

実践事例3 STEAM教育を意識した情報科の授業

1. 研究の目的と背景

STEAM教育について文部科学省は、2022年の「STEAM教育等の教科等横断的な学習の推進について」において、その目的を「各教科での学習を実社会での問題発見・解決にいかしていくため教科横断的な教育」とし、その背景として「これまでの文系・理系といった枠にとらわれず、各教科等の学びを基盤としつつ、様々な情報を活用しながら、それを統合し、課題の発見・解決や社会的な価値の創造に結び付けていく資質・能力の育成が求められている」としている。

また2022年度からの高等学校新学習指導要領では情報科の目標を「情報に関する科学的な見方・考え方を働かせ、情報技術を活用して問題の発見・解決を行う学習活動を通して、問題の発見・解決に向けて情報と情報技術を適切かつ効果的に活用し、情報社会に主体的に参画するための資質・能力を次のとおり育成することを目指す」と定めている。

両者の共通点は「社会の課題・問題の発見・解決・創造」につながる「資質・能力の育成」であり、相違点はSTEAM教育の目標では「情報技術」といった情報科の教科内容だけでなく、「文系・理系といった枠にとらわれず、各教科等の学びを基盤としつつ、様々な情報を活用」と教科横断的な学びを実現するところである。

STEAM教育が米国での理系人材育成を目指したSTEM教育がもとになっているため、日本でも科学技術教育・理系人材育成のイメージが強い。これをSTEAM教育へ発展させるためには、プログラミングなど科学的な知識を教える授業では不十分で、科学的知識を使って社会の課題・問題をどう解決するかという視点が必要といえる。

本研究では今述べた視点に立ち、従来実施してきたプログラミングの授業の改善を考え、その効果について考察する。具体的にはドローンを用いたプログラミングの授業に、この技術を使って社会の課題・問題をどう解決するかという内容を加え、STEAM教育のめざす「実社会での問題発見・解決にいかしていくため教科横断的な教育」を目指す授業を行い、本授業の効果・課題について考察し、明らかにすることを目的とする。

2. 研究の方法

(1) 対象

勤務校で私が担当する高校1年生情報I(2単位)の授業の中で、4クラスの生徒を対象に授業を実践する。期間は2022年5月初旬の授業2.5回を使って授業実践を行った。

(2) 実践の流れ

①1回目(50分)「プログラミング」

例年プログラミングの授業では、LEGOのロボットを制御する授業を行ってきたが、今年度はドローンを制御するプログラミング授業を、HDL合同会社による出張授業により実施した。LEGOは勤務校が保有している機材を用いたが、今回使うドローンについてはHDL社より機材・教材貸与を受けた。

授業では生徒一人一人に入力する端末を貸与し、ドローンの動きを制御するコードプログラミング(言語は「BASIC」)を行い、入力したプログラムを5~6人のグループに1台ずつ与えられたドローンに転送、命令通り動くかについて確認する。

プログラミングについては詳しく説明せず、各自にドローンに簡単な動きを実行させるサンプルプログラムを配布し、見本の通り入力させ実行することを行った。これだけではコ

ードを見本通り入力しただけのいわゆる「写経」の授業となってしまうため、配布資料にはドローンに宙返りさせるなど様々な動きのコマンドも紹介し、サンプルプログラムに成功した生徒には、次の段階としてプログラムの制御の順番や数値を変えたり、動きを追加したりと各自で工夫して飛ばせることができるように工夫した。(図1)

2. 四角く移動させるプログラムを作る。

キーボードで下の文字を打ってプログラムを実行すると、Tello が着陸し、約100cm前進、約100cm左移動、約100cm後退、約100cm右移動、という動きをした後で着陸します。

```

NEW
10 ? " "
20 ? " FP QF 100 "
30 ? " FP QL 100 "
40 ? " FP QB 100 "
50 ? " FP QR 100 "
60 ? " FP QRUN "
SAVE 0
    
```

コマンド紹介

コマンドスタイルには以下のようなコマンドがあります。

- 宙返りコマンド
- 宙返りコマンド
- 宙返りコマンド
- 宙返りコマンド

写経から創意工夫へ展開

図1 当日のプログラミングの配布資料

②2回目 (50分) 「社会での活用を考える」

2回目の授業は、1回目の授業の経験をもとに、「プログラミングしたドローンを社会の問題を解決するためにどのように活用すればいいか？」について考える時間とした。

生徒にこれからの社会のイメージを持ってもらうために、最初に内閣府が公開している「Society5.0」についての短い映像を視聴し、その後各自の活動として、「ドローンがどのように活用されているのか？」について各自で調べる活動を行った。その際に活用のされ方だけでなく、「活用することでどのような社会の問題を解決するのか？」についても考え、ワークシートに記入するように工夫した。

