



連載



情報の授業をしよう! =

本コーナー「情報の授業をしよう!」は、小学校や中学校で情報活用能力を育む内容を授業で教えている先生や、高校で情報科を教えている先生が、「自分はこの内容はこういう風に教えている」というノウハウを紹介するものです。情報のさまざまな内容について、他人にどうやって分かって

らうか、という工夫やアイデアは、読者の皆様にもきっと役立つことと思います。そして「自分も教え方の工夫を紹介したい」と思われた場合は、こちらにご連絡ください。

(E-mail : editj@ipsj.or.jp)

ロボットコンテストで「問いを立てる」力を育てるために必要なこと



秋本裕太 | 静岡聖光学院中学校

「問いを立てる力」

静岡聖光学院の「ゼミ活動」

本校静岡聖光学院では、2023年度から「ゼミ活動」という授業を新設しました。これは中学2年次、3年次の「総合的な学習の時間」にあたる授業であり、生徒が自身で問いを立て、その研究の成果を披露するという流れの探究学習を展開しています。

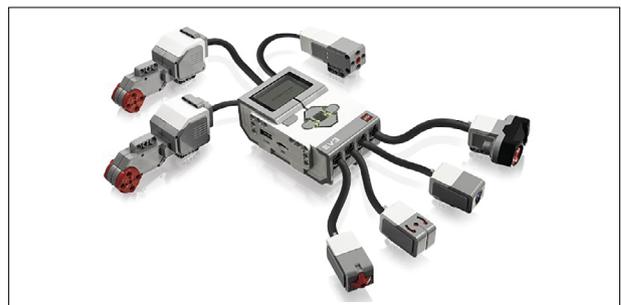
私が担当するのは「工学ゼミ」であり、プログラミングに関する問いを設定し、解決する力を育てることが教育目標です。「ゼミ活動」は新設科目であるため、一からカリキュラムを構成しなければなりませんでした。今回は「問いを立てる力を育てるカリキュラムを作るにはどうしたらよいか」について考えたことと、1年目の実践の報告を書かせていただきます。

実践に使った教材

中学2年生の1年間では、レゴ マインドストーム¹⁾を用いた実習を行うことにしました。レゴ

マインドストーム (図-1) は制御装置「インテリジェントブロック EV3」にレゴブロックやセンサーを取り付けたロボットが作成できる教材です。Scratchのようにビジュアルアイコンを用いたプログラミングが可能であり、プログラミング初心者でも直感的にプログラムが作成できます。

中学2年次の「ゼミ活動」の教材として、マインドストームを採用した最も大きな理由は、技術的な習熟に時間がかからず、早い段階で生徒自身で問いが立てられるようになることです。ビジュアルアイコンに頼ることで、プログラミング言語を読み書きする力を育てることはできなくなりますが、2024年



■図-1 レゴ マインドストーム

度はすぐにプログラムを試せることを優先しました。

「総合的な学習の時間」の教育目標

「問いを立てる力を育てる」という教育目標を考えるにあたって、まずは学習指導要領を参照することになりました。中学校学習指導要領では、「総合的な学習の時間」の教育目標を次のように定めています。

探究的な見方・考え方を働かせ、横断的・総合的な学習を行うことを通して、よりよく課題を解決し、自己の生き方を考えていくための資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

- (1) 探究的な学習の過程において、課題の解決に必要な知識及び技能を身に付け、課題に関わる概念を形成し、探究的な学習のよさを理解するようにする。
- (2) 実社会や実生活の中から問いを見だし、自分で課題を立て、情報を集め、整理・分析して、まとめ・表現することができるようにする。
- (3) 探究的な学習に主体的・協働的に取り組むとともに、互いのよさを生かしながら、積極的に社会に参画しようとする態度を養う。

カリキュラムを構成していく際に、私は特に (2) をどのように達成すればよいのか、で悩みました。

(1) を達成するために必要なことは、学習によって解決できる課題を提示し、必要な知識と技能を提供することであり、(3) を達成するために必要なことは、生徒が協働して取り組むべきだと感じられる課題を設定できればよいということになります。

制御技術を用いた探究学習では、実習を通してロボットプログラミングの基本知識と技能を獲得させてから、「ロボットコンテスト」を開催しチームで得点を競い合うという実践例がありますが、これらはまさに (1) (3) を達成できている例です。

一方で、(2) の「実社会や実生活の中から問いを見だし～」はどうでしょうか。本校の情報教室 BIGIRION は図-2 のように円卓が並んでおり、一般的な教室に比べ生徒同士の協働が起きやすい教室

となっています。しかし、この BIGIRION も含め、室内にある道具のほとんどは用途に迷わないようにデザインされているため、「ロボットを使ってより良くしてみたい」と思える余地が残されている道具は多くありません。

実際、ロボットコンテストの実践においても競技ルールを教員が設定して生徒に与えた場合、それは生徒が立てた問いではありません。競技に向かってロボットを設計していくうちに、どのように工夫したらよいか、という問いは立ちますが、実生活から問いを見いだす力が育っているかは疑問です。

