

芦屋大学論叢 第78号
(令和5年3月8日)抜刷

STEAM 教育における資質・能力の育成を目指した 教科横断的学習の検討

—小学校“技術科”のプログラミング的思考の修得における活用と有効性—

小澤雄生
中嶋秀
安東茂樹

STEAM 教育における資質・能力の育成を目指した 教科横断的学習の検討

—小学校“技術科”のプログラミング的思考の修得における活用と有効性—

小澤 雄生（1）

中嶋 秀（1）

安東 茂樹（2）

（1）芦屋大学大学院教育学研究科博士後期課程

（2）芦屋大学経営教育学部特任教授

1. はじめに

近年、Covid-19 新型コロナウィルスの出現やロシアのウクライナ軍事侵攻によって、世界情勢は目まぐるしく変化している。そして、社会構造の変化にも一段と拍車がかかっている。2022 年 10 月、米ドル為替が 1 ドル 150 円を超える、円安が加速した。直接的な原因は、アメリカがインフレを抑え込むために急速な利上げをし、日本が長期金利を 0% とする金融緩和を続けていていることがある。しかし、本質は、世界経済の中で通貨を安くしないとモノが輸出できない。つまり、日本の競争力低下のあらわれと捉えることができる。日本は、人口減少の中、世界との競争力をつける必要がある。そのため、世界で活躍できる人材の育成が急務となっている。内閣府は、「Society 5.0 の実現に向けた教育・人材育成に関する政策パッケージ」の最終のとりまとめ¹⁾を行った。「well-being（一人ひとりの多様な幸せ）」を実現できる「創造性」あふれる社会に向けた学びへの転換が必要だとして、「個別最適な学び」、「協働的な学び」への教育の方向性を示している。つまり、多様性を重視した教育や人材の育成が必要であるとしている。多様性は、人種や国籍、性別や性的思考、宗教などとして取り上げられることが多い。それは、その表面的・表層的な特徴と、スキルや経験、価値観や特異な才能などの内面的・深層的な特徴に別けられる。現在の日本においては、前者の意味合いに使われることが多い。しかし、他国を見渡すと両者が上手く混同していると考えられる。例えば、人種や宗教の違いは、海外の国において、それらがあたり前のように入り混じっている。そして、教育の世界を見るとアメリカでは、SAT や ACT と呼ばれる英語力や数学力を問うテストと高校生活を通した活動実績などから総合的に判断している。また、イギリスでは、義務教育修了試験として GCSE (General Certificate of Secondary Education) の受験から始まり、最終的に A レベル (Advanced Level General Certificate of Education) の試験を、大学で専攻したい分野の科目選択をして受験する。大学で学ぶ内容に関連した教科の受験制度である。これは、後者のスキルや特異な才能を見出すことが目的である。どちらかが重要なではなく、多様性は 2 つの特徴を併せて、性質の異なる群がうまく受け入れられる社会の実現が必要であると捉えられる。他方、日本の大学入学試験では、幅広い知識を万遍なく網羅している人材が好まれる傾向が今尚残っている。

日本では、人材育成の観点から一斉授業の教育ではなく、「伸ばす」教育へ転換し、資質・能力（コンピテンシー）ベースの教育課程へと変わりはじめた。そして、内閣府¹⁾は、これらの実現に向けた 3 本の政策と 46 の施策を公表している。中でも、教科の教育課程は、教科ごとの指導から教科横断的・探究・STEAM など、教科の枠組みを超えた実社会に生きる学びが必要だとしている。日本人は、急激な変化を嫌

う傾向が強い国民性である。しかし、その根本である学校教育は、世界と競争するために、徐々にではなく急速な変化をしていく必要性が増している。そのため、これらが実現可能になるための実践研究が重要であると考える。

2. STEAM 教育

2.1 STEM 教育から STEAM 教育へ

STEAM 教育は、米国のオバマ政権時代（2009-2016）に「STEM 教育を優先させるべきだ」という演説をもとに、2013 年に STEM 教育が米国の中堅な国家戦略に指定された²⁾。そして、トランプ政権時代（2017-2021）の 2017 年に「STEM 教育の増進、就職の拡大、雇用に至る手段の創出に関する大統領覚書」にサインし、重要性が高まった³⁾。しかし、現在はこの記事が削除されている。これらの細かい経緯は、日本国内から把握できることが少ないため割愛するが、それに続く形でオーストラリアをはじめ、多くの国と地域で取り組みについて発表され、近年「STEAM 教育」として高い注目を浴びている。

STEAM 教育は、Science（科学）、Technology（技術）、Engineering（工学）、Art（芸術・教養）、Mathematics（数学）の頭文字を組み合わせた造語である。STEAM 教育が注目されるようになったのは、上記に踏まえ IT/ICT 化やグローバル化に伴い、社会の急激な変化に関係している。文部科学省（以下、文科省）は、各教科の学習を実社会での問題発見・解決に生かしていくための教科横断的な教育⁴⁾ とし、人材育成の側面と、STEAM を構成する各分野が複雑に関係する社会に生きる市民として必要な資質・能力の育成であるとしている。また、経済産業省（以下、経産省）は、目指すべき「未来の教室」の実現に向けた 3 つの柱として、「学びの STEAM 化」「学びの自立化・個別最適化」「新しい学習基盤づくり」⁵⁾ を掲げている。「学びの STEAM 化」とは、全ての教科とあらゆる活動も含めたカリキュラム・マネジメントを通じ、文理を問わず様々な教科の知識習得と探求・プロジェクト学習などから創造的・論理的に未知の課題や解決策を見出すことが循環する学びを実現するとしている。これらは、入り口や観点が違う側面もあるが、学んだ様々なことを学習の方法で組み合わせ、「自ら新しいものを生みだせることができる人材の育成」という点では一致している。そして、未来を担う子どもが IT 社会で自らの道を切り開く事ができるかが重要である。

