

問題解決能力を育むプログラミング教育の在り方

—教科横断的な活用と思考の振り返りを通して—

木村 祐太（京都市総合教育センター研究課 研究員）

Key Words : プログラミング的思考, 問題解決過程, 部分的活用, 教科横断, 振り返りの充実

プログラミング教育で育む資質・能力の核ともいえる「プログラミング的思考」は、問題解決能力を支える思考の一つである。児童が問題解決の各過程（問題解決の方向性を考える、問題解決の手順を最適化する）において、様々な考え方がある中から解決に適したプログラミング的思考を必要に応じて選択し活用する、そのような姿を本研究では目指した。

そのためには、児童がプログラミング的思考に習熟し、その汎用性を実感する必要がある。プログラミング的思考を思考スキル的一种ととらえ、それを見える化し思考を促す思考ツールを用いる授業を、教科横断的に実施した。なお、プログラミング的思考は5要素でとらえることができるが、教科特性や単元の目標に応じてその要素を部分的に取り入れることにした。

また、児童が場面に応じて思考スキルを適切に選択できるようになるためには、その思考スキルがどのような場面でどのように有効か、あるいはどのような場面では有効でないのかを実感することが必要である。そこで、自身の思考を振り返る活動を充実させるようにした。

実践の結果、自身の思考を客観視しながら、適切な思考スキルを選択し問題解決する児童や、学習の見通しをもつ際に、どのような思考スキルを発揮できそうか、問題解決の見通しをもつ児童も現れた。

目 次

はじめに	1	第3章 実践の実際	
第1章 問題解決能力の育成を目指して		第1節 教科横断的な取組の実際	
第1節 プログラミング教育の必要性		(1) 分解, アルゴリズム的思考の習得・選択活用を目指して	
(1) 求められた社会背景	1	～3年生での実践から～	11
(2) 育みたい資質・能力	1	(2) 抽象化の習得, 総合的な学習の時間での選択活用を目指して	
(3) プログラミング的思考とは	2	～4年生での実践から～	14
(4) プログラミング的思考の要素	3	(3) 理科での取組, ICTと併用した例	
第2節 学びの転移を促す		～6年生での実践から～	18
(1) 1年次の研究概要	4	第2節 思考のメタ認知の実際	
(2) 1年次の課題克服に向けて	5	(1) 習得期における振り返り	19
		(2) 選択活用期における振り返り	20
第2章 問題解決能力育成の方策		第4章 実践の成果と課題	
第1節 汎用性の実感と思考の習熟のために		第1節 教科横断的な取組と振り返りによって	
(1) 教科横断的な取組と思考ツール	6	(1) 見通しをもって選択する姿	21
(2) 部分的活用の可能性	8	(2) 転移した姿	22
(3) 思考の習得から活用へ	9	(3) 部分的活用と振り返りの効果	22
第2節 思考のメタ認知を促すために		第2節 更なる充実のために	
(1) 定期的な振り返り	9	(1) 6年間を見通したマネジメント	23
(2) 考え方の選択を委ねる	10	(2) 思考ツールとICTの併用	23
		おわりに	24

<研究担当> 木村 祐太 (京都市総合教育センター研究課 研究員)

<研究協力校> 京都市立元町小学校
京都市立砂川小学校

<研究協力員> 佐々木 千恵 (京都市立元町小学校教諭)
山崎 晋太郎 (京都市立元町小学校教諭)
森元 美帆 (京都市立砂川小学校教諭)
小川 美咲 (京都市立砂川小学校教諭)

はじめに

小さい頃に積み木やブロックを使って遊んだ人は多いことと思う。私も、家を作ったり、ロボットや基地を作ったり、想像力の赴くままに一心不乱に好きなものを創造したことを覚えている。

作り出すことは楽しい。作るプロセスにおいて「ああでもない、こうでもない」と試行錯誤することが楽しい。その上で、完成したことに達成感を感じるからであろう。

教員になってからは、日々教材作りを行った。この場合の教材作りとは、既に用意してあるデータを児童数分印刷したり、掲示用に拡大したりすることではない。教材作りとは、単元で児童に身に付けたい力を明確にし、クラスの児童を思い浮かべながらどのような支援をすればよいか考え、ワークシートの構成を考えたり、児童に見せる資料を精選したり、提示する順番を考えたりすること。すなわち児童に何らかの力を育むという問題を解決するために、試行錯誤し最適な解を求める活動である。

大変ではあるのだが、教員として楽しい時間の一つでもあったと思う。何人かの仲間とアイデアを出し合うような時間は特にである。精いっぱい考えて作った教材を使った授業を行い、児童が真剣な表情で学習し、思考がだんだん深まっていく様を見たとき、達成感を得たことを覚えている。そしてその日の放課後、また新しい教材作りに向かうのである。

多くの場合、問題解決とは何かを作り出すことである。商品を作る、イベントを作る、話し合いの流れを作る。そしてそれは、楽しく達成感のあるものである。

そのような感覚を児童が身に付けてくれたら、その将来にどんな困難が待ち受けていようと、彼らは自分たちの力で乗り越えてくれるであろう。

第1章 問題解決能力の育成を目指して

第1節 プログラミング教育の必要性

(1) 求められた社会背景

第4次産業革命とも言われるような、人工知能が様々な判断を行ったり、身近な物の働きがイン

ターネット経由で最適化されたりする時代は既に到来しつつある。このような技術の進歩を生かして、人がSDGsのような様々な課題に新たな解決策を見だし、新たな価値を創造していくことが期待されている。

日本においては「サイバー空間とフィジカル(現実)空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会(Society)」(1)として、Society5.0というビジョンが内閣府によって示された。そこでは新たな価値として、例えば天気や交通渋滞状況、宿泊先やおすすめのお店といった様々な情報を分析し、最適なルートを判断する人工知能が紹介されている。人工知能やインターネットなどの情報技術の進歩により、我々の社会や人生がよりよくなるのが期待されているのである。

一方で、「今後10年~20年程度で、半数近くの職業が自動化される可能性が高い」「子どもたちの65%は、将来、今は存在していない職業に就く」といった未来予測から、人工知能の進化により人間が活躍できる職業がなくなるのではないかとといった不安の声もある(2)。定められた手続きを効率的にこなしていくことは、人工知能が人間以上に得意とすることである。人工知能が発展すれば、様々な作業を自動で行うことができるようになり、当然その作業には人の手を必要としなくなるだろう。例えば、レジ台に購入したい商品を置くだけで代金が表示される無人レジは既に普及しており、そこに店員の姿はない。また店内の商品を手にとって店を出るだけで、入店前に登録した電子マネーやクレジットから自動的に支払いが行われる無人コンビニも誕生した。

これからの子どもたちには、人に言われたとおりに、あるいはマニュアルに定められたとおりに、手続きを効率的にこなすことにとどまらない力が必要になったことは間違いないであろう。新たな価値を生み出すような感性やアイデアを実現する力をもつ人材が必要とされている。

(2) 育みたい資質・能力

このような社会の情勢を受けて誕生したのがプログラミング教育である。中央教育審議会での検討と同時に、有識者会議において議論が行われた。この有識者会議の名称を「小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議」という。会議名称からもわかるとおり、目指されているの

は論理的思考力、創造性、問題解決能力である。

この会議の議論の取りまとめでは、これからの時代に求められる資質・能力として以下の3点が示された(3)。

- ①情報を読み解く
- ②情報技術を手段として使いこなしながら、論理的・創造的に思考して課題を発見・解決し、新たな価値を創造する
- ③感性を働かせながら、よりよい社会や人生の在り方について考え、学んだことを生かそうとする

これからの時代、すなわち情報化が進展する社会を生きていく子どもたちには、加速度的に増え続ける複雑な情報を読み解くための読解力がまずもって必要であるとされている。

そして、読み解いた情報をもとに論理的・創造的に考え、解決すべき課題や解決の方向性を見いだせたなら、多様な他者と協働して解決していかなければならない。予測困難な社会といわれているように変化の激しい社会であるから、既存の方法が通じるとは限らない。前例や固定概念に縛られない創造的な思考が必要になる。そして、情報を収集・整理し、発信・伝達する過程全てにおいて、情報技術とそれらを効果的に活用する力が必要である。

このような活動を支えるのは感性であるという。想像を膨らませたり、他者の感情や考えにも配慮したり、まだ存在しないものを作り出したりすることができるのは人間の強みである。こうした感性を働かせながら、社会やこれからの人生のために自身の力を生かそうとする姿勢が社会に求められているのである。

これらの資質・能力を育むために、プログラミング教育として何をを目指すのかも、同会議において整理された。それを以下に示す(4)。

【知識・技能】

身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと。

【思考力・判断力・表現力等】

発達の段階に即して、「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】

発達の段階に即して、コンピュータの働きを、より良い人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること。

思考力・判断力・表現力等にあるプログラミング的思考だが、これは先述した「情報技術を手段として使いこなしながら、論理的・創造的に思考して課題を発見・解決し、新たな価値を創造する」資質・能力を支える思考として示されている(5)。有識者会議の会議名に示された力に関わる思考であり、正にプログラミング教育の要といえよう。

(3) プログラミング的思考とは

プログラミング的思考の定義は、以下のように示されている(6)。

自分の意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組合せが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力

(下線は筆者による)

自分の意図を実現するための動き(記号)の組合せを考え、それを改善していくために論理的に考えるというイメージがとらえやすい。ビジュアルプログラミングソフトを使った例としてよく知られている正多角形の作図の場面においては、キャラクターへの命令である「50歩進む」「60°向きを変える」などのブロック、すなわち記号を組み合わせ、その組合せを修正して最適な手順を導く活動がイメージできるであろう。このように考えることは、問題解決のための手順を最適化する力と言い換えることができるかもしれない。

もう一つ、忘れてはならないのは、「自分の意図する一連の活動を実現するために」という一文である。この意図、すなわちどのように問題解決するかという方向性を考えることなしに問題解決がなされることはない。

先述した議論の取りまとめにおいても、これからの時代に求められる資質・能力の②に関して、以下のように示されている(7)。

複雑な文脈の中から読み解いた情報を基に論理的・創造的に考え、解決すべき課題や解決の方向性を自ら見だし、多様な他者と協働して新たな価値を創造していくための力が求められる。

(下線は筆者による)

問題をとらえ、課題を発見し、解決の方向性を考える段階からできるようになる力の必要性が指摘されている。

整理すると、プログラミング的思考を育むことによって高まる問題解決能力は、

- ①問題解決の方向性を考える力
 - ②問題解決の手順を最適化する力
- であるということになる。

(4) プログラミング的思考の要素

プログラミング的思考の定義は、「コンピュータショナル・シンキング」(以下 CT) の考え方を踏まえつつ、プログラミングと論理的思考との関係を整理しながら提唱されたものである(8)。

そこでまず1年次の研究においては、Wing によるCTの概念や磯部らによる解説を参考にしながら、概観を試みた(9)。要点を以下に示す。

- ・CTは、問題解決のための思考であり、問題を明確にするという問題解決過程の初期から発揮される思考であること
- ・構築された問題解決の手順を人に任せるかコンピュータに任せるかは選択できるオプションに過ぎないということ

このような概念であるから、広く問題解決に役立つ思考として世界中で注目されているようである。

さらに、CTの概念をもとにプログラミング教育を教科化して実施しているイギリスの例や、ベネッセによるプログラミング的思考の評価規準を参考にプログラミング的思考の理解を試み、プログラミング的思考の要素を以下の5要素とした。

表 1-1 本研究におけるプログラミング的思考の要素

分解 (Decomposition)	問題や動きをいくつかの要素に、理解や解決できるように分解すること。
抽象化 (Abstraction)	分割した複数の要素の中から、問題解決に必要な要素を見だし、他の詳細を省くこと。
アルゴリズム的思考 (Algorithmic)	問題を解決するために、明瞭な手順を組むこと。
一般化 (Generalization)	類似性からパターンを見付けて、別の場合にも利用できるようにすること。
評価 (Evaluation)	目的や意図に対して実行したことが最適かを確認し、修正・改善していくこと。

本研究は小学校におけるプログラミング教育を軸としているので、小学校での実践を例にプログラミング的思考の具体を説明する。

総合的な学習の時間に、環境をテーマとした単元としてごみを減らすための取組をすることがある。しかし一口にごみといっても、その多さの原因は様々である。

①分解

児童はまず、食品ロス、プラスチック、産業廃棄物などのキーワードを挙げて問題の概観を試みた。そして、個々のキーワードについてその実態を詳しく調べた。すると、食品ロスが増える背景には、賞味期限を本来の期限より厳しく設定していることがあると気付いた。このように問題をどんな要素が構成しているのか、細分化してとらえていく思考が分解である。

②抽象化

次いで、収集した情報を分析する。賞味期限の問題にしる、プラスチックや産業廃棄物の問題にしる、使い道はあるのに捨てていることが問題の根本であると児童は感じた。共通点を考えたことで問題解決に必要な本質的な部分を見いだすことができた。これが抽象化である。