問いが立つために必要な要素の仮説

それでは、生徒から問いが立つためにはどんな要素が必要でしょうか。お掃除ロボットのルンバを発明したエンジニアは、仕事で忙しく、部屋の掃除をする時間がない、と嘆く友人の声から着想を得たとされています。発明に至るためには何かを作った経験と、何かをしたくなる動機付けが不可欠です。

私は生徒から問いが立つためには、「ロボットを作った経験」と「ロボットを作りたくなる外部環境」が必要だと考えました。そのため、1年間のカリキュラムを「競技ルールを与えて高い点数が取れるロボットを設計するコンテスト」と「学校の庭で見つけた課題を達成するロボットを設計するコンテスト」の2つで構成し、生徒が自分の問いを持つことができるか、見守っていくことにしました。



■図-2 情報教室 BIGIRION

1年間の授業内容と振り返り

基本的な知識の導入と競技ルールを与えたコンテストの実施

授業が始まった4月から5月にかけては、レゴマインドストームの基本機体(ドライブングベース)の組み立てや、カラーセンサー、ジャイロセンサーなどを使った機体制御の実習を行いました。カラーセンサーを用いて黒い線の上を走らせるプログラムや、ジャイロセンサーを使って機体が星型の軌跡を描くプログラムを作っていく中で、生徒は入力を受け取り、それに応じた出力を返すシステムを作る経験を積んでいきました。

その後、6月から10月にかけて、WRO (World Robot Olympiad) ²⁾ ロボットコンテストの競技マット(図-3)を使ってチームで点数を競い合うコンテストを実施しました。

「ブロックを指定された場所に運び入れる」、「特定の場所で停車する」などの動作を表-1のように点数化し、動作を実現できるプログラムと機体の設計に挑戦してもらいました。

競技コンテストにおける成果と課題

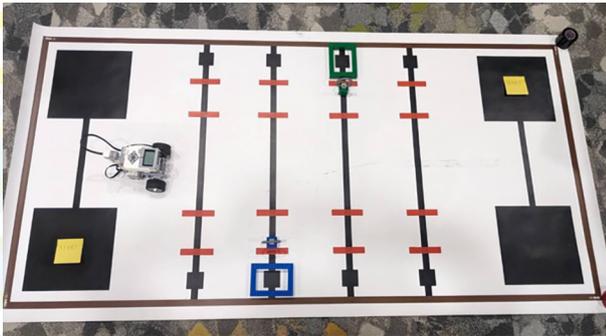
レゴマインドストームのセンサー、モーター類とそれらを制御するプログラミングアプリは、技術的なエラーがほとんどないため、生徒たちはプログ

ラムをすぐに試すことができます。そのため、多くの生徒が短期間で、実現したい動作を考え、試行錯誤する経験を積むことができました。

一方で、いくつかの課題も残りました。授業時間数の関係で競技コンテストの攻略に必要なさまざまなセンサーは飛ばしましたが、これはロボットを設計する際の生徒の思考の幅を限定することになってしまいました。タッチセンサーや超音波センサーを使ってもらうために、「ブロックで作ったものを1つまでマットに置いてよい」というルールを加えてもよかったかもしれません。

実際、生徒が使ったセンサーはジャイロセンサーとカラーセンサーのみであり、再現性が高い機体を設計できている班は多くありませんでした。特に、持ち上げるブロックとの車間距離を調整する際にセンサーを活用せず、タイヤの回転数のみを調整して力技で解決する班が多かった点が気になりました。すべての初期条件が変わらない場合はそれでも問題ないかもしれませんが、ブロックを置き直す際の位置が毎回少し変わってしまっているため、再現性のないプログラムとなってしまっていました。ブロックに超音波センサーを当てて制御する班がいれば、センサーを使った計測の重要性に気付く班が増えたかもしれません(図-4)。

また前述したように、この競技コンテストで生徒が取り組んだ問いは与えられた問いであり、生徒は自分で問いを立てているという自覚はありません。この課題を解決するには、自身で問いを立てるプロセスまで含まれた実習を展開する必要があります。



■図-3 WROロボットコンテストの競技マット

■表-1 競技コンテストの配点

動作	GOAL までの時間	ブロックを 枠内に入れる	停車の位置の精度
配点	1～2点	5～17点	2～11点



■図-4 ブロックの配置を調整する生徒



班活動の人数と組合せについて

実習を重ねていく中で、班編成に関する課題も見つけられました。はじめは、3人で1機のマインドストームを使用しながら実習を行ってきましたが、多くの班で、機体を組み立てる人とプログラムを書く人以外の3人目が手持ち無沙汰になってしまいました。さらに、真面目な生徒1人がすべての作業をやってしまうことも多く、全員が積極的に活動するためには、班編成を工夫しなければなりませんでした。

