

論理的思考力を育む技術科学学習指導の在り方（第二年次）

—プログラミングによる統合的な問題を解決する学習を通して—

長期研究員 酒井 友 昭

《研究の要旨》

本研究では、身の回りにある技術が統合化・システム化されていることに着目し、社会からの要求、安全性、環境負荷、経済性の視点から技術を最適化していく学習を通して、論理的思考力を育むことを目的とした。中学校技術科において、プログラミングを活用し、実践的・体験的な学習を行うことが、論理的思考力の育成に有効であることが明らかになった。

I 研究の趣旨

中学校学習指導要領解説技術・家庭科編では、「社会、環境及び経済といった複数の側面から技術を評価し、具体的な活用方法を考え出す力や、目的や条件に応じて設計したり、効率的な情報処理の手順を工夫したりする力の育成について課題がある」と述べられている。このことから、単に何かをつくる活動ではなく教科等ならではの物事を捉える視点を基に、生活や社会にある課題を発見し、筋道を立てて考える力の育成とその実践に向けた授業改善が求められている。この課題を受け、本研究では、目的を達成するために物事の筋道を立てて判断していく力を論理的思考力として研究を進める。

第一年次研究では、プログラミング的思考を活用し、効率的という視点で生徒に解決策を考えさせた。その結果、必要な解決策を自ら判断していく力を高めることができた。しかし、生徒の身の回りにある生活や社会にある問題は、一つの技術から解決策を見いだすことが難しいものが多い。

そこで、第二年次研究では、より複雑な統合的な問題^{※1}を提示することとした。それにより、複数の技術を組み合わせることで解決策を最適化^{※2}し、統合的な問題に対して論理的思考力の育成を目指したいと考えた。

本研究では、統合的な問題を解決させるため、社会からの要求、安全性、環境負荷、経済性の四つの視点から解決策を考えさせることとする。その際、より最適化された手順を考えたり、プログラミングで検証したりする過程を重視し、その学習を通して、生活や社会で発揮できる論理的思考力を育成したいと考え、研究を進めることとした。

※1 複数の技術を組み合わせなければ解決が難しい問題のこと

※2 目的を実現させるための解決策を生徒がよりよい考えへと練り上げ、最適な状態に近づけていくこと

II 研究の概要

1 研究仮説

中学校技術科において、以下の手立てを講じれば、生活や社会の中で発揮できる論理的思考力を育むことができるであろう。

【手立て1】技術の最適化を意識させる課題の設定と解決方法の見通しをもたせる工夫

【手立て2】アクティビティ図を活用した情報処理手順の具体化

【手立て3】プログラミングによる生活や社会の問題を解決する学習の工夫

2 研究内容

(1) 【手立て1】技術の最適化を意識させる課題の設定と解決方法の見通しをもたせる工夫

まず、生徒に社会からの要求、安全性、環境負荷、経済性の四つの視点を意識させるために身近な例を取り上げる。その後、生活や社会の中から問題となっている点を明確にし、四つの視点を踏まえて解決したい課題へと具体化させる。一つだけでなく、複数の視点で考えさせることで解決方法の見通しをもたせる。

(2) 【手立て2】アクティビティ図を活用した情報処理手順の具体化

【手立て1】において、生徒が設定した課題を解決するためにアクティビティ図を活用する。その際、「似たような課題でグループをつくる」、「四つの視点から、より最適なプログラムを考える」、「他者と協働することで個人では気付かなかったことを見付ける」という段階的な活動を組むことで、より最適化された手順を考えることができるようにする。

(3) 【手立て3】プログラミングによる生活や社会の問題を解決する学習の工夫

【手立て2】までに制作した情報処理の手順が実現可能かどうかを、実際のプログラミングで検証する場を設ける。これは、現代社会で活用されている技術が、プログラミングによってシステムの制御が行われ、最適化されている実態に対応させるためである。そこで、生徒

に、これまでの授業で考えてきた解決方法や理論を活用し、安全性と環境負荷の視点でどのように解決できるのかを考えさせる。そして、プログラムを試行錯誤し解決方法を最適化していく学習を通して、生徒に情報の技術が果たす役割を理解させ、日常にある課題を解決できるようにしていく。