見いだした要素をもとに、使い道はあるのに捨ててしまう姿勢を改めるにはどうすればよいのかを児童は考え、賞味期限の過ぎたものや使い終わったビニール袋、家電製品の生かし方について啓発プレゼンを作ろうと考えた。抽象化することで、問題解決の方向性が見えてくるのである。

啓発プレゼンを作る活動では、どんな内容をどの順序で伝えるかを考えなくてはならない。これは問題解決の手順を最適化する活動である。どんな内容が必要か、構成する部分(要素)を考えることは分解に当たる。その分解された要素を全て伝えようとするスライドが膨大な量になり、聞き手も疲れてしまうと予想できるから、必要な要素は絞り込まなければならない。これも抽象化である。

抽象化は、問題解決の方向性を考える場面にも、問題解決の手順を最適化する場面にも必要な思考である。

③アルゴリズム的思考

啓発プレゼンの内容のように、必要だと判断された要素を順序立てて、他者にわかるような形で示すのがアルゴリズム的思考である。

④一般化

プレゼンの構成には、一定の型がある。それに児童が気付く、別の問題場面にその構成を応用した。パターンを見付けて、別の場合に利用する一般化の思考である。

⑤評価

プレゼンを作成した後、練習してみたところ、説明しにくい部分があったり、意図が伝わっていなかったりしたならば、プレゼンを作り直さなければならない。スライドの順序を見直すだけなら簡単だが、そもそも必要な情報が足りていない場合もある。分解や抽象化の段階で間違っていたのかもしれない。

意図どおりのプレゼンができたので、授業参観で児童が発表した。発表内容はわかりやすく、参観者からの素敵な感想がもらえた。しかし、参観者の家庭でごみの実態は変わらなかった。となると、使い道はあるのに捨ててしまう姿勢を改めるという問題解決の方向性そのものが間違っていたのかもしれない。実行したことが目的や意図に対して最適かを確認し修正・改善していく、これが評価である。

以上が、プログラミング的思考の具体である。

なお本市においてはプログラミング的思考の重要ポイントとして「問題解決のために、ものごとを分解・構築・試行錯誤して考えること」(10)と示されている。本研究における五つの要素は、京都市の重要ポイントをより細分化したものであるととらえることができる。以下にその対応関係を示す。

表 1-2 京都市におけるプログラミング的思考の重要ポイントと、筆者の考えるプログラミング的思考の要素との対応

本研究における要素		京都市	
評価	分解	分解	試 行 錯 誤
	抽象化		
	アルゴリズム的思考	構築	
	一般化		

整理すると、プログラミング的思考とは問題解決の過程において必要な分解、抽象化、アルゴリズム的思考、一般化、評価の思考であり、問題解決の方向性を考えたり、問題解決手順を最適化したりすることに役立つのである。

第2節 学びの転移を促す

(1) 1年次の研究概要

学んだことがその授業限り、その教科限りのものにならず、様々な日常の場面で発揮されるようになることが教育の理想である。学習指導要領に示される資質・能力は正にそのような汎用性を意

図したものであり、本研究の目指すプログラミング的思考を生かした問題解決能力もそうである。しかし、学んだことが応用されるようになる(以下、転移という)ことは難しい。

では、プログラミング的思考を転移させるにはどうすればよいのであろうか。

何かを理解したり、解決したりする思考には一定のパターンがある。例えば、歴史的な事柄を理解するのであれば時系列に順序立てることで、ある出来事がなぜ起こったのかを理解しやすくなる。また、同時期に起こった別の出来事の中には関連性があるものもあり、関連付けることでより理解が深まることがある。

こういった「順序立てる」や「関連付ける」といった思考の仕方を「思考の結果を導くための具体的な手順についての知識とその運用方法」(11)ととらえ、鍛えることができるスキルであるとする考え方がある。その場合、これらの思考は思考スキルと呼ばれる。プログラミング的思考にも、一連の動きを小さな動きに分解してから順序立てるというように、具体的な手順がある思考スキルの一部ととらえることができよう。

中学生において、思考スキルがどのような条件下で転移しやすいかを調べた佐藤によると、思考スキルが転移する条件は以下のとおりである(12)。

- 無意識のうちに用いていた思考スキルを意識化させ、メタ認知させ活用を図ると、他の場面への転移を生じやすい。
- 思考スキルを活用することの良さや意義を実感している生徒ほど、その転移が生じやすい。

プログラミング的思考は、資質・能力である。資質・能力とは、(そもそも知らないので)学んで身に付けるもの(例えば知識)ではなく、「自分の中にあるものを引き出して使うもの」(13)とされている。つまり、児童の中に未熟な形で存在しており無意識のうちに用いていたプログラミング的思考を何らかの形で意識化させ、自由に引き出せるようにすることが転移だといえそうである。

また、その有効性を感じれば感じるほど、それらの思考を働かせようと思うがゆえに、転移が生じやすくなると考えられる。

そこで1年次の研究においては、児童にプログラミング的思考を意識化させるために、思考の言語化と思考ツールを用いての図式化を行った(14)。

例えば算数科の筆算においては、児童が筆算の手順を考え、次ページの図 1-1 のようにステップ

チャートに示す活動を行った。



図 1-1 筆算の手順を表すステップチャート

児童のプログラミング的思考を図式化することで可視化し、どのような思考かをとらえやすいようにしたのである。

また、教員が発問や指示をする際も「手順を考えて」(アルゴリズム的思考)、「新しく増えた部分は何かな」(分解)のように、どう考えるかが明示的になるように言語化した。

さらに、そういった思考をすることで何が良かったのかを児童に振り返らせたり、教員がほめて価値付けたりすることで、児童が有効性を実感できるように試みた。

これらの取組の成果として、児童がプログラミング的思考の有効性を実感できたり、プログラミング的思考を意識できるようになったりしたことが挙げられる(15)。

しかし、意識化と有効性の実感はされたのだが、転移に至った例は少なかった。具体的にいえば、他教科等での学習活動でそういった思考を自主的に働かせていると思われる児童は、少数しか観察されなかったのである。

奈須によると、こういった転移を生じにくくさせる要因は、「人間の知性や学習というのは、それくらい領域固有のものであり、文脈や状況に強く依存している」(16)からであるという。その上で、教わった方略を児童が問題解決に自発的に活用するには、それがいったいどういう方略なのか、どんな場面で有効なのかを実感させ明確にした上で習熟させる、明示的な教え方が必要であるとされている。

(2) 1年次の課題克服に向けて

1年次の課題克服のために、大きく分けて二つ

の手だてが考えられる。一つ目は教科横断的な取組である。

奈須の言葉に依拠するならば、転移させるにはまずは領域を感じさせないための工夫、言い換えるとプログラミング的思考の汎用性を感じさせる工夫が必要だということになる。

1年次はプログラミング教育を算数科の授業においてのみ行った。それゆえ、児童は算数科において発揮すべき思考だととらえたり、汎用的なものだととらえることができなかつたりした可能性がある。プログラミング的思考は様々な教科、場面で発揮することができる思考である。算数科だけでなく他の場面でも児童がプログラミング的思考を発揮し、図式化や言語化によってそのことを意識したとき、汎用性のある思考だと認識し、転移につながるのではないだろうか。

教科横断的に取り組むことのメリットは他にもある。プログラミング的思考をスキルとして習熟させるには、型として繰り返し使うことが必要である。思考ツールはその手段として有効なので本研究においても継続して活用するが、同時に繰り返し使う場面が必要である。教科横断的な取組とすることは、プログラミング的思考を働かせる場面が増えることにつながり、習熟のための手だてとなるはずである。

しかし、一点注意すべき点がある。それは、問題解決の方向性を考える学習活動の充実である。1年次の実践においては、プログラミング的思考がいったいどういう方略なのか、どんな場面で有効なのかを実感させて明確にすることについては、一見できているように感じられる。しかし、どんな場面で有効かについては、本来のプログラミング的思考の有効性と比べると部分限定的なものとして印象付けた可能性がある。

プログラミング的思考を育むことによって高まる問題解決能力は、

- ①問題解決の方向性を考える力
- ②問題解決の手順を最適化する力

であると既に述べた。だが、先に挙げた筆算の例にあるように、1年次の実践は手順を最適化する活動が主であった。これでは、①も②も含む問題解決能力を支える思考としてのプログラミング的思考が意識されたとは言いがたい。では、どの単元においても①の力を意識して発揮させればいいのかというところではない。単元の学習内容によって、①の力を発揮しやすい、②の力を発揮しやすい、①も②も発揮しやすいという向き不向きがあ

る。例えば総合的な学習の時間であれば、その特性から問題解決の方向性を考える力を発揮しやすいはずである。教科横断的に取り組むことの利点を最大限に生かし、あらゆる教科の単元を選択肢に入れながら、適切な単元を設定することが必要だと考えている。

二つ目は、振り返りの充実である。先述したように(p. 4)、メタ認知させ活用を図ると転移が生じやすくなるからである。

メタ認知には、考えている最中にその考え方を自己を認知するオンライン・メタ認知と、どう考えたかを後から振り返って認知するオフライン・メタ認知がある。思考ツールなどを活用しての図式化はオンライン・メタ認知だけでなく、後から自分の考え方を振り返るオフライン・メタ認知にも役立つ。自分の考えが表れた図を見て、「こう考えたことでうまく問題解決が図れた」「こういう考え方ではうまくいかなかった」などと考えることは、プログラミング的思考がどういう方略なのか、どんな場面で有効なのかをより実感させることにつながるであろう。こういったメタ認知を促す機会が増えるよう、どのように考えればよいのかということをめあてとしてもたせたり、振り返りの時間を活用したりする。

以上が、1年次の課題を克服するための本研究の概要である。図式化したものを以下に示す。

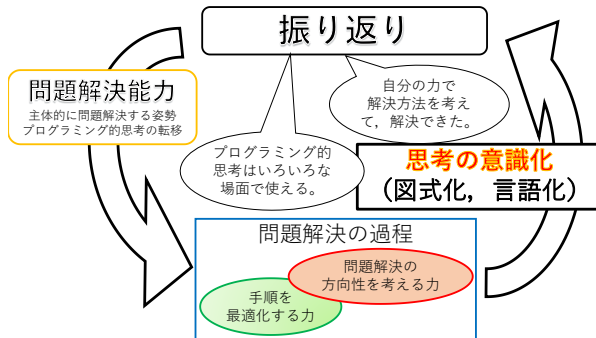


図1-2 本研究の構想

プログラミング的思考は、様々な場面の問題解決過程に現れる。児童が無意識に発揮した思考を、思考ツールなどを用いて図式化したり言語化したりすることで、児童が意識する。児童は、その自分の思考を振り返ることで、どういう思考なのか理解を深めたり、汎用性や有効性を実感したりする。それらの体験によって、問題解決過程に応じてプログラミング的思考を含む思考スキルを自由に引き出し、使うようになるのではないだろうか。さらに、実際に問題解決したことで、問題解決へ

の自信を深めるであろう。そのことが、児童の問題解決能力の向上につながると思う。

- (1)内閣府『Society5.0』https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html 2020.5.12
- (2)文部科学省『小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について(議論のとりまとめ)』2016.6 p.2
- (3)前掲(2) p.5
- (4)前掲(2) p.8
- (5)前掲(2) p.6
- (6)同上
- (7)前掲(2) p.5
- (8)前掲(2) p.8
- (9)拙著「プログラミング的思考を育む、授業デザインの在り方—思考の可視化・意識化することを通して—」『研究紀要—伝統と文化を受け継ぎ、次代と自らの未来を創造する子どもを育てるために』2020.3 pp.3-6
- (10)京都市教育委員会指導部学校指導課『京都市プログラミング教育スタンダード』2020.3 p.3
- (11)田村学, 黒上晴夫『考えるってこういうことか!「思考ツール」の授業』小学館 2013.8 p.20
- (12)佐藤佐敏「思考スキルが転移する要件—文学作品を解釈する思考スキルの成果と限界—」『全国大学国語教育学会発表要旨集』2008.5 pp.207-210
- (13)国立教育政策研究所『資質・能力 理論編』東洋館出版社 2016.1 p.38
- (14)言語化と図式化による思考の意識化は、メタ認知的活動にプログラミング的思考を組み込むために必要なプロセスである。詳しくは1年次の研究を参照されたい。拙著「プログラミング的思考を育む、授業デザインの在り方—思考の可視化・意識化することを通して—」『研究紀要—伝統と文化を受け継ぎ、次代と自らの未来を創造する子どもを育てるために』2020.3 pp.9-10
- (15)前掲(14) pp.20-22
- (16)奈須正裕『「資質・能力」と学びのメカニズム』東洋館出版社 2017 p.63

