

中学校技術科における問題発見・課題設定力の育成に向けた研究課題の展望

Prospects on Research Issues on Develop Students' Ability to Identify Problems and Set Tasks in Technology Education

小 倉 光 明* 森 山 潤**

OGURA Mitsuaki MORIYAMA Jun

本研究の目的は、中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科）における問題発見・課題設定力の育成に向けて、関連する先行研究を整理し、今後の研究課題を展望することである。経営学や心理学から見た問題解決の概念、問題解決学習の系譜、STEM/STEAM教育の動向等を俯瞰した上で、関連する先行研究をレビューした。その結果、2017年告示学習指導要領で示された新しい技術科では、STEM/STEAM教育の一翼を担う教科としての期待に応えるため、「技術による問題解決」において「問題」を「現状とあるべき姿のギャップ」、「課題」を「問題を解決するためになすべきこと」と捉え、プロジェクト基盤学習（PjBL）を展開することが重要であると確認された。しかし、これまでの技術科における実践研究では、構想・設計から始まる問題解決が中心となっており、問題発見・課題設定力の育成に焦点が当てられていない状況が把握された。この問題に対し、①技術科担当教員の問題解決的な学習に対する困難意識等の実態を把握する必要性、②技術科の授業における生徒の問題発見・課題設定力を評価する枠組みを設定する必要性、③問題発見・課題設定力の形成に影響する要因の同定と具体的な学習指導方法を確立する必要性、という3つの研究課題について展望した。

キーワード：中学校技術・家庭科技術分野、問題解決能力、問題発見・課題設定、学習指導、研究課題

Key words : technology education, problem-solving ability, identify problems and set tasks, learning guidance, research issues

1 はじめに

現代社会ではグローバル化や情報化が目まぐるしいスピードで進行している。それに伴って、ロボットや人工知能、ビッグデータ、IoTなどが速いスピードで相互に影響し合い、一つの出来事が広範囲かつ複雑に伝播するような予測困難な時代が到来するとされている¹⁾。経済産業省は、「新産業構造ビジョン」において、2030年に向けて超スマート社会である Society5.0 や様々な繋がりによって新たな付加価値の創出や社会課題を解決する Connected Industries の実現を目指している²⁾。このような時代背景のもと、教育においても変化が求められている。現代のような知識基盤社会では、共通に習った「知識」がそのままの形で社会で使えず、状況に合わせて修正して活用したり、問題解決に必要な知識を検索したり、入手した知識を関連付けてまとめたり、足りない知識を自分で作ったりすることが必要になると言われている³⁾。

OECD の DeSeCo はこのような能力をキーコンピテンシーとして「道具を相互作用的に用いる能力」、「異質な人々からなる集団で相互に関わり合う能力」、「自律的に行動する能力」と定義している。同 OECD の PISA では、キーコンピテンシーをベースとしながら、「これまでに身に付けてきた知識や技能を、実生活の様々な場面で直面する課題にどの程度活用できるかを測る」ことを目的として、その到達度調査を行なっている^{4) 5)}。PISA

には世界 79 カ国（2018 年実施）が参加しており、その考え方や結果は世界の教育改革に大きな影響を及ぼしている⁶⁾。また近年では OECD がラーニングコンパス（学びの羅針盤）を提唱している。これはウェルビーイングに向けて、子ども達が学校教育に留まらず社会を通じて、自ら進むべき方向性を見出す学習の枠組みである⁷⁾。

このような社会的背景や、教育動向を受け、日本の学校教育においてもコンピテンシーを学習のベースとした 21 世紀型能力が設定された⁸⁾。これは「思考力」を中核とし、それを支える「基礎力」、その使い方を方向づける「実践力」という 3 層構造で構成される。中核となる「思考力」には、問題解決・発見・創造力、論理的・批判的思考力、メタ認知・適応的学習力が位置付けられている。この枠組みを基として、「子どもが各教科等において深い学びを達成し、その成果を統合することで、社会で生き抜き、社会自体をよりよい方向へと変えることができるための資質・能力を身に付けられるように教育課程を構造化する」とした。これを受け、文部科学省の教育課程企画特別部会での論点整理ではこれからの教育において、育成すべき資質・能力として「問題を発見し、その問題を定義し解決の方向性を決定し、解決方法を探して計画を立て、結果を予測しながら実行し、プロセスを振り返って次の問題発見・解決につなげていくこと」が必要であるとした^{再掲 1)}。

これらを踏まえ、2017 年告示の中学校学習指導要領

* 兵庫教育大学大学院博士課程教科教育実践学専攻生活・健康系教育連合講座

令和 3 年 7 月 13 日受理

** 兵庫教育大学大学院人間発達教育専攻生活・健康・情報系教育コース 教授

(以下、新CS)の解説技術・家庭科編では、「生活や社会の中から技術に関わる問題を見いだして課題を設定し、解決策を構想し、製作図等に表現し、試作等を通じて具体化し、実践を評価・改善するなど、課題を解決する力を養う。」が目標として設定された⁹⁾。かつてから問題解決学習を実施してきた技術科であるが、コンピテンシーベースの学習への流れを受け、より一層、問題解決能力の育成が重要視された。従前の学習指導要領では、問題解決が構想・設計から始まっていたのに対して、新CSでは「生活や社会の中から技術に関わる問題を見いだして課題を設定」する力(以下、問題発見・課題設定力)の育成の必要性が新たに明記された点に大きな特徴を見出すことができる。

また同じく新CS解説技術・家庭編では、技術科の学習過程を、①既存の技術の理解、②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、⑤成果の評価、⑥次の問題の解決の視点の6段階に整理している。このうち問題発見・課題設定力は②に関わる能力である。つまり、この問題発見・課題設定力はその後の問題解決過程に大きな影響を与える重要な力であると考えられる。しかし、新CSで新たに盛り込まれた内容であるため、問題発見・課題設定力を育成することが喫緊の課題となっている。

そこで本研究では、問題解決的な学習における問題発見・課題設定の概念と問題解決学習の動向を踏まえて先行研究をレビューし、問題発見・課題設定力の育成に向けた課題を展望することとする。

2 問題発見・課題設定の概念

問題という言葉は、広辞苑によると、①問いかけて答えさせる題、②研究・論議して解決すべき事柄、③争論の材料となる事件、④人々の注目を集めていること、とされている¹⁰⁾。本研究で扱う問題はこのうちの②に相当するものであるが、この定義では捉える意味の範囲が大きく、問題発見・課題設定力の育成を考えたときに、適切であるとは言い難い。そこで、企業や組織が抱える多くの問題を解決することについて古くから研究を行っている経営学の視点からその定義と、問題解決の具体について検討する。

2.1 経営学における問題と課題の概念

経営学は、企業や組織を管理・運営するための手法を研究する。その際、重要となるのが、経営上で発生した問題を解決していく力や問題を発見し経営をより良くする力を育成することである。

Herbert. A. Simonは問題を解く前の状態の初期状態から問題が解決した目標状態までの空間を問題解決空間とし、この空間内で状況を更新する手続きを操作子として、問題の解決過程を整理した¹¹⁾。その際に「問題解決は目標の決定、現状とあるべき姿との差異(ギャップ)の発見、それらの特定の差異を減少させるのに適当な記憶の中にある、もしくは模索による、ある道具ま

たは過程の適用という形で進行する」とし、問題を「現状とあるべき姿との差異(ギャップ)」と定義した。このように問題を定義し、問題解決を問題発見の段階から検討している点でSimonは後の経営学の研究に大きな影響を与えた。

佐藤はSimonの問題の定義を援用しつつも、現状とあるべき姿の差異を見出しただけでは問題解決を十分に行うことができないとし、問題構造をさらに詳細に分析した¹²⁾。佐藤によれば、現実的な問題解決では制約条件や外乱、既定のプロセスが存在し、その中で問題解決者にできることを行う必要があるとしている。そして、この条件の中で問題解決者にできることを入力と呼び、得られる結果を出力とした。佐藤はこの整理によって問題解決の手段をより詳細に検討し、問題解決の手立てを取りやすくした。また、佐藤は、問題を、すでに発生しており、現状に着目した問題の「発生型」、より高い理想を設定し意識的に作られた問題の「探索型」、未来の危険を予測し準備しておく問題の「設定型」の3つのタイプに分類し、問題解決の糸口を示している。そして、見出した問題に対して、「見いだした差を埋めるためになすべきこと」を課題として定義している。このように佐藤は企業や組織経営での問題解決へ向けて、より具体的に問題解決の構造を整理した。

問題解決において、構造的に問題を把握するという形ではなく、多面的に問題を把握するというアプローチも見られる。経営学で援用される手法として、Tinbergenの4つの問いがある¹³⁾。これは、動物行動学においてTinbergenが動物のある行動について、理解が十分であるとするためには、4つの問いに答える必要があるという主張にはじまる。それは具体的には①至近要因(対象内のどのようなメカニズムでそうなるのか)、②発生要因(対象内に蓄積されたどのような履歴によるものか)、③系統進化要因(対象を越えたどのような歴史的経緯によるものか)、④究極要因(対象を越えたどのような適応的価値があるのか)の4つである。この4つの問いから問題を見つめることで問題に対するアプローチを整理する。

同様に斉藤はSimonの問題の定義をベースとしながら、あるべき姿への多面的な検討が重要であるとしている¹⁴⁾。具体的には①Purpose(目的軸)、②Position(立場軸)、③Perspective(空間軸)、④Period(時間軸)の4つの側面からの検討が必要であるとし、これらの視点から問題を検討することで問題の発見をより明確なものにしようとしている。