文科省が推奨している STEAM 教育⁶⁾ は、AI や IoT などの急速な技術の進展により、社会の変化と同様に多様な課題が生じている今日、文系・理系の枠にとらわれず、情報を活用しながら課題の発見・解決や社会的な価値の創造に結びつけていく資質・能力の育成である。文科省（2018）⁷⁾ は、「Society 5.0 に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～」を公開し、各段階の学校現場の教育方針を示している。そして、今後の社会において AI を創り使いこなす人と使われる人で大きな格差が生まれる等の考えを基に小学校プログラミング教育が始まった。しかし、それはプログラミング的思考の育成という曖昧なものであり、体験や経験に留まる可能性も充分にある。急速な技術の進展に対応できる人材の育成が急務であると言う一方で、本質には少しずつ近づけるという矛盾が生じているのも事実である。

2.2 STEAM 教育の現状

STEM 教育は、理数教育であったが、A の芸術を加えて STEAM となり、創造的な教育を加えて多面的・多角的にものごとを捉えられる柔軟な視点が必要となった。そのため、STEAM 教育は、文系理系の枠にとらわれず、自ら新しい価値を生み出して、問題解決していくことができる力の育成である。しかし、本来の

STEAM 教育は、理数教育の意味合いが強いため、IT 社会において各国の取り組みスピードに日本は追いついていない現状がある。例えば、韓国的小学校には、STEAM という授業がある。また、中国では、マイカー教育という個人がデジタル技術を活用しながらものづくりを行う授業と STEAM 教育が併用して行われており、より核心的な人材育成に迫れるような教育を行っている。

このように、各国ではより具体的な方法で、考える力の育成や創造力、発想力を育成している。しかし、日本の現状としては、系統的なカリキュラム・マネジメントのもとプログラミング的思考を育成しているという学校や文献があまり見受けられない現状がある。そのため、系統的に STEAM 教育としてのプログラミング学習を行い、筋道を立てて考える論理的思考力を身に付けることなどが必要である。そのためには、プログラミング自体を学びながらも、思考の活用を可能にするためには、各教科へ横断していく方法を確立し実現していくことが、他国や国際社会の変化に対応できる人材育成の原点になると考える。

3. 資質・能力とプログラミング教育

3.1 資質・能力について

資質・能力は、そもそもコンピテンシーという言葉でこれまで認識されていた。しかし、それは学習指導要領に盛り込まれることになり、「資質・能力」という言葉に置き換えられた。そもそもコンピテンシーは、OECD が教育政策における知の共存化を図るため、DeSeCo プロジェクト事業（国際化と高度情報化の進行とともに、多様性が増した複雑な社会に適合することが要求される能力概念「コンピテンシー」を、国際的、学際的かつ政策指向的に研究するために組織した事業）を実施した。これは、社会で展開されている新たな能力の概念に着目して、どのような知識や技能の育成が重視されているかを調べ、産業社会と教育を結ぶ重要なコンピテンシーを見つけることが目的であった。また、国際団体の Assessment and Teaching of 21 st Century Skills (ATC 21 s) は、「21 世紀型スキル」を提案した。この 21 世紀型スキルを構成する 4 つのカテゴリーは、①思考の方法、②仕事の方法、③学習ツール、④社会生活である。

表1 キー・コンピテンシーの 3 つのカテゴリー⁸⁾

1. 社会的・文化的技術的ツールを相互作用的に活用する能力
A 言語、シンボル、テクストを相互作用的に活用する能力
B 知識や情報を相互作用的に活用する能力
C テクノロジーを相互作用的に活用する能力
2. 多様な社会グループにおける人間関係形成能力
A 他人と円滑に人間関係を構築する能力
B 協調する能力
C 利害の対立を御し、解決する能力
3. 自律的に行動する能力
A 大局的に行動する能力
B 人生設計や個人の計画を作り実行する能力
C 権利、利害、責任、限界、ニーズを表明する能力

そして、これらを参考に文科省⁸⁾は、キー・コンピテンシーの3つのカテゴリーとして、表1のように示した。この枠組みの中心にあるのは、個人が深く考え、行動するために必要であることとしている。この深く考えるとは、目前の状況に対して特定の定式や方法を反復継続的に当てはめることができる力だけではなく、変化に対応する力、経験から学ぶ力、批判的な立場で考え、行動する力が含まれるとしている。そして、この枠組みは現在、OECDが行う国際学力調査（PISA）の基本である。コンピテンシーは、資質・能力を指しているが、単なる知識や技能だけでなく、多様化する社会を生き抜く実践的な能力である。この視点は、「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学びに向かう力や人間性」と言った新しい学習指導要領等が目指す姿の資質・能力の要素である。そのため、資質・能力の育成は、必要な能力を明確にすることで、カリキュラムをはじめ、指導の方法や評価の方法の在り方を決めることが必要となる。しかし、生きる力や人間性、思考力や育成すべき能力など視点が混在し、教科ごとにバラバラな状態であることも事実である。これらを明確かつ具体的に提示し、子どもの学び方をある程度統一することが効果的な資質・能力の育成に繋がると考える。

