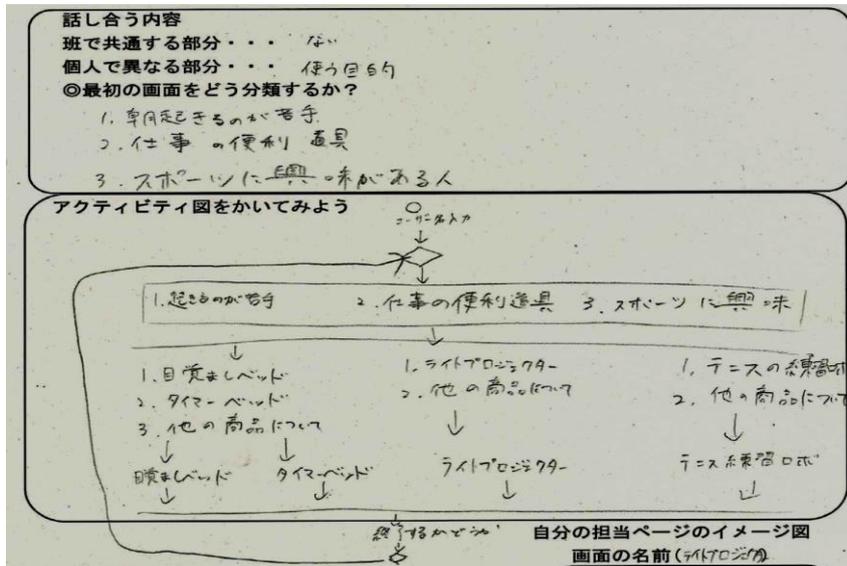


図 4-13 生徒がかいたアクティビティ図(1)

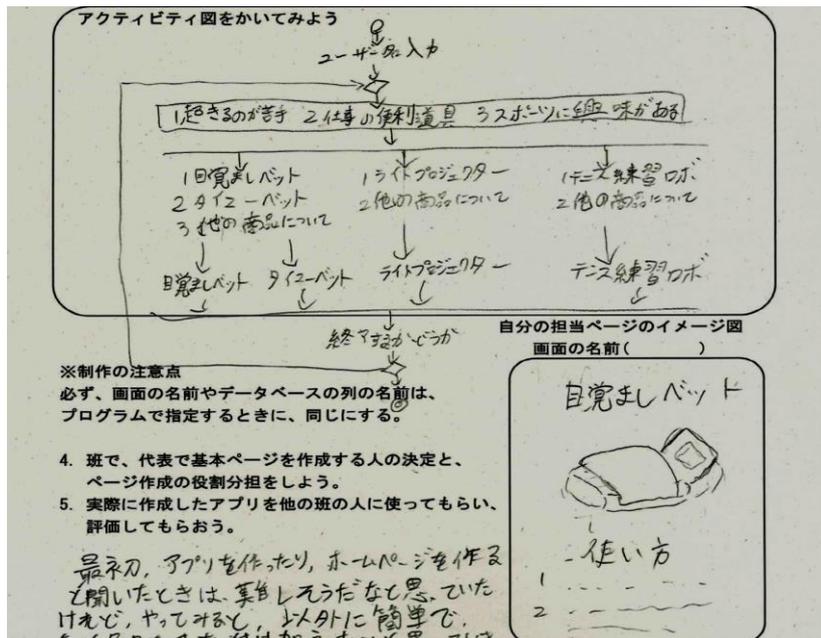


図 4-14 生徒がかいたアクティビティ図(2)

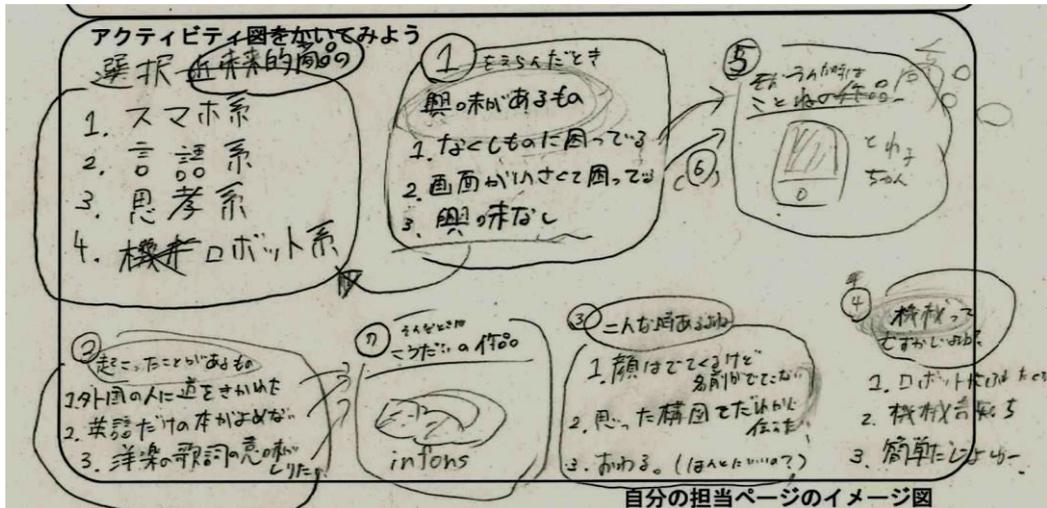


図 4-15 生徒がかいたアクティビティ図(3)



図 4-16 ビジュアルプログラミングの画面

	回答内容 文字	回答文 文字	
1	チャットROOM_選択案内	近未来的商品について、知りたい番号を入力してね。 1:スマホ系 2:言語系 3:思考系 4:ロボット系	
2	1.スマホ系の選択	興味があるものを選んでください。	
3	1.スマホ系の詳細	興味があるものを選択肢から選んで、番号を入力してください。 1:無くしものに困っている 2:画面が小さくて困っている	
4	終了	<案内文を入力しよう。>選択肢から選んで、番号を入力してください 1:他の項目について 2:終わる	
5			
6	無くしものに困っている	そんなときは、琴音の作品をどうぞ。	
7	2.言語系の選択	起こったことがあるものを選んでください	
8	2.言語系の詳細	起こったことがあるものを選択肢から選んで、番号を入力してください 1:外国の人に道を聞かれた 2:英語だけの本が読めない	
9	4.ロボット系の詳細	ロボの未来は人類を滅ぼすことを考えている人類ははたしてどの道を 1:諦める 2:兵器を使う	

図 4-17 データベースの画面



図 4-18 生徒が作成した画面

#### 4.6 アンプラグド体験を含む多重の PDCA サイクルによる Web コンテンツ制作学習の考察

##### 4.6.1 アンプラグド学習による概念理解の学習効果の考察

デジタル処理についてアンプラグドによる学習によって概念の理解が深まったか考察した。

2進数と10進数のアンプラグドによる学習では、まずカードを用いて基数変換の視覚的理解がさ

れた。次に、10進数で表した数にアルファベットを当てはめて2進数と10進数の変換を交互に行う暗号文のやりとりの学習では、暗号化の手順を通した情報の質の変化の理解が深まった。絵のデジタル化ではデータ通信のための情報の形態の変換の理解、エラー検出では数値の追加を伴う情報の誤り対応の理解がされた。2進数と10進数の変換を生徒が自在にできるようになっている様子は、授業中の生徒たちの熱中具合や、「先生、これ楽しい」という授業中の率直な発言から読み取ることができた。実際この暗号文の問題を定期テストに出題すると8割という高い正答率であった。さらに、まとめの学習として図4-19に示す2進数から16進数までの変換表を完成させる課題に取り組みさせたところ、詳しい説明なしで表をすべて埋めることができていた。2進数と10進数の概念と、デジタル化するために変換の手順を踏むという概念の形成ができたのではないかと考えられる。また、デジタル処理のアンプラグド学習の作業段階について活動の作業手順を数値化すると、いずれも2段階であった。このことから、中学校で行う容易なアンプラグドの体験は、学習過程を2段階程度にすることで概念的な理解を向上させることがわかった。

次に情報通信ネットワークでのアンプラグド学習について考察する。それぞれの学習過程を考察すると、「ネットワークの種類と構成」では、アンプラグド体験後にワークシートにLANやWANの概念を図やイラストでまとめさせると、図4-20のように表す生徒が目立った。これは、生徒の頭の中にネットワークの概念が具体的な形として形成されたため、イメージをワークシートに書き表すことができたのではないかと考える。「情報をやり取りするしくみ」で行った情報伝達ゲームでは、図4-21、図4-22に示す情報伝達ゲーム体験後の生徒たちのワークシートには、MACアドレスとIPアドレスの違いを認識していると判断できるものやDNSサーバの役割を理解して表しているものが多数見受けられた。このことから、ネットワーク上での情報のやり取りについての概念的な理解が深まったと考える。また、情報伝達ゲームにウイルスチェックを導入した学習活動後の図4-23、図4-24に示すワークシートのように情報を見られないための封筒の役割や、ウイルスに感染しないために封を開けずにチェックする方法などを理解している図が多く見られた。これは、単に言葉を知っているのではなく、具体的な知識として理解が進んだと考えられる。情報セキュリティについてのアンプラグドによる学習後に、インターネットを利用して発生したトラブルを具体的に示しどういった原因でおこったのか考えられる原因を考え、対策

や対処法を自分なりに考えるパフォーマンス課題に取り組ませたが、図 4-25 のように手段や方法について自分なりの考えを記述している生徒が多く、単に知識として用語を知っている以上の理解が進んだと考察された。一方で、情報伝達ゲームの作業手順を数値化して考えると、役割によって差があることがわかった。情報の受け取り手は、サーバから IP アドレスの入手、封筒に自分の MAC アドレスを記入、目標のルータの視認、宛先の IP アドレスを記入しルータに回す、ルータから封筒を回収し情報カードを得るという 5 段階であった。サーバ役は、該当するドメイン名の IP アドレスを教える、知らない場合は上位のサーバに振る 2 段階、ルータ役は、該当する IP アドレスであれば手を挙げる、回ってきた封筒に MAC アドレスを書く、該当する IP アドレスが書かれた封筒に情報カードを入れる 3 段階であったが、封筒が回ってこなければ作業段階は 0 である。どの役割になるかによって、生徒のゲームへ関わる重要度や作業手順の多さも異なることがわかった。アンプラグド体験時の生徒の様子とその後のワークシートの記述から情報通信ネットワークの技術についての概念的な理解が進んだことがわかった。

**チャレンジ！！**      2進数、10進数、16進数がよく利用されます。下の表を自分なりに差別をみつ付すべて埋めてみましょう。

2進数	3進数	4進数	5進数	6進数	7進数	8進数	9進数	10進数	11進数	12進数	13進数	14進数	15進数	16進数
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
			4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
				5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
					6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
						7	7	7	7	7	7	7	7	7
							8	8	8	8	8	8	8	8
								9	9	9	9	9	9	9
									10	A	A	A	A	A
									11		B	B	B	B
									12			C	C	C
									13				D	D
									14					E
									15					
									16					
									17					
									18					
									19					
									20					
									21					

図 4-19 2進数から 16進数までの変換表

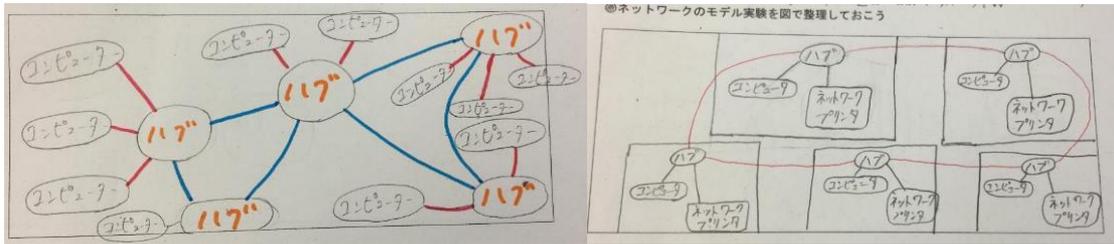


図 4-20 LAN の可視化の体験後に書いた生徒の WS

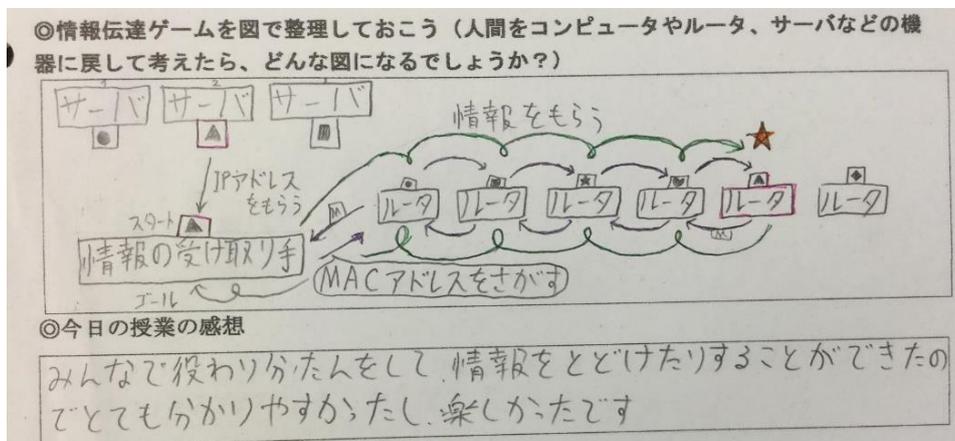


図 4-21 情報伝達ゲーム後に書いた生徒の WS(1)

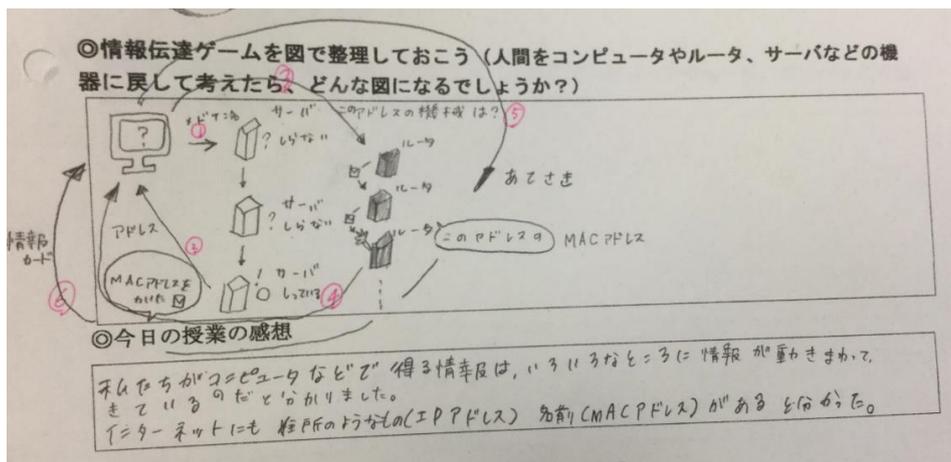


図 4-22 情報伝達ゲーム後に書いた生徒の WS(2)