経営の現場ではこれらの理論をもとに様々なフレームワークが活用される¹⁵⁾。問題を見つける段階では現状とあるべき姿のギャップを見つめる「As is/To be」や8つの問いを立てて問題を多面的に捉える「6W2H」、問題を整理する段階では「ロジックツリー」、優先順位を決定する段階では「緊急度/重要度マトリクス」や「意思決定マトリクス」等が用いられている。経営学の分野ではその後、市場の分析や解決に向けての発想、戦略立

案や業務改善，組織マネジメント等が行われるためさらに多くのフレームワークが活用されている。

また，商品開発的な視点からの問題解決についても検討する必要がある。技術的な商品の開発にはニーズとシーズの概念が多く用いられている。藤田によれば，企業が新たな製品・サービスを開発する際の起点としてニーズ志向とシーズ志向の二つが挙げられるとしている。シーズは企業が保有する独自の技術やノウハウ，アイデアなどであり，ニーズは顧客の要求である。このうち，シーズを中心として開発を行う場合をシーズ志向，ニーズを中心として開発を行う場合をニーズ志向としている¹⁶⁾。岩間はこのニーズとシーズを融合させることが重要であるとし，融合を促進する要因として技術とその進展状況の把握，技術者によるマーケティング，コンセプト創造と技術開発，実物モデルの提示の4つが重要であることを明らかにしている¹⁷⁾。

以上のように，経営学の分野では問題発見・課題設定について多くの研究がなされており，いずれも企業や組織の管理・運営が目的であった。また，製品開発という視点ではニーズとシーズの概念が重要であった。しかし，いずれにおいても企業や組織を管理・運営するための手法として研究されており，思考プロセスや学びという視点からの研究ではない。そのため，経営学での概念を踏まえつつ，教育における問題と課題について検討する必要がある。次章では，教育における問題・課題の概念について整理する。

2.2 教育における問題・課題の概念

問題解決学習は，我が国の教育課程に多く取り入れられているため，問題や課題をどのように扱うかが重要となる。文部科学省において，問題と課題についての文章化された明確な定義はなされていない。しかし，問題や課題という単語は多く用いられており，新CSでは総合的な学習の時間の目標を「実社会や実生活の中から問いを見いだし，自分で課題を立て，情報を集め，整理・分析して，まとめ・表現することができるようにする。」としている¹⁸⁾。また，数学では，「事象を数理的に捉え，数学の問題を見いだし，問題を自立的，協働的に解決することができる。」ことが重要であるとし¹⁹⁾，理科では「自然の事物・現象の中に問題を見い出して課題を設定し，予想や仮説を立てたり，観察・実験の条件を考えたりすることで観察・実験を計画する」としている²⁰⁾。さらに，技術科の目標は「生活や社会の中から技術に関わる問題を見い出して課題を設定し，解決策を構想し，製作図等に表現し，試作等を通じて具体化し，実践を評価・改善するなど，課題を解決する力を養う。」としている。これらの記述から，問題と課題についての明確に定義した記述はないものの，問題については「発見」という意味合いの表現を用い，課題については「設定」という意味合いの表現を用いていることから，両者を区別して取り扱っていることは明瞭である。この「発見」と「設定」という表現に着目して，問題と課題

の定義について考察すると，先に述べた経営学で定義される，「あるべき姿と現状とのギャップ」という問題の定義では，現状とあるべき姿を探索的に考える中でそのギャップへと辿り着くことから，問題は見出される（発見される）ものであると考えられる。また，その「問題を解決するためになすべきこと」として，課題は設定されるべきものであると捉えられる。

吉水は総合的な学習の時間で問題発見力を育成する授業実践を，社会科教育では，問題発見能力を育成する授業モデルの提案を行なっている。そこではいずれもSimonの問題の概念を援用し，実践研究を行なっている²¹⁾。また，技術・家庭科家庭分野では村田らが，「問題発見」思考ツールの開発及び評価を行っている²²⁾。この研究においても，Simonの問題の定義を援用している。

これらのことから問題と課題は区別して用いる必要があり，それは，学習指導要領で用いられている通り，問題は「発見」し，課題は「設定」する必要がある。また，問題と課題の定義については，教育の分野においてもSimonの考え方である「あるべき姿と現状とのギャップ」という定義が援用されて研究が行われていることが確認できた。また，課題についてもSimonの考えを基に佐藤が定義している「問題を解決するためになすべきこと」を用いることが妥当であると考えられる。

3 問題解決学習の系譜と問題発見・課題設定

経営学における問題解決は，企業や組織の管理・運営が目的であるため，現実的に問題解決が完結できるかどうか主に主眼が置かれていた。教育における問題解決学習では思考のプロセスや学習過程が重要であると考えられる。そこで，心理学の側面と，教育方法学における問題解決的な学習の側面から整理する。

3.1 心理学に基づく捉え方

(1) 心理学における問題解決研究の系譜

市川は心理学における問題解決の流れを整理している²³⁾。それによれば，現在の問題解決に対する心理学的な研究のきっかけとして20世紀初頭の内観法による個人の意識を要素に分解して取り扱う研究を挙げている。その後，外部に現れる行動を研究対象とする行動主義が興隆する。その中で，問題解決の過程は解法探索の過程とみなせることや²⁴⁾，問題の理解や把握が問題解決に極めて重要であることが示された²⁵⁾。発達心理学の分野ではPiagetが乳幼児の発達過程を調べ，人間の持つ先天的なイメージ理解能力の存在を示唆した²⁶⁾。また，情報処理的なアプローチによる研究も行われた。安西はコンピュータのシステムと人間を比較することで，思考過程の分析を行なっている²⁷⁾。これらの研究は問題解決の構造やメカニズムの解明につながった。しかし，いずれにおいても，問題発見・課題設定ではなく問題解決過程に焦点が当てられている。

(2) 問題解決における創造性研究

問題解決過程の中でも創造性に着目した研究も多くみられる。弓野によれば, Osborn, A. が提唱した CPS : creative problem solving (創造的問題解決) は, 思考の発散と収束を問題解決に活用するプロセスであるとしている。これには, 第1相「挑戦の探索」, 第2相「アイデアの生成」, 第3相「行動の準備」の3相があるとしている。「挑戦の探索」は目標や願いについてデータ収集を伴いながら探索していく段階, 「アイデアの生成」は幅広く多様なアイデアを生み出す段階, そして「行動の準備」は解決策を整理し具体的な計画を考えていく段階である²⁸⁾。この3相に分けられた段階的な CPS プロセスは行動を起こす前段階までである課題設定の段階に着目している点に特質がある。

問題解決を段階的に分析した研究として, 高橋は, 問題解決を「(1) 問題設定」「(2) 問題把握」「(3) 課題設定」「(4) 課題解決」「(5) 総合評価」「(6) 解決行動」の6ステップに整理している。その上で, (1) ~ (4) のステップでは発想の能力が必要であるとしている²⁹⁾。また, 発想には連想力が必要であるとし, 連想の仕方によって自由連想, 強制連想, 類比連想に分類している³⁰⁾。さらに高橋によると, 発想には, J.P. Guilford の言う情報収集の段階と情報処理の段階が必要であるとしている³¹⁾。この情報収集と情報処理の関係については, 「感覚器官を活用して, 見たり, 聞いたり, 触ったりして, 物を認知 (cognition) し, それらを脳に記憶 (memory) しストックする」こととし, その「記憶などを利用して情報処理活動をする」と説明している。

このような記憶と創造性との関連については, Finke らが提唱した創造的認知アプローチであるジェネプロアモデルにおいても研究されている³²⁾。ジェネプロアモデルでは, 創造プロセスは心的なイメージを生成する生成段階と, そのイメージを解釈する探索・解釈段階の二つの段階のインタラクションとして表される。この内, 生成段階が問題発見の場面に当てはまると考えられるが, 小橋は生成段階で記憶検索, 連合, 心的合成, 心的変形, 概念結合, アナロジー転移, カテゴリー還元が行われるとしている³³⁾。

これらの問題解決過程における創造性に関する研究から, 問題解決には創造性が重要な役割を担っていること, そして, 創造性を働かせるには知識の獲得が重要であり, それは問題発見の場面においても同様であることが確認された。

(3) 問題解決と認知心理学における転移研究

認知心理学において, 学習した知識を別のことに結びつけて考えることを一般的に転移と呼ぶ。このことから, 身につけた知識を生活や社会の事象に当てはめて問題を見いだしたり, 課題を設定したりする思考過程は, 転移と捉えることができる。

E.D. Gagne はその中でも, 知識の質による転移の差について, 検討している。Gagne によれば, 転移を行うた

めには, 知識と知識が結びつきあい構造的に関連を持つことである知識の体制化が必要であるとしている³⁴⁾。そして, この体制化を行う準備段階として, 領域固有の知識を学習する必要があるとしている。この領域固有の知識を持ち合わせていない場合, 今までの一般的な知識や経験で問題解決に取り組むことになるため, 一般的な問題解決方略の類推による推論が行われるとしている。

一方で, 学習した知識によって思考の幅に制限がかかる可能性も指摘されている。箱田によれば Dunker は, ある対象の機能について特定の考えを持っていると, 対象の別の機能を用いることが抑制されるという機能的固着が生じることを指摘している³⁵⁾。また, Luchins は, 人が過去の経験に基づいた特定のやり方で反応する傾向を心的構えとし, 経験の内容によっては問題解決を抑制するバイアスとして作用することを指摘している³⁶⁾。