3.2 プログラミング教育について

文科省は、ICT環境の整備方針⁹⁾を取りまとめ、教育のICT化に向けた環境整備5か年計画¹⁰⁾を策定した。その後、Covid-19新型コロナウィルスの出現によって、オンライン授業の必要性とGIGAスクール構想の下で、1人1台端末の導入が前倒しされた。それと同時に、2020年度から小学校においてプログラミング教育が開始された。プログラミング教育は、育成すべき資質・能力や学習活動の方法など、「小学校プログラミング教育の手引き¹¹⁾」に記されている。ねらいとしては、プログラミング的思考を育成すること、コンピュータ等を活用して、身近な問題の解決やよりよい社会を築くこと、各教科等の学びを確実なものとすることの三点である。

これは、プログラミング教育と言いつつ、体験や経験することが大事であり、プログラミング言語やプログラミングの技能を習得するものではないと言及している。また、育むべき資質・能力は、各教科で育む「三つの柱」と同様であり、知識・技能でコンピュータへの指示を体験しながら「気づき」を重要視すること。思考力・判断力・表現力では、プログラミング的思考を育成すること。学びに向かう力、人間性等では、上記に関して主体的に取り組む態度や他者と協働して粘り強く取り組むことなどである。

また、プログラミング教育は、教科横断的な視点から前述した「資質・能力」などの育成を求めている。これは、問題解決能力を身に付けることや自分のアイディアを形にできることなど、プログラミング以外の分野でも活用できる能力を身に付けることができるかが重要であると位置づけている。

現時点での小学校のプログラミング教育は、どちらかというと「知識・内容（コンテンツ）」を知って、体験してみましょうという段階である。しかし、「21世紀型スキル」は、「資質・能力（コンピテンシー）」をもった人材の育成である。これは、知識から能力へと教育の重点が変わり、「何ができるようになるか」という子どもも目標へと転換している。そのため、教科横断の視点としては、コンテンツの横断ではなく、コンピテンシーの横断と考えられる。つまり、プログラミング教育で学習した考え方や学習方法を使って、他教科の本質に迫りながら、言語能力（コミュニケーション力）や情報活用能力、問題発見・解決能力などを総合的に成長させて行くことと捉えることができる。ここで、表1の言語や知識、技術を相互作用的に活用する能力、多様な集団による人間関係形成力、自律的に行動する能力である「キー・コンピテンシー」と深く関わっている。

4. 授業実践

4.1 実践対象者と内容

京都市にある国立 K 大学附属義務教育学校の 5 年生（男子 16 名 女子 16 名）計 32 名、6 年生（男子 47 名 女子 48 名）計 95 名を対象として調査と授業実践を行った。実施時期は、2022 年 8 月～11 月である。授業実践は、プログラミング的思考重視ではなく特設科目の“技術科”として本質的なプログラミング学習を行っている児童を対象として、プログラミングの学習活動を教科横断的な学習活動として有効的に取り入れることができるか検証を行った。プログラミング学習で、様々な学習活動の形態を試案して少しづつ改良しながら試した。ある程度めどがついた方法で教科横断学習に移行した。教科横断学習は、5 年生の家庭科、6 年生の図画工作科で行った。プログラミング的思考を活用して、他の教科にどう組み込むか、そして有効性を立証できるかを学習活動と振り返り等から行った。対象生徒は、小学校 3 年生からプログラミングを始め、プログラミングがどのようなものか基礎的な部分は学習している。

4.2 実践の詳細

4.2.1 教科横断の内容

小学校で“技術科”としてのプログラミング教育において、プログラミング的思考の重視ではなく、本来のプログラミング学習として授業を行っている。その中で、問題解決の方法として、①問題の細分化、②解決要素の発見、③整理・計画、④視点の変換、⑤評価・改善（原因の究明・不具合の解消・計画の見直し）等を行うことを統一し、系統性をもたせた。これらは、順番ではなく、相互に関連しながら積み上げて構造化することを目的としている。この学習により、プログラミング的思考の育成にも繋がっている。これは、物事に筋道を立てて考え方判断する論理的思考に「効率的」かどうかも考慮する必要がある。児童は、この問題解決の方法に思考を言語化することで解決に至ることが判明している。言語化の方法は、自分の考えを他者に伝えるためにアウトプットする対話による言語化と、自分の考えを書き出す作業によって思考を整理する言語化の 2 通りの方法である。そして、教科横断する際は、自分の考え等を書き出す作業によって思考を整理する方法が様々な教科で使用できるのではないかと仮定した。