現状の調査の後、今後社会の問題解決のためにドローンが活用できそうなアイデアを考える活動を行った。方法は指定せず、インターネットで調べたり、他の生徒と意見交換したり、一人で考えたりしながら、アイデアをワークシートに記入するようにした。

ワークシート
(事例調査→活用するアイデア)

2. プログラミングを行いドローンを飛ばす技術は、社会にとってどのような可能性があるだろう。

【作業1】インターネットを使って活用事例を探よう。(2つ事例を書こう)

活用事例

活用することで解決する社会の問題

【作業2】活用事例を参考に、活用できるアイデアを交換しよう。(3つ考えよう)

活用アイデア

活用することで解決する社会の問題

考えるヒント：活用例をヒントにその普及を提案してもよい。防災や災害現場で、新たなサービスとして、空のアイデアを相談して書こう

社会の問題を解決するためという視点

図2 アイデアを書かせたワークシート

③3回目（25分）「振り返り」

生徒が考えたアイデアを、事業者（HDL 合同会社）に送付し、実用化の度合いや実現可能性などについてフィードバックをもらった。

生徒のアイデアと、もらったフィードバックをまとめたプリントを作成・配布し、自分のアイデアについてのコメントを確認し、その後今回の授業全体で学んだこと、考えたことなど振り返りをワークシートに記入するようにした。

3. 結果と考察

（1）ドローンプログラミングの授業

ドローンプログラミングの授業では、事業者からの手順の説明の後、各自に配布されたサンプルコードを各自の端末に入力する作業を行った。コードプログラミングに初めて取り組む生徒が多く、最初のクラスでは記号の入力の仕方、全角・半角の違い、スペースの有無などの質問が多かったため、これらを解決する補助プリントを追加で作成・配布した。

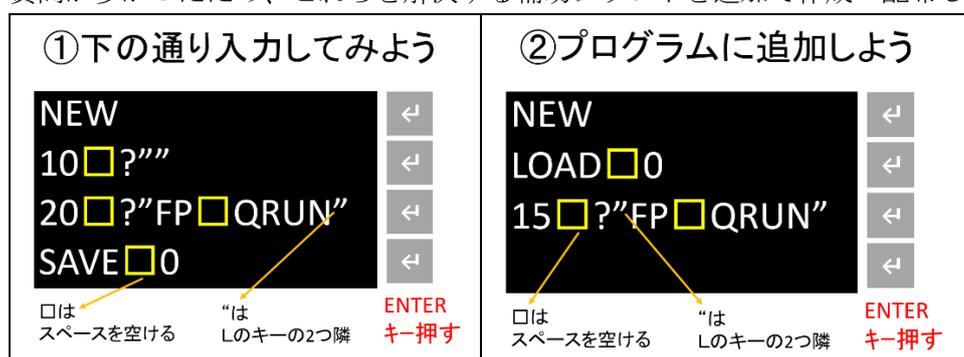


図3 追加の補助プリント

補助プリント配布と事業者のサポートもあり、生徒全員がサンプルプログラムを入力、ドローンを飛ばすことができた。また半数以上の生徒がプリントを手掛かりに動きのコマンドを加え、自分で工夫した動きをプログラミングで実現できていた。