これらのことから, 心理学では問題発見や課題設定について, 創造性という視点や, 転移という視点で研究が進められているということが確認された。しかし, 心理学では問題解決者の思考がどのようになっているかということに着目しており, 問題発見・課題設定力を高めるという「育成の視点」での研究は必ずしも十分ではない。そこで次章では教育方法学ではどのように問題発見・課題設定が捉えられているかについて整理する。

3.2 教育方法学における問題解決的な学習の系譜

(1) 経験主義における問題解決学習

教育方法学における問題解決的な学習を提唱した第一人者として, J. Dewey が挙げられる。太田によれば, Dewey の教育観は民主的な市民を育成し, 社会の構成員となし, 社会を改造していくことであるとしている。その中で, 知識と行動の一元化や子どもの自己活動を重んじるとしている³⁷⁾。また, 伊藤によれば, Dewey は経験によって生み出される知性こそ, 現実のさまざまな問題を解決する力であり, 問題の探究を方法的に行う力を身に付けさせる必要があるとしている。そして, 問題解決における探究的な科学の方法の習得を教育に持ち込んだところにその特質があるとしている³⁸⁾。さらに, 井上はこの知性の活動が Dewey のいうところの反省的思考であるとし, それは「可能的解決の暗示」, 「知性的整理」, 「指導的観念」, 「推論」, 「行動による仮説の検証」の5段階から構成されているとしている³⁹⁾。このように民主的な市民の育成に向けた, 子どもの自己活動と, 反省的思考による問題解決学習に価値を見出したところに Dewey の新規性があり, その後の教育方法学に大きな影響を与えた。

Parkhurst は, Dewey の影響を受け, 生徒自らが設計した学習計画をもとに個別に学習を進める教育実践 (ドルトン・プラン) を行なった⁴⁰⁾。その中では, 生徒が自発的に研究し, 相互交流し, 協力することができる環境が整えられ, 各生徒がそれぞれ自分の抱える問題を出し合って話し合いながら学習が進められるシステムを構築した。Washburne は Dewey の「教育された個

人とは社会的個人であり、社会とは個人の有機的統一体である」という教育における社会性に共鳴し、子どもの個性と社会性の育成を目的として、集団的・創造的な活動を取り入れた教育実践を行なった^{41,42)}。

Kilpatrick は Dewey の問題解決学習をさらに発展させ、目的設定、計画、実行、評価の4段階から作業単元を構成する、プロジェクトメソッドを確立した。それは生徒自らが自分の持っている目的の達成を目指す「目的的活動」が重要であるとし、教科に縛られず、教科を横断した点にもその特質があると考えられる^{43,44)}。

(2) プロジェクト基盤学習

このプロジェクトメソッドが発展して、現代ではプロジェクト基盤学習 (PBL: Project Based Learning) として広く用いられている。PBL は同じ表現で問題基盤学習 (PBL: Problem Based Learning) としても用いられるため、両者を区別するため、前者を PjBL、後者を PbBL と表現することもある (本論文においても以後、この表現を用いる)。胸組はこの PjBL と PbBL の違いについて整理している⁴⁵⁾。PjBL はプロジェクトの完成を通して解答を見出す学習方法で、高次元な思考を可能にするとしている。一方の PbBL は課題を解決することを通して特定の話題について学ぶという、知識とスキルの応用であるとしている。同様に湯浅は PjBL と PbBL について、それぞれの特徴を整理している⁴⁶⁾。それによると、PbBL は医療教育で用いられたことが始まりであり、研修医が診断スキルを獲得できるようデザインされたとしている。その特徴として学びをスタートさせる問題に、現実的で不良構造を持つものが選ばれ、この問題に取り組むためには、新しい知識の獲得や問題を解決する方略を推論することが必要とされるようデザインされている。それに対して PjBL はプロジェクトの成果物が学習目標の大きな割合を占め、知識の適用に主眼が置かれる。また、この PjBL が学習方略として広く普及した要因として認知科学の影響を挙げている。これは認知科学の進展によって、学習が伝達された情報の蓄積ではなく学習者が自ら知識を構築することや、コミュニティの中で学習は行われるということが明らかとなったことで、PjBL が高く評価されるようになったためであるとしている。

これら PjBL や PbBL には手法やねらいは異なる点があるものの、互いに学習者が自分自身の学びの計画を立てながら、協調性を持って学びに取り組み、教師はサポートに回るという、学習者を中心とした学びである点で共通している。そのため、これらの実践及び教育理論は個に焦点を当て、自ら目的を立てたり、計画を立てたりし、問題発見・課題設定も含んだ問題解決学習であると認識される。しかし、いずれにおいても、そのシステムや環境、学習段階に重きが置かれており、問題発見・課題設定力を育成するという観点からはあまり語られていない。

(3) デザイン思考を取り入れた問題解決的な学習

近年ではデザイナーの認知過程をモデル化し、社会課題の解決に利用しようとする動きも出てきている。それは一般的にデザイン思考と呼ばれ、デザイナーがユーザに向かうことで問題解決案を生み出すことから考案されている。具体的には、デザイナー思考の、共感、問題の定義、創造、プロトタイプ、テストのプロセスを辿る問題解決過程である (デザインプロセス)⁴⁷⁾。デザイン思考の分野では、アメリカのシリコンバレーに1991年に創設されたデザイン会社である IDEO が、その代表的な存在として取り上げられることが多い。IDEO の創設者の一人である David Kelley はその後、スタンフォード大学で d.school を立ち上げ、デザイン思考は現在、世界的に大きな影響を及ぼしている。土田によれば、デザイン思考は、表面的なデザインではなく、企画の段階からデザインを意識すること、様々なプロセスやプロトタイプを試行すること、短期間で結果を出すことにその特徴があるとしている⁴⁸⁾。デザイン思考を取り入れた教育実践は、日本においては高等教育で行われることが多い。例えば川瀬は大学において、デザイン思考を取り入れた実践を行なっている。そこでは、意識的にデザイン思考を行うことで、多様な活動が創出され、体験的に理解が深まることを明らかにしている^{49,50)}。また、倉林も同様に大学において、デザイン思考に基づき問題設定・解決手法の提案能力の育成を行なっている⁵¹⁾。

山内はこのデザイン思考のプロセスの教育への援用について考察を行なっている。それによれば、デザイン思考のプロセスは従来の専門家が論理的に問題解決手法を導き出していることへのアンチテーゼであるとし、専門知なしで問題に挑むところに特徴が見られるとしている⁵²⁾。そして、これはユーザを重視した思考プロセスであり、製品開発において重要な役割を担っているとする。しかし、教育における学習活動で取り扱う問題においては、専門知が必要であり、専門知無しでの問題解決の困難さを指摘している。そのため、初期段階で、専門知を身につけた上で、問題発見からのプロセスに入るダブルループ型問題解決デザインモデルを提案している。

以上、教育方法学における問題解決的な学習の系譜を整理した。これらのことから、教育方法学における問題解決学習の重要性は広く認知されており、PjBL や PbBL をはじめとした多くの実践がなされてきている。しかし、それらは問題解決のプロセスに重きが置かれ、問題発見・課題設定にはあまり着目されていない。一方でデザイン思考は共感や問題定義など、問題発見・課題設定と言える段階から行われていることが確認できる。また、高等教育機関においてもデザイン思考に基づいた問題解決学習も行われている。しかしその一方で、デザイン思考が専門知無しで問題解決に取り組むプロセスを辿るという背景から、知識量がまだ少ないと思われる初等中等教育での実施に課題が残ると考えられる。

4 STEM/STEAM 教育における問題解決の捉え方

近年、現実社会の課題解決に生きる問題解決能力を育成する教育のあり方として、STEM/STEAM 教育への着目が高まっている。

アメリカでは、技術的素養のスタンダードである STEL (Standards for Technological and Engineering Literacy) が ITEEA によって刊行されている⁵³⁾。この STEL は K-12 において Technology および Engineering 教育を促進することを目的としている。STEL では、Technology, Design 等の用語が多く用いられるが、ここで用いられる用語の概念について森山が整理している。それによれば、Technology は「問題解決と人間の可能性を拡大するシステムを発展させる知識とプロセスの生成を含む、人間活動によるイノベーション」とし、Design は「人間のニーズと欲求への対処、あるいは問題解決を目的とし、資源を製品やシステムに換える際の計画を生み出すための反復的な意思決定プロセス」としている。このように、STEL で用いられている単語が問題解決と密接な意味で用いられていることから、問題解決を重要視していることが確認できる⁵⁴⁾。

また、STEL が重視する Technology と Engineering を含んだ技術教育における問題解決学習として、広く認知されているものに、STEM/STEAM 教育が挙げられる。この内、STEM 教育は Science, Technology, Engineering, Mathematics の内容を横断・連携した、統合的な問題解決学習である^{再掲 45)}。この STEM 教育が展開されるきっかけとなるのは 1957 年のスプートニクショックによる科学技術力の重要性や、産業競争力向上に向けた科学技術系人材育成のニーズの高まりを受けて、西欧諸国で科学技術教育改革運動である第一次 STEM 教育の改革運動が起こったためである⁵⁵⁾。その後 1990 年代終わりから 2000 年代前半にかけて、IT を中心としたハイテクノロジー産業の発展に伴う理工系人材へのニーズの高まりにより、アメリカを中心に第二次 STEM 教育の改革運動が隆盛する⁵⁶⁾。このアメリカの STEM 教育を受けて、日本でも STEM 教育学会が設立されている。そこでは「現実の課題に対して、S・T・E・M などの個別の領域からではなく、融合させて解決していくという考え方」が大切であるとし⁵⁷⁾、教科を横断して問題解決に取り組むという点に STEM 教育の特徴があるとしている。この STEM 教育の統合の考え方については、胸組が整理している。その中で、Kelly と Knowles の滑車装置の各部品を STEM に見立てて分野相互の関係性と示した滑車モデルを引用している。それによれば、STEM 教育では、Science, Technology, Engineering, Mathematics が「エンジニアリングデザイン」で統合されているとしている⁵⁸⁾。