4.2.2 思考ツールの活用

思考力とは、自分の経験や既習の知識をもとに考える力である。また、様々な問題を、自分の頭で分析し何らかの答えを導き出すための力である。その思考ツールとして、英国の教育者トニー・ブザン（2006）が開発した思考を可視化する技術にマインドマップ^⑫がある。マインドマップは、自分が考えたイメージやアイディアを思考の流れがわかるように図や文字にしたものである。自分の考えを視覚化して整理し、記憶の整理や定着等を促すものである。プログラミング学習でも取り上げたが、自分が何か新しいものを生み出す段階ではなく基礎となる部分であったため、問題解決場面が多くアイディアよりも解決の流れを書く必要があり、差異がみられた。また、小学生段階では、整理する力も未熟なため、放射状に展開していくには難易度が高く上手くいった児童がほとんどいなかった。マインドマップ^⑬は、組織図型やツリー型、特性要因図（魚の骨図）など様々なレイアウトがあり、ブレインストーミングやプレゼン等に使用することもできる。これは、総合的な学習の時間など、問題解決型学習の場面では有効である。それは、調査や問題に対する解決策など、決まった回答がなく、解決方法が多様であり解決の糸口を創造的な思考によって変化させることができる場面では有効であると考えられるためである。

マインドマップ[®]では、上手くいかなかったことから、フローチャートを活用した。これは、プログラミングの流れを可視化して、そのプロセスを表すことができる思考ツールである。自分の思考を可視化することは、問題解決の流れを追うために重要な要素である。そのため、授業で学習しているフローチャートに切り替えた。フローチャートは、プログラミングのアルゴリズムを理解するために学習している。また、それを自分で描けるようにすることを目的として行っている。今回は、思考を言葉で表現することを目的としたため、書けることが重要と考える。フローチャートは、他者に説明したり共同作業を行う上で役立ち、プログラムの背景となるロジックを表現することができる。そして、様々な分野で活用されているフローチャートは、学習課題の計画やプレゼンテーションの作成、グループや個人のプロジェクトの整理など多岐にわたる。学習では、記号の使い方をはじめ、分岐や繰り返しの方法、簡単なアルゴリズムの理解等を学習した。その上で、プログラミングで問題解決を行う際に活用した。活用の仕方は、問題に対して解き方の手順を書いていく方法である。他教科での活用も同様であるが、分岐や繰り返しが出てくると難しい場面が見られた。そのため、一列に流れを書きながら、元に戻る繰り返しを使用せず一連の流れで書けるようにした。そして、様々な書き方を試す中で流れを書きながら、そこで考えたことや知っていること、解き方などを横に書くことで後に見返す時や他者が見たときに、どのような考え方で解いているかが明白になった。また、記号を使わず、矢印のみ用紙に書いておくことで、好きな書き方ができることが児童には良いことも判明した。

4.3 プログラミング学習の思考

プログラミングでの学習活動では、問題解決の場面で元に戻ったり、対話することで解決を図る方法を多くの児童がとっていた。しかし、ある程度難易度が高くなると自分の考えや解決策を書き出して解決する児童が多くなった。そのため、ノートを準備させ、解き方や考えを書き出す学習活動を授業内容に組み込んだ。

最初は、学習しているフローチャートと同じ書き方を行う指示を出した。しかし、フローチャートは、マインドマップ[®]ほどではなくても、反復や繰り返しの記述が難しく、解答をフローチャートにするのか、考えをフローチャートにするのか児童が混同する場面が多く見られ、難易度が高く難しいものであった。そのため、どのように解くか、何が使えるかなどの思考を記述することに統一した。そうすることで、書く内容に自由度が生まれ、とにかく手を動かして解決しようとする姿をみることができた。

書くという学習活動の繰り返しによって、最終的に多くの児童ができると考えられる書き方を見出して、授業シートを作成した。小学生段階では、とにかく自分がどのように考えているかやどのように解いたかということを表現することに重きを置くことで、プログラミングの問題に対して、全くできないという児童がほとんどいなくなった。生徒の作成した授業シートを資料1に示す。

4.4 実践での検証結果

4.4.1 家庭科でのプログラミング的思考の育成

対象は、上記児童の中で、5年生（男子16名 女子16名）計32名を対象として実践を行った。実施時期は、2022年8月～10月である。家庭科の授業実践では、お味噌汁を作る調理実習の工程をフローチャートに練習した実践をもとに、自分がほしい小物作りを行う裁縫実習の授業で創造的な思考を組み合わせながら実践した。裁縫実習の単元の目標に、自分が作りたい小物にあった製作行程を考える過程において、技術科のプログラミングで学習したフローチャートに書き出すことができることを目標とした。家庭科の学習は、技術科と同じように社会生活と学習のそれぞれから得た知識・技能を繋ぐ役割がある。その中で、生活を豊かにするための問題解決や工夫など、知識・技能の修得を目指した思考や表現を使うことが多くあった。こ

れは、知っていることや身近な問題であるため、思考の活用がしやすく、より現実と結びつけることが容易であると考えられるためである。そして、それをフローチャートに書き出すことで、育てたい資質・能力である「論理的思考力」を意識して使えるようになることを指導者側の目標とした。

