

「情報Ⅱ」におけるデータサイエンスの視点に基づく PBL(課題解決型学習)授業の実践

雲雀丘学園中学校・高等学校教諭 増井 貴明

1. 実践の背景とねらい

本校は令和6年度から高等学校DX加速化推進事業（DXハイスクール）の指定を受け、データサイエンスを基盤とした文理融合型探究人材の育成を目標に、カリキュラム改革を進めている。特に情報科における学びにおいて、多様なデータの活用や情報システムの創造的な利用を通して問題の発見や解決に取り組む姿勢を育成することを目的として、高校2年理系生徒全員が「情報Ⅱ」を履修するカリキュラムを整備した^[1]。

一方で、「情報Ⅰ」で扱うプログラミングは、正しい構文を理解し、意図した通りに動作するプログラムを書くことに重点が置かれやすい。しかし、実社会の問題解決では、測定誤差、環境要因、利用者の行動、機器の個体差など、プログラムの外側にあるデータが結果に影響する。そこで本実践では、生徒が「得られたデータからプログラムを改善する」ことを経験できる課題を設計した。

題材は、「壁からちょうど20cmの位置で停止するロボットをつくる」という単純な課題である。目標は直感的に理解しやすく、結果も距離として数値化しやすい。しかし実際には、距離センサの値のばらつき、速度パラメータ、停止条件、床面や机上での走行環境などが結果に影響する。そのため、生徒は感覚的な調整だけではなく、複数回の試行結果から得られたデータを比較し、どの変数をどのように変更するかを客観的に判断する必要がある。

2. 授業実践の概要

対象は本校高校2年理系生徒139名である。第1グループは56名が50分×4コマの連続授業、第2グループは時間の制約上、83名が50分×2コマの連続授業（第1グループの短縮版）に分かれて実施した。生徒は事前にPythonプログラミングの基本的な制御（順次・分岐・反復）に加えて配列と関数定義を学習済みである。教材にはレゴ製のロボット教材であるLEGO®エデュケーション SPIKE™プライム（以下、SPIKE）を用い、生徒端末（Surface）上のSPIKEアプリでプログラムを実行した。第1グループでは、連携企業から外部講師をお招きし、筆者は授業支援者として授業に参画した。第2グループでは、筆者が主担当を務め、情報科教員1名と数学科教員1名に授業支援を依頼した。

第1時では、設計図に基づいてSPIKEを組み立て、生徒端末と連携させた。続いて、「前へ進む」「右または左へ進む」「壁にぶつかる前に停止する」といったサンプルプログラム^[2]を実行した。ここでは、モーター駆動に関わる`motor_pair.move()`の引数を変更すると進行方向や旋回の仕方が変わること、距離センサの値を条件式に用いれば停止制御ができることを確認した。

第2時では、サンプルプログラムの改良に取り組んだ。例えば、左右の旋回を反復させてジグザグに進むプログラム（次ページ図1）や、壁との距離が縮まるにつれて減速するプログラムである。生徒からは、「引数を正負に変えてfor文を作ればよい」「パラメータ velocityを距離に応じて

ジグザグ進む

```

1 from hub import port
2 import motor_pair,time
3
4 # motor_pairを初期化します
5 motor_pair.unpair(motor_pair.PAIR_1)
6 motor_pair.pair(motor_pair.PAIR_1, port.E, port.F)
7
8 # 5回繰り返します
9 for i in range(5):
10     # 1秒右に曲がります
11     motor_pair.move(motor_pair.PAIR_1, 30, velocity=300)
12     time.sleep(1)
13     # 1秒左に曲がります
14     motor_pair.move(motor_pair.PAIR_1, -30, velocity=300)
15     time.sleep(1)
16
17 #移動を止めます
18 motor_pair.stop(motor_pair.PAIR_1)
19

```

for文で左右に曲がる動作を
3回繰り返します。

図1 授業スライドの一部（サンプルプログラムの改良）

変化させればよい」といった発想が見られた。第3・4時では、「壁からちょうど20cmの位置で停止する」課題に取り組ませた。print(dist)を挿入して距離センサから得られた数値データをコンソールに出力し、速度パラメータ、停止条件、減速制御などを調整しながら、試行と改善を繰り返した。

3. PPDACによる授業設計

本実践の設計枠組みとして、統計的探究プロセスであるPPDACサイクルを用いた。PPDACは、Problem（問題）、Plan（計画）、Data（データ収集）、Analysis（分析）、Conclusion（結論）の頭文字であり、問題の設定から結論までを一連の探究過程として整理する枠組みである^[3]。本実践では、「壁からちょうど20cmの位置で停止する」という課題をProblemとし、どのパラメータを調整するか、どのような制御にするかを考える段階をPlanとした。実際にロボットを走らせ、停止時の壁との距離や実行時間を記録する段階がDataである。得られた値を見て、停止条件や速度を見直す段階をAnalysisとし、最終的にどのような方針でプログラムを改善したのかを説明する段階をConclusionと捉えた（表1）。ここで大切なのは、PPDACを単なる手順としてなぞらせることなく、生徒がロボットを走らせる中で自然に経験する「予想と違った」「もう少し手前で止まった」「速度を変えるとどうなるか」という気づきを、データに基づく探究として意味づけることにある。