また、この STEM 教育の流れに呼応して 2006 年には Yakman によって STEAM 教育という STEM に Arts-Liberal が加えられた教育カリキュラムが提唱された⁵⁹⁾。Yakman の提案する STEAM 教育は STEM と統合する Arts が芸術以外の Liberal Arts も含むことに特徴がある。

胸組はこの STEAM 教育が文脈的に統合されているのか、内容的に統合されているのかを検討している。文脈的な統合で考えるとその源流は進歩主義教育であり、Dewey の経験主義、Kilpatrick のプロジェクトメソッドからの文脈を引き継いだ結果、教科を統合したプロジェクトベースの問題解決学習として STEAM 教育が成立したと考察している。また、内容統合では既存の STEM に、Arts-Liberal が加わったことで、内容的な統合が行われた見方もできると考察している。いずれにせよ、STEAM 教育は問題解決学習を重視する教科横断的な学習であることが確認できる。

これらのことから、アメリカでは、STEL をはじめとした問題解決学習が重要視された教育施策が行われており、それは社会的な背景から科学技術に重点が置かれたものであった。その中でも STEM 教育は科学技術に重きを置いた教科横断的な問題解決学習であり、その統合の中心にはエンジニアリングデザインが置かれていた。また、現在は Arts-Liberal も含んだ STEAM 教育が進められているが、STEM 教育と同様に問題解決が重要視されていることが確認できた。

我が国においては、教科横断的な学習として総合的な学習の時間が設置されている。文部科学省の教育課程部会では、STEAM 教育の世界的な動向を受けて、総合的な学習の時間について、これからの社会に向けて幅広い分野で新しい価値を提供できる人材を養成できるよう「[総合的な学習の時間]や「総合的な探究の時間」,「理数探究」等における問題発見・解決的な学習活動の充実を図る」としている⁶⁰⁾。また、山崎は、SDGs と連動する Society5.0 の実現に向けて、アメリカの STEAM 教育から日本発の STEAM 教育を構築する必要があるとし、そのための論点整理を行なっている。その中で、STEAM 教育の S・T・E・A・M のそれぞれの関係性を再整理している。そこでは Technology, Science, Mathematics, Arts-Liberal の中心に、デザイン思考に Engineering の考え方が加えられたエンジニアリング・デザインプロセス (Engineering & Design Process) が用いられている⁶¹⁾。

これらのことから、アメリカにおいて進められていた教科横断的な問題解決学習である STEM/STEAM 教育が日本の教育にも影響を与えており、STEM/STEAM 教育の中心にエンジニアリング・デザインプロセスが貫かれていることが確認できた。このエンジニアリング・デザインプロセスは「制約条件とニーズの特定」、「問題の発見」、「解決方法の考案」、「解決方法の選択」、「試作品の製作」、「試作品の評価」、「改善」のループを回ることによって問題を解決する⁶²⁾。これはデザイン思考 (デザインプロセス) をベースとし、エンジニアリングの人の願いを実現するために人工物を創造するという概念が組み込まれたものである。そのため、デザインプロセスがそうであるように、エンジニアリング・デザインプロセスにおいても、問題発見・課題設定の概念が盛り込まれていることがわかる。また、問題発見の前段階

として、「制約条件とニーズの特定」が置かれていることも確認できた。

次章では、ここまで確認してきた経営学や心理学から見た問題解決の概念や、問題解決学習の系譜、海外の動向を踏まえて、中学校技術科における問題解決学習と問題発見・課題設定についてレビューする。

5 中学校技術科における問題解決学習と問題発見・課題設定の整理

5.1 技術科における問題解決学習の系譜

技術科の必修化は1958年であり、その成立には科学・技術と産業の国際競争力を高めるといった社会的な背景があった。その中でも、成立段階から、「一般教育としての技術教育は技術習得のための練習を主とするものではなく、それは問題解決のためのプロジェクトとして課せられるのが建前である」とし、問題解決を重視した教科であった⁶³⁾。これは技術科のものづくり学習が20世紀初頭のKilpatrickのプロジェクトメソッドの理念を背景に持つためである⁶⁴⁾。その後、男子向きから男女共修へと変化したり、1989年には「情報基礎」領域が加わったり、授業数が70時間へと削減されたりと時代とともに変化してきたが、共通して問題解決的な学習を中心に置いた学びを展開してきた。

このような流れの中、2017年告示の新CSでは、技術科の目標を「生活や社会の中から技術に関わる問題を見いだして課題を設定し、解決策を構想し、製作図等に表現し、試作等を通じて具体化し、実践を評価・改善するなど、課題を解決する力を養う。」としている。成立当時より問題解決学習を重視してきた技術科であるが、より一層の充実ため、新CSで新たに問題発見・課題設定の必要性が示された。また、新CSではこの問題発見・課題設定を行う際、技術の見方・考え方を働かせることが必要であるとしている。この技術の見方・考え方は、教科等を学ぶ本質的な意義の中核となるものであり、技術科では「生活や社会における事象を、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。」としている⁶⁵⁾。

このように技術科における問題解決学習は成立当時からプロジェクトメソッドの理念を背景としつつ、技術の見方・考え方を働かせたプロジェクト基盤型の問題解決学習(PjBL)として、その独自性を確立していることが確認された。また、STEM/STEAM教育において、TとEは技術科教育が担う部分であり、その中心を貫くエンジニアリング・デザインプロセスには問題発見・課題設定力が内包されることから、その育成の重要性も把握できる。しかし、これらは技術科の大きな枠組みでの議論であり、技術科における問題解決の具体的な捉えや、題材開発及び実践を整理する必要がある。次章ではそれらについて整理する。

5.2 技術科に関する問題解決的な学習の先行研究

(1) 技術科における問題解決学習の捉え

技術科はものづくりを通したプロジェクト基盤型の問題解決学習(PjBL)を中心とする。そのため、技術科における問題解決学習を考える上で、ものづくりそのものの作業過程を整理する必要がある。岳野は一般的なものづくり過程と、技術科におけるものづくり過程について整理している^{再掲64)}。岳野によれば、Carl Mitchamが、一般的なものづくりの活動過程を、抽象的な思考段階、具体的な思考段階、手を動かす思考段階、実用と検査の段階の4段階に分析しているとしている⁶⁶⁾。そして技術科におけるものづくり過程は、動機、設計・計画、製作、評価であるとしている⁶⁷⁾。これらのことから、ものづくりが生活や社会を豊かにすることを目的としているため、作業過程が製作のみに留まらず、動機から始まり、設計・計画、製作、評価という一連の流れの中で行われることがわかる。

その上で、森山は技術科における問題解決のプロセスを詳細に整理している。それによれば、技術科の問題解決は①問題または目標が目前にあり、②解決の手段や方法が直接的に与えられていない時に、③手段や方法を発見したり、組み合わせたりすることを通して、④目標に到達しようとするプロセスをたどるとする⁶⁸⁾。そのため、問題解決は常に初期状態、目標、方法で構成される多様な問題空間を持つとし、プロジェクトは方法拡散型課題もしくは目標拡散型課題に整理される。このことから、ものづくり過程と問題解決のプロセスは親和性が高く、技術科において、問題解決学習が進められやすいことが確認できる。さらに森山は生徒がこのようなプロジェクトに取り組む場合に遭遇する可能性がある問題解決のタイプについても検討している。その結果、探究のプロセス、設計のプロセス、トラブルシューティング、プロジェクトマネジメントの4つタイプの問題解決が学習活動になるとしている。そして、このうち、探究のプロセスでは身近な技術的な事象に対して興味・関心を抱いたり、疑問や問題を自ら発見したりする力の形成に寄与することを明らかにしている⁶⁹⁾。

また、谷田らは、技術科における問題解決の特徴について検討している⁷⁰⁾。それによると、技術科の問題解決は製品やシステムのデザインに基づく創造指向の問題解決であるとしている。それに対して、理科など他の教科における問題解決は探究指向の問題解決であるとし、その方向性が大きく異なると指摘している。日本産業技術教育学会の「21世紀の技術教育(改訂版)」では、創造指向である技術科の問題解決について「身近な問題から、環境問題に至る様々な問題を技術的視点で設定し、課題化して、一定の制約条件のもとで、ものづくり等を通して最適化を図りつつ解決する」とし、幅広い問題を技術的な活動によって解決することの必要性を示している⁷¹⁾。また、森山は、このような技術科の問題解決において、その授業デザインには「ユーザの視点から客観的に解決すべき問題やニーズを考えさせる」必要

があるとし、ユーザ視点の重要性を指摘している⁷²⁾。

この項では、技術科における問題解決について整理を行った。その結果、技術科はものづくりを伴うという教科の特性上、問題解決との親和性が高く、創造指向の問題解決という独自性の高い問題解決学習が行われていた。また、問題発見の過程は探究のプロセスの一つであることについても確認できた。次章では、その実践について整理する。

