



教科における探究的な学習の充実

実践編



工業科(工業情報数理)

1 単元 「アルゴリズムとプログラミング」(第1学年)

2 単元の目標

- (1) アルゴリズムとプログラミングについて、工業に関する事象の数理処理をモデル化してシミュレーションを行うアルゴリズムを踏まえて理解するとともに、関連する技術を身に付ける。
- (2) 工業に関する事象の数理処理のモデル化に着目して、プログラミングと工業の事象に関する課題を見いだすとともに解決策を考え、科学的な根拠に基づき結果を検証し改善する。
- (3) アルゴリズムとプログラミングについて自ら学び、情報技術の活用に主体的かつ協働的に取り組む。

3 評価規準

知識・技術	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
<ul style="list-style-type: none"> ・アルゴリズムやプログラミングについて、理解している。 ・工業に関する具体的な例を取り上げ、そのアルゴリズムをプログラミングする技術を身に付けている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・アルゴリズムや流れ図について、改善を図り、そのプログラムを科学的根拠に基づき、表現・説明することができる。 ・プログラミングと工業の事象に関する課題を見いだすことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・アルゴリズムとプログラミングが社会で活用されている場面について、主体的かつ協働的に見いだそうとしている。 ・アルゴリズムとプログラミングに主体的かつ協働的に関わり、課題解決に向かい粘り強く取り組もうとしている。

4 単元の指導と評価の計画

●指導に生かす評価 ○指導に生かすとともに記録に残す評価

時間	問い・主な学習活動 [評価方法]		評価		
			知	思	態
1 2	問い(学習課題)	プログラミングとは?プログラムの作成手順とは?	●	●	
		プログラムの作成手順を理解する。 歩行者用信号機の動作から、生活の中で使われているプログラムについて考える。			
3 4	問い(学習課題)	流れ図とアルゴリズムはなぜ必要なのか?		○	
		順次、選択(分岐)、繰り返しの構造を理解し、流れ図を正しく表現する。[ワークシート]			
5 6	問い(学習課題)	Arduinoによるプログラミング方法とは?	○		
		Arduinoの基本的な使用法を学び、プログラミング方法を理解する。[ワークシート]			
7 8	問い(学習課題)	Tinkercadによるシミュレーションの方法とは?	●		
		Tinkercadによるシミュレーションの方法を理解する。			
9 10	問い(学習課題)	条件によってLEDを点灯させるには?	●		
		条件によるLED点灯のプログラムを考え、LEDを点灯させることができる。			
11 12 13	問い(学習課題)	歩行者用信号機の動作をプログラミングで表現するには?	●	○	●
		歩行者用信号機のアルゴリズムを考え、流れ図にする。[ワークシート]			
		流れ図からプログラムを入力し、歩行者用信号機の動作を表現する。[ワークシート・発表]			
14	問い(学習課題)	日常生活において、プログラミングはどのように活用されているのか?		○	○
		学んだ知識や対話からプログラミングの活用例を探し、その活用方法を表現する。これまで記入したワークシートの記述内容を再確認し、単元全体で学んだことを振り返る。[ワークシート]			
単元終了後		[ペーパーテスト]	○	○	

探究的な学習

《 本單元における探究的な学習について 》

アルゴリズムとプログラミングの学習を通して、日常生活などにおける課題を見だし、その解決策を考え、科学的な根拠に基づき結果を検証し改善する力を養うことを目的として、本単元の11～13時では「歩行者用信号機の動作をプログラミングで表現するには？」という問い(学習課題)に対して、探究的な学習の過程を設定した。このように、主体的に課題の追究に取り組むことで、単元全体を通して、工業科が目指す資質・能力の育成を図った。なお、学習指導要領解説にも、工業に関する事象の数理処理のモデル化に着目して、プログラミングと工業の事象に関する課題を見いだすとともに解決策を考え、科学的な根拠に基づき結果を検証し改善することの重要性が示されている。

5 学習活動の実践と指導のポイント

1・2時間目

プログラムの作成手順について説明をした後、歩行者用信号機や洗濯機の動作を書き出し、それらにどのような指示を出しているのかを考える時間とした。また、その他の身近な製品を挙げ、その製品の動作がどのようにプログラミングされているのかを考え、グループ内で共有する場面を設定した。

【 生徒の記述例 】

○歩行者用信号機の動作

・青色LEDが点灯(音が鳴る) → ボタンを押す(またはセンサーが自動車を感知する) → 一定時間が経過したら青色LEDが点滅(音が消える) → 青色LEDが消灯 → 赤色LEDが点灯 → ボタンを押す(またはセンサーが自動車を感知する) → 一定時間が経過したら赤色LEDが消灯 → 最初に戻る

○身近な製品とそのプログラミング <例: 電子レンジ>

・時間、パワーレベル、コース等の入力 → 決定(スタートボタンを押す) → マイクロ波の発生 → レンジの皿を回転させて食品の加熱 → 加熱中に電子レンジの扉を開けたり、取り消しを押したら加熱を止める → 入力情報を満たしたら終了