【家庭科での思考の分類】

実践より、フローチャートに書き出す学習活動を児童がどのように活用しているか分類した。それにより、次の思考タイプに分類することができた。A タイプは、自分が作りたい物の作成手順をフローチャートに書き出し、その計画通りに製作している。B タイプは、A タイプと同様に書き出した後、適宜計画を変更・改良しながら製作している。C タイプは、計画した作成手順を手立てとしていない児童である。その中でも 2 つに分けることができた。C1 タイプは、課題が簡単で全てを把握しているため、フローチャートで作成した手順を手立てにしなくても解決まで進めることができる。C2 タイプは、C1 と同様に作成したフローチャートを手立てにしていない児童であるが、作成手順の計画がきちんとできていないことから、どちらかというと手立てにできず感覚で解決を図っている。この学習活動で指導者側のねらいは、「自分の思考を表現できる」ことである。その上で、評価・改善・修正を加えられることができればさらに良いと考える。そのため、理想は B タイプである。一見、C1 タイプは、能力が高く処理が速い面もあり良いように見えるが、今後出てくる難しい課題を解決することができるための書き出す練習でもあるため、思考過程がわからず表現できないことになる場合がある。そのため、この C タイプには、表現の仕方を指導する必要がある。結果として、AB タイプは、論理的思考を意識して使える群であり、C タイプは、直感的思考で解決を図る群と大きく 2 つの群に分けられた。5 年生では、6 年生より少し簡単な記述方法である。児童が作成した授業シートを資料 2 に示す。

【考察】

5 年生の児童は、論理的思考法を意図して使っている様子がこれまでの学習活動からあまり確認できなかつた。発達段階を考えると、「自分の考えを説明できる（アウトプット）」、「自分の考えを解釈する」、「複数の作業を同時にできる」、などが自然とできる年齢である。実践では、これらがどの程度まで使用できているかを判断し、意図して使えるようにすることが目的であった。また、この思考や学習を習得することは、課題解決において明確な根拠をもって解決に至ることができるようになる。それにより、児童は問題解決能力や説明力、理解力が向上し、学習の初期段階で躊躇すことなく学ぶ楽しさを知ることや物事を始める順序や計画をたてることができる。今回は、簡略化したフローチャートを使用することで、自分の思考を整理し、活動の見通しを持つことができた。製作の前段階で思考を書き出して整理したこと、具体的な方法や大きさ、形などが具現化され、寸法の計測ミスや大きな失敗をする児童がいなかつたことが成果として挙げられる。また、小さな失敗をした生徒もフローチャートを振り返って確認すると、自分の失敗の原因が明確になり、失敗の原因帰属ができていた。前単元では、みそ汁の調理手順をフローチャートに書いた。その時は、フローチャートの記号について正しく使い分けることに苦戦する生徒が多くいた。今回は、単純な処理記号のみで書いたため、書き方に翻弄されることなく、「思考の整理」「説明書づくりのための記録」の 2 つの意図を意識しながら書くことができていた。そのため、5 年生の発達段階では、処理記号や条件分岐程度を使用し、自分の考えを順序立てて考えることから開始することが良いと判断できた。さらに、この思考の可視化は、あくまでも他者に伝えることや修正・改善ができることを目的としているため、できるだけ時間がかかる方法が良いと考えられる。これらより、他教科に活かすためには、適切な方法だと判断できた。

また、2 つ目の成果は、フローチャートをもとに説明書を作成することで、文章表現に課題がある生徒も自力で書き進めることができた。しかしながら、フローチャートの枠の中に端的に書くことができず、長い

文章になり読み手に伝わりにくいものとなる児童もいた。これらの短所は、いかに要約して自分の考えを相手に伝えるかが重要であるため、常に伝えることを意識させたことで思考を整理できるようになった。指導者側は、この学習活動において、個々の考え方を可視化させたことで児童の思考や躊躇がわかり指導ポイントも明確になったことが成果となった。

課題としては、児童が思考を整理するために言語能力も重要であることが判明した。そのため、単発的に取り入れるのではなく、年間を通して思考ツールとして使うことが、後に技術科として創造的な課題を解決する力に繋がると考える。また、活動により、思考を整理する手立てとなった児童が多い中、頭の中で手順を整理して小物作りができる児童は、フローチャートを書く必要性に疑問を感じていた。思考のタイプによつては、学習の難易度が低いと書くことに煩わしさを感じる。そのため、今回のように「説明書を作る」などの活動意義を設定することやなぜ手順を明確にするかなどの意図を説明することが必要となる。指導者側は、児童の実態を把握し、難易度を考えた学習活動を考案することと思考を可視化する際の細かさを適切に指示できるかの指導技術が必要である。そのため、課題難易度の実態把握が重要だと判明した。

4.4.2 図画工作科でのプログラミング的思考の育成

実践対象者は、前述の6年生（男子16名 女子16名）計32名を対象として実践を行った。実施時期は、2022年9月～12月である。図画工作科では、自分が住みたいツリーハウスを製作する授業実践を行った。美術科や図画工作科では、創造的な思考と感性や情意、情操など汎用的な能力が中心と考えられている。造形作品は、自分がイメージしたものを表現するため、論理的思考を使用して事前に全てを計画できるものではなく、手を動かして制作しながらアイディアが出てくるなど創造的なままに造形する多いためである。しかし、STEAM教育のAであるArt（芸術）には、美術やデザインの活用など理系や文系だけでなく幅広い範囲を総合的に学ぶことを意味している。そのため、美術科や図画工作科で育成すべき資質・能力を育成するためには、教科を横断する汎用的能力を高めることが求められるようになった。それらの能力を効果的に高めるためには、教科で身につけさせる資質・能力と汎用的能力のつながりを意識しながら、児童が計画的にすすめる必要がある。教科の目標と実生活に関わる繋がりを意識し、教科横断的な本実践の学習を取り入れることで、思考が可視化されると考えられる。そして、児童は作品の見方や捉え方を他者に伝えることで、交流しながら多様な意見や感じ方に触れ、視野を広げたり考えを深めたりすることができるようになることが目的である。