グループ活動の成果とグループメンバの構成の関係について、「アイデア創出と問題解決におけるPBLベースのグループ活動の実証研究」³⁾によると、「コミュニケーション・スタイルが異なる者が集まったグループは活動が活発化しにくい。コミュニケーション・スタイルが音声の者、またはコミュニケーションを取らない者同士が集まったグループもグループ活動が活発化しにくい」と述べられています。私はこの知見を「行動傾向が似ている生徒同士を組み合わせると活動が活発化する可能性がある」と捉え、あえて「人の話をよく聞き、コツコツと取り組む」生徒同士や「原理を考えずにまずは手を動かしてみる」生徒同士を組み合わせ、班を再編成しました。そうすることで活動に参加しない生徒は減り、各班が自分たちのやり方に自信を持ちながら実習を進めることができました。

アイデアロボットコンテストの実施

生徒が自身で問いを立てるためには、問いを立てたくなる環境が必要です。そこで私は学内庭園（バ

イオリソトープ）（図-5）に注目しました。庭園や公園には拾いたくなる「石」や「落ち葉」、登ってみたいくなる「木」や「岩」があります。私は庭園で実現したい動きを考えてロボットを設計し、その動きを「再現性」と「芸術性」の観点から評価する「アイデアロボットコンテスト」を実施しました。

場所や条件を変えても同じ動きが実現できるかを「再現性」として評価することで、センサーを活用した問題解決を促し、ロボットの動きを披露した相手の心をどれだけ動かしたか、を「芸術性」として評価することで、実現が簡単ではないプログラムにチャレンジするように促しました。

アイデアロボットコンテストの成果と課題

生徒らを庭園に連れていくと、「木登りをする」「石投げをする」「落ち葉を拾う」などの問いをすぐに見つけ、ロボットの設計に取り掛かりました（図-6）。やはり、問いが立つためには、問いを立てたくなる外部環境を与えることが有効に見えます。

一方で、生徒が立てた問いに着目すると、その多くが競技コンテストで必要とされた「ブロックを持ち上げる動作」の応用になってしまっています。経験したことがない動きを一から創造することは難しいでしょう。そのため、「問いを立てるために必要なロボットを制作した経験」として、競技コンテストをとらえ直すのであれば、多様なセンサーを活用する余地があるルールを与えることが望ましいということになります。

また、今回評価項目とした「再現性」についても



■図-5 学内庭園（バイオリソトープ）



■図-6 木登りロボットを起動する生徒

多くの課題が残りました。自然環境が舞台となったことで、「真っ直ぐに走行する」といった単純な動作であっても実現することが難しいため、実現したい動作を考える前に解決しなければならないことが多くなりすぎてしまいました。さらに、自然環境には黒いカラーテープのような、センサーにはっきりと反応するものがないため、生徒のセンサーに対する信頼感はむしろ下がってしまい、活用する班が少なくなっていました。

結果的に、このコンテストでは「問いを立てる」という目標は達成されたものの、制御技術の向上においては課題が残ってしまい、授業時間内に満足に動きを実現できない班が多くなってしまいました。今後、同じ「アイデアロボットコンテスト」を実施するのであれば、問いを立てるところまでは庭園で実施し、機能を実演する際には「落ち葉」の代わりに「ペットボトルキャップ」を使うなど、自然環境を模した人工環境で実施する、などの工夫を考えることとなります。

1 年間の実践の振り返り

「問いを立てる力」を育てることを第一の目標とした1年目の実践から私が得た知見は「活動する環境や枠組みが生徒の問いに与える影響は大きい」ということです。競技コンテストのルール、班編成、活動場所に対する工夫次第で、多くの生徒から問い

を引き出すことができました。一方で、与える枠組み次第で生徒の立てる問いの種類が変わっていくことから、与える環境は慎重に吟味しなければなりませんでした。

今回の実践では、問いの立てやすさと取り組みやすさを重視し、自由度の高い活動を展開しましたが、残念ながら、センサーの活用に関する技術向上にはあまり繋がりませんでした。多くのセンサーを活用して問題解決に取り組んでももらうためには、使ってほしいセンサーを使うことで有利になるルールを意図的に設定したり、センサーの精度が低くても思い通りにロボットを動かせるような道具を用意すべきなのでしょう。2024年度以降は、自由度の高さと制御技術の向上が両立できるような活動を考えて、カリキュラムを改良していこうと考えています。

参考文献

- 1) 教育版レゴ®マインドストーム®EV3, <https://afrel.co.jp/product/ev3-introduction/>
- 2) WRO (World Robot Olympiad), <https://www.wroj.org/action/wro>
- 3) 穂積和子：アイデア創出と問題解決におけるPBLベースのグループ活動の実証研究, 商学論纂(中央大学)第57巻第5・6号(2016年3月)。

(2024年9月22日受付)



秋本裕太
yuta.akimoto@siz-seiko.ac.jp

静岡聖光学院中学校高等学校 数学科・情報科
教諭。早稲田大学大学院教育学研究科修了後、
2021年より現職。2023年度から、中学2、3年
生のゼミ活動(総合的な学習の時間)を担当する。