

女子部高等科1年 情報

「コンピュータによる制御 ～ロボット掃除機から考える～」

中村 佐里

近年、インターネットやコンピュータなどの情報技術が、私たちの生活にも大きな影響を与えている。高等科1年「情報」の授業では、身近になってきたロボット掃除機を題材に、コンピュータがどのように制御しているのかを観察・分析し、それを再現することに取り組んだ。

I. はじめに

最近、ニュースなどでも話題となっているが、ビックデータを活用したり、あるいは「モノ」がインターネットにつながるIoT (Internet of Things) 製品が開発されたり、人工知能技術が実用化されるなど、ここ数年の情報技術の進展は目覚ましい。そのような状況を踏まえて、単に情報機器の操作ができれば良いだけではなく、技術を正しく理解し、生活の中でも活用できる人材の育成が求められるようになってきた。

学園には、生活の中から幅広い基礎知識を学習する「リベラルアーツ」や、相互理解を生む土壌となる「家族」など、多くの教育上の特色がある。それらを生かしながら、身近なテーマを通じて、情報的な見方や考え方、情報にかかわる基礎・基本的な知

識や技能を理解し、論理的な思考力や判断力等を身につけることができるよう指導を心がけている。⁽¹⁾

通常、高等科1年のカリキュラムでは「問題解決」「アルゴリズム」「プログラミング」を学んでいる。今回、学習内容を発展させ、「制御」や「モデル化・シミュレーション」等を加えることにより、普段の生活の中で、どのように情報技術が活用されているかに踏み込んだ。その学びの経緯を報告する。

II. 教科「情報」の指導計画

高等学校共通教科「情報」について、学習指導要領では、初年次2時間続きの履修を推奨している。しかし、学園では、2年に渡って学習する。これは、複数年次を通して学習することにより、各教科での利活用を図りつつ、教科間の連携を行うことで、日

表1. 年間指導計画

第1年次	第2年次
【1 学期】 ・オリエンテーション ・表現と伝達（表現の工夫、チラシ作り） ・情報とメディア （インターネットの特性、ネットワークについて、情報検索、情報の光と影）	【1 学期】 ・オリエンテーション ・情報化社会（情報化社会の変遷、新しい技術を考える）
【2 学期】 ・デジタル表現 アナログとデジタル （情報機器の特性、画像のデジタル化の仕組み、音声の標準化、量子化、符号化） 問題解決（問題解決の手順と手法） ★アルゴリズムとプログラミング ★モデル化・シミュレーション ・プレゼンテーション	【2 学期】 ・情報化社会 （ユーザビリティとアクセシビリティ） ・問題解決（問題解決のプロセス） ・プログラミング
【3 学期】 ・デジタル表現（デジタルカメラの原理、映像処理、デジタル画像処理） ・情報モラル	【3 学期】 ・情報社会の法と個人の責任 ・情報セキュリティ ・まとめ

常生活に根ざした知識や技能の定着が期待できるからである。

また、1年次は、科学的な視点を養うために、情報の基礎・基本的な内容に比重を置き、2年次には、高大連携も意識し、情報化社会を生きる上で、必要となる知識や考え方を、実習や課題を通じ、学習するように工夫している。学園では、生徒の特性や題材等を考慮し、共通教科「情報」を構成する「情報の科学」と「社会と情報」の2科目のうち、「社会と情報」を選択している。しかし、「社会と情報」の学習内容だけでは、教科本来の目標のうち、科学的な視点を育みにくいことを鑑み、中学校「技術」や「情報の科学」の学習内容を加味し、実習などの実践的・体験的な学習活動を積極的に取り入れている。

教科「情報」の年間指導計画を表1に示す。

なお、現在、学習指導要領の改定が検討されており、その過程で「社会と情報」と「情報の科学」という科目構成を見直し、基礎・基本的な内容を踏まえ、発展的な内容を積み上げることも議論されている。⁽²⁾

III. 学業報告会におけるカリキュラム設計

学習報告会では、通常の授業枠を超えて、他教科と関わりのありそうな部分を（相互に）関連付けながら、理解を促す「教科横断型学習」の展開を試みた。また、共有した課題について、各自の考えを他者と比較検討しながら改善することにより、自らの理解を深化させる「協働学習」や「アクティブ・ラーニング」等も自然な形で取り入れ、活かせるように工夫した。