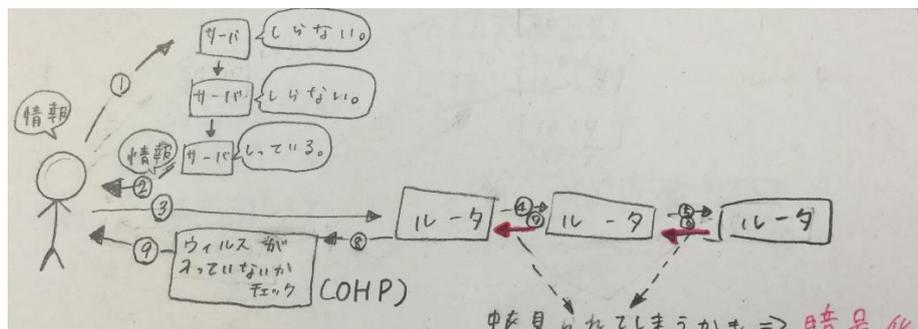


図 4-23 情報伝達ゲーム後に書いた生徒の WS(3)

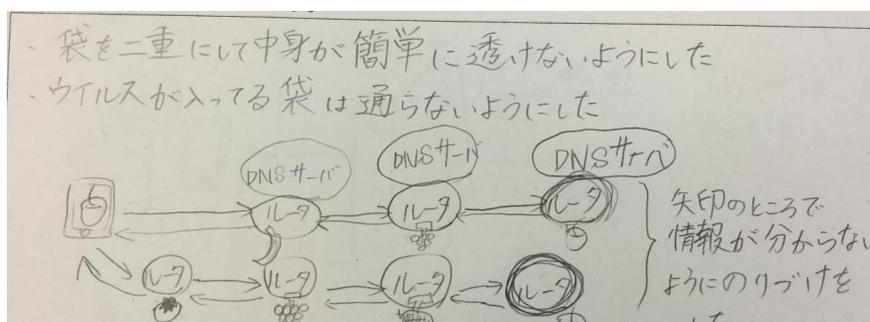


図 4-24 情報伝達ゲーム後に書いた生徒の WS(4)

●インターネットの無料のゲームのサイトで、おもしろそうだったゲームをダウンロードして開いたら、パソコンが操作できなくなり、画面がバナナの写りに変わってしまった。

考えられる原因は、  
ダウンロードしたゲームの中にコンピュータウイルスが入っていて、  
そのサイトを開いたときに、そのウイルスがパソコン本体に入って  
検査できなくなりました。

対策として、  
ウイルスが入っていないか、最初に確認して、  
安全だからダウンロードする

図 4-25 情報セキュリティ学習後に書いた生徒の WS(4)

#### 4.6.2 多重の PDCA サイクルによる Web コンテンツ制作学習の考察

高等学校の情報デザインへの接続を意識した中学校技術・家庭科(技術分野)での多重の PDCA サイクルによる Web コンテンツ制作学習の考察を行う。コンテンツ制作段階では、情報デザイン

の視点を取り入れた学習活動を行った。具体的には、プレゼンテーション資料作成途中で他の生徒から自分の制作についてコメントもらった。コメントの内容としては情報デザインの視点から、

- ・自分や相手のプレゼンテーションのわかりやすさについて
- ・商品の良さについて
- ・プレゼンテーションを相手に伝えることについて

の3点をコメントしていた。その後の修正では、見る人への伝わりやすさについて助言を受けて修正する生徒が多かった。クラス全体の発表会では、新製品の性能や使う人の気持ちになってコメントしている感想が多く、情報デザインの視点を取り入れた目的である他者の視点からの評価が得られていたと考察できる。コンテンツ制作段階での実践では、高等学校情報の情報デザイン学習での「どのように表現すれば相手に理解されるか」の内容を意識させることができ、次の三つの知見を得ることができた。

1. アイディアを新製品として相手に伝えるための、抽象的な発想からの具現化についての学習が進んだ。
2. 具現化の際の情報を整理し、目的をもって相手に伝えるように工夫することは、高等学校の情報デザインの基礎となる。
3. 新製品のコンテンツを創り出し、他者から意見をもらい、相手にわかりやすいコンテンツに改良する工夫が見られた。

#### 4.7 高等学校への接続を意識した中学校 Web コンテンツ制作学習の系統的考察

本節では、中学校から高等学校への接続についての系統的考察と中学校 Web コンテンツ制作学習の系統的考察を行う。

学校種の違いの視点からの系統的考察として、中学校から高等学校への接続については中学校の情報の技術の学習と高等学校の情報科の学習とが関連性を持って接続していると思われる。特に、ネットワークプログラミングの学習は、中学校ならびに高等学校では学習手順に類似性があるが、各々の学校種での学習の目標が異なっている。これを図示すると図4-26となり、中学校も高等学校も問題解決的な流れが同等であるが、学習の目標が異なっている。中学校では頭の中

の創造を具体化したものを相手がどう受け取るかという評価の観点であるが、高等学校では相手にわかりやすく見せるかという評価の観点であり、評価の方向性が異なる。

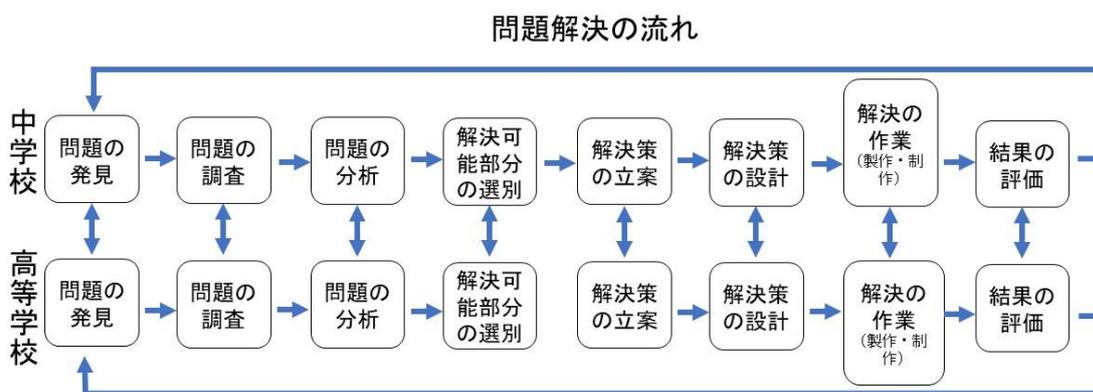


図 4-26 中学校と高等学校の問題解決の流れ

学習活動の視点からもシステムの考察を行うことができる。Web コンテンツ制作学習では、コンテンツ作成段階とネットワークプログラミング段階の二つに分けることで、プログラミングありきの制限されたコンテンツ制作ではなく、高等学校で取り扱う情報デザインの視点でのコンテンツ制作ができることと、ネットワークプログラミングの学習の難易度を調整できる利点が考察できた。また、コンテンツ制作とプログラミング制作とを一括りとする全体での問題解決の流れとしても捉えることで、今後高等学校で、コンテンツ制作とプログラミング学習が一体となった、より高度なネットワークプログラミングの学習に取り組んでいくときに学習の流れがつかみやすくなる。

問題解決の学習が、学習過程のスパイラル展開の外部情報の収集、記憶・理解・判断、創造、学習成果の表出のそれぞれどの過程と関連が深いかを考察した。具体的には、実践した学習展開を学習の内容と活動に焦点を合わせ、6W6H の項目を学習の流れに従って区分化した。表 4-4 に具体的に配置したものを示す。6W6H の観点<sup>31)</sup>は、What, When, Why, Where, Who, Whom, How many, How much, How long, How wide, How to do, How in the future である。6W6H の観点を用いてそれぞれの学習内容の評価について考察した。デジタル処理の学習の内容には

アンプラグド学習が含まれており、アンプラグド学習で何を学ぶかの **What**、アンプラグド体験をする生徒自身を示す **Who**、アンプラグド体験では生徒同士のやり取りが発生するため相手を示す **Whom**、アンプラグド体験でどのように学ぶかの **How to do** が含まれている。アンプラグド体験による学習では、概念的な知識・理解を助けるための活動のため、取り扱う内容は原理・原則についてとなるため、創造に関する内容はほとんどない。一方で、アンプラグド学習の情報伝達ゲームでは、情報伝達の仕組みをゲーム形式で学習するものだが、原理・原則を学習することから、先ほどと同様に、アンプラグド学習で何を学ぶかの **What**、アンプラグド体験をする生徒自身を示す **Who**、アンプラグド体験では生徒同士のやり取りが発生するため相手を示す **Whom**、アンプラグド体験でどのように学ぶかの **How to do** が含まれているが、その他に **Why**、**When**、**Where** が含まれている。情報伝達ゲームでは、生徒の役割によって作業内容が異なる。そのため、作業内容が個人で異なることで、相互にやり取りするとき数多くの作業をこなす生徒とそうでない生徒がおり、作業の多い生徒が、なぜこの作業が必要なのだろうかという **Why** について考察することとなり、生徒たちなりにゲームを成立しやすくするために、自分たちがやりやすいように手順を工夫する **How to do** が出現する場面があった。

コンテンツ制作では、アイデア図を描く、絵コンテにする、プレゼンテーション資料にまとめる3段階の学習過程があるが、**What**、**Why**、**Who**、**Whom**、**When**、**Where**、**How long**、**How wide**、**How to do**、**How in the future** の観点が含まれており、問題解決の学習としての要素が多く含まれている。特に、コンテンツ制作では、新製品を具体化して考える活動のため **How long**、**How wide**、**How in the future** が重視されている。

ネットワークプログラミングによる自動チャットプログラムを書き換えて新製品を紹介するページ作成では、アクティビティ図を描く、アクティビティ図に従って、プログラムを穴埋めのようにはめ込み作成する、コンテンツを部品としてプログラムに入れるという作業内容であった。この学習では、**What**、**Why**、**Who**、**Whom**、**When**、**Where**、**How long**、**How wide**、**How to do**、**How in the future** が含まれており、問題の発見、構想・設計、制作と対応させることができ、問題解決の流れと合致していることがわかった。問題解決の流れでは、この後は、評価・修正の段

階になるが、評価については、学習内容によって異なる。ネットワークプログラミング学習では、複数の新製品を紹介するページの構成を考えるために **How many** が重視されている。

表 4-4 学習の内容と活動のシステムの考察

学習の内容と活動	学習過程のスパイラルな展開 (PDCA サイクルでの学習過程)	6W6H
デジタル処理 【アンプラグド体験】	外部情報の収集 記憶・理解・判断 学習成果の表出 (創造の動機)	What Who Whom How to do
情報伝達ゲーム 【アンプラグド体験】	外部情報の収集 記憶・理解・判断 学習成果の表出 (創造の動機)	What Why Who Whom When Where How to do
コンテンツ作成	外部情報の収集 記憶・理解・判断 創造 学習成果の表出 (創造の動機, 構想・設計, 制作, 評価, 修正, 成果の評価)	What Why Who Whom When Where How long How wide How to do How in the future
ネットワークプログラミング	外部情報の収集 記憶・理解・判断 創造 学習成果の表出 (創造の動機, 構想・設計, 制作, 評価, 修正, 成果の評価)	What Why Who Whom When Where How many How to do

以上、中学校から高等学校への接続と中学校 Web コンテンツ制作学習の視点からシステムの考察を行った。

#### 4.8 結言

中学校でのネットワークプログラミングの学習について、高等学校への接続を意識し、高等学校で学習する情報デザインの視点を中学校段階で取り入れることで、プログラミング制作に重点

を置いた限定的なコンテンツ制作から、生徒が問題発見し、解決するものを考える創造的なコンテンツ制作に深化することを系統的に考察した。高等学校の情報デザインが、自分の考えを相手に伝えるためにどのようにマルチメディア処理を施して表現できるかと捉えることができ、中学校は、問題を解決するために解決策を考え、相手にわかりやすく伝えて評価する力と関連していることを考察した。情報デザインを取り入れたネットワークプログラミング学習を展開するにあたって、高等学校ではコンテンツ制作とネットワークプログラミング制作を一体化した高度な問題解決の学習に取り組むが、中学校では高度で難しいため学習の内容の難易度を調整した学習展開について考察した。情報デザインの視点を取り入れたコンテンツ制作段階とコンテンツを生かしたネットワークプログラミング制作段階と2段階に分けて取り組むとで問題の複雑さを下げることや、二つの学習過程を合わせて一つの大きな学習展開とすることでPDCAサイクルが多重化され問題解決の学習が繰り返される学習展開になることについて考察した。

4.5 節では、アンプラグド体験を取り入れることで生徒の概念的な理解が段階的に形成される学習過程の考察を行い、コンテンツ制作とネットワークプログラミング制作との2段階に分けることで学習の難易度を下げ、創造的なコンテンツ制作に取り組める学習過程を考察し、多重のPDCAサイクルによるWebコンテンツ制作学習の提案を行った。

4.6 節では、デジタル処理のアンプラグド学習とネットワーク技術のアンプラグド学習の作業手順の数、役割ごとの作業数の差異、アンプラグド体験時の生徒の動き、生徒のかいた概念図等からアンプラグド学習による概念理解の学習効果の考察を行った。また、コンテンツ制作段階の生徒コメント、アイデア図、プレゼンテーション資料から多重のPDCAサイクルによるWebコンテンツ制作学習について考察した。

4.7 節では、学習の内容と活動について、学習過程のスパイラルな展開、6W6Hの観点から高等学校への接続を意識した中学校 Web コンテンツ制作学習について系統的考察を行った。考察を行うことで、中学校のコンテンツ制作から高等学校の情報デザインの視点のものづくり教育へと学習内容を発展させるために考慮すべき要素がわかった。中学校での情報の技術に関する概念的な理解について、アンプラグド体験を伴う学習であっても6W6Hの要素の数から、原理・原則を単に体験しながら学習する活動と、生徒が原理・原則についてWhyと考える余地のある