3 研究の実際

対象生徒 第3学年31名（1学級）
授業実践 「情報の技術」（8時間）

本研究では「自動化やシステム化で身の回りの問題を解決する方法を考える」という統合的な問題を生徒に提示し、授業を行った。

(1)【手立て1】について

まず、自動車を例に挙げ、「自動車に求められているものは何か」と生徒に問い、四つの視点ごとに生徒たちに意見や価値について話し合わせた。生徒の意見を反映しつつ、出された発言を共有した。教師の問いに対する、生徒の記述は図1のとおりである。

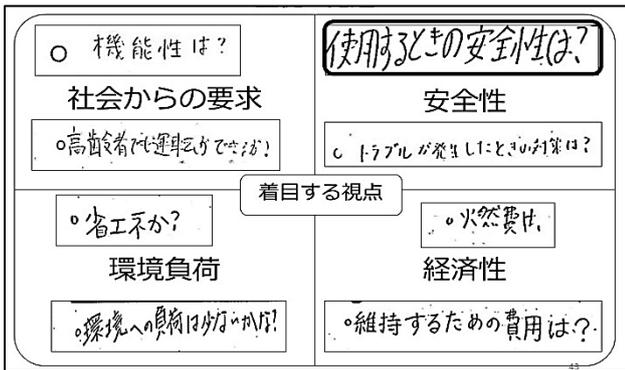


図1 視点ごとの生徒の記述

「使用するときの安全性」に着目した生徒は、自動車の安全性を高めるために必要な技術を「自動ブレーキや自動停止、センサー」と記述した。

四つの視点で分析したことで、その製品が複数の技術を組み合わせて最適化されていることに気付くことができた。また、意見を出し合う中で、自動ブレーキや自動停止は、プログラミングによってセンサの制御が必要であることについて発言する生徒が見られた。これは、最適化のためのプログラミングの重要性に気付くことができた姿と言える。

次に、解決したい生活や社会の問題を生徒一人一人に考えさせた。例えば、生徒Aは、日本の熱中症のリスクを問題視し、安全性の視点から解決したい課題を考え、自分が解決したい課題を「熱中症を予防したい」と設定した（図2）。

さらに社会からの要求という視点を意識すること

で、生徒Aは「室内温度が28~30℃以上になると音が鳴る」という解決の見通しをもつことができた。新たな視点で考えることにより、耳が不自由な人でも使用できるというユニバーサルな対応の必要性に気付き、赤い色の出力という具体的な工夫につながったと考えられる。これは、四つの視点を意識したことで生活や社会の事象を捉える視野が広がり、多くの人に対して技術の最適化が必要であると意識した姿と考えられる。

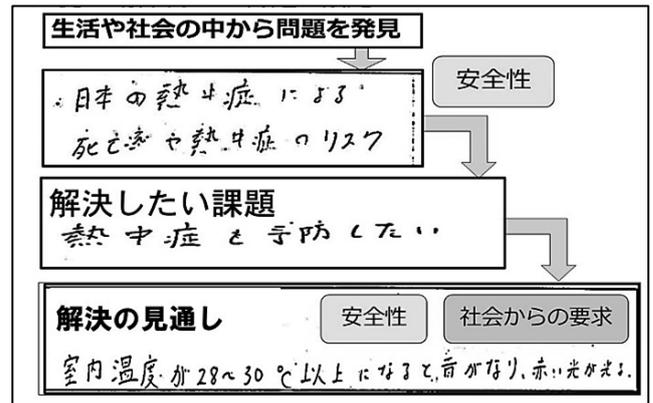


図2 生徒Aの課題設定から見通しまでの流れ

(2)【手立て2】について

設計・計画の段階では、アクティビティ図を活用し、生徒が発見した課題の解決方法について構想した。その際、似たような課題をもつ生徒同士のグループで構想させた。その中で、優れている点や不足する点を互いに指摘し合い、最適な情報処理の手順を考えた。そして、図3のようなワークシートを活用し、箇条書きした情報処理の手順を具体的なアクティビティ図で表すようにした。