図1 教科横断型学習の展開

具体的なカリキュラムの設計に際し、日常生活の中の身近な製品がコンピュータによって、その動きを制御されていること、そのモノに意図した動きを行わせるためには、手順を与えておく必要があること、(単なる遊びに終わらせないために) その問題解決の手順を考えることが重要であることを理解させることを目標とした。課題や実習も「家族」を中心としたグループ内で話し合い、理解を深めたり、個人が能動的に学習を進めたりできる仕掛けを用意した。⁽³⁾

IV. 学業報告会への学習

1. 夏休みの課題

2学期の学習で「制御」を扱うにあたり、その準備として、生徒が興味を持ちスムーズに学習できるように、「ロボット」をテーマとした調べ学習を課した。内容に関する特段の条件は設けなかったが、折しも、家庭用ロボットが販売されたこともあり、実社会で利用されているロボットへの関心が高く、介護用ロボットや産業ロボットについてまとめた生徒が多く見受けられた。また、ロボットの種類や開発史をまとめたり、万博などでロボットに触れた体験をもとにロボットを考察したりするなど、様々な視点からの学びが見受けられた。

2. 2学期の学習

学業報告会での報告に向け、10月後半から以下の手順で授業を行った。

① 身近になってきたロボット掃除機を題材に、コンピュータに制御された動きを観察・分析する。

まず導入部分では、「問題解決」を学習し、手法や手順を扱った。それに続く実習では「食堂を効率良く掃除するには？」をテーマに設定し、新たなアイデアを生み出す手法のひとつである「ブレーンストーミング」、得られたアイデアを整理し、問題解決に結びつける「KJ法」を体験させた。

次に、効率良く掃除を行う1つの方法として、「ロボット掃除機」を取り上げた。

まず、ロボット掃除機がどのような動きをするのか確認させた。実際にロボット掃除機を調達するのは難しいため、3社のロボット掃除機を比較している映像資料で、その動きの違いを観察させた。ロボ

ット掃除機の動きは、一定の動きではなく、各メーカーによって大きく異なっていること、効率良く掃除するためには、様々な動きを組み合わせることが必要であることなどを意識させた。

表2.学業報告会 指導計画(全20時間)

1-2回	<p>【社会と情報、情報の科学】問題解決について学ぼう 問題解決の手順、問題解決の手法 課題：効率的な掃除の手順を考える</p>
3-4回	<p>【情報の科学】アルゴリズム、モデル化とシミュレーションについて学ぼう 基本的構造（順次構造、選択構造、分岐構造）モデル化の意味、シミュレーションの身近な例 視聴：MXテレビロボット掃除機の比較 ：NHK アルゴリズム子研究所（掃除ロボット編） 課題：ロボット掃除機の動きを考える</p>
5-7回	<p>【情報の科学】コンピュータ上で「ロボット掃除機」の動きを再現しよう プログラミング環境「Scratch」で、ロボット掃除機の動きをモデル化する。</p>
8-11回	<p>【技術】ロボット掃除機を作成し、検証しよう 実際に「スタディーノ」を利用し、ロボット掃除機を作成する。</p>
まとめ	<p>学業報告会での発表に向けて 各班に分かれ、どのような報告するにするか話し合い、報告内容をまとめる。 (学習内容報告班、プログラム発表班、ロボット掃除機作成班、学業報告会記録班、ポスター発表・展示班)</p>

② コンピュータ上のプログラミング環境で再現する

初学者がプログラミングを学習するにあたっては、「プログラミングは難しい」との先入観をなくすように配慮することが重要であると考え、アルゴリズムなどの基本を学びながら、かつ、楽しく学習できるように、MIT（マサチューセッツ工科大学）のメディアラボが開発したビジュアルプログラミング言語「Scratch」を用いて、観察したロボット掃

除機の動きを（プログラム上で）再現させた。

その際、プログラムを作成することよりも、その作成過程における論理的思考が大切であることを意識させるように、問題を解決するためにプログラムを作成することの有用性や、問題解決の手順を明文化するための基本的な枠組みであるアルゴリズムや基本構造等を理解することに重点を置き指導した。