アンブラグド体験も実施できることがわかった。コンテンツ制作やネットワークプログラミングの学習では、問題解決の学習の要素が多く含まれており、どの要素を重視するかについてなども明らかにできた。

このように授業実践について系統的に考察することで、中学校での段階的なコンテンツ制作とプログラミング制作から、高等学校の一体となったより高度なネットワークプログラミングの学習へと進展していく過程での学習の複雑さの展開について系統的に考察することができた。

## 第5章 初等中等教育の流れにおける中学校計測・制御の プログラミング学習のシステムの考察

### 5.1 緒言

第3章では小学校から中学校への接続について、また第4章では中学校から高等学校への接続を意識した中学校技術教育の学習内容について考察を行った。これまで生徒は、物理的な材料を扱って目的に合うように製作する学習と、プログラミングの制作といったコンピュータ利用の概念的なものづくりの学習とを経験してきた。言い換えれば、ハードウェアとソフトウェアと両方の学習をそれぞれ行ってきたことになる。また、目的に合うように、他者に理解してもらえるようにデザインする学習も行ってきた。これらの学習を関連付けていくと、使用者の目的に合うよう製品を考え、動作するようにハードウェアとソフトウェアを設計・製作・制作していく学習活動が考えられ、計測・制御のプログラミング学習での問題解決の学習が適していると考えられる。そこで本章では、中学校での計測・制御のプログラミング学習の際の問題解決の学習を通して、小学校から中学校、中学校から高等学校へと学習内容の関連性について考察を行う。

### 5.2 小中高校それぞれでの計測・制御のプログラミングの学習内容

小学校段階での計測・制御のプログラミング学習に関する学習は、計測だけ、制御だけとどちらか一方だけが主流となる傾向が強い。入出力の数も、1入力だけ、または1出力だけなど数が少ない。中学校段階でのプログラミング教育としては、ネットワークを利用した双方性コンテンツプログラミングによる問題解決学習と、計測・制御プログラミングによる問題解決学習の2つがある。図5.1に示す通り、中学校段階で学習するネットワークを利用した双方性のあるコンテンツのプログラミング学習は、計測・制御のプログラミング学習とともに、高等学校の普通科、総合学科、専門学科に接続している。ネットワークプログラミング学習においては、中学校段階で行う問題解決の学習が限定的な問題の解決であったとしても、高等学校でより広く現実社会に即した問題解決の学習に発展させることができる。一方、計測・制御のプログラミング学習は、高等学校普通科においても取り扱われるが、実習室環境等の問題で大きな教材を利用できず、セ

ンサやアクチュエータ等を多種・多重にして高等学校での高度な問題解決の学習へと引き続くことを考えると、中学校での計測・制御のプログラミングの学習は主として高等学校での専門学科や総合学科への学習に繋がる。計測・制御のプログラミング学習の高等学校への連続性を考慮すると、普通高校へ進学する生徒が多い現実から、計測・制御のプログラミングを通して身近な生活に関わる問題解決という学習は、中学校の技術分野で十分に組み込んでおく必要がある。また、技術分野で行う計測・制御のプログラミング学習では、センサから読み取る数値やアクチュエータ等の動きといった物理情報と数値・論理情報の変換も扱うため、生徒が普段よく生活で触れている物や処理の仕方と学習を結び付けやすい。そのため、計測・制御のプログラミング学習で問題発見を含む問題解決の学習に取り組む意義は大きい。

計測・制御のプログラミングの研究では、タブレットを用いたプログラミングの簡略化<sup>56)</sup>やプログラミング学習のわかりやすさを目指した教材の開発<sup>57)</sup>、二足歩行ロボットを用いる教材の工夫<sup>58)</sup>等の研究が行われてきた。その他にも、プログラミング環境の構築<sup>59)-60)</sup>、授業実践と学習効果についての検証<sup>61)</sup>等が行われてきた。また、計測・制御のプログラミング学習で習得した知識を実社会と関連付けられているかの学習効果を研究した事例<sup>62)</sup>や情報科学と情報技術の各々を学習過程で評価する研究<sup>63)</sup>等、計測・制御のプログラミング学習の成果について考察しているものもある。

計測・制御のプログラミングの学習における問題解決の学習として、生徒が身近な生活や社会の中から問題を見つけ解決する考え方としてのものを創造し、形付けられる物を製作する学習が考えられる。学習者の創造的な学習を支援するプログラミング環境と授業モデルの提案<sup>64)</sup>や、学習者が身近な生活の中で問題点を見つけ、それを解決するための模型を題材とした計測・制御学習の研究等が行われている<sup>65)-66)</sup>。また、授業実践としては、センサによる計測に基づく制御と生活課題型システムの構築<sup>67)</sup>がある。

これらの研究によると、身近な生活や社会から問題を見だし解決し創造する学習において、問題解決の能力の形成感が促されることが示された反面、生徒のアイデアや創造性を実現可能にするためにアイデアを具現化できそうなものに絞り模型を作る工夫や、ポンチ絵でモデリングできるプログラミング環境の工夫等がなされている。生徒が自ら問題を発見し解決する物を創

造る問題解決の学習では、生徒のアイデアを実現可能にしていくプロセスが重要であり、それは製作に入る前段階である構想段階と設計段階が重要であると考えられる。

材料加工学習においては、構想・設計場面での生徒のアイデア発想時の創意・工夫を促すために、ブレインストーミング等を取り入れることで生徒の構想・設計を支援する授業実践<sup>68)</sup>が行われており、生徒のアイデアを広げ、構想を具体化する一定の効果が確認されている。しかし、D 情報の技術の問題解決の学習において構想・設計を重視した学習展開についてはそれほど議論されていない。問題解決の学習の流れは、問題の発見→問題点の調査→問題の分析→解決可能部分の選別→解決策の立案→解決策の設計→解決の作業（制作・製作）→結果の評価→さらなる改善のための問題点の再発見のループ<sup>31)</sup>となっており、問題解決のループがスパイラル状に展開されることで問題解決能力が高まっていく。特に、生徒の自由なアイデア発想をもとに実現可能なものとして製作を行うためには、問題を発見し、問題より解決可能部分の選別を行い、解決策の立案をし、さらに設計をし、概念形成から具体的なシステム構築まで行うことが必要になってくるが、計測・制御のプログラミング学習ではセンサやアクチュエータ等といった物やプログラムの作成等、構成要素が多く、解決可能な課題へと落とす過程で難しさが生じる。

以上のことから、中学校の計測・制御のプログラミングにおける問題解決の学習を行う際には、生徒自身が問題を発見し、その問題を生徒自身が解決できる課題へ転化させ、解決策を具体化する学習過程を重視する必要がある、これらの点を考慮した学習展開が求められることがわかる。

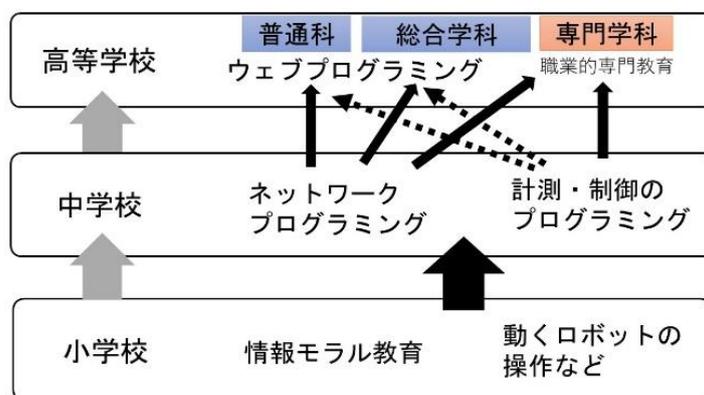


図 5.1 プログラミング教育の連続性

### 5.3 問題解決の捉え方と問題発見

#### 5.3.1 学校種による問題解決の捉え方の違い

前節より問題発見や問題の課題化の重要性が示唆されたが、今節では問題解決の捉え方と問題発見について述べる。問題解決は目標の設定、現状と目標との差異の発見、それら特定の差異を減少させるために適当な記憶の中にある、もしくは探索によるある道具又は過程の適用という形で進行する<sup>69)</sup>。この理想(目標の設定)と現状との差異というギャップこそが問題であり、このギャップという問題の発見こそが問題解決のスタートである。問題解決のためには問題発見が必要であるが、この問題発見には評価規範が必要である。生徒は使いにくい、不便だ、困っているといった日常生活の中の不具合に気付く。この時生徒は、自分自身で不具合だと認識する自分なりの評価規範を持っている。人それぞれが持っている評価規範によって、不具合だと感じたり、感じなかったりするため、この評価規範を自分自身が明確にしておかなければ問題は発見できない。この評価規範は経験から来るものであり、生活環境や心身の発達によって変わっていく。

学習指導要領によると問題解決の学習は、小学校、中学校、高等学校の全校種で取り組むことが明記されているが、問題解決の捉え方に違いがある。小学校では問題発見の経験が少ないため、発達段階として自分の身の回りの生活について不具合を見いだすという問題発見を明確に行うことは難しいと考える。そのため教師側がある程度児童の現状と目標とする姿を示し、あらかじめ問題が明らかになっており問題発見された状態から、問題解決の学習がスタートする場面が多いと考えられる。つまり小学校段階では問題が発見され、さらにその問題がより解決可能な状態として分析されたり、条件を付けたりされた課題解決の意味合いが強く、問題発見よりも課題をどう解決していくかという学習に重点が置かれる。中学校では自分中心の考えから、社会の一員としての自分という立場に立つことができるようになる。そのため問題の発見に重点を置いた問題解決の学習に取り組んでいくことが望ましいと考えられる。高等学校ではさらに、問題発見のレベルが潜在的な現状では見えにくい問題を発見するものである等、現実社会と同等の高度な内容になっていくことが予想される。そのため解決するための手段としての技術レベルも高度になっていき、より実社会に近い問題解決になっていく。このように小学校から高等学校へと問題解決のレベルが上がっていくと考えられる。

### 5.3.2 問題発見と課題設定

人それぞれの評価規範に応じて発見された問題は問題解決しようとした時に直ぐに解決できない問題もある。そこで問題解決へ向けて発見した問題がどのようにしたら解決するのかの見通しを持つことが必要になる。解決が可能になるように見通しを持つことができれば、問題が課題へと変わり解決可能となる。この問題から課題へと変わる段階では、不具合に最初に気付くための評価規範と問題を課題へと焦点化していくための評価規範というように、いくつかの評価規範が存在する。問題解決において生徒はまず日常生活から不具合という問題を自ら発見し、さらに解決可能なものにするために自ら考えた評価規範を使って問題を課題へと落とす必要がある。この能力は現実社会においても問題を発見しそれを課題へ落とし課題解決できる力として必要なものである。問題から課題へと落とす力を身に付ける際には、対象範囲の焦点化や解決できるレベルへの評価規範の変更を伴わないと授業が收拾つかなくなる危険性があるため、条件付き最適化としての問題解決の学習が重要と考える。また、問題解決のための問題発見を考える際に現時点で他人が問題としていることを把握することも重要であるが将来自分がその環境に取り込まれて自分自身の問題となることを意識させる必要もある。さらに、現在の社会は急速に少子高齢化に向かっており、中学生が高齢者や社会的な弱者の視点から問題を発見することも重要となる。

## 5.4 構想・設計を重視した問題発見学習

### 5.4.1 問題発見と問題の課題化の手続き

問題発見には、生徒自身が不具合だと感じる評価規範が必要である。さらに、発見した問題を解決可能な課題へと焦点化していくための評価規範が必要である。小学校で課題解決を中心とした問題解決に取り組んでいた生徒にとって、この問題発見と発見した問題を解決可能な課題へと焦点化することは難しいと予想される。一方、中学校の技術分野の学習では、問題解決の学習に取り組むことは、問題の発見と改善のための構想・設計を行う Plan, 問題の改善である Do, 改善できたのかの確認・評価である Check, さらに改善を行うループを意味する Action の PDCA サイクルとして認識しており、繰り返し学習することで能力が向上していくことを体験してきて

いる。同一題材で 2 回の PDCA サイクルを行うことは、授業時数が限られている中では難しいが、問題を解決可能な課題へと焦点化する部分だけ 2 回繰り返すことで、問題発見と問題を課題化する経験値が上がり、問題発見能力、問題を課題化する力が向上するのではないかと予想した。

#### 5.4.2 問題発見・課題設定のための学習展開の提案

生徒が日常生活の問題を発見し解決するためのものを創造する時、何も条件や制約がない自由な中では教師が考えもつかないような発想をすることがある。一方、生徒の発想の想起の前に技術的な学習や対象等について条件が絞り込まれすぎていると生徒の発想の幅は教師が予想した範囲を超えることは少なく狭いものになってしまう。生徒の豊かな想像力で想起されたアイデアを実現可能なものへ具体的に落とし込むことができれば、生徒の自由なアイデア構想からスタートする問題解決の学習として有用である。そのため、生徒のアイデアを実現可能にしていくプロセスが重要である。しかし、中学校段階ではこのプロセスを一気に行うことは難しく、学習展開を区分化しながら繰り返しスパイラル状に行うことで少しずつ自分のアイデアを具体化していく必要がある。そこで、生徒のアイデア構想を大切にしながら具体的な構成物へと製作していけるように構想・設計を 2 回繰り返す学習展開を提案する。技術分野の学習過程について学習指導要領解説よりまとめたものを表 5-1 の左側に示す。学習過程の問題の発見と課題の設定から成果の評価の過程までがそれぞれ両矢印で結ばれ各過程の評価と修正が行き来する展開となっている。今回提案する学習展開は問題発見のための構想・設計の 1 回目を問題解決の学習の最初に行い、製作の直前に 2 回目の構想・設計を行うものである。