第2章 問題解決能力育成の方策

第1節 汎用性の実感と思考の習熟のために

(1) 教科横断的な取組と思考ツール

領域固有のものである知性や学習を転移させるには、「領域固有のものではない」ことを児童に実感させる必要があり、そのために教科横断的にプログラミング教育を実践することを既に述べた。

では、様々な教科等において児童がプログラミング的思考を働かせれば、児童が自動的にその汎用性を実感するかというとそうではない。やはり1年次の研究同様に図式化や言語化といった手だてが必要ではないかと考える。

どの教科等で実践する場合も、使う思考ツールや思考スキルを表す言葉は共通する。例えば、第1章第2節(1)(p.5)で示したようなステップチャートは、同じ形式のまま他の授業場面でも活用することができる。そして、指導者の「手順を示そう」「順番に考えよう」といった言葉により順序立てることを促された児童は、思考ツールを使って考える活動を繰り返し行う中で、どの教科等の学習活動であってもプログラミング的思考を活用していることに気付けるであろう。

つまり、1年次の研究における、児童に思考の意識化を促す手だてであった図式化や言語化が、プログラミング的思考の汎用性を実感させる手だてにもなり得ると考える。

では、プログラミング的思考をどのような思考スキルにとらえ、どのような思考ツールを用いればよいのか。黒上らの研究を参考に、思考ツールやその活用例を示す(17)。なお、活用例を述べるにあたり、第1章第1節(4)(p.3)で示した思考の要素の順に従い、論を進めていく。

①分解

分解とは、問題や動きをいくつかの要素に、理解や解決ができるように分けることである。第1章第1節(4)で示したごみ問題の原因を調べる活動は、大きな問題を小さな問題に分けているととらえることができる。このような思考は、物事を一つの面から見ているだけでは難しい。

物事を一つの面から見ているだけではまだ把握していない事実を見逃しているかもしれない、誤ったとらえ方から問題解決方法を模索する危険性がある。あるいは、これまでとは違った角度からとらえることによって新しい解決方法を導く可能性が生まれるかもしれない。こういった思考は、「他にも情報はないかな」と調べたり、見方を変えて他の面から見たりすることでできるようになる。

そこで、分解の思考を可視化する思考ツールとしては、多面的に見る思考スキルに対応するXチャート(YやWの形のものもある)やフィッシュボーンが適すと考える。以下、図2-1と図2-2に思考ツールと使い方の例を示す。

小学校国語科においては、四季それぞれに児童が感じるイメージや思い出を様々な形で表現する

活動が設定されている。その際、一部の児童は自身が持っている一面的な見方だけでは記憶から少しの情報しか取り出すことができず、何を表現してよいかわからないままありきたりな言葉で表現することになってしまう。記憶はあるのだが、どの情報を言語化して表現すればいいのかわからないのであろう。

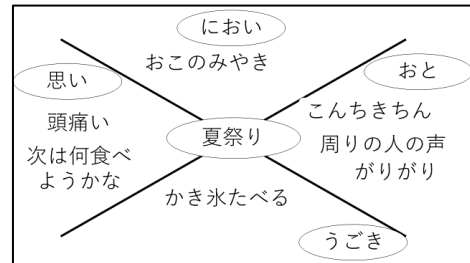


図2-1 夏祭りのイメージを分解したXチャート

そこでこのような図を用いて、におい、うごきなどのいくつかの視点に分けて思い出すよう指示することで、児童が記憶を多面的に分解し、多くの情報を引き出すことができるようになる。児童によっては、自分なりの視点を設定したり増やしたりして、より多くの情報を見つけ出すこともあり得るだろう。

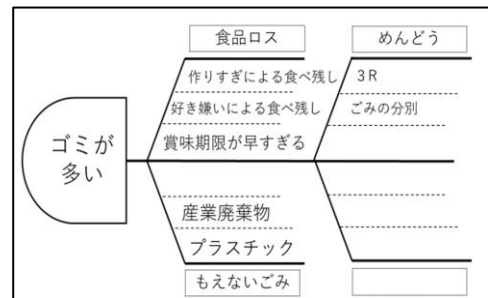


図2-2 ごみ問題をいくつかの原因に分解したフィッシュボーン

この図2-2は、第1章第1節(4)で示した分解の思考を図式化したものである。フィッシュボーンと呼ばれる図だが、問題の原因を多面的にとらえることに役立つ。

②抽象化

問題解決に必要な本質的な部分を見だし、詳細を省くことが抽象化である。問題に関わる様々な要素のうち、全てを踏まえて解決しようとする問題が複雑になりすぎる。そこで本質的な要素のみを抽出する問題の抽象化が必要となる。あるいは焦点化と言い換えることもできるであろう。それは例えば、問題解決の方向性を決めるときに行われる。次ページ、図2-3に思考ツールと使い方の例を示す。

このピラミッドチャートでは、下段が詳細な情

報の集まりで、上段に行くほど情報は省かれ抽象化されていく。

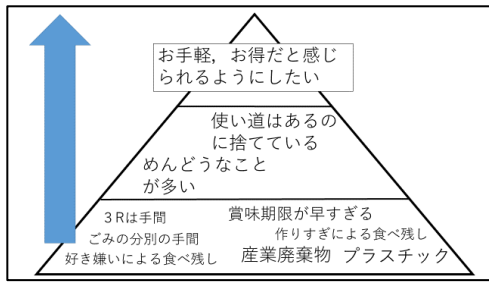


図 2-3 ごみ問題を抽象化するピラミッドチャート

例えば図 2-3 ではまず、多くの要素を並べ（下段）、それらの共通点を考えている。そして、ごみ問題の原因は使い道があるのに捨てていることと、ごみを減らす活動は面倒であることだと抽象化している（中段）。そこで、使い道があるものを再利用の方が手軽だったりお得だったりすると伝えることが必要だとの主張を導いている（上段）。

共通点を導く以外にも抽象化の際の観点はあり、自分たちでは解決できない要素を省くこと、切迫度合いや重大さなどで選択することもあり得る。

③アルゴリズム的思考・一般化

アルゴリズム的思考は思考スキルでは順序立てることに当たる。順序立てる思考を可視化し促すには、ステップチャートや短冊・矢印が用いられる。図 1-1 (p. 5) がそうである。

ステップチャートを構成する一つ一つの部品は、問題解決に必要な動きを細分化したものであり、この部品を考えること自体は分解の思考にあたる。つまり、ステップチャートに手順を示すことによって、アルゴリズム的思考と分解の思考が働いていると考えられる。

なお、一つ一つの部品を短冊や付箋に書き、操作しやすくすることもできる。その方が、順番を入れ替えることや、手順の一部を他の問題解決の手順に移すことが容易になり、手順を評価し、よりよい手順を目指したり、一般化の思考を働かせたりしやすくなる。

④評価

評価とは、実行したことが目的や意図に対して最適かを確認し、修正・改善していく思考である。例えば、お題が与えられておりビジュアルプログラミングソフトを使って解決するのであれば、プログラムを実行すれば目的や意図に対して適しているかわかりやすい。しかし、そうではない場合、

例えば人にプレゼンで何かを伝えるといった場合、本当に適しているかは短時間で見ただけでは判断できず、作った自分自身では客観的な判断をしにくい。友だちに見てもらい意見をもらった上で改善するかどうか判断する必要がある。その際に使用する思考ツール、PMI を図 2-4 に示す。

Plus プラス いいところ	Minus マイナス だめなところ	Interesting インテレストィング おもしろいところ

図 2-4 評価の思考に対応する PMI

問題解決手順を見てもらったり、あるいは実際に試してもらったりした後、この思考ツールを用いて相手に評価してもらおう。いいところは変更する必要はなく、逆にだめなところは改善が必要であると判断できる。また、おもしろいところはその問題解決方法の強みや価値である。より高めることでよりよく問題解決することにつながるかもしれない。この評価をもとに最適化を目指すことができる。

(2) 部分的活用の可能性

本来、プログラミング的思考は物事をいくつかの要素に分解し、分解された要素をもとに解決方法の方向性を決め、その方向性や要素を踏まえて解決手順を構築していくという一連の流れを指すのかもしれない。しかしながら、小学校教育においてはその一連の流れがすべて含まれる授業ばかりではない。分解の思考は働くのだが、アルゴリズム的思考は働かない授業もある。

例えば、理科において植物を多面的にとらえて観察し、その変化をつかむ活動がある。植物を葉、茎、根、実などのように多面的にとらえることは、複数の要素に分解しているといえよう。

このようにプログラミング的思考の一要素が発揮される授業があるのであれば、プログラミング的思考(の一部)を育む機会であるにとらえ、プログラミング教育のカリキュラムに取り入れていきたいと考えている。そうすることで、プログラミング的思考や思考ツールを活用する機会が増え、児童にプログラミング的思考の汎用性を実感させるとともに、より習熟させることにつながるであろう。

ただし、このような部分的活用のみではプログ

プログラミング的思考を育てているとはいえない点に注意しなくてはならない。これまで示してきたようにプログラミング的思考は問題解決の方向性を考え、問題解決の手順を最適化するためのものであり、例えば分解の思考のみでは問題解決に至ることができない。部分的に活用してきたプログラミング的思考を総動員して問題解決するような体験が、各教科等において必要である。このような場合の一つとして、総合的な学習の時間が有効だといえるのではないだろうか。

(3) 思考の習得から活用へ

総合的な学習の時間の基本的な流れには、第1章で述べたようにプログラミング的思考の複数の要素が含まれており、問題解決の方向性を考える力を発揮する場面が設定しやすいという特性がある。また、様々な教科等と関連することから、汎用性の実感にも寄与するであろう。

さらには、地域の防災や環境問題など大きなテーマが取り扱われることも重要である。その大きな問題をどのようにとらえ、どのように解決しようとするのかの意思決定は児童に委ねられることになり、児童は正に自分自身の力で主体的に問題解決を図ることになる。そうすることで実際に問題解決に至った時の達成感は大きいものになるであろう。また、その解決にプログラミング的思考が活用されていたと気付くことができれば、その有効性を実感することにつながるはずである。本研究で目指すプログラミング的思考の汎用性と有効性の実感、問題解決能力を支える思考としての意識化のために魅力的な活動となり得るであろう。

なお、現行小学校学習指導要領には、「探究的な学習の過程においては（中略）例えば、比較する、分類する、関連付けるなどの考えるための技法が活用されるようにすること」(18)と示されている。ここでいう考えるための技法とは、思考スキルのことである。思考ツールによってプログラミング的思考を中心とした思考スキルの発揮を促そうとする試みは、総合的な学習の時間が目指す学習と合致するものになるであろう。

では、部分的活用の効果や総合的な学習の時間の特性を踏まえ、どのようにカリキュラムを構築すればよいのか。図2-5のようなモデルを提案したい。

研究の前半はプログラミング的思考や思考ツールに慣れるための習得期であると考え。児童全員が慣れる必要があるため、どのような思考をす

ればよいのか、そのためにどんなツールを使えばよいのか、指導者が明確に指示する。

この明確な指示とは、授業中のめあてとして指導者側から提示することを必ずしも意味しない。児童にどのように考えたいかを問い、児童の案をより実現しやすくするための便利なツールとして紹介することもできる。あるいは、児童が行っていたプログラミング的思考や思考ツールを使った活動を取り上げ、価値付けた上で全体にやってみよう促す場合もある。

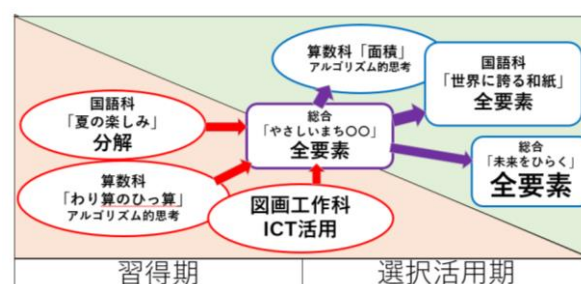


図2-5 プログラミング的思考および思考ツールの習得と選択活用の流れ

後半期は、選択活用期と位置付ける。問題解決のために様々な思考があり得る中で、どのような思考をすればよいのか、そのためにどんなツールを使えばよいのかという選択はできるだけ児童に委ねる。指導者がそれを全体に明確に指示することは少ない。

プログラミング的思考の複数の要素が含まれることから、総合的な学習の時間でのプログラミング教育は選択活用期に設定している。総合的な学習の時間以外の教科等であっても選択活用のための単元として適しているものがあれば、この時期に設定している。

このような選択活用の時期を設定する意図は、転移を促すために、児童に自身の思考をメタ認知させることにある。

第2節 思考のメタ認知を促すために

(1) 定期的な振り返り

考え方の選択を委ねる前提として、ある考え方がどのようなときに有効なのかを児童自身が実感している必要がある。そのような実感を促すための手だてとして、習得期においてオフライン・メタ認知を促すことが考えられる。