(2) 技術科における問題解決学習の実践

技術的な問題解決学習の実践に関する先行研究は問題解決能力の育成に関する研究、問題解決のプロセスに関する研究、問題解決学習に関連する要因の研究に分けられる。

問題解決能力の育成に関する研究は以下に整理できる。田口らは設計の過程において、学び方を育てることにより、自ら問題解決能力を高めることができる指導法について検討している。その結果、系統性を意識させながら学習に取り組ませることで意欲が向上すること、生徒の疑問や課題を解決していく方法で授業展開していくことで生徒主体の授業を行うことが可能となること、アイディアスケッチをさせることで学ぶ意欲が高まることを明らかにしている⁷³⁾。中島らは技術科の一指導過程を通して、生徒の問題解決能力がどのように変化していくかを検討している。その結果、問題解決能力は授業の進行に応じて変化していくことを明らかにしている。その上で、小単位ごとに発生する問題の内容とその解決方法の特徴についても分析しているが、その中で、学習した知識と技能を関連付けて製作の構想や計画・準備する授業では、知識に関する問題と技能に関する問題が多く発生することについても明らかにしている⁷⁴⁾。

問題解決のプロセスに関する研究は以下に整理できる。世良らは問題解決的な材料加工学習において、AltshullerのTRIZの原理をヒントとして与える方略と、設計を具体化するための複数の支援策の中から自分に必要だと思われる支援策を自ら選択させるという方略を通した授業実践を行い、その学習効果について検討している。その結果、設計に向けた構想が広がり、生徒の工夫・創造する力や態度の高まりを示唆している⁷⁵⁾。尾崎らは現職教員259名にアンケート調査を行い、生徒の技術的課題解決力と技術的課題の難易度とを適合させる段階案について検討している。その結果、アンケートの回答から6クラスに分類し、問題解決のタキシノミーと組み合わせて段階案を作成している⁷⁶⁾。宮川らはオブジェクト指向イベントドリブン型のプログラミングにおける問題解決過程をプログラム作成能力との関連から明らかにしている。その結果、問題解決過程の構成因子と、プログラム作成能力の高い生徒は、知識が豊富であり、オブジェクトを適切に機能化し、組織的にエラーを探索・修正することができるという特徴があることを明らかにしている⁷⁷⁾。佐田らは問題解決能力育成のために、生徒が問題をどのように解決しているかと

いう思考過程について検討している。その結果、生徒が技術的な課題を解決する場合、その課題に含まれる小さな課題について問題表象し、知識転移しなければならないことを明らかにしている。そして、そのためには、事前にその課題に関係する知識を構造的に強く結び付けておく必要があるとしている⁷⁸⁾。上之園らは技術科教育における生活応用力の育成に効果的な実践形態を、生徒761名に対して問題解決経験尺度と生活応用力尺度を用いた質問紙で、教員7名に対して、インタビューを行うことで調査を行っている。その結果、題材設定において個別課題重視-共通課題重視、指導意図においてプロセス重視-プロダクト重視の2軸で累計化し適切な実践形態について明らかにしている⁷⁹⁾。森山は、問題解決的な学習に関する実態調査の結果に基づいて、担当教員が用いる支援方略を探索的に把握している。その結果、学習内容の違いによって支援の力点に差異が生じている傾向を明らかにしている⁸⁰⁾。同じく森山は、問題解決学習の指導過程が、生徒の学習意欲に及ぼす影響について検討している。その結果、設計・製作・点検という指導過程を設定した場合、学習意欲が製作段階を中心に高まり、点検の場面で減衰することを明らかにしている。また、改良を中心とした場合は学習の最終段階で最も高まることを明らかにしている⁸¹⁾。岳野らは、生徒の問題解決過程で、思考活動をイメージの操作活動と捉え、生徒がどのようなイメージを表象し、処理しているかについて認知心理学的な視点から明らかにしている。その結果、イメージには階層があることや、生徒に課す問題によっては知識の豊富さとともに技能の適切な運用も必要であることを明らかにしている⁸²⁾。市原らは中学校技術科における生徒の問題解決に対する熟慮・衝動型認知スタイルとの関連を検討している。その結果、熟慮型の生徒の方が、衝動型の生徒よりも、探究、設計及びトラブルシューティングの問題解決プロセスを適切に使用することができることを明らかにしている⁸³⁾。中尾は、生徒が自ら試行錯誤して問題解決する場面を提供する授業の工夫における重要なポイントについて検討している。その結果、生活に近い文脈の教材を用い、十分な試行錯誤の時間を確保すること、そして、問題解決への見通しを立てる段階と問題解決の方法を発想する段階という二段階の設定が重要であることを明らかにしている⁸⁴⁾。

問題解決学習に関連する要因の研究は以下に整理できる。戸荻らは問題解決的な授業を通して育成される創造性が授業内容に関わる学習レディネスとどのような関係にあるかについて検討している。その結果、学習レディネスの上位群、中位群、下位群の3群について、上位群では創造的思考の育成と深く関わることを明らかにしている⁸⁵⁾。中尾らは生徒に問題を与え、それについて考えさせることで、知識や技能がどのように定着するかについて検討している。その結果、少し工夫すれば解決できるような難易度の問題を与え、考えさせることで、様々な発想が生み出され、自分たちで問題解決の

方法を考え出し、知識が体系化されやすくなることを明らかにしている⁸⁶⁾。三枝らは知識の学習や実践的な経験が問題解決能力の育成にどのような影響を及ぼすかについて検討している。その結果、実践的な経験を積んだり、学習から知識を得たりすることによって、発想が豊かになることを明らかにしている⁸⁷⁾。

これらの先行研究から技術科では、問題解決のプロセスや知識・経験などの関連要因などを踏まえ、問題解決能力の育成に向けた研究が数多く行われており、その内容は多岐にわたることが確認できた。ただし、これらは、いずれにおいても、構想・設計以降の問題解決に焦点を当てた研究といえる。

(3) 問題解決能力を高めうる教材開発及び授業実践に関する研究

問題解決能力を高めうる教材開発及び授業実践に関する研究は、教材開発に関する研究、授業実践に関する研究、問題解決の前段階にあたる技術の見方・考え方に気づかせる実践研究に分けられる。

教材開発に関する研究は以下に整理できる。末吉らは学校の災害時避難所機能に着目し、技術科内容「B 生物育成の技術」における問題解決的な題材の開発と実践を行なっている。その結果、生徒が植物に関する科学的知識が身についたと感じたとともに、栽培の計画・評価ができるようになり、農業技術の良いところ悪いところ気づけるようになることを明らかにしている⁸⁸⁾。魚住らは問題解決能力の効果的な育成に向けて、設計プロセスを重視した教材について検討している。その結果、設計プロセスを重視した題材として、福祉分野のように総合的で社会的な課題が適していることを明らかにしている⁸⁹⁾。宮川らはビジュアルプログラミングにおける生徒の問題解決を支援する Web コンテンツを開発し、その効果を検討している。その結果、動的なコンテンツを含むオンライン型の学習資料が、生徒の問題解決を適切に支援することを明らかにしている⁹⁰⁾。藤井らは「プログラムと計測・制御」において、計測と制御の考え方に関する問題解決場面を提示しながら科学技術活動を理解する教材を構成しその効果を検討している。その結果、開発への参入意欲の向上は見られなかったものの、技術科に対する意識等に変容が見られたことを明らかにしている⁹¹⁾。中島らは自律型ダンスロボット製作を題材とした技術科カリキュラムの改善と教材開発を行っている。そこでは指導カリキュラムを7ステージに分け、ステージを進めながら問題解決能力を養うように設定している。その実践の結果、豊かな人間性や創造性の育成に加えて、問題解決能力の育成を行うことができたとしている⁹²⁾。

授業実践に関する研究は以下に整理できる。堤らはロボットコンテストの作品製作に向けた授業で協働的問題解決の授業を実践している。その結果、課題解決に向けて生徒同士が対話をする、教師が焦点化した声かけを行うこと、司会役を設定しまわりの生徒に意見を

させるように問いかけることが必要であることを明らかにしている⁹³⁾。加藤らは医療・介護技術のシステムの問題解決的な内容について、技術ガバナンスレビューを通して、技術イノベーション力を育成する授業実践を行なっている。さらにそこでは製品モデル開発の本質的な目的（ニーズ）と各自がこれまで学習で身につけた技術力（シーズ）に基づいて医療機器の開発者の立場に立って製品を開発する学習を設定している。その結果、技術の最適化と製品やシステムのアイデアを発想して提案できる力が育成されることを明らかにしている⁹⁴⁾。西崎らは単元を構成する際に、問題を発見しやすいように比較・検討する場面の設定を行ない、授業実践を行なっている。具体的には問題発見の場面を意識しつつ、電気自動車の製作や作物の育成を行なっている。その結果、電気自動車については走行させながら、速度が足りない、様々な道を走行させるにはどの問題を発見し、解決に向けて課題を設定すれば良いかという問題解決活動ができたとしている⁹⁵⁾。箕田らはガイダンスの中で、企業から提供された分解用掃除機を用いて、問題発見・解決に重点を置いたアイデア発想の授業実践を行なっている。具体的には導入ビデオの視聴、アイデアシートの記入、「教室の不便さを解消するためのアイデア」の考案、掃除機の分解、「教室の不便さを解消するためのアイデア」から課題を設定するという流れで構成した。その結果、問題発見・解決に関連したプレゼンの発表を行うことができたことから、問題発見・解決への視点が育成できたことを明らかにしている⁹⁶⁾。