【図画工作科での思考の分類】

実践より、図画工作では、最初に制作のイメージを言葉で全て書き出すことの難易度が高く、このようなものを作りたいというタイトルに似た表現に留まる児童が多くなった。そのため、イラストで描き表したものに吹き出しのような形で説明を加えることや一つの部分を取り出しどのようなものにしたいか、なぜそれを制作するかなど考えを書き出すことにシフトした。ただし、制作しながらアイディアが浮んだり、制作に没頭してしまうと考えを書くことよりも手を動かして制作してしまう児童も多いため、あえて書きながら進めることの指示をせず、個々のやりやすい方法で進めることを優先した。そして、家庭科の授業と同様に書き出す学習活動を児童がどのように活用しているか分類した。それにより、次のタイプに分類することができた。Aタイプは、イラストを駆使して、どのようなものにしたいかを具体的に表し、制作する中で改善したり、新たに書き加えたりとイメージを優先して制作している。Bタイプは、全体像のイラストを描き出すことはせず、制作したい部分を書き出し、その説明やイメージを書きながら制作している。Cタイプは、

自分の考えやイメージはあるが、イラストにすることが難しい場合や言葉だけの記述で説明している。もしくは、作りながらイメージが出てくるため、完成後に振り返りのような形で書き出して完成させていくタイプである。この学習活動で指導者側のねらいは、「自分の思考を表現できる」ことである。制作の修正や改善は、ほとんどの生徒ができている。しかし、プログラミング学習や家庭科のような完成物は、自分が満足することや納得するところにあるため、思考を最初に表現することが難しいことが判明した。そのため、思考の分類としては、直感的思考が主なものであり、論理的思考を上手く使える児童は、修正・改善の幅が小さいように感じた。実践より、児童の授業シートを資料3に示す。

【考察】

6年生にとっては、プログラミング学習が進んでいるため、書く作業をすることに慣れている児童が多い。しかし、今回の図画工作科のような造形物の制作は、前もって思考を整理しながら進めるのではなく、手を動かしながらアイディアが浮かんでくる場面が多く見られた。そのため、前もって思考をアウトプットすることは、実態と合わないことが判明した。しかし、見通しをもつことやイメージを具体的にするためには、アウトプットすることで自分の考えているものをどのように制作していくのか説明できるようになり、その繰り返しを行うことで徐々に満足がいく作品に仕上がってていく過程を見ることができた。

昨年度の6年生も同じ内容の授業を行っている。その授業では、振り返りのみを書かせていたため、作品に対するこだわりや具体的にどのように考えたかがわかりにくく、説明を求める場面が多くなった。今回のように自分の考えを書かせることで、その児童自身も楽しそうに説明し、なんとなくできたと言う感想ではなく、この部分にこだわって作ったため、上手くできたという説明ができるようになっていた。また、評価の場面では、本人の説明がなくてもどの部分に力をいれて制作したか分かりやすいものになった。

このように図画工作科では、他の教科のように答えを出すものではなく、思考や考えを表現することが制作であるため、言葉の説明だけでなく、イラストを駆使した表現も有効的であるということが判明した。

5. 結果とまとめ

5.1 プログラミング学習の授業方法の存在

プログラミングを学習することは、これまでの教科学習と同様の教授型授業で進めることが難しい。それは、コンピュータを主に使用する点である。児童は、どのような課題に対しても最終的に問題を解決するまで取り組み続けるためである。教科の授業では、問題の解答や解決策を示しても、実際に理解し活用できるところまで到達しているかの判別が難しく、理解していなくとも先に進めることができる。

一方、プログラミングの授業は、積み上げ型の学習内容がほとんどである。授業では、ある程度理解しながら進めなければ新しい内容を教えても、それ以前の学習内容を含んでいることが多く、新しい部分の前に躊躇してしまうことが多くあった。そのため、指導者が教授する授業方法は、児童が受動的になり、思考や理解から解決に至らず、教えてもらう前提の授業参加の仕方になることが判明した。

これまでの問題解決型学習は、与えられた問い合わせに対して、自分たちで課題を見つけ調べ学習のような答えを見つける作業や問題を探す作業の学習であると感じていた。しかし、プログラミング学習のような授業では、解き方を探すような問題解決型学習ではなく、知っている知識と学習した知識をフル活用して、思考を整理しながら少しづつ解答に近づく作業の繰り返しが必要である。そのため、プログラミング学習は、普段

から思考の活用をしていないと難しい問題が出てきた時に、分からぬ解けないと一括りになってしまい、どこで躊躇しているか曖昧になる。

これらから、プログラミングの学習だけでなく、教科の学習でも思考の活用を促し、普段から自分で考えて解答に導く主体的な学びが必要である。また、主体的な学びは、思考の活用を促す授業方法が必要であり、プログラミングの授業で学習した思考の活用法を他の教科でも実践することで鍛えられる。その点では、プログラミング的思考の育成は理にかなっている。今回の実践では、自分の思考を書き出して整理しながら問題を解決することに取り組んだ。これは、簡単なようで難しい作業である。思考をアウトプットすることは、児童にとって馴染みがなく、人に説明することと同様な作業もある。