方法の一つとしては、授業の終末に行う振り返りに「どのように考えたのか」「その結果どんなこ

とがわかったのか・できたのか」という観点を入れるよう指示する方法がある。思考のメタ認知を促すとともに、その有効性を実感させたり、どういふときには有効なのかを分析させたりするねらいがある。この方法は、ただ単に振り返りをしようとして児童に指示するだけでは、その内容が「～がわかった・～ができてよかった」というような内容知に偏りがちなことへの改善策としても有効であろう。

(2) 考え方の選択を委ねる

どのように考えるかという選択が委ねられることにより、児童は問題解決の過程において今どのように考えることが適切かを判断しながら活動する。どのように考えるかを判断し選択できるようにするためには、日々の学習活動のめあてとして提示することが有効であると考えられる。

これは何も毎時間のように「思考ツールを使いなさい」とめあてを示すことを意味するのではない。習得期においてプログラミング的思考や思考ツールという便利なものがあると理解した児童に、「これからは使えそうな場面を自分たちで探して使ってみよう」と促すことを意味する。しかしながら、体験したプログラミング的思考やその他の思考スキル、それらに紐づけられた思考ツール全てを把握しておくことはまだ困難であろうから、これまでに活用してきたプログラミング的思考と思考ツールを教室の側面等に掲示しておく必要がある。

また、ある思考スキルと思考ツールがどのようなどきに有効なのか、判断するためのヒントが必要な児童もいるであろうから、これまでどのようなどきに使ったのか、そのときはどのように感じたのかなども併せて掲示しておく必要があると考える。

例えば、算数科の筆算の学習において、筆算の手順を分解して順序立て、それをステップチャートに示したとする。そのステップチャートを用いて説明したり、その手順に従って計算することで計算の間違いに気付いたりした児童からは、振り返りの時間に「ステップチャートを使って順番を考えると、説明しやすくなった」「ステップチャートを見れば、計算の間違いに気付ける」といった感想が聞けるはずである。そういった、プログラミング的思考とそれを促す思考ツールがどのようなどきに有効かという児童が実感した例を併せて示すのである。実体験から出た言葉により、活用のイ

メージが想起されやすくなるはずである。例を図2-6に示す。

このような掲示をヒントにしながら、児童は日々どのように考えればよいかを判断しながら学習に臨む。これにより、今自分がどのように考えていて、それが問題解決につながっているかどうかというオンライン・メタ認知が働くであろう。

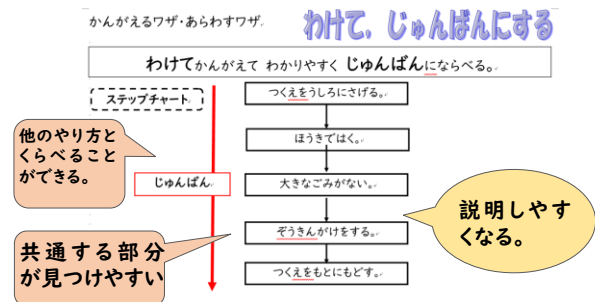


図2-6 プログラミング的思考とそれを促す思考ツールの掲示例

以上、第2章においては汎用性の実感と思考の習熟、そしてメタ認知を促すという三つの柱に沿って五つの手だてを述べた。これらの取組を通して児童のプログラミング的思考が転移したのか、検証していく。

(17) 黒上晴夫, 小島亜華里, 泰山裕『シンキングツール～考えることを教えたい～』NPO 法人学習創造フォーラム 2012. 4. 30

(18) 文部科学省『小学校学習指導要領』2017 p. 177

第3章 実践の実際

本研究における授業実践は、A校3年生1学級、6年生1学級、B校4年生1学級、6年生1学級で実施した。A校両学年は昨年度一年次の研究において実践した学年であり、児童のうち半数は、昨年度からの積み上げがある。B校については昨年度から校内研究として思考ツールの活用を進めていた学校であり、思考ツールに関して全く初めて触れるというわけではなかった。

第1節 教科横断的な取組の実際

プログラミング的思考を含む思考スキルの習得を図りつつ、その汎用性を児童が実感できるよう、教科横断的な計画を立てた。以下、各学年の年間計画を示す。表中の【 】はその単元で働かせてほしい思考スキルを、()はその思考スキルを促

す思考ツール等を表している。なおこの計画には、実践開始段階から計画していた単元だけでなく、実践を進めていくうちに研究協力員が自主的に取り入れた単元も含んでいる。

さらに、いくつかの単元については具体例を紹介する。ただし、学年や単元が異なっても思考スキルや思考ツールの使い方が似通っているものは、紹介を省略する。

(1) 分解, アルゴリズム的思考の習得・選択活用を目指して～3年生での実践から～

表 3-1 思考スキルを育むための3年生の年間計画

A校3年生	
6月	算数科「たし算とひき算のひっ算」 【分解, アルゴリズム的思考, 評価】 (ステップチャート)
7月	算数科「たし算とひき算」 【分解, アルゴリズム的思考, 評価】 (ステップチャート)
	国語科「夏のくらし」 【分解】 (X・Yチャート)
	国語科「仕事の工夫みつけたよ」 【分解, アルゴリズム的思考, 評価】 (マトリクス, 付箋)
8月	
9月	国語科「山小屋で三日間過ごすなら」 【分解】 (X・Yチャート)
10月	社会科「工場で作られるもの」 【アルゴリズム的思考, 分解】 (ステップチャート, X・Yチャート)
	算数科「1けたをかけるかけ算のひっ算」 【分解, アルゴリズム的思考, 評価】 (選択活用)
11月	国語科「すがたを変える大豆」 【アルゴリズム的思考, 分解】 (選択活用)

表 3-1 は3年生の年間計画である。3年生では各教科等の指導事項を踏まえ、分解(多面的に見る)及びアルゴリズム的思考を習得することを目指した。

①動きの分解とアルゴリズム的思考の習得

算数科「たし算とひき算のひっ算」においてたし算やひき算の筆算の手順を考える場面で、動きを分解しわかりやすく順序立てる思考を促すためにステップチャートを使用した。

単元序盤では、指導者が児童の考えを表すために、一つの動作をカードに書き、それをステップチャートのように順番に並べていた。半数近い児童にとっては昨年度慣れ親しんだステップチャートである。説明するときに使える道具だということ思い出した幾人かが書きたいと言い出し、自分でも書いてみようという雰囲気が学級に広がった。児童が書いたステップチャートの例を図 3-1 に示す。

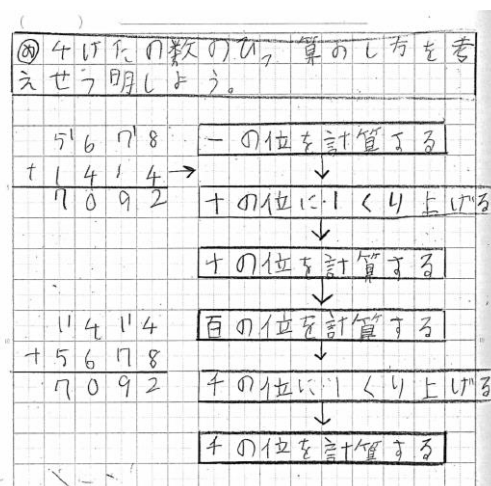


図 3-1 たし算の筆算とステップチャート

「計算をする」「繰り上げる」という2種類の要素で構成された、非常にシンプルなものである。「 $8 + 4 = 12$ なので十の位に1繰り上げて、 $1 + 7 + 1$ で9と書きます」のように文章で書く児童もいるが、ステップチャートにして表したことで説明が簡潔になった。さらに、 $8 + 4$ のような具体的な言葉を一の位、十の位などの一般化された言葉で記述することができるようになっている。

一方、図 3-2 は単元終盤のものであるが、たし算からひき算に変わったことで、「計算できない」「繰り下げられない」という判断の要素が加わっている。

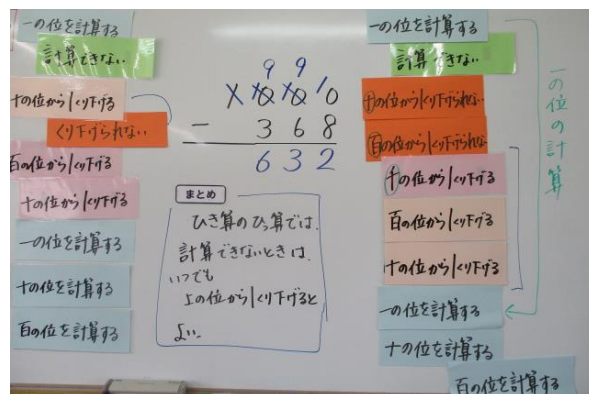


図 3-2 単元終盤の板書

写真では判別しづらいかもしいないが、先の2種類の要素とは異なる色のカードを使っている。これは、指導者が決めたのではなく、「動きが違うから色を変えたい」と児童が要望したからである。

筆算の手順を考える活動を通して必要に応じて要素を付け足していくことで、あるときにはA、そうでないときはBをするといった分岐の思考の表現につながる活動になっていた。

同様に順序立てる思考スキルを習得することを目指し、算数科「たし算とひき算」を行った。

例えば $35+27$ のような2桁で繰り上がりのあるたし算の暗算をする場合、35を30と5、27を20と7に分け、 $5+7=12$ 、 $30+20=50$ 、 $50+12=62$ と計算する方法がある。あるいは、足す数である27のみを20と7にわけて、 $35+20=55$ 、 $55+7=62$ とする方法もある。

それらをステップチャートのようにカードを並べて図式化することで、手順の比較をすることができた。比較した際の板書を図3-3に示す。

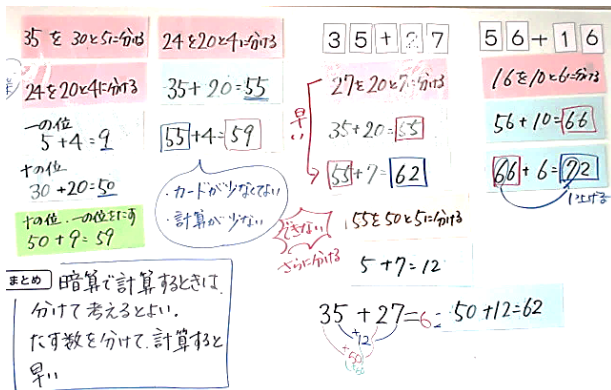


図3-3 暗算の手順の比較

この単元では、児童が自身の力で問題をどう解くかを考える自力解決の時間において、指導者からは「説明しよう」というめあてが示されており、「ステップチャートを使う」という指示はなされていない。それでも、学級人数35人中28人がステップチャートを用いてノートに説明を書きしており、その手順は全員正しかった。昨年度からの積み上げもあり、児童はステップチャートの扱いに慣れ、動きを分解し順序立てるという思考スキルを習得していたと考えられる。

②分解の習得

国語科「きせつの言葉2 夏のくらし」では、身の周りで見つけた夏を感じるものについて書くことを通して、語句の量を増やし実際に使うことや、経験したことから書く情報を選ぶことが大切

である。

経験したことから書く情報を選ぶ際には、そもそもどのような情報を経験から取り出せばいいのかが児童にとっての課題になる。例えば、5W1Hのような視点を児童に与える支援が考えられる。他にも、音やにおい、自分の感想、動きといった視点があることで、より夏を感じさせることのできる文を児童が書きやすくなるであろう。つまり、自分の経験を様々な視点からとらえ、細かい要素に分解する必要がある。そこで、第2章第1節(p.7)に示したように、Xチャートを使い児童に分解の思考を促すことにした。図3-4と図3-5は児童が書いたXチャートとそのチャートを生かした文である。

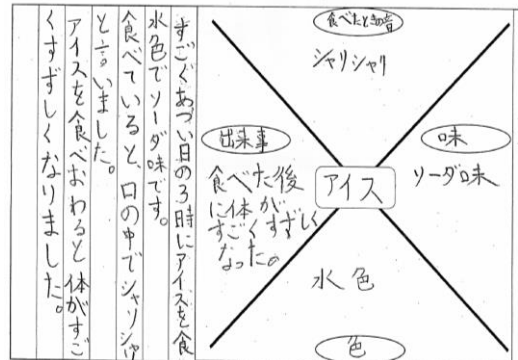


図3-4 夏を感じた経験を分解したXチャート(A児)

A児は、アイスを食べた経験を音・味・感じたこと(A児は出来事と表記している)・色に分解してとらえていることがわかる。B児は、扇風機に当たった経験を音・感じ方・動きに分解してとらえていることがわかる。さらにB児は、分解した情報に順番を付けて書く順序を考えていたようである。

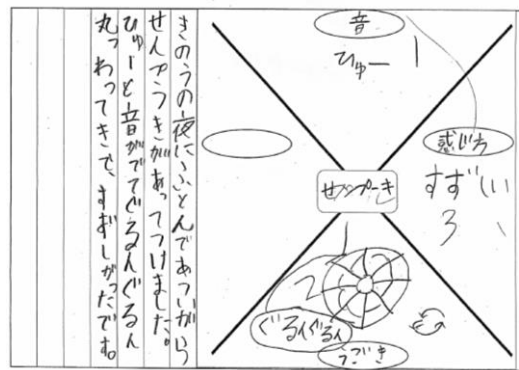


図3-5 夏を感じた経験を分解したXチャート(B児)