提案する 2 回の構想・設計を含む学習展開では、1 回目の構想・設計を学習の初めに設定しており、問題の発見のための構想を中心とした状態と発見した問題が具体化できるかわからないという自己評価ができる設計の要素が含まれる学習を行う。この学習過程で生徒は、日常の生活経験に基づく生活の不具合や不便さといった問題を発見し、解決するためのセンサを使用した物を考える。構想・設計(1)が、問題発見のスタートとなるが、生徒は、日常生活の不便さや不具合の認識に留まり、解決できるかできないかわからないがともかく問題を見つけた状態だと考えられる。なぜならば、明確化するための知識や技能の不足がある状態だからである。しかし、このわからないことを認識したということは、問題だと感じる評価規範が生徒に芽生えていることを示

している。構想・設計(1)の段階では、具体的にどのように製作していくかという設計段階よりも、どんなものがよいだろうかと構想する段階の意味合いが強い。

次に、構想・設計(1)の後にセンサを使った装置作りを通して計測・制御のプログラミングについての基本的な知識や技能を学習する活動を行う。この活動を行うことで、次の構想・設計(2)において、具体的に問題について分析し、解決可能部分の選別といった問題を課題化するための評価規範が作られていく。

そして、構想・設計(2)を行う。構想・設計(2)では、センサを使った装置作りを通して基本的な知識や技能を学習した後に構想するため、問題を焦点化しやすくなっている。構想・設計(2)の活動においては、アイデアと既習の知識を結び付ける思考ツールとしてウェビングマップを行う。ウェビングマップは思考ツールの一つで、ビジネスの現場に限らず、教育現場等でもよく使われている。生徒の頭の中の要素間の構造が図となって表出されるため、教師が後に生徒の要素間の関連性を見だし、思考の変化を読み取れると考えた。

このように、2回構想・設計を繰り返すことで、生徒の発想を生かし、創造性を広げながらも製作可能なものへとアイデアを具体的にし、焦点化できると考えた。

表 5-1 問題の課題化のための学習展開

技術分野の学習展開		提案する学習展開
1	・既存の技術の理解	・技術・家庭や他教科等で既修得の基礎知識や基本技能の応用の検討  <構想・設計(1)> ・問題の発見のための構想 ・具体化するために、わかっていない箇所を認識する設計  <技術に関する科学的な理解> ・技術分野でのさらなる基礎知識や基本技能の習得  <構想・設計(2)> ・問題発見と課題の設定のための構想 ・解決策を具体化する設計
2	・問題発見と課題の設定	
3	・技術に関する科学的な理解に基づいた設計・計画	
4	・課題解決に向けた製作・制作・育成	・課題解決に向けた製作・制作・育成
5	・成果の評価	・成果の評価

## 5.5 初等中等教育の流れにおける中学校計測・制御のプログラミング学習の概要

中学校での計測・制御のプログラミング学習の際の問題解決の学習において、発見した問題を解決できる課題へ転化するために、構想・設計を2回繰り返す学習展開を提案する。具体的には、学習の初期段階に問題の発見を含むアイデア構想に重点を置いた1回目の構想・設計(1)を行った後、計測・制御のプログラミングについての基礎的な知識や技能習得をし、具体化へ向けた設計に重点を置いた2回目の構想・設計(2)を行う。構想・設計(2)では、視覚的な活動を介して自分自身の考えを引き出す作業としてウェビングマップを取り入れる。問題発見のための構想・設計(1)と、問題を課題化し、具体化するための構想・設計(2)の学習過程の流れにおいて、問題発見から課題解決へ検討していく中で6W6Hの要素<sup>16)</sup>を考慮し、目的・概念的な事項と作業的な内容を分けて整理し、問題解決の方向を整理する。加えて、生徒自身の自己評価ならびに相互評価を行う。なお本研究では、構想と設計を、アイデアやイメージをまとめる段階としての構想と、構想を具体化するために図面等に描く設計として捉えた。

### 5.5.1 計測・制御のプログラミング教材

入出力端子が組み込まれたワンボードマイクロコンピュータに計測の働きを担うセンサと実際に動作するアクチュエータ等を自由に組み合わせ、様々なプログラミング制御実習が可能となる教材を使用した。表5-2に示すセンサとアクチュエータ等を1セットとした。基礎的な知識・技能を習得する学習では、生徒2人1組につき1セット使用し、班での製作では班に1セット使用した。

表5-2 使用したセンサ，アクチュエータ等

入力	個数	出力	個数
赤外線センサ	2	DC モータ	2
タッチセンサ	2	サーボモータ	4
音センサ	1	電子ブザー	1
光センサ	1	LED(赤, 青, 緑, 白	4
加速度センサ	1	各 1)	

### 5.5.2 構想・設計を重視した学習計画

本実践は、2017年(平成29年)にS市立J中学校2年生116名(男子55名, 女子61名)を対象に行った。本実践の学習課題は、「センサを使って人の役に立つものをつくろう」とした。

この学習課題を設定することで生徒の身近な生活や社会における問題についてセンサを使用する枠組やプログラミングによって解決する枠組ができるため、センサやアクチュエータ等を使用しないアイデアや計測・制御のプログラミングと関連性のないアイデアが採択されることを防ぐようにした。また、様々な製作品を考案する学習課題においては、アクチュエータ等をモータ等の少ない種類に限定して学習の難易度を抑え、主として種々のセンサを取捨選択することに焦点を当てた。本実践の学習展開を表 5-3 に示す。

1, 2 時間目は、身の回りにあるセンサについて知る活動と、センサを使って人の役に立つものについて考え、解決するためのものを構想・設計(1)する活動を行う。この構想・設計(1)では、なぜ必要なのか(Why)、誰のため(Whom)、どんな機能のもの(What)、将来どのような効果が出るのか(How in the future)という視点で考えさせワークシートに記入させる。

3, 4 時間目は、コンピュータとアクチュエータ等の役割を知り、プログラミングによる制御について知る学習を行う。ブロックでできた自動ドアの模型に赤外線センサとサーボモータを組み込み、赤外線センサからの計測値が任意の値より高くなるとサーボモータのついた扉が 90 度開き、値が低くなると閉まるプログラムを作成する。本来は、デジタル入力から入る方がプログラムの簡単ではあるが、今回は目的を意識させるためにアナログ入力である赤外線センサを使用し、生活の中で使われている自動ドアを例とする。

5~8 時間目は、様々なセンサとアクチュエータ等の組み合わせや制御について知る活動を行う。光センサからの計測値が明るさによって変わることを確認し、任意で決めた値より大きくなると DC モータが正回転し、値より小さくなると逆回転するプログラムを作り動かす。次に、自動ドアの模型に音センサを取り付け、音に反応してドア部分（サーボモータ接続部）が開閉するプログラムを作り動かす。最後に、赤外線センサ、光センサ、音センサ、タッチセンサと、LED ライトや DC モータやサーボモータ等のアクチュエータを自由に組み合わせてみる活動を行う。この活動により、概念的なものとハードウェアを関連付ける。

9 時間目はウェビングマップを書かせ、その後もう一度センサを使って人の役に立つものの構想・設計(2)を行う。ウェビングマップの有無による違いを把握するため、1 クラス、ウェビングマップを導入しないクラスを設定した。Why, Whom, What という視点で考えることは変わら

ないが、How in the future については項目を立てずに Why や How to do の中に一緒に記入してもよい。

10～13 時間目は、3～4 人で 1 班として、グループで製作品の構想・設計を行い、製作活動を行う。班編成については、構想・設計(2)のワークシートをもとに教師側で意図的に行う。生徒それぞれのアイディアの内容を、対象が同じであるあるいは構想している製作品が似ている等、何らかの共通点がある生徒同士で班編成を行う。14 時間目は、学習のまとめの活動として、班で製作した物をクラス全体で発表する活動をする。製作品名、対象、動く仕組み等を、プレゼンテーションソフトを使用しながら説明し、実際に製作品を動かしてみせる。発表会中は、ワークシートに製作品の良い点、改善点、感想を記入していく。発表会終了後は、班で分担して、他の班への感想とアドバイスを付箋紙に記入して渡す。最後に、他の班からもらった付箋紙を読み、アドバイスをもとに製作品の改善点を話し合ったり、実際に改良したりする。

表 5-3 計測・制御のプログラミング学習の学習展開

学習過程【活動形態】	時数	学習内容
問題発見【個人】	1	・身の回りにある製品から、センサについて知る。 ・「センサを使って人の役に立つものをつくろう」を学習課題として、問題の発見を行う。
構想・設計(1)【個人】	2	・構想・設計(1)を行う。
基礎的な知識・技能習得【ペア】	3	・コンピュータとアクチュエータ等の役割を知り、プログラミングによる制御について知る。 ・赤外線センサとサーボモータを組み合わせて、観音開きタイプの自動ドアの模型を製作する。
	4	
	5	・光センサと DC モータについて
	6	・音センサについて
	7	・様々なセンサ、アクチュエータ等について考える。
8		
構想・設計(2)【個人】	9	・ウェビングマップを使用し、構想・設計(2)を行う。
製作(班での構想・設計を含む)【班】	10	・個人の構想・設計を参考に班で構想・設計を集約し、まとめる。 ・班で製作する。
	11	
	12	
	13	
評価・改善【班】	14	・製作品の発表。 ・他の班へのアドバイスを書く。 ・他の班からのアドバイスを基に改善について話し合う。

5.6 初等中等教育の流れにおける中学校計測・制御のプログラミング学習の考察

5.6.1 ウェビングマップ利用の検証

ウェビングマップ利用の有用性を検証するために、まずウェビングマップのキーワードの広がり方の特徴について分析した。スタートとなるキーワードを「センサ」から始めるか「人の役に立つもの」からはじめるか個人の自由としたが、図 5-2 のように、センサから多数の単語へ広がっていくパターンが最も多く全体の 90%であった。ハードウェアの要素から、徐々に機能の要素や目的の要素、ソフトウェアの要素、問題解決の要素へと広がっていた。反対に目的の要素から、機能の要素やハードウェアの要素へと広がっていったものが 5 パーセントであった。両方の要素が混在しており、最終的には繋がっていたものが同じく 5 パーセントであった。

ウェビングマップで、具体物であるハードウェアの要素と、機能について考えるソフトウェアの要素が結び付くように生徒の発想が広がることは、ウェビングマップの後に行う構想・設計(2)において具体的なものや機能について考える手助けとなる。そのため、教師が生徒のウェビングマップの傾向を見て、ハードウェアの要素からスタートして考えが止まっている生徒に対しては、具体物からどのような機能があるのかソフトウェアの方向へ思考が進むような助言をし、逆にソフトウェアの要素で詰まっている生徒へは、具体物をイメージし、ハードウェアとしてどのようなものがあるのか思考を広げる助言をする等、生徒の思考の状況を読み取る手段としてウェビングマップを有効に利用することができる。

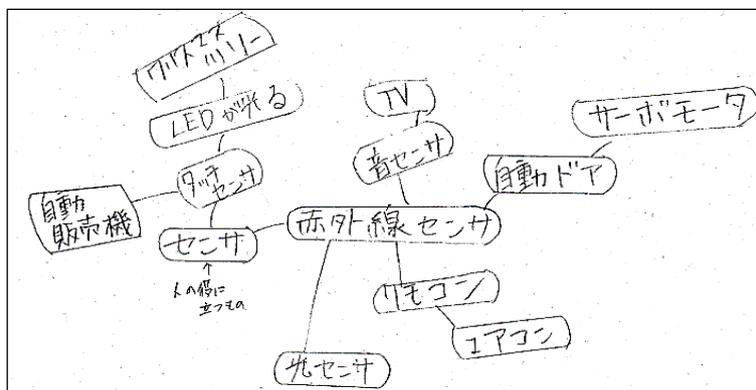


図 5-2 生徒が書いたウェビングマップの 1 例

次に、ウェビングマップの有用性を検証するため、ウェビングマップを導入したクラスと導入しなかったクラスの製作品の比較を行った。具体的には、班で構想・設計した時のイメージ図と実際の製作品とを見比べることで、製作するものを具体的にイメージし、どんなものをどのようにして製作するか、構想・設計段階から考えられていたのかを考察した。

班で製作するにあたって、生徒たちは班活動の最初の学習活動として構想・設計を行うが、その時に、ウェビングマップを導入したクラスの生徒たちは、自分が書いたウェビングマップを班の中で見せ合い、ウェビングマップを話題に構想を考えていた。そこで、設計意図通りの機能を持った製作物を製作できたかをウェビングマップ利用の有無によって比較することで、その有効性を分析できると考えた。

図 5-3 は、ウェビングマップを導入しなかったクラスの結果であるが、1 班はごみ箱の足の機構が実際にはタイヤ走行に変化しており、班で構想をイメージし機能について設計する中で、製作品の具現化が弱かったことがわかる。他にも、2 班や 4 班のように家全体のイメージ図を描く等の製作品の具体的なイメージが絞れていない事例や、3 班のように形が大きく違うもの、5 班のようにイメージの車輪の大きさと実際が大きく違っている事例があった。

図 5-4 は、ウェビングマップを導入したクラスの班での構想のイメージと機能についての設計をした図と実際の製作物の比較である。1 班、2 班、4 班、5 班、6 班、8 班は、ほぼ班による構想・設計のイメージ図と同じ形状をしている。図 5-3 と図 5-4 を比較すると、ウェビングマップを導入しなかったクラスより導入したクラスの方が班での構想・設計のイメージ図通りの形状で製作物を完成させており、両クラスに違いがあることがわかった。

ウェビングマップを導入することで班での構想・設計のイメージと近い製作品が実際に製作できており、どんなものを(What)、どのように(How to do)という設計の要素について班で話し合い活動が行われ、質的な部分の向上にウェビングマップは有用であった。

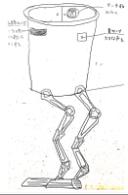
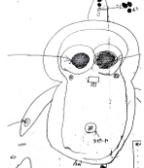
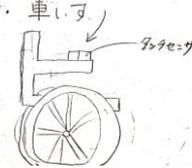
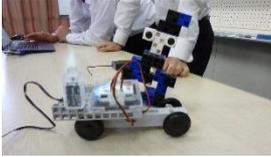
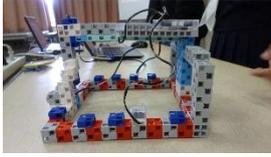
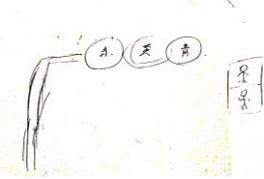
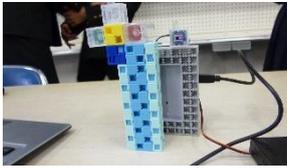
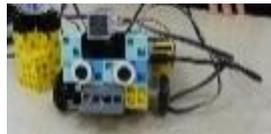
	設計図	製作品
1班		
2班		
3班		
4班		
5班		
6班		
7班		
8班		