3・4時間目

プログラムを作成するために、基本的な構造に触れ、アルゴリズムと流れ図について考える時間とした。自分で考えたアルゴリズムと作成した流れ図について、グループで共有する時間を設定し、自分と他者の意見を比較検討する展開で進めた。

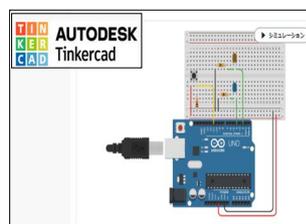


5・6時間目

ソフトウェア(ArduinoIDE)を用いて、プログラミングの基本的なルールからArduino本体にプログラムを転送するまでの手順、検証の方法やプログラムにエラーがあった場合の対応を説明し、プログラミングの方法について理解する時間とした。

7・8時間目

Autodesk社が無料で提供しているオンライン3Dモデリングアプリ(Tinkercad)を用いて、作成したプログラムをシミュレーションするための方法について理解する時間とした。



9・10時間目

if文による分岐プログラムを作成するために、構造、アルゴリズム、流れ図に関する知識を身に付ける時間とした。その後、Tinkercadを用いて以下の課題に取り組む展開で進めた。

- ①赤色LEDと青色LEDを交互に2秒間点灯。
- ②赤色LEDを点灯させ、青色LEDを消灯させる。ただし、スイッチを押している間は、逆にする。
- ③赤色LEDを点灯させ、青色LEDを消灯させる。ただし、スイッチが押されたら、赤色LEDを消灯させ、青色LEDを5秒間点灯させる。

13時間目 [探究的な学習の過程⑧⑨]

前半は、グループごとにまとめた結果についてクラス全体に向け発表し、他グループのアルゴリズムやプログラムの工夫点等をワークシートにまとめる時間とした。後半は、探究的な学習の振り返りとして、11時間目に提示したルーブリックを用いて、自己評価、相互評価を行い、探究活動を振り返る場面を設定した。

◎指導のポイントと生徒の様子◎

発表では、自グループのシミュレーションの結果を示し、歩行者用信号機の動作を表現する上での工夫点や改善点を簡潔に説明するように指導した。発表を聞いてワークシートにまとめる際には、他グループと自グループとの相違点にも言及するよう伝えた。また、ルーブリックを用いた自己評価では、ワークシートやMicrosoft Teams上に記録をしておいた流れ図などを参照しながら進めたり、相互評価から得た他生徒からの意見に耳を傾け、必要に応じて自己評価を修正したりするよう促した。

14時間目

単元全体の振り返りの時間として、これまで記入したワークシートの記述内容を再確認し、学んだことをワークシートにまとめる時間とした。新たな気づきが得られるように、まとめた内容をグループ内で発表し、共有する流れとした。

【生徒の記述例】

- ・グループで協力しながら話し合うことを通して、自分が分からなかった部分を理解できるようになったので、話し合うことの大切さを知ることができた。
- ・これから様々な機械を扱う中で、機械がどのようにプログラムされているのか、機械の動作からどのようなアルゴリズムにすればプログラミングがうまくいくのかを考えることができるようになった。

6 探究的な学習における評価について

◎ルーブリックによる自己評価、相互評価について

探究的な学習で使用したルーブリックは、「問題の分析・検討」「シミュレーション」「考察・発表」の探究の過程に合わせて3つの観点を設定した。学習前にルーブリックを示したことで、生徒の目指すべきゴールが明確になり、自ら考えながら進める主体的な学びにつながった。また、学習後には、ルーブリックを用いて活動を振り返りながら自己評価を行い、その後、相互評価を行う場面を設定した。グループ内からフィードバックを受けることで生徒同士の対話的な学びが展開されるとともに、様々な視点を取り入れ学びを振り返り、自らの改善点を見いだすことができた。

◎「思考・判断・表現」の評価例

教師による評価は、シミュレーションの結果や発表、ワークシート②「グループで作成したプログラムの説明」「プログラム作成過程の工夫点や改善点」の記述内容を分析することで行った。ワークシートの記述内容を評価する際は、ルーブリックの観点「考察・発表」の判断基準と同様とし、単にアルゴリズムの表現やシミュレーションの結果で終わるのではなく、自グループの工夫点を明確に示している記述についてはA評価とした。