両者のワークシートを見ると、分解された情報を生かして文章を構成していることが見て取れる。このように思考ツールを使って自身の経験を小さ

な要素に分解したことで、多くの児童がすらすらと文章を書くことができていた。また指導者側のメリットとして、児童の思考を可視化することで、児童がどれくらい考えることができているか見取りやすくなったことが挙げられる。例えば、視点が少ない児童には新たな視点を示す支援を行う必要があると判断することができる。

ただし、国語科のねらいとして、本当にその児童らしいその児童にしか書けない文章を書いてもらおうと思ったときに、他の思考ツールの可能性も視野に入りたい。例えば図3-6のようなイメージマップである。

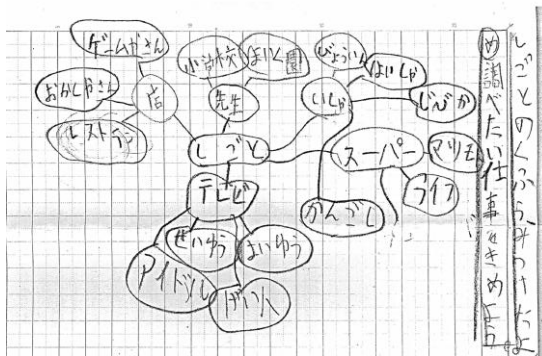


図3-6 別の単元において児童が書いたイメージマップ

Xチャートは、児童か指導者が先に視点を設定することで、多面的に見ることができるようになる思考ツールである。どのような視点を設定するかというセンスが児童には問われる。児童らしい言葉や体験がその視点に含まれていない場合は、それらを引き出すことができなくなってしまう。イメージマップで自由にイメージを膨らませた方が、よりその児童らしい表現にたどり着けた場合もあったかと考える。

他にも、分解の思考の習得のための実践として、国語科「仕事の工夫みつけたよ」を行った。この単元では、児童は自分が興味のある職業について調べ、その職業を「どんな仕事をしているのか」「ある仕事においてどのような工夫をしているのか」「なぜそのような工夫をするのか」など仕事・工夫・理由の視点で分解してとらえ、それを報告文にまとめる活動を行う。児童にとって難しいのは、報告文に書くべき内容を踏まえて情報収集をしたり、あるいは集めた内容から報告文に書くべき内容を選択したりすることである。支援のために、マトリックスチャートという思考ツールを使って実践を試みた。C児のワークシートを図3-7に示す。

マトリクス	わかったこと・工夫	理由
お仕事して どうぶつが ある仕事	カットをするときもし自分がこの犬だったらこの扱いはどうだろうと思いながらカットする	犬はしゃべれないからお客さんに伝えてあげたいから
名前 ひつぎ ゆかり	音を聞かずに犬のこあげたりは別苦をくふうしてる	かみつこうとするから

図3-7 仕事について調べたマトリックス

横軸には「わかったこと・工夫」「理由」を設定している。縦軸は空白にしておき、情報元を記入できるようにしてある。C児はトリマーの仕事について調べているが、書籍及び人から情報を得ていることがわかる。また、「工夫：カットをするとき、もしも自分がこの犬だったらこの扱いはどうだろうと思いながらカットする」「理由：犬はしゃべることができないから何かあっても伝えることができないから」と工夫と理由を関連させながら情報を集めることができています。

さらに、情報は全て付箋に書き、ある工夫とその理由は同じ色の付箋に書くようにした。本単元の指導事項が、まとまりを意識して書くことを身に付けさせることであることを踏まえ、児童がこの付箋＝情報を並べながら報告文の構成を考える際に、工夫と理由を同じ段落に書くことを意識付けるようにするためである。

なお、この活動においては、分解して得た情報から必要な情報を取捨選択し順序立てるといふ、プログラミング的思考の一連の流れを経験させることも意図している。

社会科「工場で作られるもの」でも思考ツールを使用した。工場見学に行った際、そこで行われていた作業工程を児童がステップチャートにまとめる活動を行った。また、工場を見学する視点として人、機械、思い、工夫などを児童に提示したり、児童が集めてきた情報をそれらの視点で整理したりするためにXチャートを使用した。算数科や国語科で使った思考ツールを社会科でも使った経験となり、その汎用性を児童に実感させることにつながったと考える。

③選択しはじめる児童の姿

国語科「山小屋で三日間過ごすなら」の単元では、山小屋で過ごす三日間で、どのような活動をするためにどのような持ち物が必要なのか、児童は活動内容という視点で分解してとらえる必要がある。そうして1時間目に班ごとに必要な持ち物

を洗い出した上で、2時間目は持ち物の優先順位を話し合い、持ち物を五つに絞っていく。

まずは指導者から山に遊びに行くときはどんな活動をしたかという話題提供が行われ、児童は口々に各自がしたい遊びを述べた。その上で、「話題に沿って考えを広げよう」というめあてが示された。そのときの指導者と児童のやり取りを以下に示す。

(児童が述べた遊びを示しながら)

T 「これだけたくさんをしようと思ったら、準備があるよね。どんなものがあるかな？」

C (口々に意見を言う)

T 「もう浮かんでいるね。そんな風に①今日はいっぱい考えを広げてほしいです。」

C 1 「②YかX。」

C 2 「ああ、あれか。」 (数名が同意する)

(中略)

T 「さっき、C 1 が何か言ってたね。」

C 1 「YとX。」

T 「なんで使えそうなん？」

C 2 「分けられるから。」

C 3 「持ってくるものを分けられる。」

C 4 「③何をするために、何が必要なか分けられるからだと思います。」

T 「じゃあ、使ってみよう。」

C 5 「だったらWがいいかも。いっぱい分けられるから。」

指導者がめあてとして提示したのは、下線部①にあるように「考えを広げよう」である。そのとき指導者がしていたジェスチャーも、手を大きく広げて回すものであった。通常、考えを広げるときに使われるのは先述した図 3-6 (p. 13) のようなイメージマップである。

図 3-6 は、本時より前に国語科においてこのクラスの児童が実際に作成したものである。この他にも、児童は授業中にイメージマップを使用した経験があるので、考えを広げようというめあてであればイメージマップを想起する可能性が高いであろう。しかしながら、下線部②のように児童は Xチャートを選択している。下線部③からも明らかのように、その授業のめあてを達成するためにはどのように考えればよいのか、イメージをもった上で適した思考ツールを選択していると考えられる。

この授業において筆者と指導者は、Xチャートを使うように指示をする予定であった。しかし、

偶然ではあったが、児童が問題場面に応じてどのように考えればよいかを選択する姿を見ることができた。この一例から、3年生という段階においても一部の児童は、問題を解決するためにどのように考えればよいか、自身で適切に選択できると考えられる。

(2) 抽象化の習得、総合的な学習の時間での選択活用を目指して～4年生での実践から～

表 3-2 は4年生の年間計画である。4年生では各教科等の指導事項を踏まえ、3年生で設定した分解(多面的に見る)及び、アルゴリズム的思考の他に、抽象化の思考を習得することを目指した。また、総合的な学習の時間において単元を通して選択活用を行っているので、それらを中心に述べる。

表 3-2 思考スキルを育むための4年生の年間計画

B校4年生	
6月	国語科「アップとルーズで伝える」 【分解、アルゴリズム的思考、評価】 (ステップチャート)
7月	
8月	国語科「夏の楽しみ」 【分解】 (X・Yチャート)
	国語科「新聞を作ろう」 【抽象化】 (ピラミッドチャート)
9月	算数科「垂直・平行と四角形」 【アルゴリズム的思考(分枝)】 (ベン図)
10月	国語科「世界に誇る和紙」 【分解、抽象化、アルゴリズム的思考】 (選択活用)
11月	
	総合的な学習の時間 「やさしいまち」 (一部選択活用)
	総合的な学習の時間 「未来を拓く」 (選択活用)

①抽象化の習得

国語科「新聞を作ろう」では、班でテーマを一つに絞り、テーマに沿って児童個々が書きたい材料を集めて新聞を作成する。児童にとっての最初の課題は、テーマを一つに絞ることである。児童の実態から、まずは児童個々が新聞でみんなに伝えたいことを考え、それをもとに新聞を作ること活動への意欲が高まるだろうと考えた。しかしその場合、果たしてテーマを一つに絞れるか、合意形成ができるかが問題となる。

そこで、合意形成の手段として抽象化の思考を促すために、ピラミッドチャートの使用を計画した。つまり、児童個々が書きたいこと(下段)の共通点を見つけ出し(中段)、それを班の新聞のテーマ(上段)としてもらおうと考えたのである。

一つの例を図 3-8 に示す。

この班の児童は、それぞれ、

- ・学校にいる生き物
- ・昆虫の飼育を観察してわかったこと
- ・歴史の人物で人気のある人物

を新聞で伝えたいと考えていた(下段)。そして話し合いを通して、自分たちがそれらを伝えることで、

- ・クラスみんなの知識が増える。
- ・学習につながる。
- ・自分たちもいろいろ調べることができる。

と気付いた(中段)。

そこで、自分たちの新聞は知識の芽生えになると考え、テーマを「めばえ」としている(上段)。

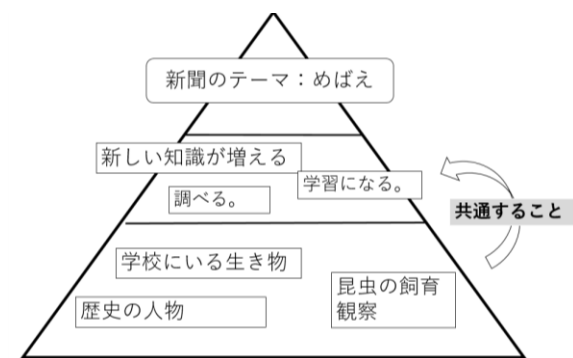


図 3-8 班のテーマを決めるピラミッドチャート

このように、抽象化していくことで上手く合意形成に至ったチームもあったのだが、個々の新聞で伝えたいことの方角性が異なりすぎて、例えば「4年新聞」や「夏新聞」のように、話し合わないでも出るようなテーマになってしまい、達成感を感じられない班もあった。

続いて、総合的な学習の時間「やさしいまち」(19)においても、抽象化の思考の習得を目指した。

児童は、地域に住んでいる障がいのある方の話を聞いたり、校区探検をして自分たちの町がいろいろな人たちにとって優しいかを探ったりしたことによって、多くの情報を手に入れていた。そういった情報をもとにして、自分たちの町をどのような町にしていけばよいか、自分なりの主張を導く場面でピラミッドチャートを使用した。D児およびE児のピラミッドチャートを図 3-9、図 3-10 に示す。

D児は、障がいのある方の「信号を渡るときが一番怖い」という話や実際に見た町の坂が急である状況に注目し、住んでいて安心できる町にしたいと考えている。

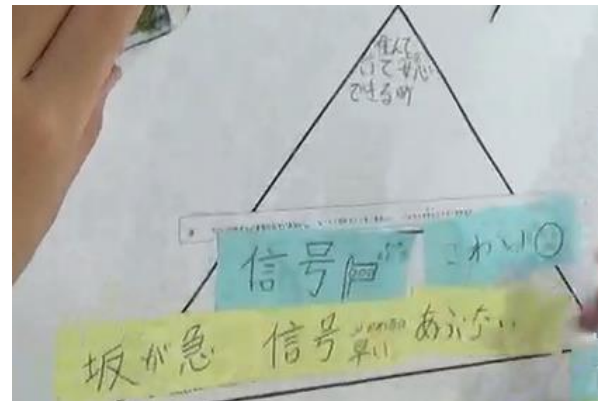


図 3-9 D児のピラミッドチャート

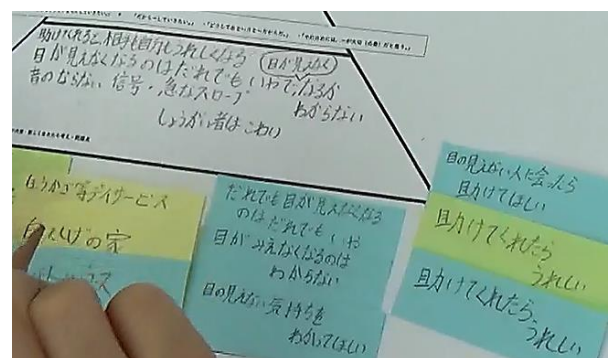


図 3-10 E児のピラミッドチャート

一方E児は、話をしてくれた人たちが共通して、「助けてくれたらうれしい」と話していたことや、誰も目が見えなくなる可能性があることなどに注目し、誰もが助け合う町にしたいと考えていた。集めた情報をもとに問題解決の方角性を決める、正に問題解決力につながる活動であったと考える。