問題解決の前段階にあたる技術の見方・考え方に気づかせる実践研究は以下に整理できる。末吉らは「D 情報の技術」における技術の見方・考え方への気づきを深める題材の開発を行い、授業実践を行なっている。その結果、「お年寄りに役立つロボット」の構想の考案、「お掃除ロボット」の動きから開発者の問題解決を読み取る活動、擬似開発の体験によって、開発者の立場に立った技術の見方・考え方を深めることができることを明らかにしている⁹⁷⁾。向田は「C エネルギー変換の技術」において、ダイソンエンジニアリングボックスを利用した分解・組立活動を通して設計における問題解決の意図を考えさせる授業の実践を行なっている。その結果、9割以上の学習者が掃除機に組み込まれている技術の最適化について考えることができたことを明らかにしている⁹⁸⁾。萩嶺らは「手動発電 2LED ライト」を題材とした分解・組立て学習において、問題解決の工夫を読み取らせる指導方法の違いによる学習効果について検討している。その結果、事前説明クラスは事後説明クラスに比べて難しいが楽しいという傾向が見られ、事後説明クラスは事前説明クラスに比べて技術の仕組みが理解でき、工夫を読み取ることができることを明らかにしている⁹⁹⁾。

本項では、問題解決能力を高めうる教材開発、授業実践、問題解決の前段階にあたる技術の見方・考え方に気づかせる実践に関する研究について整理した。多くの研究が、設計以降の問題解決過程について焦点を当てた研

究であった。中には、西崎らの研究や箕田らの研究にみられるように、問題発見・課題設定に着目した授業実践に関する研究が、わずかであるが行われていることも確認できた。ただし、西崎らの実践研究は問題解決過程の中で実践上の問題を見だし解決するという傾向が強く、新CSにある生活や社会の中から問題を見だし課題を設定し、その解決を図る授業とは言えないため、本研究で扱う問題・課題との定義に乖離があると考えられる。また、箕田らの実践研究は「教室の不便さを解消するためのアイデア」の考案という場面が設定されており、本研究における問題・課題の概念と同様の研究であると考えられる。しかし、この実践は分解用掃除機の学習効果に焦点が当てられており、問題発見・課題設定の実態把握や、育成プロセスについては言及されておらず、問題発見・課題設定力育成の観点では不十分であると言える。

また、多くの問題解決学習に関する研究がなされているものの、上野らが全国の中学校38校に対して行った調査では、設計について十分な能力が身に付いていないことを明らかにしている¹⁰⁰⁾。これは問題解決能力の育成が十分でないとも取ることができる。そのため、問題解決能力の育成でどのような点で躓きがあるかを把握することが、問題発見・課題設定力を育成する上で、必要であると考えられる。

(4) 教科横断的な問題解決に関する研究

教科横断的な問題解決に関する研究は以下に整理できる。川原田は教科横断的なSTEAM教育を通して、資質・能力を育成する学習方略を、既存の教科とは別に「プログラミング学習」を新設した上で、各教科等間でバランスドカリキュラムを編成し、実践している。その結果、システム思考とデザイン思考を働かせ、エンジニアリング・デザイン方略を活用した問題解決学習が実践できたこと、SDGsのテーマを重視したバランスドカリキュラムが実践できたこと、ティンカリングから導入するプロジェクト学習が重視できたこと、サイエンスとアートを、エンジニアリングとデザイン方略で架橋する最適解の導出を重視することができたことを明らかにしている¹⁰¹⁾。木村らはSTEM教育の実践と課題について検討している。その結果、教材開発における産学連携による問いの設計の効果と難しさ、STEM教育の普及体制の整備、STEM教育に関わる人材の発掘・育成と実践に向けた支援について、課題があることを明らかにしている¹⁰²⁾。小島らは低・中程度の統合度のSTEM教育に着目し、公立中学校の教科の時間において、ペーパーブリッジコンテスト、惑星の分類、小学生への教材づくりの授業実践を行い、効果の検証を行なっている。その結果、公立の中学校の様々な学習場面で授業実践が可能であること、興味関心や問題解決に対する自己効力感の向上に効果があることを明らかにしている¹⁰³⁾。

これらの先行研究から、教科横断的なプロジェクト基盤型の問題解決学習が実施されていることが確認でき

た。中には小学校へ向けた教材づくりなど、ユーザのニーズから問題を発見して、課題を設定し、問題解決を行う実践も見られた。いずれの研究においても、最終的に成果物を生み出すことで問題解決に向かうことから、技術的な問題解決が中心となっていることが確認できる。このことから、STEM/STEAM教育の進展のためには、技術科の充実が必要であり、その一助となりうる問題発見・課題設定力の育成が重要であると考えられる。

6 課題と展望

6.1 問題の所在

前章では、問題解決的な学習における問題発見・課題設定の概念と問題解決学習の動向を踏まえて先行研究をレビューした。その結果、問題解決的な学習はその歴史的背景からも技術科の分野で重要視されており、多くの研究がなされていることが確認できた。しかし、一部を除いてほとんどの研究が構想・設計以降に着目した研究であり、問題発見・課題設定に着目した研究はわずかであった。問題発見・課題設定に着目した実践研究では、問題・課題の概念的な部分で新CSの問題・課題との間にずれがあることや、教材の効果に着目した研究のアプローチをとっていることから、問題発見・課題設定の実態把握や、育成プロセスについては言及されていないことが把握できた。

これらのことから中学校技術科における問題発見・課題設定力の育成を行う上で、以下の通り問題を整理することができる。

第一に問題解決的な学習に関する研究が多く行われているにも関わらず、教育現場での問題解決能力の育成が十分に行われていないことから、問題解決能力の育成を行う上で、どのような点で躓きがあるのかを明らかにする必要がある。

第二に問題発見・課題設定の実態が明らかにされていないことである。上述の通り、技術科における問題解決的な学習についての研究は多くなされてきている。しかし、問題解決の起点となる問題発見・課題設定についての研究はほとんどなされていない。現在の問題発見・課題設定の場面は導入的な位置付けになっており、その実態が研究されていない。その実態を明らかにするため、本研究で確認した「現状とあるべき姿のギャップ」という問題の定義と、「問題を解決するためにすべきこと」という課題の定義を用いつつ、問題発見・課題設定力を有する状態ではどのような特徴を示すのかについて明らかにする必要がある。

第三に問題発見・課題設定力の形成要因が明らかでないことである。山内が指摘しているように、例えば研究者が研究活動を行うときには問題を同定するまでに研究の半分近い時間と手間をかけることがしばしばであり、その過程も文献を読むだけでなくフィールドに出て観察やインタビューを行い、他者と議論するなど問題発見・課題設定自体にプロセスがあると考えられる。それゆえに、問題発見・課題設定力の育成を考えたときには、

どのような要因で問題発見・課題設定力が構成されているのかを明らかにしていく必要があると考えられる。そしてこれらの問題を明らかにできて初めて、問題発見・課題設定力を高めうる学習指導方法について検討が可能となると考えられる。

問題発見・課題設定は探究のプロセスの一つであり、言い換えれば問題解決の一つであると捉えることができる。そのため、これまで整理してきた問題解決能力の育成方法が問題発見・課題設定力に応用できる可能性がある。しかし、それは定かではなく、上記の問題に対して探索的に検討する必要があると考えられる。

6.2 研究課題の展望

上述した問題を解決するためには以下に示す研究課題に対処することが重要であると考えられる。

問題解決的な学習に関する研究が多く行われているにも関わらず、教育現場での問題解決能力育成が十分に行われていない。この問題を改善するためには様々なアプローチが考えられるが、その第一歩として技術科担当教員が抱く困り感を把握する必要がある。これが第一の研究課題である。

我が国を含め、海外においても重要視されている問題解決学習であるが、問題発見・課題設定に着目した研究はほとんどなされていない。そのため、問題発見・課題設定力の実態を明らかにする必要がある。それに向けて、技術科の問題発見・課題設定における問題と課題の定義を基に技術科教育における問題発見・課題設定力を評価する枠組みを先行研究を参考にして設定する必要があると考えられる。これが第二の研究課題である。

問題解決能力の育成に関する研究や問題解決のプロセスに関する研究は多くなされている。しかし、その知見が、問題発見・課題設定力の育成という限定された場面にそのまま当てはまるかどうかは定かではない。そのため、問題解決能力の育成において必要とされた要因が、問題発見・課題設定力に対してどのような影響を及ぼすかについて検討する必要がある。その際、第二の研究課題で明らかになった問題発見・課題設定の評価の枠組みの活用が考えられる。また、新CSにおいて問題発見・課題設定の前段階として示されている技術の見方・考え方の学習が問題発見・課題設定力に及ぼす影響についても検討する必要があると考えられる。そして、得られた結果をもとに、問題発見・課題設定力を高めうる学習指導方法について検討する必要があると考えられる。これらが第三の研究課題である。

以上の研究課題には連続性があり、順序立てて継続的に解決していくことで、技術科教育における問題発見・課題設定力育成の一助となる指導方略を確立することができると考えられる。

7 おわりに

本研究では、中学校技術科における問題発見・課題設定力の育成方法を確立するため、経営学や心理学から見

た問題解決の概念や、問題解決学習の系譜、海外の動向について整理した。それらに基づき、技術科における問題解決学習に関連する先行研究のレビューを行うことで、技術科における問題発見・課題設定力の育成方法の検討に向けた問題点を明らかにし、それらを解決するための課題を展望した。その結果、問題解決能力の育成が十分でない可能性があること、問題発見・課題設定力の実態が定かではないこと、問題発見・課題設定力の形成要因が明らかではなく、その育成方法が確立されていないこと、が問題として明らかとなった。今後はこれらの問題を明らかにするため、(1) 教育現場における技術科担当教員が感じている困り感の把握、(2) 問題発見・課題設定力を評価する枠組みの設定と、それをういた実態把握、(3) 問題発見・課題設定力の形成要因の分析及び、育成方法の確立、といった連続性のある研究課題に対処することが求められるであろう。