探究的な学習ルーブリック

	観点		
	問題の分析・検討	シミュレーション	考察・発表
S	学習内容を踏まえ、問題を多角的に分析・検討し、グループ内で自身の考えを述べている。また、グループ内の意見に対して、多角的な視点をもって話し合い、自身やグループの意見を修正・改善している。	学んだ知識から、アルゴリズムとプログラムを考え、多角的に分析・検討し最適なプログラムを作成している。	設定課題のアルゴリズムとプログラムについて、各グループの工夫点をまとめ、それを多角的な視点をもって考察し、自身の考えを述べている。また、自グループと他グループの工夫点を比較し、その違いを論理的に説明している。
A	学習内容を踏まえ、問題の分析・検討に対して自身の考えを述べている。また、グループ内の意見を参考に自身の考えを振り返り、自身の考えを修正・改善している。	学んだ知識から、アルゴリズムとプログラムを考慮し、分析・検討を踏まえた上でプログラムを作成している。	設定課題のアルゴリズムとプログラムについて、各グループの工夫点をまとめ、それについて考察している。また、自グループと他グループの工夫点を比較し、その違いを論理的に説明している。
B	学習内容を踏まえ、自身の考えを述べることで、グループ内の意見をまとめている。	学んだ知識から、入力したプログラムをシミュレーションすることができ、必要に応じてデバッグ作業もしている。	設定課題のアルゴリズムとプログラムについて、各グループの工夫点をまとめている。また、自グループの工夫点を説明している。
C	設定課題のアルゴリズムが不明確で、流れ図で表現することができない。また、グループ内の意見をまとめていない。	アルゴリズムやプログラミングについて理解が不十分で、シミュレーションができない。また、デバッグ作業もできない。	設定課題のアルゴリズムとプログラム、工夫点の説明が不十分である。また、各グループの工夫点をワークシートにまとめていない。

自己評価・相互評価に用いたルーブリック

「十分満足できる」状況(A)	「おおむね満足できる」状況(B)	「努力を要する」状況(C)
設定課題のアルゴリズムとプログラムについて、各グループの工夫点をまとめ、それについて考察している。また、自グループと他グループの工夫点を比較し、その違いを論理的に説明している。	設定課題のアルゴリズムとプログラムについて、各グループの工夫点をまとめている。また、自グループの工夫点を論理的に説明している。	設定課題のアルゴリズムやプログラム、工夫点の説明が不十分である。また、各グループの工夫点をまとめていない。

【 B評価の記述例 】

・青色LEDを点滅させるために、ON・OFFの命令をいくつも作った。また、実際の歩行者用信号機の動作に近づけるために、delay関数を使って点灯時間の調整を行った。

【 A評価の記述例 】

・自分のグループでは、スイッチが押されたかをif文で判断し、LEDの点灯時間をdelayで調整した。他グループでは、LEDが点滅する動作をfor文を用いて簡潔にまとめており、自分のグループでもfor文を使ってプログラムを修正した。

7 授業者より～実践の成果とこれからの方向性～

単元を構成する際には、小さな目標の達成を積み重ねながら単元の目標に近づいていくスモールステップの学習の展開を意識しました。また、アルゴリズムやプログラミングの学習では、答えは一通りとは限らないことを伝え、自らの考えをもって、他者と話し合いながら学びを深めていく場面を設定しました。この結果、生徒は、身に付けた知識・技術などを活用しながら、主体的に学習に取り組み、「できるようになった」「やりきれた」という達成感を得ることができたようでした。さらに、歩行者用信号機の動作をプログラミングしていく過程では、日常生活がコンピュータ技術に支えられていることに気付き、正確な動作を実現するために必要な情報収集や課題解決のための手法を考えることで、論理的思考力も育むことができたのではないかと考えています。授業後の生徒の振り返りからも分かるように、主体的に探究的な学習に取り組み、グループ活動等で多くの気付きを得て、論理的に物事を考えながら自分自身の考えを深めることの大切さに気が付いたようでした。



今回の実践を通して、主体的・対話的で深い学びを実現するためにも、見通しを立てた単元構成と、目標を意識したスモールステップの学習が重要であることを再認識することができました。今後も、探究的な学習を通して、生徒がより一層ものづくりの喜びを感じることでできる授業を展開していきたいと思えます。

【 探究的な学習実施後の生徒の振り返り 】

- ・自分で考えた流れ図やシミュレーションの結果をグループで共有することで、自分にできたこと・できなかったことを確認できた。グループ内の意見や全体の発表を聞いたことで、多くの気付きを得られた。
- ・コンピュータに自分の意図する動きを指示する授業を通して、設定課題の解決のためにはプログラムだけではなく、必要な情報を整理して目的の動きをコンピュータにどのように伝えるか、という論理的に考える力が必要であることを学んだ。今後の学習でも課題解決の手段として、生かしていきたい。
- ・流れ図やプログラムを作成するためには、しっかりとしたアルゴリズムが必要になると感じた。身近にある歩行者用信号機や電子レンジの動作を表現するにも、一つ一つの動きに対応した命令をどのように組み合わせれば、自分の意図する動作になるのかを考えるのが難しかった。今回出た課題を整理して、身近にある家電製品や機械装置を題材として挑戦したい。

本実践で作成した資料は、栃木県総合教育センターWebサイトで閲覧及びダウンロードできます。また、他教科の実践についても紹介されていますので、ご覧ください。



【問合せ先】 栃木県総合教育センター 研究調査部

〒320-0002 栃木県宇都宮市瓦谷町1070 TEL 028(665)7204