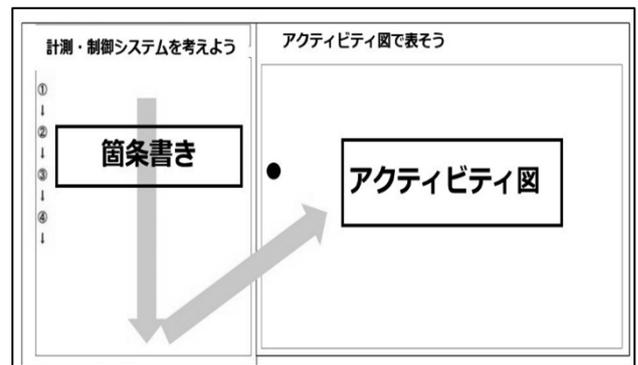


図3 ワークシートの例

図4は、生徒Bが作成したアクティビティ図である。熱中症予防を課題としたグループは、アクティビティ図を用いたことで、光と音の出力により周囲の状況を伝えるセンサによる自動化の手順を表すことができた。さらに、生徒Bは、生徒Aの意見を取り入れ、社会からの要求の視点から、目が不自由な人が音声出力で温度認識できるようにアクティビティ図を練り直すことができ

た。生徒は、アクティビティ図の作成により手順が可視化され、手順を四つの視点で振り返ることができた。

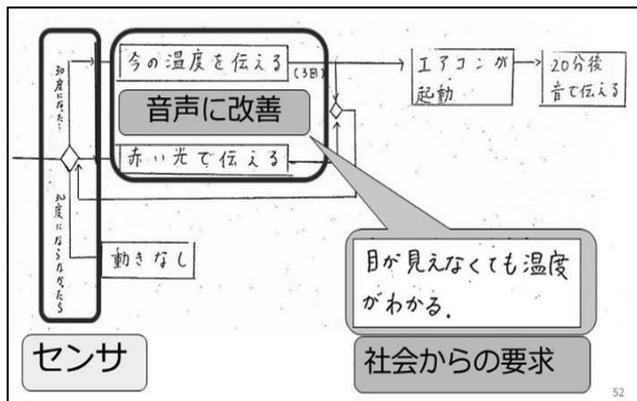


図4 社会からの要求を視点としたアクティビティ図

また、生徒Cは、図5のように、扇風機で送風するシステムをアクティビティ図で表し、センサによる自動化を構想した。扇風機を選択した理由として、「自然環境への影響を考えた」、「エアコンを使わないから二酸化炭素の排出を抑えられるから」と記述した。エアコンよりも二酸化炭素の排出量が少ないという既習事項を用いて、処理手順を設計することができた。これは、個人では気付くことができなかつた環境負荷の視点を他者と協働することで自分の考えに取り入れた姿である。また、安全性、社会からの要求、環境負荷と複数の視点を意識することで、複数の技術を活用した解決策をアクティビティ図で具体化し、より最適化させることができた。

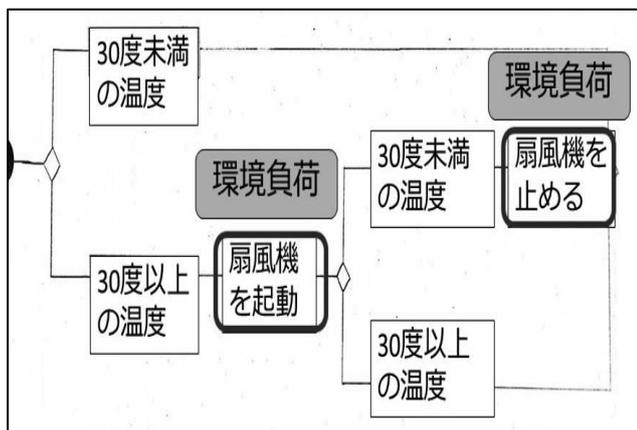


図5 環境負荷を視点としたアクティビティ図

(3) 【手立て3】について

ここでは、実際にプログラミングを行い、生徒がこれまでの授業で考えてきた解決方法や理論が実現可能かどうか検証させた。授業では、安全性と環境負荷の視点からどのように解決できるのかを考えさせた。