その結果、先の観察では、一定の動きよりも、一見、規則性のない動きの方が、むしろ効率的であることに気づくことができた。そして、その動きを再現するために、乱数を用いて関数を定義するなど、高度な学習につながった。

③ 制御の学習を深めるため、ロボットを用いて、制御された動きを検証するプロセスを体験する

最初に学習した問題解決手法の1つである「モデル化とシミュレーション」の理解を深めるために、プログラムした動きを、実際のロボットを掃除機に見立てて、動作させることで検証した。ロボット掃除機の動作の再現にあたっては、利用したプログラミング言語がScratchであるため、連続した学習が可能であることを鑑み、アーテック社の「スタディーノ（Studuino）」を使用した。プログラミングは個人で行ったが、ロボット作成は家族ごとに行った。生徒たちは、最初、ケーブルを繋ぐこともままならなかったが、自ら作成したプログラムに従って、実際のロボット掃除機が動くことに新鮮さを感じたように思われた。皆で話し合いながら、改良を加え、意図した動きが実現するよう工夫を重ねる家族が多かった。

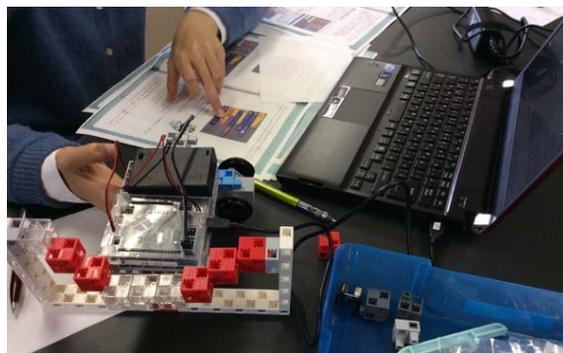


図2 生徒によるロボット作成の様子

Ⅲ. 学業報告会の内容

学業報告会での発表は、先に挙げたカリキュラムに基づき、

(1) 学習内容発表

(2) 個々人で作成したプログラムの実演

(3) スタディーノによるロボット実演

の3つに大別するとともに、(4a) 学業報告会までの学習活動を映像等で記録し、動画を作成する「記録班」と(4b) ポスター発表とロボット掃除機の展示を行う「ポスター発表・展示班」をそれぞれ数名が担当した。

1. 学習内容の発表

学習内容を、問題解決／アルゴリズム／モデル化とシミュレーション／プログラミング(Scratch)の4つのカテゴリに分け、それぞれ2名が担当し、学習内容をまとめ、パワーポイントによる発表を行った。パワーポイントの作成にあたり、難しい用語が多いため、図や写真(または映像)を使い、例示を入れながら、分かりやすい言葉での説明を考えていた。

2. プログラムの発表

授業時の学習を進展させ、画面全体を掃除すべき部屋と考え、掃除機に見立てたオブジェクトが掃除するプログラムを個々人で作成し、実演した。画面上の障害物を避けながら掃除させる、複数の人物を登場させ、プログラムに物語性を持たせるなどの工夫が見られた。

3. ロボット掃除機の発表

ロボット掃除機をモデル化し、シミュレーションする過程は、本報告会での重要な部分である。発表と作成・実演に分かれて報告した。

一方がロボットを作成しながら、他方で手順を記録し、説明資料を作成した。ロボット掃除機の動きが思うように再現できず、苦勞する場面も見受けられた。互いに協力しながら、工夫を続け、目標を達成することができたのは、協働学習の成果であると考えられる。

4. その他

今回、新しい試みとして、記録班が、発表までの

学びの過程を記録し、発表することにした。その際、記録、編集を簡便に行えることを鑑み、機材は(手持ちの) iPadを用いた。1～2分程度の映像にまとめ、最後に発表した。

また、展示班は、報告会で実演したものと同じロボット掃除機を展示し、来場者が体験できるように工夫した。また、「お掃除ロボットの作成」と題し、ロボット掃除機の作成過程、プログラミングについてまとめたポスターを作成し、掲示した。

Ⅳ. 学業報告会の考察

一般に、協働学習の成立には、多様で異質な能力を持った他者との出会い、学習者の高い自立性と対等なパートナーシップや相互の信頼関係の構築、学習目標や課題、価値観および成果の共有が必要とされている。⁽⁴⁾