図 5-3 ウェビングマップ無しクラス

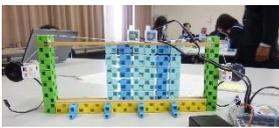
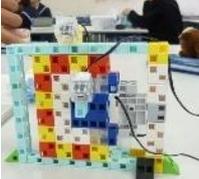
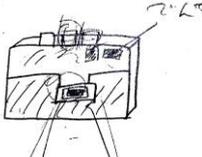
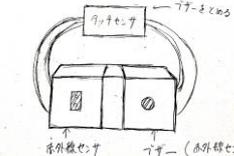
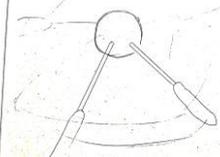
	設計図	製作品
1 班		
2 班		
3 班		
4 班		
5 班		
6 班		
7 班		
8 班		

図 5-4 ウェビングマップ有りのクラス

### 5.6.2 構想・設計(1)と構想・設計(2)の検証

構想・設計(1)と構想・設計(2)の検証として、まずそれぞれで誰のために(Whom)という対象者の割合を比較した。表 5-4 に示す通り、構想・設計(1)の対象者と構想・設計(2)での対象者それぞれの割合の変化は小さいことがわかった。これは、構想・設計(1)での対象者と構想・設計(2)での対象者を変更する生徒が少なく、変更したとしても構想・設計(1)では家族等広い範囲での対象であったものが構想・設計(2)では祖母や母等特定の人向けに範囲を狭める変更である場合が多かったためである。このことから、誰のため(Whom)という目的の部分は、構想・設計を2回繰り返しても変わりにくいと言える。つまり、問題解決の方向性は、構想・設計(1)と構想・設計(2)でずれることは少なく、構想・設計(1)の延長線上にあると言える。

構想・設計(1)から構想・設計(2)へ進む中で、生徒が問題を課題化していった過程を評価するために評価規範を設定した。評価規範とは、生徒自身の考えを分けて内容ごとに分析するための基準である。なぜ(Why)、いつ(When)、どこで(Where)、誰のために(Whom)といった、問題解決の動機にあたる目的について考えている部分と、何を(What)、どのように(How to do)という製作を行うにあたって考えるべき内容とにわかれる。この5W1Hに、問題を解決することによって将来どうなるのか(How in the future)を加えて、5W2Hを評価規範とした。なお、誰が(Who)は学習者として自分が考えているため除外している。また、問題解決を検討する規範意識の要素として6W6H(What, When, Why, Where, Who, Whom, How many, How much, How long, How wide, How to do, How in the future)がある。現実社会は、上記のような要素も考慮しながら問題解決を行っていくが、学校教育においては校種や発達段階に応じて問題解決の複雑さが異なるため、6W6Hの要素を取捨選択し、実態に応じて取り入れていく必要がある。今回は6W6Hの中から、5W2Hを採用した。特に、How in the futureの要素は、生徒が日常生活から発見した問題を解決するにあたって、製作品を作って終了ではなく、その後の現実社会にも目を向けているか、現在だけではなく未来の時間軸を持っているかを表すものである。そのため、多様な社会を今後生きていく生徒たちにとって、他者と折り合いをつけていくために必要な考えであると同時に、こうあるべきだと理想を掲げ、新たな価値を生み出していく力にも通じるものとして今回、要素に加えた。

表 5-4 対象者の割合の比較

対象	構想・設計(1) (%)	構想・設計(2) (%)
障がい者	33	38
特定の人向け	18	24
家族	15	4
不特定	13	12
自分	10	11
子ども	6	7
高齢者	4	3
動物	0	1

構想・設計(1)と構想・設計(2)において、5W2Hのそれぞれの要素の出現率を比較することで、問題が課題へと変化したか検証した。なお、出現率とは全生徒のうちワークシートに該当内容を記載した生徒の人数の割合である。図 5-5 は、構想・設計(1)と構想・設計(2)の 5W2H の要素の出現率の比較である。Why と Whom については、構想・設計(1)と構想・設計(2)の両方で高い出現率であった。誰にとっての生活の不便さや不具合であるか考えて生徒が記述した部分が Why と Whom であり、生徒が問題発見したことを表している。構想・設計(2)では、How to do の出現率が高くなっており、Why や Whom といった問題発見の要素について考えることから、どのようにして解決していけばよいか考えが広がっていったためだと考えられる。How to do について考えるためには、センサの数や種類、組み合わせ、そしてどのように動かすかといった What の要素も必要であり、How to do と同様に What の出現率も高まっている。しかしながら、構想・設計(1)から、構想・設計(2)へと How to do について生徒が具体化していく過程において、教師からの助言によるものが多かった。教師の知識や考え以上のものとするためには、今後シミュレーション等の導入も必要と考える。How in the future は、構想・設計(1)では、どのような効果が生まれるかという項目として設定し、結果は How to do よりも高い出現率となった。これは、構想・設計(1)の段階では、具体的な How to do についての構想がないまま自分の思い描く理想を記述したためと考えられる。構想・設計(2)では、ワークシートに How in the future の視点を項目立てしていなかったが、このように改善すれば(How to do)を踏まえて、このように対象者は快適になる、つまり人の役に立つものになるだろうという考えが記述されていた。そのため、How to do とほぼ同じくらいの出現率であった。図 5-5 より、生徒が自ら発見した問題を解決できる課題へ

と変化させる過程において、問題解決の目的や概念にあたる、なぜ(Why)、誰のために(Whom)、いつ(When)の出現が構想・設計(1)では50%以上の傾向にあった。構想・設計(2)では、より実現可能な製作品とするために、何を(What)、どのように(How to do)という製作を行うにあたって考えるべき要素の出現率が上昇していった。このことから、生徒の思考がグラフ左側の Why や Whom といった目的や概念的な要素から、右側の What や How to do といった作業的な要素へと、思考が深まり焦点化されていったと考えられる。また、目的や概念がより焦点化されたために、When や Where の出現率が上昇したと考えられる。空想のような理想として描いた How in the future の考えを現実的なものへ落とし込むためには、How to do の視点が重要であることもわかった。

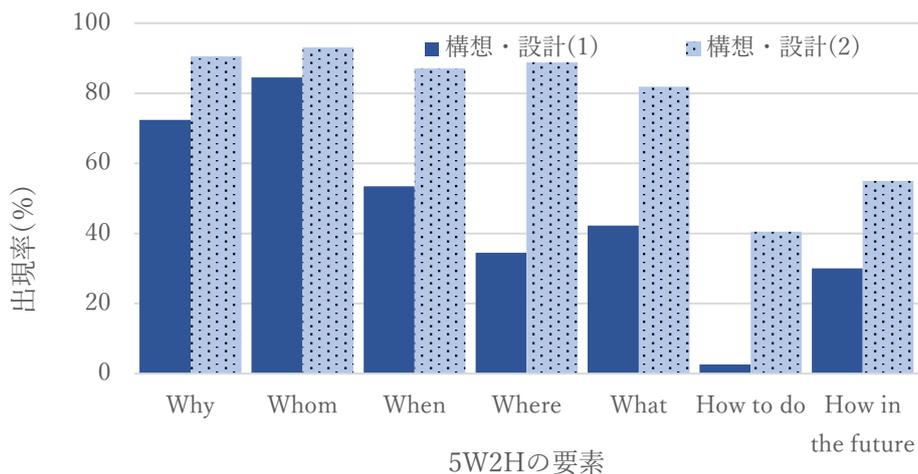


図 5-5 5W2H の要素出現率の比較

生徒が、誰のために(Whom)という視点で考えた問題発見は、その後の計測・制御プログラミングについての基本的な知識や技能を習得することによって、自分のアイデアのどの部分が実現可能で、どの部分が難しいか、取捨選択され、次の構想・設計(2)で、実現可能なものを考えるように変化していた。そこで、授業実践3時間目から8時間目に行ったセンサやアクチュエータの組み合わせを使って、構想・設計(2)のワークシートの内容に基づいて、製作が可能な考えを書いているかどうかを分析した。分析方法は、表5-5のように、生徒の構想・設計(2)のワークシート

で How to do について言及している生徒について、製作の難易度に基づいて A, B, C にそれぞれ分類した。

表 5-5 構想・設計(2)での How to do の内容の分類と割合

How to do の内容	割合(%)
A 実際に教材キットに入っているセンサやアクチュエータを組み合わせており、実現可能な機能について考えられている。	79
B 教材キットに入っておらず、教師側の用意も難しいアクチュエータ等を部品として取り入れており、製作が難しい。	8
C 教材キットに入っているセンサやアクチュエータを組み合わせているが、実現が難しい機能を考えている。	13

A の具体例としては、手を使わずにライトを点けるものとして、音を出すことで音センサが反応し、ライトが点いて明るくする等である。B の具体例としては、お湯が沸騰したら温度のセンサが反応して、ブザーで教えてくれる等である。C の具体例としては、手が震えてしまう人に、加速度センサを使って、スイッチを押すと写真が取れて高さ調節や方向が自由にできる等である。教材キットに入っているパーツを組み合わせて実現可能な機能を考えた生徒が 8 割程度を占めたことから、生徒は、構想・設計(2)において、直前の学習を生かし、構想・設計を行っていたと考えられる。次に、生徒が 3 時間目から 8 時間目に学習した計測・制御のプログラミングについての基本的な知識や技能が、班でのプログラム制作においてどのように生かされたかを考察した。なお、本実践では、センサやアクチュエータ等を組み合わせる製作とプログラム制作の 2 つの学習活動が入るため、簡単なプログラムとなるように Scratch をベースとしたブロックプログラミングを採用した。生徒は、順次、分岐、反復を 3 時間目から 8 時間目のプログラミングを通して学習しており、班での製作においてはそれをベースに、LED をブザーに変えたり、センサを赤外線センサから光センサに変えたりする等、簡単な変更で自分たちの求める機能を実現させようとプログラミングを行っていた。図 5-6、図 5-7 に生徒が班で制作したプログラムの例を示す。図 6 は、子どものためのおもちゃの製作品で、電源が入っている間は LED が点滅し、タッチセンサを押すとブザーの音階を変えて作ったメロディーが流れる。手をたたくとおもちゃがバックし、また止まるようになっており、順次、分岐、反復が使用されている。図 7 は、猫を遊ばせるための

自動猫じゃらしで、光センサに反応して動くようになっている。タイヤの付け方を工夫し、蛇行して動くように製作品の工夫も併せてされていた。全ての班で、3時間目から8時間目の学習で扱ったプログラムのいずれかを変更した形が見られたことから、計測・制御のプログラミングの基本的な知識や技能の習得がなされ、製作に活かされたと認められる。

生徒のプログラミングの思考の過程として、(1)複雑な動きをさせようとして難しいプログラムになり、頭を抱える。(2)いくつかの機能に絞って実現可能なようにプログラムを簡単にする。(3)他の班のプログラムをまねてみたり基本のプログラムを参考にして試行錯誤し、機能の追加に成功したり失敗したりして機能を絞り込んでいくような流れが見られた。以上のプログラム制作の検証から、本実践で提案した問題解決の学習の流れは計測・制御のプログラミングの学習の展開として有効であることがわかった。

図5-8は、本研究で提案する構想・設計を2回繰り返す学習展開を図5の5W2Hの変化の視点から捉えて図示したものである。図5-8は、構想・設計(1)の中にループがあり、構想・設計(2)の中にもループがあり、これらが行き来しながら学習が進むことを示している。そして、問題解決の学習はこのようにループを何重も描きながら進んでいくことを表している。図5-5及び生徒の作品から、構想・設計(1)ではアイデア構想が主となる学習であり、構想・設計(2)では具体性を伴った学習となっていることがわかる。また、5W2Hに関わる分析結果からは、最初に Why, Whom, When に注目し、次の段階で Where, What, How to do, How in the future の視点に移ることがわかる。すなわち、最初の導入段階では Why, Whom, When に絞って学習し、展開段階で他の要素にも考えを発展させて学習することが有用である。