例えば、送風機に着目した生徒は、センサ部分で人がいるかないかを計測し、モータの回転・停止を自動化するプログラミングを行った。はじめは、単調なプロ

グラミングであった。そこで、「他の視点も考えられないだろうか」と教師が問いかけ、生徒は反復処理の命令をプログラム内に加え、改良することができた(図6)。これは、環境負荷の視点を取り入れることで、自動化による省エネルギーの機能に気付くことができた生徒の姿である。身の回りの製品が、技術を最適化して製作されていることに気付かせることで、最も目的に合致したものになるようにプログラミングを改良し、生活や社会の中にある問題を省エネルギーの視点から解決する姿が見られた。

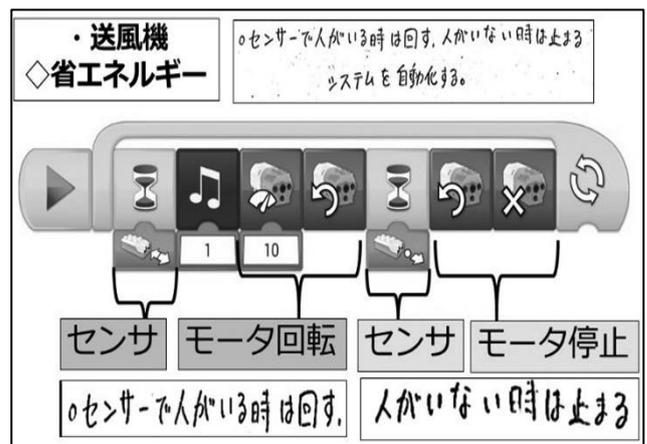


図6 環境負荷を視点としたプログラミング例

また、プログラミングを活用し、自動車の安全性を向上させることが可能かどうかを検証した生徒は、「歩いている人やカーブ、壁などをセンサで感知して止まる」という課題解決の見通しを立てた。それを基に、自動車の安全性を高めるプログラミングを行い、目的と合致するよう具体化する姿を確認することができた。このような姿は、多くの生徒に見られた。これは、生活や社会の中にある統合的な問題について、協働的に解決することによって、解決策の最適化に向けてプログラムを改良し、問題を解決した姿である。

III 研究のまとめ

1 研究の考察

(1) 生徒の課題設定から

統合的な問題の解決に向かう生徒が、どのように課題を設定したのかを分析した。検証方法は、生徒の記述をテキストマイニングを用いて分析した(図7)。

生徒が課題設定する前に、身近な製品を例に挙げ、「身の回りの問題を解決するにはどうすればよいか」という問題を提示した。生徒の書いた解決方法には、図7のように「安全性」、「環境」、「経済」、「視点」といった記述が多く見られるようになった。これは、四つの視点を意識できた生徒の姿である。

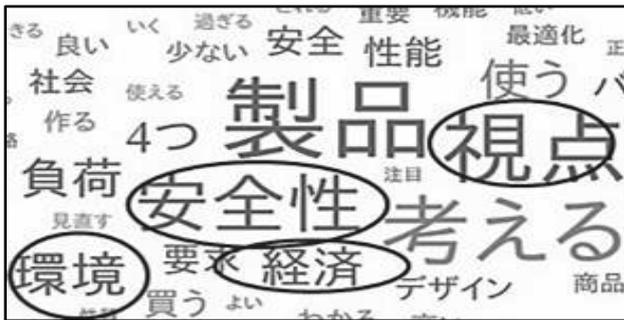


図7 生徒の視点の意識化

また、授業前と授業後で課題解決の見通しの記述を比較した。図8のように実践前では、複数の視点を取り入れた生徒の割合が3.7%であったが、実践後では、複数の視点から解決の見通しを立てた生徒の割合が88.9%に増加した。