5.2 思考表現の実践活用の成果

様々な教科で実践を行った成果は、児童の成果として、

- i) 自分の思考を可視化することで、見通しをもって課題を取り組めること。
- ii) 難しい課題や問題に対して、どこで躊躇したかがわかりやすく、漠然と分からぬやできないと言った解答を待つだけにならず、主体的に考えるようになること。
- iii) 自分の考えや人の考えを取り入れるなど、対話的な進め方の資料にもなりコミュニケーション力の育成にも繋がること。

などが挙げられる。

また、指導者側の成果として、

- i) 自分で課題を見つけることや問題解決のために自分で考える時間が多く、学習者の進度で授業を進められることで、躊躇している生徒・児童に対して丁寧なフィードバックが可能であること。
- ii) どのような考え方で進めたかが容易にわかり、評価材料として指導と評価の一体化が実現できること。
- iii) 個々の進度で進めることができるため、「学ぶ意欲」や「思考力・判断力・表現力など」を含めた幅広い学力を育てることが可能となり、「確かな学力」に繋げる事ができていること。

などが挙げられる。

5.3 結言

これまでの学習では、一斉授業で与えた知識・技能をペーパーテストや振り返り記述等で見取ることや評価することが多いと考えられる。しかし、課題や問題に対して、どのような考え方・理解で進んでいるかを見てとれる思考表現の学習活動は、学習者の思考整理だけでなく、指導者側の評価・授業改善にも繋がる。これらより、「深い学び」や「確かな学力」の育成には大きい効果が得られることが判明した。

一方、今回の実践では、思考を表現するようなルールや記述法を設けていない。そのため、書く力が児童には求められた。書く力すなわち表現力がない児童にとっては、大変難しい課題の一つになっていたことが挙げられる。そのため、課題としては、思考を表現するための規則や法則などを提案し、そのルールに従って記述表現するための学習活動を提案、実践する必要がある。今回の実践では、授業の在り方や進め方を考える上で一定の効果が認められた。その反面、一般的に活用できる方法の確立には至っていないため、広く普及するような学習活動としていくことを今後の課題とする。

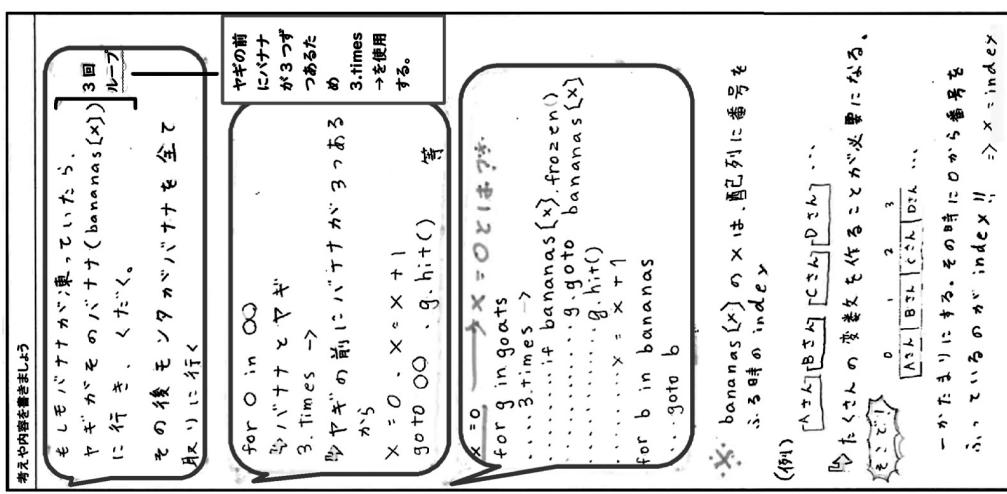
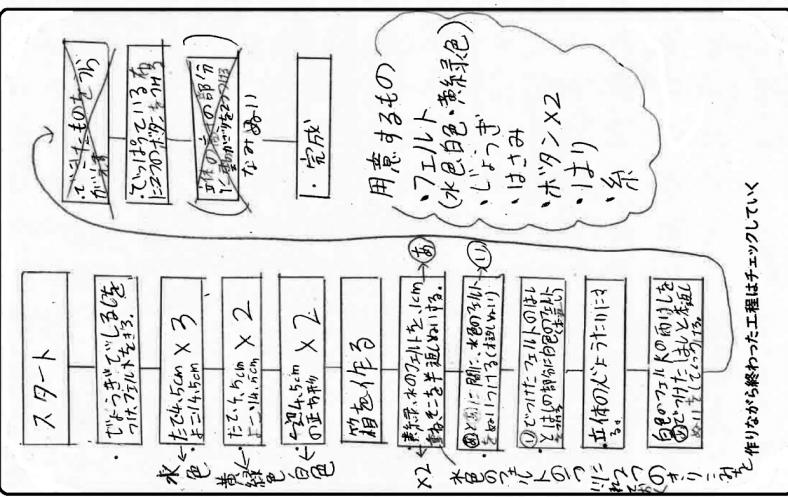
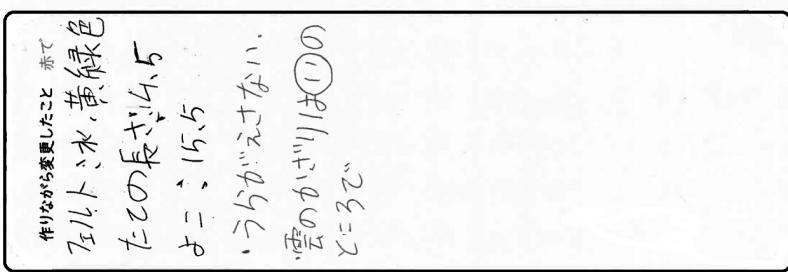
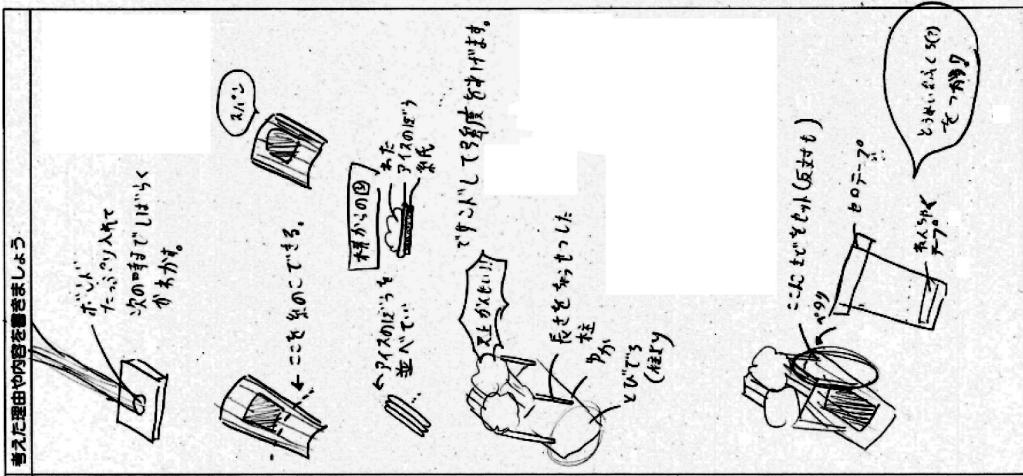
参考・引用文献