なお、筆者らは(1)に対して、生徒の工夫・創造力を育成する学習指導に対する教員の意識について検討している¹⁰⁴⁾。また、(2)に対して、技術科内容「C エネルギー変換の技術」における問題発見・課題設定力を評価する枠組みの検討の研究を進めている¹⁰⁵⁾。この研究が上述した問題発見・課題設定力育成の研究課題の解決に寄与することを期待している。

参考文献

- 1) 文部科学省：教育課程企画特別部会 論点整理
https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2015/12/11/1361110.pdf
- 2) 経済産業省：新産業構造ビジョン（2017）、https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/shinsangyo_kozo/pdf/017_05_00.pdf
- 3) 国立教育政策研究所：資質や能力の包括的育成に向けた教育課程の基準の原理、https://www.nier.go.jp/05_kenkyu_seika/pdf_seika/h25/2_1_allb.pdf
- 4) 松下佳代：新しい能力による教育の変容、日本労働研究雑誌、No.614、pp.39-49（2011）
- 5) OECD：PISA、<https://www.oecd.org/pisa/>
- 6) 国立教育政策研究所：OECD 生徒の学習到達度調査（PISA）～ 2018 年調査国際結果の要約～、https://www.nier.go.jp/kokusai/pisa/pdf/2018/03_result.pdf
- 7) OECD：ラーニングコンパス（学びの羅針盤）2030、https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/learning-compass-2030/OECD_LEARNING_COMPASS_2030_Concept_note_Japanese.pdf
- 8) 文部科学省：育成すべき資質・能力を踏まえた教育目標・内容と評価のあり方に関する検討会、https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2014/07/22/1346335_02.pdf
- 9) 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、開隆堂出版、p.23（2017）
- 10) 新村出：広辞苑第六版電子版（2016）

- 11) ハーバート・A. サイモン：意思決定の科学，産業能率大学出版社，pp.95-96（1979）
- 12) 佐藤允一：問題解決入門，ダイヤモンド社，pp.56-95（2003）
- 13) Tinbergen Niko：On Aims and Methods of Ethology, *Zeitschrift fur Tierpsychologie*, 20, pp.410-433（1963）
- 14) 斉藤嘉則：問題発見プロフェッショナル，ダイヤモンド社，pp.95-108（2001）
- 15) 小野義直・株式会社アンド：ビジネスフレームワーク図鑑，翔泳社，pp.17-38（2018）
- 16) 藤田和樹・赤坂文弥・木見田康治・根本裕太郎・栗田雄介・下村芳樹：製造業の事業展開を支援するニーズとシーズのマッチング手法，精密工学会秋季大会，公益社団法人精密工学会，pp.229-230（2012）
- 17) 岩間仁・近藤正幸：製品開発におけるニーズとシーズの融合，年次学術大会講演要旨集，研究・技術計画学会，第18巻，pp.441-444（2003）
- 18) 文部科学省：中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 総合的な学習の時間，https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afiel_dfile/2019/03/18/1387018_012.pdf
- 19) 文部科学省：算数・数学ワーキンググループにおける審議の取りまとめについて（報告），教育課程部会 算数・数学ワーキンググループ，https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/073/sonota/_icsFiles/afiel_dfile/2016/09/12/1376993.pdf
- 20) 国立教育政策研究所：全国学力・学習状況調査の調査結果を踏まえた学習指導の改善・充実に向けた説明会中学校理科 https://www.nier.go.jp/kaihatsu/setsumeikai/30setsumeikai/18emsci_01.pdf
- 21) 吉水裕也：問題発見能力を育成する中学校社会科地理授業の設計，社会科研究，第57号，pp.61-70（2002）
- 22) 村田晋太郎・永田智子：中学校家庭分野における「問題発見」思考ツールの開発及び評価，兵庫教育大学学校教育学研究，第30巻，pp.55-61（2017）
- 23) 市川伸一：認知心理学4思考：東京大学出版会，pp.108-109（1996）
- 24) Duncker.K.：On problem solving, *Psychological Monographs*, 58, No.270, pp.1-112（1945）
- 25) Wertheimer.M.：Productive thinking., Harper&Row（1945）
- 26) Piaget.J 滝沢滝彦：思考の心理学，みすず書房（1968）
- 27) 安西祐一郎：問題解決の心理学，中公新書，pp.207-235（1985）
- 28) 弓野憲一：創造的問題解決，北大路書房，pp.60-78（2006）
- 29) 高橋誠：発想と企画の心理学，朝倉書店，pp.2-4（2013）
- 30) 高橋誠：発想と企画の心理学，朝倉書店，pp.73-83（2013）
- 31) Guilford,J.P.・Scott G Isaksen：Frontiers of creativity research Beyond Basics, Bearly Ltd（1987）
- 32) 石井成郎：一般の人に対する「創造性の教育」，日本心理学会，心理学ワールド，第63巻，pp.13-16（2013）
- 33) 小橋康章・市川伸一：認知心理学4思考，東京大学出版会，pp.193-194（1996）
- 34) E.D. ガニエ：学習指導と認知心理学，パーソナルメディア，pp.194-217（1989）
- 35) 箱田裕司ら：認知心理学，有斐閣，pp.249-251（2010）
- 36) Luchins.A.S.：Mechanization in problem solving.The effect of Einstellung. *Psychological Monographs*,54,No.248（1942）
- 37) 太田健児：J. デューイと問題解決型学習再考，尚絅学院大学，pp.36-38
- 38) 伊藤信隆：教育課程論，健帛社，p.38（1983）
- 39) 井上弘：授業過程の改造，明治図書，p.42（1970）
- 40) 宮本健市郎：ドルトンプランの成立過程とヘレンパーカストの思想形成，日本の教育史学，第42巻，pp.132-148（1999）
- 41) 宮野尚：1920年代のウィネトカ・プランにおける実践研究の態勢—デューイ思想の影響に注目して—，カリキュラム研究，28巻，pp.15-27（2019）
- 42) 宮野尚：ウィネトカ・プラン成立期における活動領域の意義—教師の力量形成のための構想—，日本の教育史学，61巻，pp.45-56（2018）
- 43) 高田喜久司：プロジェクト法，学校教育研究所年報，43巻，pp.62-71（1999）
- 44) 佐藤隆之：キルパトリック教育思想の研究 - アメリカにおけるプロジェクト・メソッド論の形成と展開 -，教育哲学研究，92巻，pp.117-124（2005）
- 45) 胸組虎胤：STEM教育とSTEAM教育—歴史，定義，学問分野統合—，鳴門教育大学研究紀要，34巻，pp.58-72（2019）
- 46) 湯浅且敏・大島純・大島律子：PBLデザインの特徴とその効果の検討，静岡大学情報学研究，16巻，pp.15-22（2011）
- 47) スタンフォード大学 ハッソ・プラットナー・デザイン研究所：デザイン思考5つのステップ，<http://www.nara-wu.ac.jp/core/img/pdf/DesignThinking5steps.pdf>
- 48) 土田知也：デザイン思考の誕生とその背景について，長岡造形大学研究紀要，17巻，pp.69-77（2019）
- 49) 川瀬真弓：デザイン思考教育実践：学習研究の試み（1）デザイン思考序論の授業設計ならびに授業活動における思考活動の意識化と語彙形成の変容，岐阜大学教育推進・学生支援機構年報，4号（2018）
- 50) 川瀬真弓：デザイン思考教育実践：デザイン思考教育実践：学習研究の試み（2）ビジネスゲームのプロセス分析による授業活動に対する理解深化の追跡，岐阜大学教育推進・学生支援機構年報，4号（2018）
- 51) 倉林大輔：東京工業大学 CBEC におけるデザイン思考教育への取り組み，工学教育，65巻，1号，pp.71-74（2017）
- 52) 山内祐平：学習環境のイノベーション，東京大学出版会，pp.213-217（2020）