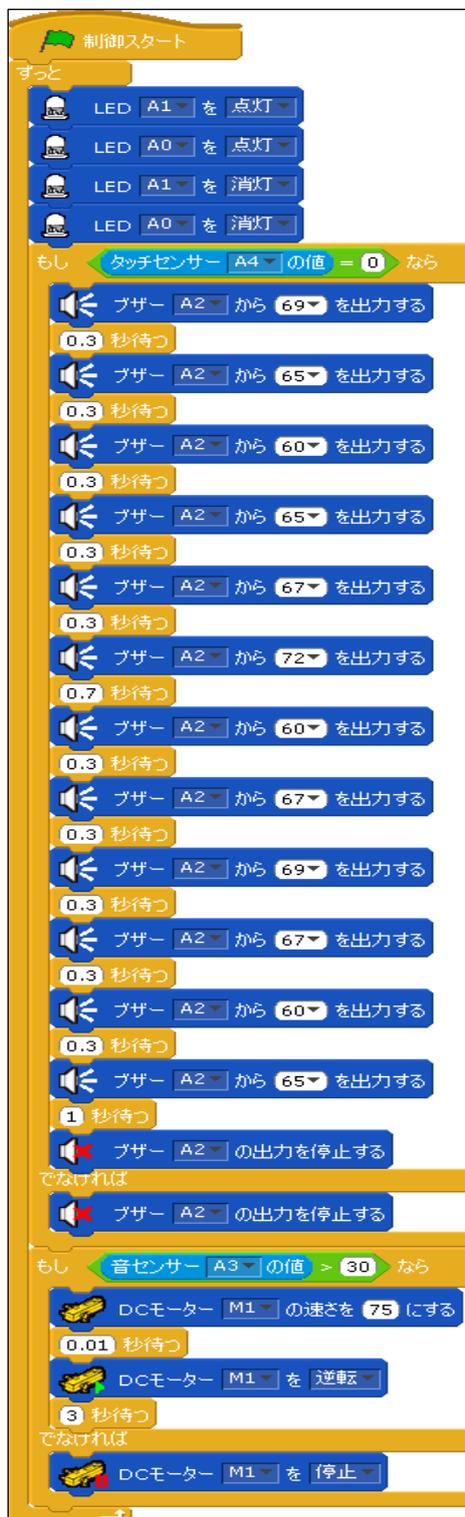


図 5-6 班で制作したプログラム①



図 5-7 班で制作したプログラム②

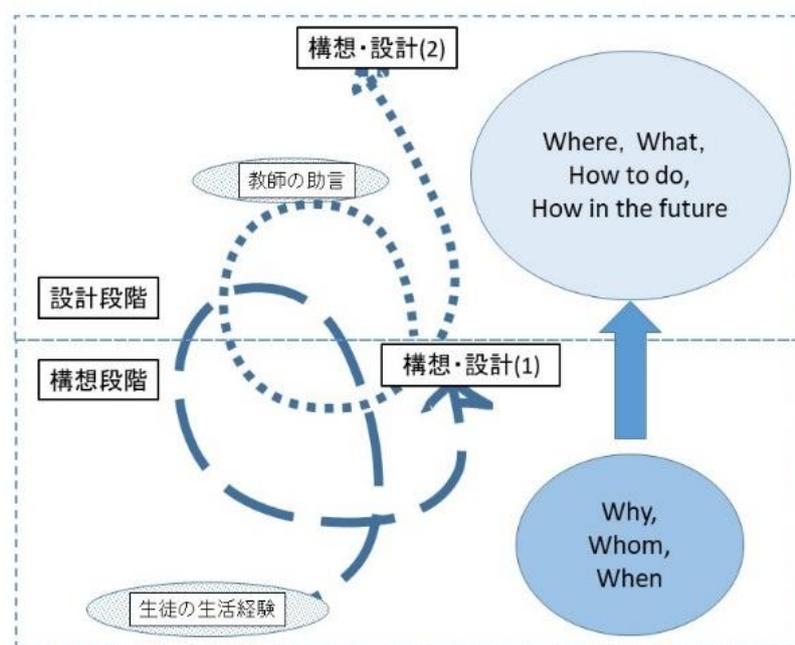


図 5-8 構想・設計を 2 回繰り返す学習展開

### 5.6.3 生徒の評価による有用性の検証

学習の最後に行った発表会後の他の班への付箋紙のコメントを見てみると、デザイン、機能性、目的への対応及び動く仕組みについての称賛があった。これは生徒が製作品を自分が使用する側として評価している。また、改善点のアドバイスで、実際に対象者が装着すると重いと思う、子ども向けには見た目が怖いといった、他者の視点に立って評価しているものもあった。これは、他者の問題について気付くことであり、自らの生活や社会を向上させるべく問題解決に取り組む際に自分の要求だけではなく他者の要求にも配慮して折り合いをつけていく現実社会に必要な能力である。**How in the future** という未来志向の考えが生徒のコメントからも読み取れ、構想・設計を繰り返すことが生徒の将来の問題解決能力の育成に繋がったと考えられる。

アドバイスをもとに班ごとに改善点を話し合う場面では、プログラムの不具合や合致するセンサを選び直す等、具体的な製作の改善点の記入が短時間でできていた。これは、生徒が製作した物は一つであるが、発表会を通して他の班の製作品の 6W6H について思考する機会が 8 班あれば 8 回行われることになり、評価する目が磨かれていくために、短時間でも見通しが持てたのではないかと考えられる。

### 5.7 初等中等教育の流れにおける中学校技術教育のシステムの考察

本節では、初等中等教育の流れにおける中学校計測・制御のプログラミング学習のシステムの考を行う。ここでは、初等中等教育の流れ、学校種による課題解決と問題解決の違い、4 過程の学習過程の重要度の観点から考察する。

まず、学校種の違いによる学習の進展の視点から考察すると、中学校の計測・制御のプログラミング学習に関連して、コンピュータに外部から情報を取り込む計測のプログラミング学習として小学校の理科の学習において温度センサを製作する学習等<sup>70)</sup>がある。中学校では、計測と制御の二つの内容を学習することから、前段階である小学校の学習においては、問題解決の複雑さを下げるために計測か制御かどちらか一方のみまず取り組ませることが考えられる。そして中学校では、問題の複雑さが増し、計測と制御の両方を合わせたプログラミング学習へ進展していく。さらに、計測と制御の両方を合わせたプログラミング学習を高等学校で行う場合は、実習施設等を考慮すると普通高校での学習の接続は難しく、普通教室で実勢出来る程度の限定的な学習になる可能性が高く、主要な内容は専門学科や総合学科に引き継がれる傾向が強くなる。

計測・制御のプログラミング学習では、センサやアクチュエータ等といった物やプログラムの作成等の構成要素が多い。その中で、生徒が自ら問題を発見し解決する物を創造する問題解決の学習に取り組むと問題発見から解決可能な部分の選別、解決策の立案、解決策の設計の部分で考慮する要素が多くなり問題解決の難しさが増すため、センサやアクチュエータ等の物的な物の数や制作するプログラムの行数を考慮して問題解決への製作の難しさを調整することも考えられる。

以下では、問題解決の捉え方と問題発見について、学校種による問題解決の捉え方の違いと問題発見と課題設定の視点からシステムの考察を行う。

問題解決の捉え方の違いは問題発見のレベルの違いによるところが大きい。発達段階を考慮すると、小学校段階では、身の回りの問題について発見する経験の少なさや問題を解決するプロセスを重視することから、教師によって発見された問題を課題として解決していく課題解決学習に取り組むことが多いと考える。中学校では、問題を発見することが徐々にできるようになり、問題発見と問題を解決可能な課題へ進めるプロセスを重視する。高等学校では、潜在的な問題発見となり、より実社会に近い問題の発見と解決となる。中学校段階では、問題発見と発見した問題

を課題として設定し解決していく学習が適切と考える。そして、問題を課題化するためには問題を調査・分析するための基準となる評価規範が必要であることがわかった。また、条件付き最適化として、解決できるレベルへと生徒自身が評価規範を変更することも必要となる<sup>71)</sup>。

問題発見と問題の課題化の手続きが重要であることから、問題発見・課題設定のための構想・設計を2回繰り返す学習展開を提案した。問題解決の学習の流れは、問題の発見→問題点の調査→問題の分析→解決可能部分の選別→解決策の立案→解決策の設計→解決の作業（制作・製作）→結果の評価→さらなる改善のための問題点の再発見のループである。問題解決の学習の流れに、構想・設計(1)から構想・設計(2)までの流れを対応させると、問題発見から解決策の立案、設計までの流れと合致している。具体的には、構想・設計(1)で発見した問題について調査、分析するための基準となる知識や経験を得ることで構想・設計(2)において、解決可能な案を出し設計することができるため理にかなっている。

構想・設計を重視した中学校計測・制御のプログラミング学習について、計測・制御のプログラミング教材、構想・設計を重視した学習計画、ウェビングマップ、6W6Hの観点から考察した。

プログラミング教材の視点では、表5-2はセンサを物的にシステムの要素としてみていることがわかる。

構想・設計を重視した学習計画では、基礎的な知識や技能習得前に行う1回目の構想・設計のアイデアを引き継いだ2回目の構想・設計が行われていることから、知識や技能習得前の段階での構想・設計は、問題を課題化する学習の流れと合致している。

ウェビングマップでは、センサやアクチュエータ等の物的なものが、人の役に立つものという心理的な側面からのシステムの要素とも結びついており、生徒の意識の中で、センサやアクチュエータ等も心理的な側面からシステムの要素として考察している。

ウェビングマップ無しの生徒たちによる構想・設計と製作物の比較では、構想・設計段階で、実現が難しい項目があっても実際に製作をしていくなかで小さな問題発見からの課題解決を行って、最適化していったことがわかる。

問題解決の学習が、学習過程のスパイラル展開の外部情報の収集、記憶・理解・判断、創造、学習成果の表出のそれぞれの過程と関連が深いかを考察した。具体的には、実践した学習展開

を学習の内容と活動に焦点を合わせ、6W6Hの項目<sup>31)</sup>を学習の流れに従って区分化した。6W6Hは、What, When, Why, Where, Who, Whom, How many, How much, How long, How wide, How to do, How in the futureである。これらの具体的な内容を配置すると表5-6としてまとめることができる。以下のことが考察された。

- ・最初に生徒自身が問題を発見し取り組む問題解決の学習においては、1回目の構想・設計より2回目の構想・設計の方が6W6Hの項目が多く出現している。
- ・2回目の構想・設計以降は、6W6Hの項目は同じだが、図5-3、図5-4から項目の一つ一つの内容について深化したことがわかる。
- ・図5-8は、構想・設計を2回繰り返す学習展開を図示しており、6W6Hの項目の中で、学習過程の段階によってどの項目を重視するか評価規範の方向性を表している。

以上、初等中等教育の流れにおける中学校計測・制御のプログラミング学習のシステムの考を行った。

表5-6 6W6Hによる学習の区分化

学習の内容と活動	学習過程のスパイラルな展開 (PDCAサイクルでの学習過程)	6W6H
<b>【問題の発見】</b> ・身の回りにある製品から、センサについて知る。 ・学習課題「センサを使って人の役に立つものをつくろう」	外部情報の収集 記憶・理解・判断 (問題の発見)	Why Whom Who What When Where How to do How in the future
<b>【構想・設計】</b> ・構想・設計(1)を行う。	外部情報の収集 記憶・理解・判断 創造 (構想・設計)	Why Whom Who What When Where How to do How in the future

<p><b>【基礎的な知識・技能習得】</b>          ・コンピュータとアクチュエータ等の役割を知り、プログラミングによる制御について知る。          ・赤外線センサとサーボモータを組み合わせて、観音開きタイプの自動ドアの模型を製作する。          　・光センサ, DC モータ, 音センサについて          　・様々なセンサ, アクチュエータ等について考える。</p>	<p>外部情報の収集          記憶・理解・判断</p>	<p>Who          What          When          Where          How many          How long          How wide          How to do</p>
<p><b>【構想・設計】</b>          ・ウェビングマップを使用し、構想・設計(2)を行う。</p>	<p>外部情報の収集          記憶・理解・判断          創造          (構想・設計)</p>	<p>Why          Whom          Who          What          When          Where          How many          How long          How wide          How to do          How in the future</p>
<p><b>【製作】</b>          ・個人の構想・設計を参考に班で構想・設計を集約し、まとめる。          ・班で製作する。</p>	<p>外部情報の収集          記憶・理解・判断          創造          学習成果の表出          (製作)</p>	<p>Why          Whom          Who          What          When          Where          How many          How long          How wide          How to do          How in the future</p>
<p><b>【評価・改善】</b>          ・製作品の発表。          ・他の班へのアドバイスを書く。          ・他の班からのアドバイスを基に改善について話し合う。</p>	<p>外部情報の収集          記憶・理解・判断          創造          学習成果の表出          (評価・改善)</p>	<p>Why          Whom          Who          What          When          Where          How many          How long          How wide          How to do          How in the future</p>

## 5.8 結言

本章では、中学校での計測・制御のプログラミング学習の際の問題解決の学習を通して、小学校から中学校，ならびに中学校から高等学校へと学習内容の関連性について考察を行った。問題解決の捉え方と問題発見については，学校種による問題解決の捉え方の違いとして問題発見の違いがあることがわかった。問題発見から課題へと焦点化するために，構想・設計を重視した問題解決の学習が有効だと考え実践した。構想・設計を重視した問題解決の学習として，中学校計測・制御のプログラミング学習で構想・設計を2回繰り返す学習を提案し実践した。これは，問題解決の学習の流れに合致している。また，計測・制御のプログラミング教材では，ウェビングマップの検証から，センサやアクチュエータ等の物的なものや生徒の心理的な側面もシステムの要素となることがわかった。6W6Hの視点による考察では，問題発見から解決策の立案，設計までの学習過程で，どの要素を重視し，焦点化していくかの流れが明らかになった。

このように授業実践を多次元の視点から考察することで，中学校技術教育での問題発見から問題解決までの学習過程を系統的に考察することができた。

## 第6章 結論

本研究では、初等中等教育の学習内容を踏まえた中学校技術教育のシステムの考察を行った。教科架橋の視点から小学校、中学校、高等学校の各教科等の学習内容と中学校の技術・家庭科（技術分野）の学習内容との関連性を明らかにし、各教科等の学習内容との接続を意識した問題解決学習の授業実践を行った。実践した三つの問題解決学習についてシステムの考察を行うことで、初等中等教育の中での中学校技術教育の位置付けや学習の方向性が見出された。

第1章では、自身の教育に携わった経験から、技術教育が物理的な材料を扱うものづくりのみではなく、概念形成も含むものづくりであることを認識した経緯について説明した。日本の技術教育の歴史をみると、学習内容が対象物や活動を含んだものから、考え方についての学習が入ってきており、2000年頃を境に資質・能力育成へと転換していった。諸外国の技術教育の動向からも、各教科での学習を実社会での課題解決に生かしていくための教科横断的な教育が求められており、今後は教科ごとに独立したカリキュラムではなく、教科の学びを総合したカリキュラム設計が求められている。初等中等教育における各教科の関連性を俯瞰し教科間の学習内容を接続することは教育課程を考えていく上で重要であることがわかった。中学校の技術・家庭科（技術分野）は、これまでも問題解決の学習に取り組んできており、初等中等教育の学習内容との関連性を整理し、わかりやすく示すことは、今後の技術教育の発展にとって有用であると考えた。教科架橋での教科教育が今後行われていくことを予想すると、初等中等教育の学習内容と中学校技術教育の学習内容との関連性を整理し、具体的な関連が明らかにすることは技術担当教員だけでなく、技術担当教員の臨時免許の率の高さなどから他教科の教員にとっても、さらに学習者にとっても有用ではないかと考えた。

第2章では、初等中等教育の学習内容と中学校技術教育の学習内容の関連性について考察した。学習指導要領における各教科等の学習内容を「見方・考え方」を働かせるという共通の形式で表現することで明確化を図っている。さらに、教科架橋の視点で捉えると、学習過程でどのような能力を身に付けるかに注目し、教科によってこの「見方・考え方」の考え方の部分に含まれている表現や表出を一つの学習過程として分けて考えることでより教科等の特性を明らかにできる。