- 1) 内閣府：総合科学技術・イノベーション会議、教育・人材育成ワーキンググループ：令和4年4月1日、「Society 5.0 の実現に向けた教育・人材育成に関する政策パッケージ（案）」最終とりまとめについて、
https://www.8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/kyoukujinzai/package_giyo.pdf（最終閲覧日 2022.5.14）。
- 2) FEDERAL SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS IN STEM EDUCATION 5-YEAR STRATEGIC PLAN, A Report from the Committee on STEM Education National Science and Technology Council,
https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem_stratplan_2013.pdf,
(最終閲覧日 2022.11.06).
- 3) 研究開発センター、トランプ大統領が STEM およびコンピュータ・サイエンス教育の機会増進を図る大統領覚書に署名、2009,
https://crds.jst.go.jp/dw/20171113/2017111314603/default/files/microsites/ostp/stem_stratplan_2013.pdf,
(最終閲覧日 2022.11.06).
- 4) 文部科学省：「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）,
https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt_syoto_02-000012321_2-4.pdf, (最終閲覧日 2022.11.07).
- 5) 経済産業省：「未来の教室」ビジョン 経済産業省、「未来の教室」と EdTech 研究会、第2次提言、2019,
https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/mirai_kyoshitsu/pdf/20190625_report.pdf, (最終閲覧日 2022.11.08).
- 6) 文部科学省：STEAM 教育等の各教科横断的な学習の推進,
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/mext_01592.html, (最終閲覧日 2022.11.11).
- 7) 文部科学省；「Society 5.0 に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる」、2018,
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afIELDfile/2018/06/06/1405844_002.pdf,
(最終閲覧日 2022.11.11).
- 8) 文部科学省：次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ、論点整理（案）補足資料（3）,
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo_3/004/siryo/_icsFiles/afIELDfile/2015/09/04/1361407_2_3.pdf, pp.166, (最終閲覧日 2022.11.12).
- 9) 文部科学省：「平成 30 年度以降の学校における ICT 環境の整備方針について」、別紙,
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afIELDfile/2017/12/26/1399908_01_3.pdf, 2017, (最終閲覧日 2022.11.13).
- 10) 文部科学省：教育の ICT 化に向けた環境整備 5 か年計画（2018 年～2022 年）,
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afIELDfile/2018/04/12/1402839_1_1.pdf, 2017, (最終閲覧日 2022.11.13).
- 11) 文部科学省：小学校プログラミング教育の手引き（第三版）,
https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai_02-100003171_002.pdf, 2020, (最終閲覧日 2022.11.14).
- 12) トニー・ブザン、バリー・ブザン：『ザ・マインドマップ OR』、神田昌典（訳）、ダイヤモンド社、2005.

資料1 プログラミング授業シート (6年生)

資料2 家庭科の授業シート (5年生)

資料3 図画工作科の授業シート (6年生)



(注1) 見えない部分を加工しています。

(注2) 図画工作科は、様々な書き方があった。