複数の視点	実践前	実践後
	3.7%	88.9%

図8 実践前後の視点の変容

これらの結果から、四つの視点を意識させることは、複数の視点から解決の見通しをもち、生活や社会にある問題について、協働的によりよい解決策へと思考を高める上で有効であると考えられる。

(2) アクティビティ図の活用について

生徒Aのアクティビティ図に注目する。生徒は、社会からの要求と安全性の視点に着目し、「目や耳が不自由な人にも周囲の状況を光と音で伝える」と課題を設定した。安全性の視点からセンサを活用した温度設定を取り入れ、社会からの要求という視点から目や耳が不自由な人にも使用できるように光と音を出力させた(図9)。

複数の視点から考えた解決策を、分岐処理や並列処理を用いて、アクティビティ図に表していくことで、より最適化された手順の整理に役立ち、論理的思考力を高めることにつながったと言える。

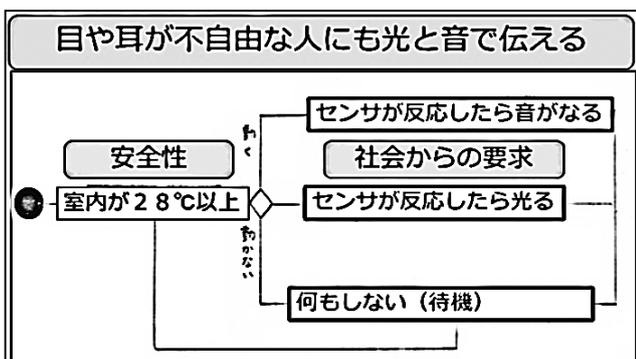


図9 生徒Aのプログラミング手順の最適化

また、生徒全体のアクティビティ図を分析すると、アクティビティ図の最適化に向け、四つの視点の中から複数の視点を用いた生徒の割合は、65.2%であった。

これらの結果から、統合的な問題に対しても、解決策の最適化に向け、複数の視点を用いる生徒の姿を確認できた。さらに、授業実践を通して、協働的に最適化を図ってきた生徒が、個人でも最適化を追求するようになったと言える。このことから、生活や社会にある問題を複数の技術を組み合わせて解決する力を高めることができたと考える。

(3) プログラミングによる問題の解決について

ここでは、生徒が制作したプログラムの中に、二つ以上の視点を入れてプログラムを制作した生徒の割合を検証した。その結果、自動車に着目した生徒では83.3%、送風機に注目した生徒では63.0%が、二つ以上の視点を用いて問題解決に取り組んでいた。これは、安全性や環境負担の視点の他に、さらに社会からの要求の視点を追加し、音が鳴るように考えることができた姿である。

また、授業後の振り返りシートでは、安全性を配慮する内容や、目や耳が不自由な人にも危険を知らせることを想定した記述が見られた(図10)。

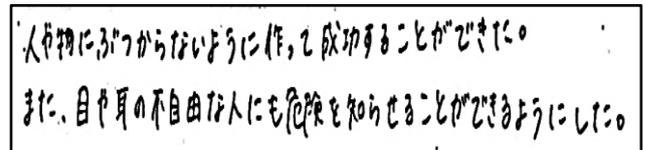


図10 授業後の生徒の記述

これらの結果から、生徒は、生活や社会にある問題を四つの視点と関連させ、解決策が最適になるように思考することができるようになり、生活の中でも発揮できる論理的思考力を高めることができたと考えられる。

2 研究の成果と今後の課題

(1) 研究の成果

統合的な問題の解決に向け、生徒自らが生活や社会の問題について四つの視点から解決策を考える姿や、プログラミングによって試行錯誤し、解決策を最適化していく姿が見られた。

(2) 今後の課題

経済性の視点から課題を探した生徒の割合は、わずか4.0%であった。これは、生徒の中で生産・廃棄費用といった面で物事を捉える機会が少ないことが考えられる。よって、本教科の4領域の内容において、経済性の視点を育む場面や題材を検討する必要があると感じた。それらを踏まえ、論理的思考力を構想の段階で、どの場面で、どのように育成するかを十分検討していきたい。