この構成により、生徒の関心は「動いたか、動

表1 授業設計とPPDACの対応（50分×4コマ）

時	学習活動	PPDAC
1	(1) SPIKEの組み立て (2) SPIKEアプリの連携 (3) サンプルプログラムの実行 ① 前へ進むプログラム ② 左右に曲がるプログラム ③ 壁にぶつかる前に停止するプログラム	
2	(4) サンプルプログラムの改良 ④ ジグザグに進むプログラム ⑤ 壁にぶつかる前に減速して停止するプログラム (5) 解決課題の提示 『壁からちょうど20cmの位置で停止するロボットをつくる』	Problem Plan Problem
3	(6) プログラム作成と試行・改良 (7) 中間報告	Plan Data Analysis
4	(8) プログラム作成と試行・改良 (9) 最終報告	Plan Data Analysis Conclusion

かなかったか」から、「どの条件で、どの程度安定して20cmに近づいたか」へ移行する。プログラミングの正誤を教員が一方的に判定するのではなく、実行結果のデータによってプログラムの性能を評価する点が、本実践の重要な特徴である。

4. 生徒の活動の実際

活動の初期段階では、多くの生徒が停止条件のしきい値を感覚的に変更していた。例えば、20cmより手前で止まれば数値を小さくし、壁に近づきすぎれば数値を大きくする、という調整である。しかし、複数回の試行を重ねると、同じプログラムでも停止距離が一定しないことに気づくグループが現れた。距離センサの値をprint(dist)で出力させたことにより、ロボットの動きだけでなく、プログラムが参照しているデータそのものに目を向けるきっかけが生まれた（次ページ図2）。

あるグループは、データを何度も繰り返し取り、ブレを小さくできないかを検討していた。別のグループは、速度を遅くすると停止位置の精度が高まるのではないかと考え、速度パラメータを調整した。これは一見単純な工夫であるが、速さと精度のトレードオフに気が付き、結果の安定性を評価しようとする姿勢として重要である。

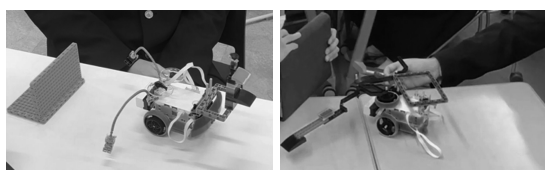


図2 各グループのロボットと計測の様子

授業後の生徒の感想には、「収集したデータをExcelで散布図にしたら最適な速度を割り出せたかもしれない」という記述が見られた。これは、「数学Ⅰ」や「情報Ⅰ」で学習した表計算、グラフ化、データの傾向把握を、「情報Ⅱ」の課題解決に接続しようとする姿勢を示している。教師が分析手法を細かく指定しなくても、生徒自身が「データを取れば改善できるのではないか」と考え始めた点は、本実践の大きな成果である。

5. アンケートと活動分析

5-1 事前アンケート分析

本実践に先立ち、プログラミングや協働、試行錯誤に関する事前アンケートを対象者139名に実施した（有効回答数N=84、5件法）。if文を説明できるという項目の平均値は3.87、for文は3.43であった一方、while文は2.82であり、反復処理のうちwhile文にはやや不安が見られた。また、プログラミングの際に設計図やフローチャートを書くという項目は2.23にとどまった（表2）。

表2 事前アンケートの概要

※平均値（Mean）と標準偏差（SD）にて示す
（N=84、数値が大きいほど肯定的回答を表す）

質問項目	Mean	SD
for文を説明できる	3.43	1.17
while文を説明できる	2.82	1.24
if文を説明できる	3.87	0.95
設計図やフローチャートを書く	2.23	1.10
やり直しや試行錯誤は得意である	3.52	1.02
協働して物事を進めることは得意である	3.60	0.97

この結果から、生徒はif文やfor文について一定程度説明できると自己評価している一方で、プログラムを事前に設計し、見通しをもって作成する経験は十分とは言い難いことが分かる。したがって本実践では、最初から精密なフローチャートを

求めるのではなく、試行結果を記録し、そこから次の修正方針を言語化させることを重視した。プログラミングの前に完全な設計図を作らせるのではなく、データを媒介として設計を更新していく活動にした。

5-2 事後アンケート分析

事後アンケートでは、生徒が本実践におけるプログラミングを用いた活動をどのように受け止めたのかを確認した。具体的には、課題に取り組む際の計画や目標調整、グループ内での分担・相談、活動の記録やプログラムの保存といった学習活動、試行錯誤を通じた達成感やプログラミングへの興味といった動機づけ、さらに時間不足や操作困難などの困難性を把握するために対象者139名にアンケートを実施した（有効回答数N=69、4件法）。