設計科学の考え方を教科等の学習過程に対応させ、創造性を含んだ各教科の学習過程のスパイラル展開が自己と他者の関係として成立するとする教科の特性の新たな捉え方が提案されている。この学習過程のスパイラル展開について各教科の学習指導要領の内容を対応させ、各々の教科では特にどの学習過程を重要視しているか特徴を抽出した。より重視されている資質・能力が教科の特性として表れており、学齢が上がる毎に学習過程を繰り返していくと資質・能力も階層的に上がっていくことが示された。各々の教科等でどの学習過程を重視しているかが明確化された。そして、中学校の技術教育は、設計科学の考え方に基づいた問題解決を含んだ教育であり、総合的な教科であることがわかった。

第3章では、小学校の学習内容を考慮した中学校ものづくり教育のシステムの考察を行った。問題解決的な学習の中で問題解決の流れを4過程の要素を有するシステムと捉え、4過程を2回繰り返すというシステムについて考察を行い、技術教育の学習初期段階における問題解決学習の2重スパイラル展開の提案をし、実践した。実践についてのシステムの考察により、中学校での技術教育の初期段階での問題解決学習を同一題材で2回繰り返すことの有用性がわかったとともに、学習展開で考慮すべき点や問題解決のための生徒が考えるべき視点なども明らかにできた。

第4章では、高等学校への接続を意識した中学校 Web コンテンツ制作学習のシステムの考察を行った。小学校、中学校、高等学校の情報教育は情報活用能力育成を重視する点から、小学校では教科横断的に情報活用能力の育成を目指すとしてプログラミング学習が必修となり、中学校では技術・家庭科技術分野の中で情報の技術について双方向性のあるネットワークプログラミング学習が追加され、高等学校では共通教科情報が従来の情報科目の社会と情報と情報の科学から情報Ⅰと情報Ⅱに整理され、より現実社会に近い情報技術の実習や問題解決の学習に取り組むこととなった。この現状を踏まえ、他者の視点から評価されるとどうなるのかという未来志向の問題解決学習の視点から中学校と高等学校をつなげることを考え、高等学校の情報デザインの考え方を中学校に取り入れた。ネットワークプログラミングの学習が高等学校へつながることを考慮し、デザインの視点を取り入れたコンテンツ作成段階のPDCAサイクルと、それを生かしたネットワークプログラミング学習段階のPDCAサイクル、これら二つを包括する全体としてのPDCAサイクルというように、多重PDCAサイクルによるWebコンテンツ制作学習の提案をし、実践

した。この際に、小学校からの具体物の操作による学習経験を踏まえる観点から、アンプラグド学習によるネットワーク技術の理解についても実践した。学校種の違いの視点からのシステムの考察として、中学校の情報の技術の学習と高等学校の情報科の学習とが関連性を持っており学習手順に類似性があるが、各々の学校種での学習の目標が異なっていることがわかった。中学校では頭の創造を具体化したものを相手がどう受け取るかという評価の観点であるが、高等学校では相手にわかりやすく見せるかという評価の観点であり、評価の方向性が異なっている。学習活動の視点からのシステムの考察では、コンテンツ作成段階とネットワークプログラミング段階の二つに分けることで、ネットワークプログラミングの学習の難易度を調整でき、中学校段階でも創造的なコンテンツ制作とネットワークプログラミングの両方に取り組むことができることがわかった。システムの考察を行うことで、小学校、中学校、高等学校各々での適切な学習過程、学習内容、問題解決学習の難易度を調整できることがわかった。

第5章では、初等中等教育の流れにおける中学校計測・制御のプログラミング学習のシステムの考察を行った。小学校、中学校、高等学校それぞれで計測・制御の取り扱い方が異なっており、小学校では計測のみや制御のみのようにどちらか一方のみ考える事例が多く、また1入力や1種類のみと限定的に取り扱うことが多く、中学校は計測と制御の両方を併用するが単一または複数の入出力となりデジタル的なON、OFFの扱いが多い。高等学校では、計測・制御の両方を併用して複数の入出力やデジタル情報やアナログ情報を利用するように発展する。この時、普通高校では実習面積等の問題でPC室で実習できる小型コンピュータが使われることもある。このように計測・制御のプログラミング学習は、高等学校普通科においても取り扱われるが、主として高等学校での専門学科や総合学科への学習に繋がることになる。計測・制御のプログラミング学習の高等学校への連続性を考慮すると、普通高校へ進学する生徒が多い現実から、計測・制御のプログラミングを通して身近な生活に関わる問題解決という学習は中学校の技術分野で十分に組み込んでおく必要があることがわかった。そこで、中学校の計測・制御のプログラミングにおける問題解決の学習を行う際には、生徒自身が発見した問題を生徒自身が解決できる課題へ転化させ、解決策を具体化する学習過程を重視した学習展開を提案し、実践した。問題解決の捉え方と問題発見について、学校種による問題解決の捉え方の違いとして問題発見の違いが

あり、問題発見から課題へと焦点化するために構想・設計を重視した問題解決の学習が有効だと考えた。構想・設計を重視した問題解決の学習として、中学校計測・制御のプログラミング学習で構想・設計を2回繰り返す学習を実践した。構想・設計を2回繰り返すことで、問題解決の学習の流れである問題の発見、問題点の調査、問題の分析、解決可能部分の選別、解決策の立案、解決策の設計、解決の作業(制作・製作・育成)、結果の評価、さらなる改善のための問題点の再発見のループの中でも、問題発見から解決策の立案と設計までを意識した学習となっている。構想・設計(1)は問題を発見する段階であり、その後に計測・制御についての基礎的な知識や技能習得という経験値が補完されて構想・設計(2)に進むと解決可能な案を出し設計する過程になることが考察できた。これにより、問題解決の学習では構想・設計を重視することで、問題解決への学習の進展が容易になることが予想される。また、6W6Hの観点から学習過程をシステムの考察することで、問題解決のためにどの視点が不足しているか客観的に捉えることができるため、指導者が学習者へアドバイスする場合の手助けとなる。6W6Hの観点をを用いることで、問題解決のための基礎事項の分類とその展開について明らかにできた。

中学校技術教育についてシステムの考察を通して以下の点が明らかになった。

- ・学習の際の思考の変化(第2章 表2-3より)
- ・学習過程における思考と行動の組み合わせ(第3章 図3-1より)
- ・技術学習における題材に合わせた複数スパイラルの展開(第3章 図3-2より)
- ・PDCAサイクルにおける部分的二重化(第3章 表3-3より)
- ・学齢毎の学習の関連性を考慮した内容に応じた一つの学習内容の区分化(第4章 図4-1より)
- ・問題解決のための基礎事項と展開(6W6Hの問題解決の要素)

以上の知見を基に中学校技術教育は将来社会の中でのどのような能力育成に繋がるかの具体的なシステムの考察の視点を分類することにより技術教育はどのような役割を担っているかを明らかにすることを試みた。中央教育審議会の答申の学校教育に関する主な提言事項<sup>7)</sup>を参考とし、生徒が将来社会の一員としての役割を果たす際にどのような能力が必要であるかを4指標として整理し、本研究で行ったシステムの考察とどのような関連があるかを表6-1にまとめた。

表 6-1 社会に巣立った後に必要となる能力のシステムの評価の適用指標

	指標（目指す教育の方向性の要素）	視点（指標について評価の視点）	適用できるシステムの考察による評価指標	生徒の能力育成の視点 どの部分の能力を向上させようとしたか
1	一生を通ずる人間形成の基礎	学校教育が終わった後に社会の中で生きがいのある人生をどのように送れるか → 人生の中でどのような資質が必要か考察することができるか	<ul style="list-style-type: none"> <li>対象に合わせたスパイラルな学習展開</li> <li>6W6H の How in the future の視点</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>学校教育修了後もスパイラル状に学びを継続していくために、Why（なぜ学ぶのか）を考える力</li> <li>将来を見通す意味での How in the future の視点で考える力</li> </ul>
2	将来における社会の中での個性と社会性	社会生活の中での個人の位置付けに関連しており、精神的な豊かさや社会生活を前向きに営む社会性の構築 → システム的考察によって個人の特徴を抽出でき、社会に馴染むように前向きに考察することができる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>6W6H の How in the future の視点</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>他者と折り合いをつけていくために必要な考えであると同時に、こうあるべきだと理想を掲げ、新たな価値を生み出していく力にも通じる How in the future の視点で考える力</li> </ul>
3	国民としての問題解決能力	国家形成の際の国民の意思疎通を行う際の共通理念を有することができるか → 共通理念を有するための観点を持つことができるか。	<ul style="list-style-type: none"> <li>構想・設計を2回繰り返す学習展開</li> <li>6W6H の視点による問題発見から焦点化する流れの分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>構想・設計を2回繰り返すことで、発見した問題を焦点化することができる力</li> <li>6W6H の中の 5W2H の視点から問題解決について考える要素の方向性がわかる力</li> </ul>
4	社会で役立つ教科固有の専門的能力	<ul style="list-style-type: none"> <li>独自の教育活動を通して、その教育活動でならでの将来役立つ能力が育まれる</li> <li>→ 各教科の特性を理解し、学習によって身に付く能力を理解しているか。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>教科架橋の視点</li> <li>6W6H の視点による問題解決学習の学習過程についての分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各教科の特性から問題解決のどの部分の能力が向上しているかの理解。</li> <li>その教科の学習によって身に付くことができる能力についての理解。</li> </ul>

表 6-1 では、将来生徒が身に付ける資質・能力を指標（目指す教育の方向性の要素）として項目を立てた。この指標に対してどのように評価していくかの視点や適用できるシステムの考察による評価指標を示している。また、生徒の能力育成の視点についても実践事例の結果を生かし記載している。

本研究によって、中学校技術教育は、将来社会の中での生徒の生きる力である問題解決能力育成に繋がるものであると確認できた。また具体的なシステムの考察の視点を分類することにより技術教育が生徒のこれまでの学びを生かして、未来を設計する力を育成する役割を担っていることが示唆された。本研究で得られた初等中等教育の学習内容を踏まえた中学校技術教育のシステムの考察の成果は、今後の中学校技術教育の進展に寄与できるものと確信する。

## 謝辞

本論文の執筆及び研究の遂行にあたり、多くの方々のご指導、ご支援を賜りました。

鳴門教育大学大学院の伊藤陽介教授，鳴門教育大学大学院の菊地章教授，兵庫教育大学大学院の森山潤教授には，博士課程の主旨導教員，副指導教員として，本研究に対する貴重なご意見やご助言を戴き感謝申し上げます。特に菊地章教授には，研究の基礎・基本から博士論文の完成まで親切丁寧にご指導戴きました。ご指導戴きました先生方に心より感謝申し上げます。

佐賀大学の角和博教授には，博士課程進学のご助言を戴き本論文の執筆及び研究の契機を与えてくださいました。また，本論文に関する有益なコメントならびに研究内容に関わる貴重なご示唆を戴き感謝申し上げます。

大学院進学への機会を与えて戴きました佐賀市立城西中学校の大藪日左恵元校長，博士課程の研究を支えて戴きました佐賀市立城西中学校の江浦伸昌校長に感謝申し上げます。

本論文の調査にご協力戴いた生徒・教員の皆様，学会発表等で有益な御意見を戴きました先生方，兵庫教育大学連合大学院の皆様に感謝申し上げます。

私にとって，技術教育への情熱を持ち，技術教育について研究する原動力となっているのは，これまで関わったすべての生徒たちの存在です。新任の頃がむしゃらに授業をしていたときの生徒たちの素直な反応，一対一でとことん向き合った特別支援の生徒たち，新しい試みをする度に興味・関心を示し一緒に授業を作り上げてくれた生徒たち，これまで関わったすべての生徒の皆さんとの活動が私の財産となりました。

3年前，保育園の年少児だった息子が今春小学生になります。私の大学院の学位記の隣に，息子が卒園式で戴いた保育証書を並べてにっこり「お揃いだね」と声を掛けてくれました。研究をする週末の度に息子を遊びに連れ出したり，親子遠足に参加したり，一人で二役をこなす家族を支えてくれた夫には本当に感謝しかありません。

最後に，私の研究を支え，励ましてくれた夫，家族，すべての皆様に感謝の意を表して謝辞といたします。

## 関連発表論文

### [査読付学術論文]

- 1) 西山由紀子, 角和博, 菊地章, 伊藤陽介: 問題発見のための構想・設計を重視した計測・制御プログラミング学習授業実践, 日本産業技術教育学会誌 (一般社団法人 日本産業技術教育学会), 第 63 巻, 第 1 号, pp.41-53, 2021 年 3 月 28 日
- 2) 西山由紀子, 角和博, 菊地章, 伊藤陽介: 技術教育の初期段階におけるストロブブリッジコンテストを通じた 2 重スパイラル展開の提案, 日本産業技術教育学会誌 (一般社団法人 日本産業技術教育学会), 第 62 巻, 第 1 号, pp.29-39, 2020 年 3 月 28 日

### [博士論文に関連する査読無学術論文]

- 1) 西山由紀子: 生活を工夫し創造する能力と態度の育成のための効果的な技術・家庭科の指導, 日本産業技術教育学会誌 (日本産業技術教育学会), 第 58 巻, 第 3 号, pp.175-179, 2016 年 9 月 30 日

### [学術報告]

- 1) 西山由紀子, 菊地章: 第 7 章 応用科学系の教育実践執筆事例(技術授業実践), 菊地章(編) 博士号につながる「教科教育実践学」論文の書き方, (一財)九州大学出版会, pp.113-126, 2020 年 12 月 31 日

### [学会発表]

- 1) 西山由紀子, 角和博, 菊地章, 伊藤陽介: アンプラグド体験を取り入れた情報通信ネットワーク学習の系統的考察, 一般社団法人 日本産業技術教育学会, 第 36 回情報分科会研究発表会, pp.39-42, 2021 年 3 月 13-14 日