- 53) ITEEA : Standards for Technological and Engineering Literacy, <https://www.iteea.org/stel.aspx>
- 54) 森山潤・菊池章・山崎貞登：イノベーション力を育成する技術・情報教育の展望，ジアース教育社，p.116 (2016)
- 55) Banks.F.・Barlex.D.: Teaching STEM in the Secondary School, Routledge (2014)
- 56) 山崎貞登，岡島佑介，東原貴志，大森康正，黎子椰，磯部征尊，山崎恭平：STEM/STEAM 教育からの小・中・高等学校を一貫した技術 ガバナンス力と技術イノベーション力の学習到達水準系統表の改善，上越教育大学研究紀要，第39巻，1号，pp.195-206(2019)
- 57) 日本 STEM 教育学会：日本 STEM 教育学会とは，<https://www.j-stem.jp/about/>
- 58) Kelley.T.R. and Knowles.J.G. : A conceptual framework for integrated STEM education, International Journal of STEM Education, Vol.3,No,11 (2016)
- 59) Yakman, G. : STEAM Integrated Education: an overview of creating a model of integrative education, Pupils attitudes toward technology. 2006 Annual Proceedings, Netherlands (2006)
- 60) 令和元年9月4日教育課程部会：S T E A M 教育について，https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/siryo/_icsFiles/afieldfile/2019/09/11/1420968_5.pdf
- 61) 山崎貞登：STEM, STEAM, エンジニアリング教育概念の比較教育からの論点整理，日本産業技術教育学会誌，第62巻，第3号，pp.197-207 (2020)
- 62) UNIVERSITY OF COLORADO BOULDER : ENGINEERING DESIGN PROCESS, https://www.teachengineering.org/PDF/edp/TE_EDPTeacherMaterials_8.5x11.pdf
- 63) 鈴木寿雄：技術科教育の40年，職業と技術の教育学，第15巻，pp.1-14 (2002)
- 64) 岳野公人：ものづくり学習における生徒の問題解決能力育成に関わる諸課題，金沢大学教育学部紀要教育科学編，第53巻，pp.107-116
- 65) 上野耕史：中学校学習指導要領技術・家庭科技術分野の改訂のポイント，独立行政法人教職員支援機構，https://www.nits.go.jp/materials/youryou/files/020_001.pdf
- 66) Carl Mitcham : Thinking Through Technology, The University of Chicago Press,p.220 (1994)
- 67) 日本産業技術教育学会・技術教育分科会：技術科教育概論，九州大学出版会，p.127 (2018)
- 68) 森山潤：中学生のLogo プログラミングにおける課題の拡散性と思考過程との関連，教育システム情報学会誌，第54巻第1号，pp.11-20 (2020)
- 69) J.Moriyama, M.satou,C.T.King : Problem Solving Abilities Produced in Project based Technology Education, The Journal of Technology Studies , 28-2, pp,154-158 (2002)
- 70) 谷田親彦・大谷忠・磯部征尊：「創造」指向の問題解決と STEM の枠組み，日本科学教育学会年会論文集，第42号，pp.25-26 (2018)
- 71) 日本産業技術教育学会：21世紀の技術教育（改訂版）(2012)，<http://www.jste.jp/main/data/21te-n.pdf>
- 72) 森山潤・菊池章・山崎貞登：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，ジアース教育社，p.35 (2016)
- 73) 田口浩継・萩嶺直孝：技術科教育における問題解決能力の育成，熊本大学教育実践研究，第16巻，pp.113-118 (1999)
- 74) 中島康博・宮川秀俊・山本誠二：技術科教育における問題解決能力の育成に関する研究 - 「技術とものづくり」の授業実践より，愛知教育大学教育実践総合センタ - 紀要，第13巻，pp.187-194 (2010)
- 75) 世良啓太・東田薫・黒田昌克・森山潤：技術科内容 A. 「材料と加工に関する技術」において生徒の工夫・創造を支援する設計学習，奈良教育大学次世代教員養成センター研究紀要4，pp.77-83 (2018)
- 76) 尾崎誠・渡邊茂一・行天健・中村祐治：技術的課題解決力と技術的課題の難易度とを適合させる段階案の作成，日本産業技術教育学会誌，第58巻，第1号，pp.11-20 (2016)
- 77) 宮川洋一・森山潤・松浦正史：オブジェクト指向イベントドリブン型のプログラミングにおける問題解決過程の構造分析 - プログラム作成能力との関連に焦点を当てて，教育情報研究，第22巻第2号，pp.3-11 (2006)
- 78) 佐田和幸・松浦正史：技術的な課題における問題解決の過程に関する研究，日本教科教育学会誌，第16巻第3号，pp.109-116 (1993)
- 79) 上之園哲也・森山潤：技術科教育における生活応用力の育成に効果的な実践形態の検討，日本教科教育学会誌，第35巻，2号 (2012)
- 80) 森山潤・佐藤祐輔・宮川洋一・西正明：技術科教育における問題解決的な学習における教師の支援方略の枠組み～実態調査に基づく尺度項目の作成～，信州大学教育学部紀要，第116巻，pp.59-69 (2005)
- 81) 森山潤・桐田襄一・喜田憲恵：技術科教育における課題解決学習の指導過程が生徒の学習意欲に及ぼす影響，日本産業技術教育学会，第40巻，第3号，pp.155-162 (1998)
- 82) 岳野公人・松浦正史：加工学習の問題解決過程におけるイメージと行為に関する研究，日本産業技術教育学会誌，第40巻，第1号，pp.1-7 (1998)
- 83) 市原靖士・島田和典・宮川洋一：中学校技術科における生徒の問題解決に対する熟慮・衝動型認知スタイルの影響，日本産業技術教育学会九州支部論文集，第18巻，pp.53-58 (2010)
- 84) 中尾尊洋：複数教科の実践から見える「やりくり」授業の工夫，鳥取大学附属中学校研究紀要，第52巻，pp.1-12 (2021)
- 85) 戸荻祥崇・石原進司・宮川秀俊：技術科教育におけ

- る学習レディネスと創造性の育成についての一考察, 日本産業技術教育学会誌, 第53巻, 第4号, pp.223-230 (2011)
- 86) 中尾尊洋・土井康作: 中学校技術科教育における工夫的アプローチが知識・技能に及ぼす効果, 鳥取大学地域学部紀要「地域学論集」12 (2), pp.157-176 (2015)
- 87) 三枝浩・石川智博・加藤幸一: 技術科教育における問題解決能力の育成について, 群馬大学教育実践研究, 第27巻, pp.145-162 (2010)
- 88) 末吉克行・森山潤: 学校の災害時避難所機能に着目した技術科内容「B 生物育成の技術」における問題解決的な題材の開発と実践, 兵庫教育大学学校教育学研究, 第32巻, pp.153-159 (2019)
- 89) 魚住明生・佐伯謙介: 技術科教育における問題解決能力を育成する教材に関する研究, 教材学研究, 第18巻, pp.77-84 (2007)
- 90) 宮川洋一・森山潤・松浦正史: ビジュアルプログラミングの学習を支援する Web コンテンツの開発, 学校教育学研究, 第19巻, pp.87-96 (2009)
- 91) 藤井務・益子典文: 中学校技術科における科学技術活動の理解を促進する教材の設計と開発, 日本科学教育学会研究会研究報告, 第20巻, 第5号, pp.1-6 (2006)
- 92) 中島進・土肥俊郎・野村泰朗・大久保俊幸: 豊かな人間性と創造力を養うものづくり教育に関する研究, 埼玉大学紀要教育学部, 第56巻, 第1号 pp.1-17 (2007)
- 93) 堤健人・鈴木悦子・松前良昌・藤井朋子・天野秀樹: 協同的問題解決授業を実現する手立てについての事例研究, 広島大学附属東雲中学校研究紀要, 第48集, pp.47-52
- 94) 加藤佳昭・宮川洋一・上野耕史・森山潤: 医療・介護技術のシステムを題材に技術ガバナンスレビューを通して技術イノベーション力を育成する中学校技術科の授業モデルの開発と実践, 日本産業技術教育学会誌, 第63巻, 第2号, pp.239-248 (2021)
- 95) 西崎康晴・安井徹人・日吉康幸: 技術の見方・考え方を働かせ, 見通しを持って問題解決に取り組む生徒の育成－問題発見をする力を育てる単元構成の工夫－, 岡山大学教育学部附属中学校第55巻, pp.97-106 (2020)
- 96) 箕田大輔・野澤重徳・神山典子・能美奈央・村松浩幸: 企業とのコラボレーションによる問題発見・解決に重点を置いたアイデア発想授業の試み, 信州大学教育学部研究論集, 第9巻, pp.217-225 (2016)
- 97) 末吉克行・森山潤: 「技術の見方・考え方」への気づきを深める技術科内容「D 情報の技術」の授業開発, 兵庫教育大学学校教育学研究, 第31巻, pp.153-159 (2018)
- 98) 向田識弘: 設計に込められた意図を身近な製品から読み取る分解・組立学習の提案, 中等教育研究紀要, 第64巻, pp.103-111 (2018)
- 99) 萩嶺直孝・世良啓太・森山潤: エネルギー変換の技術を用いた製品の分解・組立活動によって設計の工夫を読み取らせる学習指導方法に関する実践的検討, 日本産業技術教育学会九州支部論文集, 第25巻, pp.125-131 (2017)
- 100) 上野耕史他: 技術ガバナンス力調査とカリキュラムの検討, 科学研究費補助金 (基盤研究 (B)) 研究成果報告書, 課題番号 23300294 (2015)
- 101) 川原田康文・磯部征尊・上野朝大・大森康正・山崎貞登: STEAM 教育とエンジニアリング・デザイン教育を重視した小・中学校を一貫したプログラミング学習, 上越教育大学研究紀要, 第40巻, 第1号, pp.307-316 (2020)
- 102) 木村優里・原口るみ・大谷忠: エンジニアリングを基軸とした STEM 教育の実践と普及, 日本科学教育学会第43回年会論文集 (2019)
- 103) 小島一生・谷塚光典・村松浩幸: 中学校の各教科の時間における低・中統合度 STEM の試み, 日本科学教育学会研究会研究報告, 第35巻, 第5号, pp.27-32 (2021)
- 104) 森山潤・小倉光明・東田薫・世良啓太・黒田昌克: 技術・家庭科技術分野における生徒の工夫・創造力を育成する学習指導に対する教員の意識 - 自由記述調査に基づく探索的検討 -, 兵庫教育大学学校教育学研究, 第31号, pp.20-21 (2018)
- 105) 小倉光明・森山潤: 中学校技術・家庭科技術分野内容「C. エネルギー変換の技術」における問題発見・課題設定力を評価する枠組みの検討, 日本産業技術教育学会誌, 第62巻第3号, pp.33-41 (2020)

(全ての URL は 2021 年 7 月 10 日参照)