②総合的な学習の時間での選択活用

後期総合的な学習の時間「未来を拓く」(20)では、どの思考スキルを使うかを児童に委ねた。プログラミング的思考やその他の思考スキルが転移しているか、これまで蓄積してきた実践の成果が問われた単元である。単元構想の概略を次ページの表 3-3 に示す(19)。

プログラミングを教材としながら、これからの社会において重要となる情報技術の功罪を知り、自分たちの生き方やこれからの社会の在り方を考えていく単元である。

児童はまず、身の回りにある機械の便利さを改めて考え、その便利さはプログラミング技術によって成立していることを知る。その際、ステップチャートを用いて機械に組み込まれているプログラムを予想し、分岐や繰り返しのよさにも気付く

ことができたようであった。そして、ビジュアルプログラミングソフト Scratch を使ってプログラミング体験をしたり、プログラミングに関わる企業の専門家や情報教育に関わる人から話を聞いたりすることで、プログラミングと社会や未来との関わりを考えていく。

表 3-3 総合的な学習の時間「未来を拓く」単元の流れ

発見課題	身の回りにはどんな便利な機械があるのかな (6H)
	昔と比べ、今はどのような機械があるのだろう
	空気清浄機はどうやって動いているのであろう【分解、アルゴリズム的思考】
	プログラミングを体験しよう【順序だてる】
	身の回りにプログラミングされているものはどのようなものがあり、どのように動いているのだろう【順序だてる】
追究課題	私たちの暮らしをよりよくするプログラムはどのようにして組まれているのだろう (8H)
	プログラミングしている方の話を聞いてみよう
	プログラムを活用している方の話を聞いてみよう
	プログラミングには問題点がないのだろうか (情報モラル)
	★①プログラミングについて、学んできたことをまとめよう【抽象化、理由づける、分類する、評価する、多面的に見る等】
提案課題	未来を拓く「幸せプラン交流会」を企画しよう (11H)
	★②幸せな未来のためにプログラミングを生かして何ができるかな ※詳細は別表
熟成課題	専門家のアドバイスをもとに内容を練り上げよう (8H)
	専門家や使う人にアドバイスをもらおう【評価する】
	幸せプランを再検討しよう【分解、アルゴリズム的思考、抽象化】
表現課題	未来を拓く「幸せプラン交流会」を実行しよう (7H)
	幸せプラン交流会を開催しよう
	学習を振り返り、感じたことを交流しよう

表 3-3 の★①は、プログラミングについて見たり聞いたり体験したりしてわかったことを整理する活動である。指導者からは、「プログラミングとは～だ」という言い方で、プログラミングについて自身の主張をまとめるようめあてが提示された。さらに、まとめる方法は自由であることが伝えられ、思考ツールを使いたい人は使うようにと、思考ツールが印刷された紙が 4 種類と白紙が用意された。つまり、問題解決のためにどのように考えるかの選択を児童に委ねたのである。児童がどのように考えて情報を整理して結論を導いたのか、例を図 3-11、図 3-12 に示す。

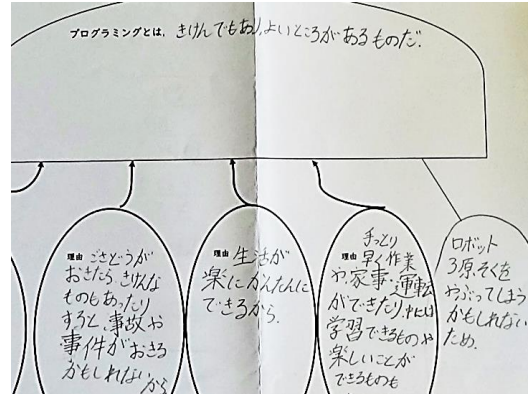


図 3-11 F 児のくらげチャート

F 児が使っている思考ツールはくらげチャートであり、ある主張に対する理由を考える「理由付け」という思考スキルを促すものである。F 児は「プログラミングはきけんでもあり良いところがあるものだ (原文ママ)」という結論が先にあったようだ。なぜくらげチャートを使ったのかを問うと、思いついた理由をどんどん付け足して説得力を増やせるから、とのことであった。理由付けるという思考スキルはプログラミング的思考ではないのだが、児童が意図に合わせて思考スキルを選択していることがわかる。

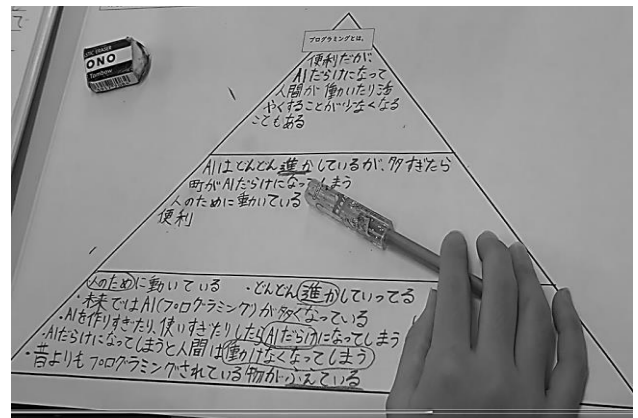


図 3-12 G 児のピラミッドチャート

G 児はピラミッドチャートを使って、情報を整理していた。下段に集めた情報を書き、そこから焦点化した情報を中段に上げている。上段に書かれた主張は「プログラミングは便利だが、AI だらけになって人間が働いたり活やくすることが少なくなることもある (原文ママ)」であった。なぜピラミッドチャートを使ったのかを問うと、いろいろ意見を出してみ、その中から一つに絞れる、最後は一番いい意見が選ばれるから、とのことであった。明確な意図をもって、その意図に合った思考ツールを選択していることがわかる。

児童によって情報の整理の仕方は様々であったが、3分の2の児童が自身の選択した思考ツールを使って自分なりの結論に至っていた。

またこの授業の振り返りでは、児童がどのように考えて思考スキル、思考ツールを選択しているのかが明らかになった。振り返りの分析については、次節に行う。

③問題解決過程での選択活用

総合的な学習の時間における三つ目の探究のサイクルに当たる表 3-3★②では、学んだことを生かして未来をよりよくするためのプログラムを児童が考えていく。前期の総合的な学習の時間に学んだ福祉の視点や社会科で学習した防災の視点を踏まえながら、身近な社会をとらえ、自分たちで問題を発見し、解決の方向性を考え、解決する手順の最適化を目指す。一連の問題解決過程において、これまで培ってきた思考スキルを發揮できるよう、どのように考え解決していくのかその選択を児童に委ねた。どの思考ツールを使えばよいかという選択肢は、教室掲示以外一切与えていない。詳しい流れを表 3-4 に示す。

表 3-4 「未来を拓く」★②指導計画

時間	学習活動・児童の反応
1	○学習活動 提案課題「未来を拓く『幸せプラン交流会』を企画しよう」 ○身の回りの問題について考え、学習計画を立てる
2	○解決したい問題を決める ・障がいのある方の困りを解決しよう ・町の設備をもっと誰にでも優しいものにできないかな
3	○問題の原因を考えたり、より細分化したりして
4	解決の方向性を考える。 【分解、抽象化】 ・視覚障害の方の困りを町のいろいろな場面に分けて考えよう ・信号の問題点を考えたいから、イメージマップで広げてみよう
5	○問題を解決する方法を考える
6	【分解、アルゴリズム的思考、抽象化】
7	・危険を知らせてくれる車椅子や白杖を考えよう
8	・こんな場面で困るから、こんな機能を付けたいと思う
9	
10	○友達や専門家に聞いてもらうための準備をする
11	【分解、アルゴリズム的思考】

あるグループは、視覚障がい者が信号を渡るときに困ることを解決しようとしていた。そのグループはいきなり解決策を練るのではなく、まずはイメージマップを用いて、「視覚障がい者が信号の場で困ること」を洗い出していた。その上で、困ることが少しでも減るよう、時計にセンサーを付け信号の存在や色を感知させ、その様子を使用者に伝えるようにすればどうかと考えた。そこで、その時計の仕組みをステップチャートで考えていた。

このグループは仕組みを考え、さらに自分たちのアイデアを評価していた。その際には PMI

シートを使い、自分たちのアイデアのどこが良いのか、マイナス点は何かを考えていた。出ていたマイナス点は「時計から音を出すと、雨の時に聞こえにくい」「使用者が信じてくれなかったらどうしよう」「防水でないと壊れる」などであった。

その評価を踏まえ、「雨の時は音を大きくしたらいいのではないか」や「使用者に天気を伝えて、外に出る前にイヤホンをつけてもらおう」等と改善策を考えていた。

まず問題を洗い出し、解決すべき点に焦点を当て問題を抽象化し解決の方向性を決め、解決手順の最適化を目指して評価するという、問題解決の過程を児童自らが踏んでいた。本研究において重視してきた、問題解決の方向性を考える力も育てていると考えられる。また、その過程に応じて、自分たちにとって必要な思考スキルを選択していることもとらえることができた。

一方、課題もある。そのわかりやすい例として、このグループのステップチャートを図 3-13 に示す。

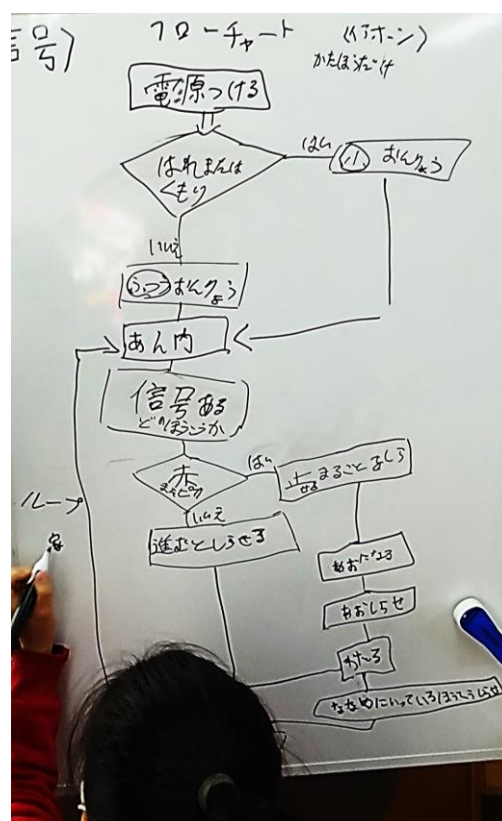


図 3-13 信号を感知する時計の仕組み

「晴れまたはくもりなら」「信号が赤なら」などの分岐や、「信号を渡り終えたらまた信号を感知する段階に戻る」というループのアルゴリズムも取り入れたプログラムを書いている。しかしながら、「あおになる」「あおしらせ」のように、本来は「青

なら→青を知らせる，青でなければ待つ」のように分岐しなければならぬところを順次処理で書いているように，論理的には正確性を欠いたままである。この段階を小学校のゴールとしてしまうと，プログラミング教育としては不十分と言わざるを得ない。プログラムが正確でないと意図した結果を得られないというプログラムの難しさも味わい，より論理的な思考を身に付けるためにも，Scratch 等のプログラミングソフトを使ったプログラミング体験を充実させることも今後の課題になるであろう。

(3) 理科での取組，ICTと併用した例

～6年生での実践から～

表 3-5 は 6 年生の年間計画である。A 校と B 校では，様々な条件から実施時期や実施単元が異なる場合もあるが，概ね重なるので，紙面の関係から 1 枚にまとめた。他学年にはない理科の例，及び ICT を活用した例を中心に述べる。

表 3-5 思考スキルを育むための 6 年生の年間計画

6 年生	
6 月	算数科「分数×分数」 【分解，アルゴリズム的思考，一般化，評価】 (ステップチャート)
7 月	国語科「私たちにできること」 【分解，抽象化】 (フィッシュボーン，ピラミッド)
8 月	
9 月	算数科「円の面積」 【分解，アルゴリズム的思考，評価】 (ステップチャート)
10 月	理科「水よう液の性質」 【分解，アルゴリズム的思考，評価】 (ステップチャート)
11 月	国語「日本文化を発信しよう」 【分解，抽象化，アルゴリズム的思考】 (選択活用)
総合的な学習の時間 「命を守る，思いをつなぐ」 【分解，アルゴリズム的思考】 (Xチャート)	

①分岐を含むアルゴリズム的思考の習得

A 校の理科「水よう液の性質」では，学んだことを生かす活動として，ラベルの無い試験管に入った 5 種類の水溶液（食塩水・炭酸水・アンモニア水・塩酸・石灰水）を複数の実験によって区別する手順を考える活動が設定されている。

そこで A 校では，単元を貫く問いとして「どうすれば水溶液を区別できるのだろうか」と設定し，各時間の振り返りにおいて，どのような区別方法を獲得したのかを児童が記述するようにした。その際に，「においがあるならアンモニア水，そうでないなら他の水溶液」のように，分岐を含むステ