- 2) 西山由紀子, 角和博, 菊地章, 伊藤陽介: 技術の見方・考え方育成のためのアンプラグドによるデジタル処理学習, 一般社団法人 日本産業技術教育学会, 第 33 回九州支部大会, pp.15-16, 2020 年 10 月 10 日
- 3) 西山由紀子, 角和博, 菊地章, 伊藤陽介: 価値あるものを生み出す力の育成のために情報デザインの視点を取り入れたネットワークプログラミング学習, 一般社団法人 日本産業技術教育学会, 第 63 回全国大会, p.1, 2020 年 9 月 5-6 日
- 4) 西山由紀子, 角和博, 菊地章, 伊藤陽介: 高等学校情報デザインへの接続を意識した中学校ネットワークプログラミングでの問題解決学習, 一般社団法人 日本産業技術教育学会, 第 35 回情報分科会研究発表会, pp.41-44, 2020 年 3 月 14-15 日
- 5) 西山由紀子, 角和博, 菊地章, 伊藤陽介: 高等学校情報 I の情報デザインへの発展を意識した中学校技術分野の情報学習での問題解決学習の実践, 一般社団法人 日本産業技術教育学会, 第 32 回九州支部大会, pp.87-88, 2019 年 10 月 5 日
- 6) 西山由紀子, 角和博, 菊地章, 伊藤陽介: アンプラグド体験を取り入れた基本的情報セキュリティ学習の実践, 一般社団法人 日本産業技術教育学会, 第 31 回九州支部大会, pp.29-30, 2018 年 10 月 6 日
- 7) 角和博, 西山由紀子, 菊地章: 持続可能社会の構築を目的とした技術教育の概念形成, 一般社団法人 日本産業技術教育学会, 第 31 回九州支部大会, pp.47-48, 2018 年 10 月 6 日
- 8) 西山由紀子, 角和博, 菊地章: アンプラグド体験を伴う情報セキュリティ学習の実践, 一般社団法人 日本産業技術教育学会, 第 61 回全国大会, p.48, 2018 年 8 月 25 日
- 9) 西山由紀子, 角和博, 菊地章: 生徒の日常生活課題の解決のための計測・制御のプログラミング学習の構築と実践, 日本産業技術教育学会, 第 33 回情報分科会, pp.13-14, 2018 年 3 月 17 日
- 10) 角和博, 西山由紀子, 菊地章: デザインの重要性を踏まえた技術教育におけるシステム思考能力の育成, 日本産業技術教育学会, 第 58 回全国大会, p.13, 2015 年 8 月 23 日

- 11)西山由紀子, 角和博, 菊地章 : PDCA サイクルに基づくデザイン学習の実践研究 —ストーリーブリッジコンテストを通して—, 日本産業技術教育学会, 第 58 回全国大会, p.93, 2015 年 8 月 23 日

## 文献

- 1) 原正敏・内田紘：技術教育の歴史と展望，開隆堂出版，pp.19-20 (1975)
- 2) 前掲 1), pp.31-39
- 3) 前掲 1), p.107
- 4) 鈴木寿雄：技術科教育史 戦後技術科教育の展望と課題，開隆堂，pp.12-13 (2009)
- 5) 前掲 4), pp.18-19
- 6) 前掲 4), pp.63-73
- 7) 中央教育審議会初等中等教育分科会：「新しい時代の初等中等教育の在り方 論点取りまとめ」，pp.12-13 (2019)，[https://www.mext.go.jp/content/20200106-mext\\_syoto02-000003701\\_2.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200106-mext_syoto02-000003701_2.pdf)，(最終アクセス日：2021年11月21日)
- 8) 文部科学省：小学校学習指導要領解説 総則編，p.3 (2017)
- 9) 文部科学省：中学校学習指導要領解説 総則編，p.3 (2017)
- 10) 文部科学省：高等学校学習指導要領解説 総則編，p.3 (2018)
- 11) 石井英真：今求められる学力と学びとは，日本標準，p.31 (2015)
- 12) 中央教育審議会：「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」，p.33 (2016)，[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/c\\_hukyo0/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902\\_0.pdf](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/c_hukyo0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf)，(最終アクセス日：2021年11月21日)
- 13) 中央教育審議会：「令和の日本型学校教育」の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す，個別最適な学びと，協働的な学びの実現～（答申）」，(2021)，[https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt\\_syoto02-000012321\\_2-4.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt_syoto02-000012321_2-4.pdf)，(最終アクセス日：2021年11月21日)
- 14) 前掲 12), p.16
- 15) 加藤幸次：教科等横断的な教育課程編成の考え方・進め方，黎明書房，p.52 (2019)
- 16) 前掲 15), p.153
- 17) 菊地章(編)，兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科共同研究プロジェクト(W)研究グループ(著)：学びを広げる教科の架け橋 教科架橋型教科教育実践学の構築，九州大学出版会 (2021)

参考文献

- 18) 前掲 17), pp30-32
- 19) 中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会：児童生徒の学習評価の在り方について（報告），p.10（2019）
- 20) 森山潤・菊地章・山崎貞登（編），兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科共同研究プロジェクト（P）研究グループ（著）：イノベーション力を育成する技術・情報教育の展望，ジァース教育新社（2016）
- 21) 森山潤・菊地章・山崎貞登（編），兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科共同研究プロジェクト（P）研究グループ（著）：子どもが小さなエンジニアになる教室 イノベーション力育成を図る中学校技術科の授業デザイン，ジァース教育新社（2016）
- 22) 紅林秀治：計測・制御学習を例とした技術教育のシステムの考察，兵庫教育大学博士論文（2012）
- 23) 角和博：技術教育における教師と生徒の相互作用を考慮した学習支援のシステム化，兵庫教育大学博士論文（2014）
- 24) 菊地章：学習の活動と対象から見た技術・情報学習のシステムの考察，日本産業技術教育学会 第33回情報分科会 研究発表会 講演論文集，pp. 87-90，（2018）
- 25) 中央教育審議会：「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」，p.14（2016），[https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/c\\_hukyo0/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902\\_0.pdf](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/c_hukyo0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf)，（最終アクセス日：2021年11月21日）
- 26) 前掲 25)，p.27
- 27) 前掲 25)，pp.28-31
- 28) 前掲 17)，pp.222-231
- 29) 前掲 25)，p.35
- 30) 前掲 17)，pp.26-34
- 31) 一般社団法人日本産業技術教育学会：小・中・高等学校でのプログラミング教育実践—問題解決を目的とした論理的思考力の育成—，九州大学出版会，pp.16-17（2019）
- 32) 文部科学省：中学校学習指導要領（平成29年告示），（2017），[https://www.mext.go.jp/content/1413522\\_002.pdf](https://www.mext.go.jp/content/1413522_002.pdf)，（最終アクセス日：2021年11月21日）

- 33) 勝本敦洋・森山潤：児童・生徒のものづくりに対する意識の変化と設計・製作意欲の形成に対する学習適時性の探索的検討，日本産業技術教育学会誌，第 55 巻，第 4 号，pp.271-280 (2013)
- 34) 勝本敦洋・森山潤・上之園哲也・中原久志：中学校技術科「材料と加工に関する技術」の設計学習における生徒のレディネスとしての初期構想力の類型化，日本産業技術教育学会誌，第 59 巻，第 3 号，pp.157-166 (2017)
- 35) 野崎英明・本橋諭・上野耕史・竹野英敏：「はりの曲げ」を理解するための教材の開発，日本産業技術教育学会誌，第 53 巻，第 4 号，pp. 255-262 (2011)
- 36) 北野和義：生徒の設計のつまずきに対処する飛び込み題材の提案と考察，日本産業技術教育学会誌，第 58 巻，第 4 号，pp.233-239 (2016)
- 37) 入江隆：「はりの曲げ」を体感できるマルチメディア学習教材の開発，日本産業技術教育学会誌，第 56 巻，第 3 号，pp.215-224 (2014)
- 38) 山本利一・中圓尾陸・奥村栄司郎：プロジェクトマネジメントを取り入れた「材料と加工に関する技術」の授業実践，日本産業技術教育学会誌，第 59 巻，第 4 号，pp.289-296 (2017)
- 39) 西山由紀子：生活を工夫し創造する能力と態度の育成のための効果的な技術・家庭科の指導，日本産業技術教育学会誌，第 58 巻，第 3 号，pp.167-174 (2016)
- 40) 西山由紀子・角和博・菊地章：PDCA サイクルに基づくデザイン学習の実践研究—ストローブリッジコンテストを通して—，日本産業技術教育学会第 58 回全国大会(愛媛)講演論文集，p.92 (2015)
- 41) 尾崎誠・中村祐治・上野耕史：「技術を評価・活用する能力と態度」の到達レベルの設定とそれに基づく授業実践事例の分析，日本産業技術教育学会誌，第 55 巻，第 1 号，pp.43-52 (2013)
- 42) 日本産業技術教育学会：21 世紀の技術教育，(1999) <http://www.jste.jp/main/data/21te.pdf>，（最終アクセス日：2021 年 11 月 21 日）
- 43) 日本産業技術教育学会：21 世紀の技術教育（改訂），(2012) <http://www.jste.jp/main/data/21te-n.pdf>，（最終アクセス日：2021 年 11 月 21 日）
- 44) 日本産業技術教育学会：21 世紀の技術教育(改訂)—各発達段階における普通教育としての技術教育内容の例示—，(2014) <http://www.jste.jp/main/data/21te-nex.pdf>，（最終アクセス日：2021 年 11 月 21 日）

- 45) 前掲 20), pp.31-34
- 46) 文部科学省：中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説 技術・家庭編, (2017) [https://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387018\\_009.pdf](https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387018_009.pdf), (最終アクセス日：2021 年 11 月 21 日)
- 47) 宮下晃一：第 5 章 小学校におけるものづくり教材の開発(2), 教科内容に基づく小学校教科専門科目テキスト, 初等 技術・情報, 徳島教育印刷, p.35-42 (2015)
- 48) 小山真二：中学校技術・家庭科(技術)における問題解決能力の育成を目指した授業, (2011) <https://ten.tokyo-shoseki.co.jp/contest/tkyoiku/index27.htm>, (最終アクセス日：2020 年 2 月 4 日)
- 49) ウィキペディア：日本・パラオ友好の橋, <https://ja.wikipedia.org/wiki/日本・パラオ友好の橋>, (最終アクセス日：2018 年 11 月 19 日)
- 50) 一般社団法人 日本経済団体連合会：Society 5.0—ともに創造する未来—, (2018) [https://www.keidanren.or.jp/policy/2018/095\\_honbun.pdf](https://www.keidanren.or.jp/policy/2018/095_honbun.pdf), (最終アクセス日：2021 年 11 月 23 日)
- 51) 前掲 46), pp.48-49
- 52) 文部科学省：高等学校学習指導要領解説・情報編, 開隆堂出版, pp.27-30 (2018)
- 53) 長井映雄・菊地章：情報デザイン視点を取り入れた高等学校専門教科情報「課題研究」の授業実践, 一般社団法人 日本産業技術教育学会第 35 回情報分科会 (高知) 研究発表会講演論文集, pp19-22 (2020)
- 54) 鈴木隆将・木下優奈・小島一生・才田亘・村松浩幸：リコメンドシステムのプログラミングを導入した模擬 POS システム教材の開発, 日本産業技術教育学会誌, 第 62 巻, 第 1 号, pp.41-51 (2020)
- 55) 山田哲也・伊藤陽介：地図コンテンツを活用し防災に関する問題の解決を通して深い学びを実現するための技術教育, 日本産業技術教育学会誌, 第 61 巻, 第 4 号, pp.315-321(2019)
- 56) 室伏春樹・高木薫：タブレット端末を利用したプログラムによる計測・制御教材の開発, 日本産業技術教育学会誌, 第 57 巻, 第 3 号, pp.179-186 (2015)
- 57) 増田麻人・大村基将・片岡宗一郎・紅林秀治：状態遷移図を利用したプログラムによる計測・制御教材の開発, 日本産業技術教育学会誌, 第 57 巻, 第 2 号, pp.93-102 (2015)

- 58) 川田浩誉・伊藤陽介：中学校における二足歩行ロボットを用いた計測・制御学習の改良と評価，日本産業技術教育学会誌，第 56 巻，第 4 号，pp.267-274 (2014)
- 59) 菊地章・鎮革：プログラムによる計測・制御学習のための GUI プログラミング環境の構築，日本産業技術教育学会誌，第 54 巻，第 2 号，pp.59-67 (2012)
- 60) 鎮革・菊地章：PIC-GPE と連動した PIC-Monitor の開発，日本産業技術教育学会誌，第 56 巻，第 1 号，pp.19-28 (2014)
- 61) 針谷安男・飯塚真弘・山菅和良：プログラムによる計測・制御学習の授業実践とその学習効果の検証，日本産業技術教育学会誌，第 52 巻，第 3 号，pp.205-214 (2010)
- 62) 紅林秀治・江口啓・兼宗進：制御プログラム学習における中学生の学習効果，日本産業技術教育学会誌，第 51 巻，第 4 号，pp.301-309 (2009)
- 63) 川島芳昭・菊地章・小林剛大・石川賢：情報科学と情報技術の観点に基づくアルゴリズム学習の評価基準の提案，日本産業技術教育学会誌，第 57 巻，第 4 号，pp.213-222 (2015)
- 64) 青木浩幸・西ヶ谷浩史・紅林秀治・他(2 名)：創造的な計測・制御学習のためのプログラミング環境と授業モデル，日本産業技術教育学会誌，第 57 巻，第 4 号，pp.223-230 (2015)
- 65) 萩嶺直孝・田口浩継・山本利一：身近な課題を解決するための模型を題材とした制御学習，日本産業技術教育学会誌，第 51 巻，第 4 号，pp. 277-284 (2009)
- 66) 萩嶺直孝・宮川洋一・森山潤：中学校技術科「プログラムによる計測・制御」の学習における題材タイプの違いによる生徒の反応の差異，日本産業技術教育学会誌，第 55 巻，第 3 号，pp.181-190 (2013)
- 67) 本部康司：<2 実践事例> 「センサを使って自分以外の誰かの生活を便利にしよう」(第 2 学年)-センサの計測による制御と生活課題型のシステムの構築-，静岡大学教育学部附属静岡中学校研究授業報告書 教科実践のまとめ，pp.1-18 (2017)
- 68) 前掲 21)，pp.93-100
- 69) ハーバート A. サイモン著・稲葉元吉・倉井武夫訳：意思決定の科学，産業能率大学出版部，(1979)

参考文献

70) 前掲 31), pp.96-103

71) 前掲 31), pp.15-21

72) 文部科学省 : 1. 学校教育 (特に義務教育) に関する主な提言事項, (1971) [https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/gijiroku/04052101/009/001.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/gijiroku/04052101/009/001.htm), (最終アクセス日 : 2022 年 3 月 28 日)