学業報告会等における学びは、協働学習を前提に成立している。共通の課題に向き合う際、一般に、指導者によるファシリテーションの適否が成否の鍵となる場合が多い。今回は、そのファシリテーターの役割を(クラス全体を取りまとめる)リーダーが担った。

2名のリーダーの振り返りには「グループの手伝いとして、(作業を)のぞきに行ったりアドバイスできた反面、先を見通しながら、動けたらと思う場面があった」「皆の状況を気にかけるということに一番努力をした」などの記述が見られ、協働の学びを支援する役割が必要、かつ、有効であることが検証できたと考えている。

また、学んだことを他者と共有するためには、様々な方向から検討することが必要である。学習発表者の振り返りには「どうしたら見ている人が分かりやすいのだろうか、そして興味を持ってくれるのだろうか、と二人で考え図や写真を入れたり、文字や図が動いて出てくるようにしたり・・・」「初めて聞く人にとっては、前提から話すことが必要なんだと、報告(する)文を工夫した」などのコメントが見受けられた。他者を意識し、情報を正確に、分かりやすく伝えるための過程こそが、情動的な見方・考え方を養うために重要であろう。

今後、初等・中等教育段階での情報教育は、アクティブ・ラーニングやプログラミング教育の導入等

により、大きく変化すると考えられる。

生徒達には、情報化社会の一員として、情報技術をより良く活用する能力が求められ、その育成がより重要となることが予見される。今回、ロボット掃除機のような、新たな製品や技術を取り入れた身近な題材を扱うとともに、教科横断的な学習を検討・実践した。生徒による「問題解決の手法やアルゴリズム(の考え方)を、生活の中で活用していきたい」や、保護者による「コンピュータだけでなく、ロボットも作って多角的に学んでいることがよく分かり、またそこから出てきた感想を一人一人が言葉にしてくれたことにより、苦労や楽しかったことなどを共有できたように思います」等の記述からも、一定の成果が得られたといえる。

羽仁もと子先生が著作の中で、「手つづきや名称は教えればすぐわかることである。どうかして何事にも考えさせて、小さい時からものの意味というものをその時どきに心に入れてやりたい」⁽⁶⁾と記されているとおり、個々の操作より、事象の裏にある仕組みを理解し、活かしていくことの大切さを私たちに問われていると思われる。

今後は、学業報告会で得られた知見等を踏まえ、学園での普段の学びに活かしていきたいと考えている。

謝辞：

高等科1年担任の先生方、学園の多くの先生方、江戸川大学 波多野和彦先生には、様々なご助言とご協力を賜りました。ここに記し、感謝いたします。

参考文献

- (1) 中村ら：特色ある教育を活かすためのカリキュラムの工夫や課題の開発，日本情報科教育学会第7回全国大会講演論文集，pp. 67-68(2014)．
- (2) 文部科学省：中央教育審議会 教育課程部会 情報ワーキンググループ取りまとめ(案)
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/059/siryu/_icsFiles/afiedfile/2016/06/16/1371925_2.pdf(2016年6月22日)．
- (3) 中村ら：特色ある教育を活かすためのカリキュラムの工夫や課題の開発(2)，日本情報科教育学会第9回全国大会講演論文集，pp. 109-110(2016)．
- (4) 坂本 旬：「協働学習」とは何か
http://repo.lib.hosei.ac.jp/bitstream/10114/6703/1/cd-gak05_sakamoto.pdf(2016年6月22日)，法政大学キャリアデザイン学会．
- (5) 羽仁もと子：「素人の学校」，羽仁もと子著作集第十八巻 教育三十年，婦人之友社(1950)．

脚注外参考文献

- (1) 高等学校「情報の科学」 東京書籍(2015)．
- (2) 高等学校「情報の科学」 実教出版(2013)．
- (3) 高等学校「情報の科学」 数研出版(2014)．
- (4) 中学校「中学技術・家庭(技術分野)」(2014)．
- (5) 宇野泰正：スタディーノではじめる うきうきロボットプログラミング，日経BP社(2014)．
- (6) 阿部和広：小学生からはじめるわくわくプログラミング，日経BP社(2013)．
- (7) 杉浦学：Scratchではじめよう！プログラミング入門，日経BP社(2015)．
- (8) 石原正雄：スクラッチではじめるプログラミング，カットシステム(2014)．