ップチャートを用いて整理するように促したり，指導者がステップチャートの例を板書したりしている。

その上で，水溶液を区別する手順を個々人がステップチャートを使って考え，班ごとに「できるだけ少ない実験回数で水溶液を区別するにはどのような順番で行えばよいか」という視点で話し合い，よりよい手順を考える活動を行った。さらに，その手順で実際に実験を行い，班で考えた手順が適切だったかを確認するようにした。

図 3-14 に，児童が考えた実験手順のステップチャートを示す。

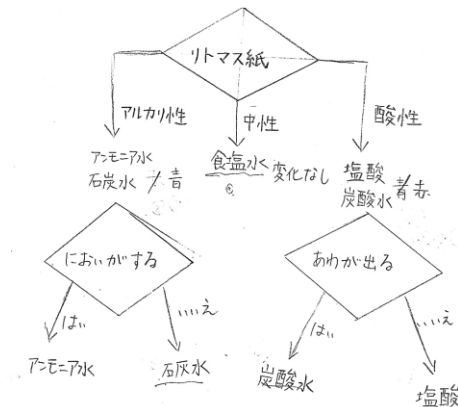


図 3-14 水溶液を区別する実験手順

ステップチャートにして手順を可視化したことで，班での話し合いがしやすかったようだと言った研究協力員の感想を得た。さらには，リトマス紙を最初に使った手順とそうでない手順を比べ，リトマス紙を使うと手順が短くなることから，リトマス紙の利便性への気付きにもつながったようである。

このような授業展開にすることで，自分たちが考えた手順が果たして本当によりよいものなのか，試行して評価する活動になっている。Scratch のようなビジュアルプログラミングソフトを使わないアンプラグドのプログラミング教育においては，自分たちが考えた問題解決手順が正しいのか客観的に検証することが困難なケースがある。しかし，本事例はその困難さを実験によって解消することができている。プログラミングにより問題解決ができたという喜びや，プログラムが正確でないと意図した結果を得られないというプログラムの難しさを感じさせることにつながる実践例といえよう。

②ICTを活用した例

防災をテーマとした総合的な学習の時間を行った。表 3-6 に単元構想を示す(20)。

表 3-6 防災をテーマとした総合的な学習の時間
単元の流れ

発見課題	災害が起こるとどんなことが起こるのだろう (8 H)
	災害に対するイメージを広げよう
	災害を経験している人の話を聞こう
追究課題	私たちの地域は、どのような状況なのだろう (6 H)
	防災に関わる活動をされている方にお話を聞いてみよう
	集めた情報を整理しよう。【抽象化】
提案課題	「防災プロジェクト」を立ち上げて、考えたことを提案しよう (8 H)
	★みんなの命を守るためにどんな活動をするか考えよう。【分解】
	★プロジェクトについて意見交換しよう。【分解】
	プロジェクトについてまとめよう【分解、アルゴリズム的思考】
熟成課題	ゲストティーチャーからアドバイスをもらい、プロジェクトを練り直そう (7 H)
	ゲストティーチャーに話を聞いてもらおう【評価】
	プロジェクトを練り直して、よりよいものにしよう 【分解、アルゴリズム的思考、抽象化】
表現課題	「防災プロジェクト」を実行しよう (5 H)
	プロジェクトを実行し、みんなの命を守るためにできることを伝えていこう
	学習を振り返り、今後もやっていきたいことを伝えていこう

まずは、児童が知っている災害をもとに災害に対するイメージを広げていった。東日本大震災や各地で洪水などの被害を生んだ令和2年7月豪雨などが思い起こされていた。

さらに、災害を経験した方たちの話から実際の恐ろしさや経験者ならではの困りを知ったり、備えの重要性や実際に被災するまで自分事できていないことの怖さに気付いたりしていく。

その上で、自分たちの地域に目を向けたときに、自分たちにもできることがあるのではないかと考えた児童は、みんなの命を守るために防災プロジェクトを立ち上げていくことになった。

表 3-6 の★は、そのプロジェクトの具体を考え、友だちと見せ合い、よりよいプロジェクトにしていく活動である。プロジェクトにおける問題解決の方向性は、前時に集めた情報を整理する活動の中で、ピラミッドチャートを使って抽象化することで決めている。

問題解決のためのプロジェクトを考えるときは、プロジェクトを複数の要素に分解してとらえ検討することが必要である。例えば、「目的、対象、方

法」の視点でとらえることができれば、目的に対して最適な方法か、対象にとって方法が適切かなど多面的に検討することが可能となり、より適切なプロジェクトを考えることにつながる。そこで、Yチャートを使って分解（多面的に見る）の思考を促すことにした。

図 3-15 は、児童が一人1台もっている端末の画面である。Microsoft365 の Teams の機能を使い PowerPoint を班で共有し、端末上で一枚のYチャートを共同編集できるようにした。

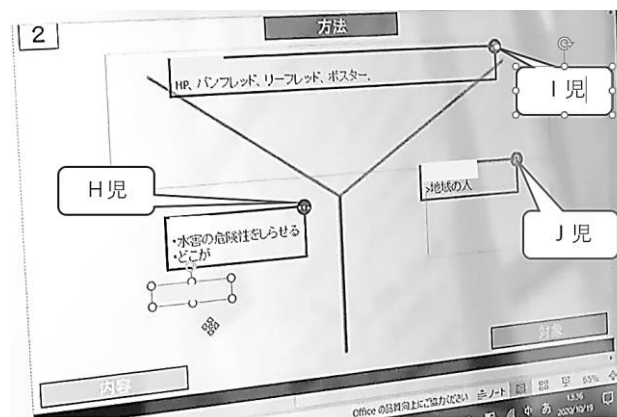


図 3-15 Yチャートを共同編集している画面
(H児 I児 J児の吹き出しは筆者)

図 3-15 に H児, I児, J児 がそれぞれ今どこを記入しているかを示したが、三者が同時に記入していることが見て取れる。

何らかの考えを班で1枚のホワイトボードに書き込んでいく場合、ホワイトボードの大きさの問題から、一人の児童がみんなの考えを代表して書き込んでいくことが多い。その間、話し合いが一旦停止し待っている時間が生まれたり、手持ち無沙汰な児童がふざけてしまったりということがこれまでよく見られた。しかし本実践においては、一人1台の端末を活用することで、全児童が手を止めることなく、話し合いながら同時に自分の考えを書き込むことが可能になった。思考ツールと ICT を組み合わせることで、より思考ツールの活用場が広がるということがわかる実践となった。活用場が広がれば、思考ツールを使う機会が増え、より習熟することができたり、より汎用性を実感できたりすることにつながる。今後の情報教育への示唆となった。

第2節 思考のメタ認知の実際

(1) 習得期における振り返り

第1章第1節(2)(p.6)でも述べたが、プロ

グラミング的思考を含む思考スキルやそれを促す思考ツールがどういう方略なのか、どんな場面で有効なのかを児童がより実感するためにも、振り返りは欠かせないと考えられる。そこで、習得期における児童の振り返りを示し、分析する。

以下は、小数や整数と分数が混ざった計算の仕方をステップチャートで説明する活動後の振り返りである。

分数と小数が混ざった計算をするときは、小数を分数に置き換えると計算できる。

ステップチャートを使うと、④情報が整理されて分かりやすくなる。⑤算数の基本にははかせ（はやく、かんたんに、せいかくに）があるので、ステップチャートは算数に向いていると思った。

（6年生「分数×分数」での振り返りから
原文ママ、ただし下線は筆者）

下線部④には、情報が整理されてわかりやすくなるという、ステップチャートの有効性が述べられていることがわかる。算数科で育む資質・能力には事象を簡潔・明瞭・的確に表す力が含まれているが、下線部⑤からはそういった力とステップチャートとの関連をとらえた表記が見られる。

また、国語科では以下のような振り返りが見られた。

- ・テーマを決めるためにピラミッドチャートを使って、決めて、すぐみんなは、そうおもっているんだとか一回一回⑥理由を開けたりまとめやすかったので、グループで決めるときは、ピラミッドチャートを使いたいです。
- ・一つ一つの問題に関することに気付けるので、⑦理由もまとめやすかったです。

（6年生「私たちにできること」での振り返りから
原文ママ、ただし下線は筆者）

この振り返りが行われた授業は、自分たちが解決したいと思っている身近な問題をたくさん挙げた中から、自分たちの班のテーマの一つ選ぶというものであった。

ピラミッドチャートの下段に身近な問題をたくさん挙げ、そこから中段に選ぶ際、どんな理由で選んだかが重要となる。それはつまり、選んだ人がどのような視点を大切にしているかが、その理由に表れるからである。この班の児童は、「食べ残しは身近な問題だし、給食調理員さんが困るから解決したい」「台風や地震など対策をすればその分

被害を減らせるから」など、理由を明らかにしながら話し合いを行っていた。

国語科としてのこの授業の目標は「目的や意図に応じて、感じたことや考えたことなどから書くことを選ぶ」ことだが、児童の言う下線部⑥⑦の理由が正にこの目的や意図に当たるであろう。振り返りからこの二人はめあてを達成できたことを見て取ることができた。

児童による自身の思考の振り返りは、プログラミング的思考を含む思考スキルや思考ツールがどのようなときに使えるものなのか、有効性を実感できるようにすることをねらいとして行っている。同時に、どのように考えたことがどのように良かったのかを振り返ることは、適切に行うことで教科等の振り返りとしても有効だということも、これら算数科と国語科の事例から見えてきた。

しかしながら、本研究実践事後に行った研究協力員へのインタビューでは、この振り返りが一番難しいとの感想を得た。一部の児童にとっては自身がどう思考したのかを把握したり言語化したりすることが難しいということが指摘された。

この課題の解消方法としては、思考ツールの使い方を説明する際の言語化と動作化、それらの反復が考えられる。

例えば、分解とアルゴリズム的思考を促すステップチャートの使い方を説明する場合であれば、「小さく分けた動きの一つを付箋に書いて、それを順番に並べよう」のように児童に指示することができる。その上で、大きな動きを小さな動きに分解して付箋に記述したり、その付箋の順番を並べ替えたりするのである。児童は、指導者の動作と「分ける」「順番に並べる」という言語によって、分解とアルゴリズム的思考のイメージを確かなものにしていく。

また、「順序立てる」のような思考スキルをカードにしておき、黒板に貼って示す方法も考えられるであろう。

これらの手だては、思考ツールの使い方を初めて教える場面では必ず実施されていた。それを2回目以降であっても繰り返し実践することで、メタ認知することやメタ認知したことを表現することが苦手の児童であっても、自身の思考がどのようなものかを理解し、表現しやすくなるはずである。

（2）選択活用期における振り返り

習得期に行った振り返りは、オフライン・メタ

認知である。もう一つのメタ認知であるオンライン・メタ認知を促すために、児童にどのように考えるかを選択させることを試みた。どのように考えるかという選択が委ねられることにより、児童は問題解決の過程において今どのように考えることが適切かを判断しながら活動することになる。この繰り返しが、思考スキルの転移に不可欠だと考えたからである。

本章第2節(2)②で述べた総合的な学習の時間★①(p.16表3-3参照)の活動後の児童23名に、質問紙調査を行った。質問項目は、

- ①「プログラミングとは～だ。」を考えるために、どの思考ツールを使いましたか。選んだツールに○をしましょう。
②それはなぜですか。理由をできるだけ詳しく教えてください。

の二つである。

上記の総合的な学習の時間における事例で紹介したG児の記述を示す。

PMIチャートは⑧1つの物にちがう視点で見られるし、3つに意見を分けられるし、だめだったところや良かったところ、おもしろかった所に分けられるからです。でも、⑨良かった所しかあまり思いつかなかったから、全ぜんちがうピラミッドチャートにしてみました。ピラミッドチャートは⑩いろいろ意見を出してみても、その中から一つに意見をしぼれるから、いいと思えました。だから、さいごが一番いい意見がえらばれるということです。ピラミッドチャートの方が、最後の意見を選びやすかったので良かったです。

(原文ママ、ただし下線は筆者)

G児はまず、下線⑧にあるように多面的に見ることで結論を考えようとしてPMIチャートを選んでいたようである。しかしながら、下線⑨にあるように多面的に見ることができなかつたので、あえて全く考え方の違うピラミッドチャートを選んではどうかと方略を修正している。どう考えるかという選択が委ねられたことにより、自分は今どう考えているのか、次はどう考えればよいのかとオンライン・メタ認知を働かせながら問題解決していることがうかがえる。

そして、どう考えるかを選ぶ際には、下線部⑧や下線部⑩のように、その思考スキルや思考ツールはどのような点で良いのかという有効性が判断材料となっている。それまでの学習において、自身の思考をオフライン・メタ認知し、そこで実感してきたことが、どのように考えるかを選択する

根拠になっていることがわかる。プログラミング的思考の転移を促すには、児童がプログラミング的思考の各要素がどのようなときに有効かを判断できるようになっていなければならない。思考の転移を目指す上ではやはり、児童が自身の思考の振り返りをする事と、どのように思考するかを選択することが重要であるといえよう。