結果として、「プログラムが実際にロボットの動きとして実行されるのが面白かった」と「試行錯誤して正しく動作したとき、達成感が得られた」の平均がいずれも3.62であり、動機づけの高さがうかがえた。また、「グループ内の協力と分担が重要だと思った」は3.55であり、協働の必要性も実感されていた。一方、「活動の状況を写真

表3 事後アンケートの概要

（N=69、肯定的項目は数値が大きいほど肯定的回答を、困難性項目は数値が大きいほど困難感が高いことを表す）

質問項目	Mean	SD
課題に取り組む前に、グループ内で計画を立てた	3.25	0.74
活動の状況を写真や動画などで記録した	2.22	1.04
プログラムをこまめに保存した	2.65	1.00
グループ内で分担や相談がうまくできていた	3.46	0.68
プログラムがロボットの動きとして実行されるのが面白かった	3.62	0.67
試行錯誤して正しく動作したとき、達成感が得られた	3.62	0.64
グループ内の協力と分担が重要だと思った	3.55	0.68
プログラミングへの興味が湧いた	3.17	0.80
時間が足りなくて、中途半端になった	2.42	0.90
思った通りに動かないことが多く、嫌になった	2.04	0.91

や動画などで記録した」は2.22,「プログラムをこまめに保存した」は2.65であり,記録や保存は十分には定着していなかった(前ページ表3)。

5-3 活動分析

授業観察からは,PPDACの回し方の違いが最終的なプログラム改良の精度に影響している様子が見てとれた。すなわち,Data, Analysis, Planの各段階を短い周期で繰り返したグループは,停止位置の精度や安定性を高めやすかった。一方で,理論的な方針やプログラムの作り込みに時間をかけたものの,十分な試行データを取れなかったグループでは,改善が進みにくい様子が見られた。

ここで重要なのは,優れたプログラムを最初から書けるかどうかではない。むしろ,実行結果を記録し,その結果を読み取り,仮説を修正するサイクルを何度回せるかが,課題解決の質を左右していた。この点は,「情報Ⅱ」のプログラミングを,データに基づく意思決定の過程として捉えるうえで重要な示唆である。

6. 実施上の工夫と改善点

第一に,課題は比較的単純で結果を数値化しやすいものが適している。本実践の「壁からちょうど20cmの位置で停止する」という課題は,目標が明確で,結果も数値で記録しやすい。その一方で,センサ値のばらつきや環境要因が自然に現れるため,データを用いた改善の必然性が生まれる。課題そのものを複雑にしすぎると,生徒の注意がプログラムの構造理解に偏り,データ分析まで到達しにくくなると考えられる。

第二に,試行記録を明示的に残させることである。今回の実践では,PPDACの試行回数や改良記録の提出を十分に制度化せず,生徒の主体性に委ねた部分があった。そのため,グループごとの活動ログに差が生じた。今後は,解決課題に対する計画,収集データ,分析結果,次の改善方針を記録できるワークシートを用意し,どの段階で何を記録するかを明確にしたい。

第三に,評価基準を「結果」だけに置かないことである。ロボット教材を用いると,最も20cmに近く止めたグループが優れているという競技的な見方になりやすい。しかし,「情報Ⅱ」の学習として評価すべきなのは,最終結果だけでなく,必要なデータを取ったか,表やグラフを根拠にしたか,改善方針が分析と対応しているか,その過程を説明できるかである。

7. おわりに

本実践を通して,プログラミングとデータサイエンスを分けて扱うのではなく,課題解決の過程の中で接続する授業設計が可能であることを確認できた。生徒は,ロボットの動作を観察するだけでなく,距離センサの値や停止距離をデータとして扱い,その傾向からプログラムを改善する経験を得た。これは,文法習得を中心とするプログラミング実習を,データに基づく課題解決へと発展させる学びである。一方で,活動ログの記録が十分でなかったため,PPDACサイクルの反復回数と成果の関係を定量的に分析するには至らなかった。また,分析の深さにはグループ差があり,平均値までは確認できても,ばらつきや条件統制まで意識できる生徒は限られた。

今後は,PPDAC記録用ワークシートを導入し,問題設定,計画,収集データ,分析結果,改善方針を継続的に記録させたい。さらに,「壁からちょうど20cmの位置で停止する」という課題を出発点として,自動搬送や障害物回避,安全停止といった実社会の場面に即した課題を生徒自身が設定する活動へ発展させたい。

参考文献

- [1] 文部科学省(2018), 高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説情報編. https://www.mext.go.jp/content/1407073_11_1_2.pdf
- [2] 株式会社アフレル(2023), レゴエデュケーション SPIKEプライムPythonプログラミングブック.
- [3] C. J. Wild and M. Pfannkuch(1999), "Statistical thinking in empirical enquiry," International Statistical Review, Vol.67, No.3, pp.223-265.