(19)(20)この表は、B校校内研究の一環で作成された総合的な学習の時間の単元計画をもとに、筆者が単元の流れを簡略化して示したものである。

第4章 実践の成果と課題

第1節 教科横断的な取組と振り返りによって

(1) 見通しをもって選択する姿

第3章で取り上げたG児は、それぞれの思考ツールがどのような思考スキルを促すかを踏まえた上で、その思考スキルが自身の考えを絞り、主張を決めることにつながると見通しをもって思考ツールを選んでいる。

同じ質問紙調査による他の児童の記述も以下に示す。

【評価する：PMIシート】

・AIにはいいことも悪いこともあることをはっきりすることが大切だと思って、PMIシートを選びました。

【抽象化する：ピラミッドチャート】

・ピラミッドチャートを使った理由は、きょうつうするところなど最後にまとめられるからいいかなと思ったからです。いがいときょうつう点をみつけるのがむずかしかったです。

【理由付ける：くらげチャート】

・先に、「プログラミングは～だ」を書いて、その後に思い付いたものをどんどん付け足して理由がいっぱいかけるからです。

(原文ママ、ただし下線は筆者)

いずれも、どのように自分の主張を決めるのか、あるいは決まっている主張をより説得力のあるものにするのか、活動の見通しをもって思考ツールを選んでいる。このように見通しをもった上で意図的に思考ツールを選び、選択した理由を記述によって表現することができた児童は23名中11名であった。G児のように一旦は選択を間違えることも

あることから、更に経験を積み、より適切な方略を選択する力を鍛える必要はある。しかしながら、プログラミング的思考を含む思考スキルを、問題解決場面に応じて適切に選択する力が育まれつつあると見ることはできるであろう。

(2) 転移した姿

これまで示した様々な振り返りが示すように、児童はプログラミング的思考を含む思考スキルを意識し、かつその汎用性や有効性を実感している。その結果、指導者が用意した選択肢の中で、問題解決過程に応じて適切な思考スキルを選択する児童も現れ始めている。

これらの条件を満たすとほぼ同時期に、児童が自主的に適切な思考ツールを活用しようとする様子が見られたとの報告が研究協力員よりあったので、その事例を述べる。

国語科「すがたを変える大豆」で単元の学習計画を立てる際に、各時間でどの思考ツールを使えばよいかという見通しを立てている児童が複数名いたようである。その内K児は、自分が友だちに説明したい材料について調べ、情報を整理する際、Xチャートを使っていた。K児のノートを図4-1に示す。

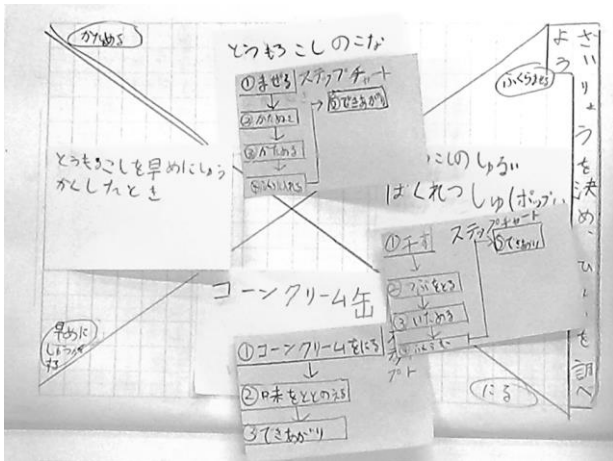


図4-1 K児が思考ツールを使用したノート

この単元のゴールは、ある材料について、それがどのような「おいしく食べる工夫」によって、どのような食品に変化したのか説明する文を書くことである。K児は、そのことを見通して、Xチャートの項目を「早めに収穫する」「にる」などの「おいしく食べる工夫」にして、情報を整理していると考えられる。また、作り方も調べているのだが、それはステップチャートを使って順序立てられていることもノートからうかがえる。

社会科「自然災害からくらしを守る」では、自然災害がいつ起こるかわからない事実から、自分たちができる災害への備えについて考える活動がある。その際、災害発生時に自身がとるべき理想の行動をステップチャートにまとめている児童がいた。そしてその手順を整理したことで、自分の家には災害時の持ち出しバックの用意や災害時の家族の避難場所の確認など、備えが十分ではないと振り返ることができていた。

また、第3章第1節(2)③(p.17)で紹介した総合的な学習の時間においても、一部の児童は、指導者からの支援なしに自主的に適切な思考ツールを選択し活用していた。

児童が問題解決の見通しをもち、理由を明確にもちながら思考スキルやそれを促す思考ツールを選んでいること、指導者からの指示なしに思考スキルや思考ツールを活用しようとしている姿があること、以上のことから本研究の手だてによって、プログラミング的思考を含む思考スキルは転移したと考えることができる。

もちろん、本研究の実践に参加したすべての児童において転移が確認できたわけではない。例えば、3年生においては、昨年度から関わっている児童にばかり自主的に活用する姿が確認されている。1年間の実践のみでは、転移にまで至らない児童もいる。だが、それも当然であろう。問題解決能力やプログラミング的思考といったものは、6年間で徐々に培う資質・能力である。次節において述べるが、6年間で育むという姿勢が必要ではないだろうか。

(3) 部分的活用と振り返りの効果

プログラミング的思考を含む思考スキルの汎用性を実感させるために、教科横断的に実践を行うことにした。しかし、教科特性によって授業の中で児童に発揮させやすい思考スキルが異なるため、プログラミング的思考を分解し、思考スキルの一つとして扱い、様々な教科等の中で部分的に扱ったのが本研究の特徴である。

結果として、3年生、4年生、6年生それぞれの学年において3教科以上、単元で数えても7単元以上において思考スキルを活用する学習を行うことができた。本研究の実践は、コロナ禍の影響により学校が休校していたこともあり7月に始まり、12月に終わった。この約半年の間、児童は毎月のように思考スキルや思考ツールに触れていたことになる。この経験の量こそが、1年次の実

践との大きな違いであり、転移を確認することができた理由ではないだろうか。

この量を確保した上で、振り返りをすることの重要性も明らかになった。児童に自身の思考をメタ認知させ、その日習得した思考スキルについて有効性を実感させる、これがまず必要な手だてである。次いで、児童に問題解決のための思考スキルを選択する機会を与え、問題解決をさせる。そのことが、正に問題解決している瞬間の自身の思考をメタ認知させ、どのような思考がどのような場合に有効なのか、あるいは有効ではないのか、実感させる機会となる。こういった振り返りを繰り返すことで、児童は思考スキルを習得し、適切に選択するようになるのであろう。

第2節 更なる充実のために

(1) 6年間を見通したマネジメント

本研究のような実践を行うには、そもそもの単元において児童がどの思考スキルや思考ツールを習得し、どの単元において児童に選択を委ねるのか、計画を立てることが必要になる。そしてこの計画は、6年間を見通して立てることが理想であらう。

学習指導要領を見ると、例えば国語科においては「比較や分類の仕方」とあるように、各教科等の目標や内容に思考スキルが含まれるものがある。あるいは教科書の指導書や京都市立小学校教育課程指導計画（各単元の進め方の例を具体的に示したもの）には、指導のコツとして思考スキルや思考ツールが記載されているものがある。それらを参考にしながら、どの単元にどのような思考スキルや思考ツールが有効か、想定することは可能である。そうすることで、何年生ではどのような思考スキルが必要なのか、優先順位をつけたり、選別したりすることができるのであろう。その上で、1年生のときから児童の思考スキルを計画的に育むようにしていくのである。

例えば、低学年で順序立てることや分類、比較に慣れておけば、中学年ではその習得に時間を割かず、新たな思考スキルの獲得に時間を割くことができる。そうすることで高学年では、それまでに培った思考スキルを活用して様々な問題解決を行う選択活用を中心に据えることも可能である。各学年においてどのような思考スキルと思考ツールの獲得を目指すのかを整理し、学校全体で共通理解することで、より効果的・効率的に児童の思

考スキルの習得、転移、つまり問題解決能力の伸長へと導くことができるであらう。

(2) 思考ツールと ICT の併用

本研究で示したとおり、思考ツールを適切に運用すればプログラミング的思考を含む思考スキルを育むことや指導者が児童の思考を見取りやすいことなど、学習にとって様々な面で有効である。しかし、ICTと組み合わせることでより効果的・効率的に運用することができるので、その可能性に触れたい。

例えば、本研究においては思考ツールと付箋を併用する活動を何度も行った。付箋に情報を書いておくことで、えんぴつでノートに書くよりも、分類したり順序を並べ替えたり選択したりすることが容易になる。しかし、付箋ははがれやすく紛失しやすいというデメリットがある。それを解決することができるのが、ICTである。

GIGAスクール構想によって児童生徒に一人1台情報端末が配布されたが、Microsoft365のアカウントも同時に配布された。全児童生徒が、いつでもどこでもMicrosoftのサービスを受けられるようになったわけである。例えばその中の一つであるPowerPointを使えば、スライド上に思考ツールを描き、一つのテキストボックスを付箋に見立てて情報を追加していき、整理することが可能である。データであるから、情報の加除修正は容易であるし、はがれて落ちる心配もない。

さらに、Teamsの機能を使えばPowerPointをグループの複数人で共有し、同時編集することが可能になる。そうすることで、個々人が自分の手元の端末で操作しながら、一つの思考ツール上で情報を整理することが可能になる。応用すれば、Aさんが図書室で調べながら、Bさんは教室で指導者と相談しながら共同編集するということも可能になる。体調が悪く学校を休んでいたCさんは、家からアクセスして途中経過を確認することができる。

また、グループで使った思考ツールは、例えば模造紙に書いた場合はそれ1枚しかないの、個人の成果物としてノートやファイルに保存することが従来は難しかった。大きなホワイトボードに書いた場合も同様である。しかし、ICTを使えば、グループのメンバーでファイルを共有しているので、個々人が自分のフォルダに保存して、必要に応じて活用することもできる。

こういったICTと思考ツールの活用は、企業ではよく見られる光景になりつつある。

例えば、ビジネスの世界ではフレームワークとして、思考を整理するための図や方法が活用されている(21)。もちろん、個人が自身の思考を整理するために使うこともあるのだが、企業における製品開発や企画はチームで行われることも多い。チームでフレームワークを用いてアイデアを出し合い、いくなれば問題解決の方向性を考えるわけである。それを常にメンバーが1か所に集まって会議するのかといえばそうではなく、コロナ禍において急速に広まった在宅勤務をしながら、あるいは遠方の別会社にいながら、テレビ会議システムを使って会議をするのである。グローバル化が進み、国際的な視野で人材確保を目指す企業が増えていることを考えると、遠隔地にいるメンバー同士がICTを活用して会議をする光景は、今後ますます増えるであろう。

ICTと思考ツールを活用し問題解決する力は、これから生きる子どもたちが社会に出てから必要とされる力と正に直結しているのである。これからの公教育においては、思考スキルや思考ツールを活用する力をどのように育むのかという視点に合わせて、どのようにICT活用能力を育むのかという視点も重要であることは間違いない。

(21) 井口嘉則監修『-今すぐ使えるビジネスの強化書-世界基準の問題解決術』宝島社 2015.12

おわりに

本研究を進めている間にも、国内の教育事情は大きく変化した。コロナ禍におけるGIGAスクール構想の前倒しは、その中でも最も大きな変化の一つとっていいであろう。

児童一人につき1台の情報端末が配布される。これが教育現場に何をもたらすのか、日本の学校教育をどう変革させ得るのか、正に予測困難な状況である。現場が混乱するであろうこと、今現に混乱しているであろうことは想像に難くない。

ICTは確かに便利で優秀な道具である。筆記用具と同じように使いこなせた方が良いに違いない。むしろ、筆記用具以上に使いこなす必要のある道具になりつつあるのかもしれない。だが、筆記用具の使い方の訓練に時間をかけ続ける授業は、どれほどあるだろうか。それ以上に、筆記用具を当

たり前の道具としながら、どのような力を身に付けるかを重要視するはずである。

プログラミング教育は、問題解決能力を育むための教育である。そもそもプログラミング教育を内包する情報教育そのものが、情報を活用していかに問題解決するかという力を育むことをねらいとしている。児童が主体的に問題解決する姿、その理想を追求する一助にこの研究が役立てば幸いである。

今年度は教員にとって、コロナ禍という状況において否応なく教育現場の変化に対応せざるを得ない年であった。そのような状況下で日々の教育活動が大変忙しいにもかかわらず、本研究の趣旨を理解し、協力してくださった京都市立元町小学校と京都市立砂川小学校の校長先生をはじめ、研究協力員の先生方、温かく迎えてくださった両校の教職員の皆様、そしていつも全力で授業に参加してくれた子どもたちに、最後に心から感謝の意を表したい。