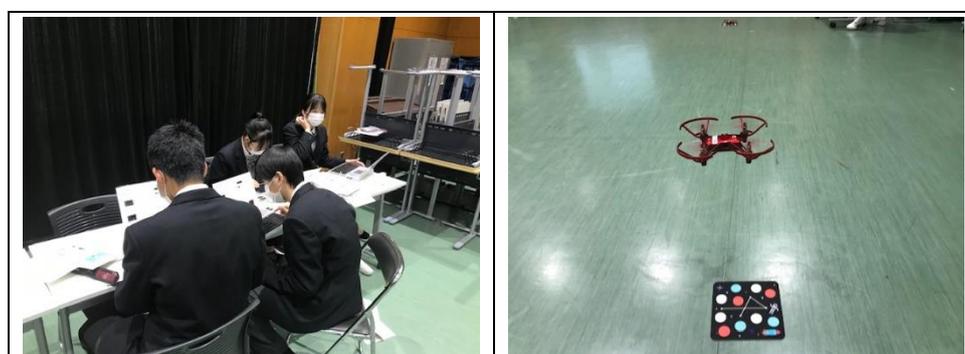


図4 授業の様子（左：コード入力 右：ドローンを飛ばす様子）

考察として、プログラミングの授業では、単に正確にコードを入力するだけではなく、「入力→テスト→修正」という試行錯誤の手順を踏ませることが大切と考える。ドローンのようにプログラムの実行結果が明確にわかるものは、うまく実行できた時の生徒のモチベーションをあげ、試行錯誤の手順を踏ませやすい教材と感じた。

(2) 生徒のドローン活用のアイデア

2回目の授業では、1回目の授業で経験したドローンプログラミングの技術を使って、社会の課題・問題解決にどう活用するかについてアイデアを考えさせた。以下は生徒の意見をまとめたものの一部である。(表1)

表1 生徒が書いたドローン活用のアイデア (抜粋)

| | |
|---|--|
| <p><新しいエンターテイメント></p> <ul style="list-style-type: none"> ・花火の代わりに環境にやさしいパフォーマンスを見せる | <p><警備・監視></p> <ul style="list-style-type: none"> ・海上パトロール、海難救助、海水浴場の監視 ・巡回警備・美術館や建物、夜の街を巡回し警備 |
| <p><農林水産業></p> <ul style="list-style-type: none"> ・林業・木の生育状況、伐採すべき木の情報を撮影しデータ化、山奥の斜面など人が行くには困難な個所での植林活動 ・農業・作物の生育状況など把握、種まき・農薬散布・鳥や猿を追い払うなどで活用、水やり、農園の見回り | <p><移動・輸送手段として></p> <ul style="list-style-type: none"> ・人の移動、忘れ物を届ける、郵便配達 ・高齢者の生活介助(運搬、買い物をサポート) <p><研究での活用></p> <ul style="list-style-type: none"> ・鳥の生態調査、野生動物の調査 <p><災害対応として></p> <ul style="list-style-type: none"> ・災害時の救助、物資配達、状況把握、消火活動 |
| <p><点検></p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電所・鉄道施設・土木施設の点検 ・高層ビル・タワーマンションの点検作業 | <p><その他></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ドローンで旅行体験 ・傘の代わりにする、虫や鳥を追い払うサービス |

生徒が考えたアイデアには「傘の代わり」など身近でユニークなアイデアだけでなく、農林水産業や警備・災害対応・人手不足解消など、社会の課題・問題の解決をめざしたアイデアが多くあった。

生徒の思考のプロセスとして、1回目の授業の「プログラミングをしたドローンで、どのようなことができるか?」という経験に、本時の授業の前半で行った活用の調査の知識、生徒自身がこれまで各教科で習った社会の課題・問題の知識と重ね合わせ、「ドローンを使ってこのような解決ができるのではないかとアイデアを広げたと考えられる。(図5)

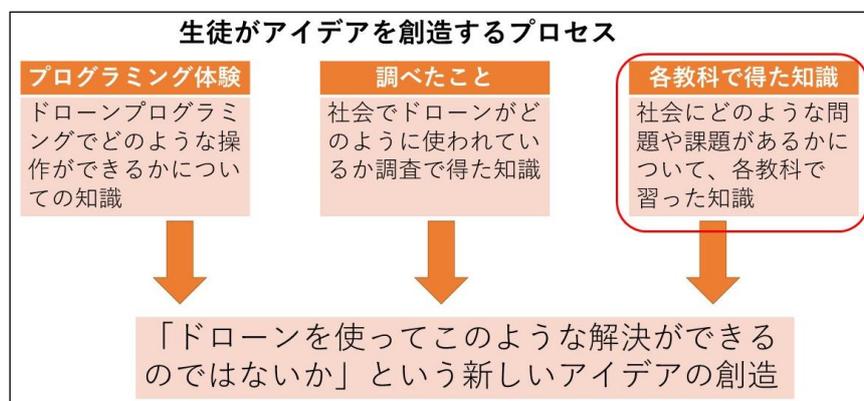


図5 生徒がアイデアを創造するプロセス

(3) アイデアに対するフィードバック

生徒のアイデアを授業者がプリントにまとめ、生徒全員でアイデアを共有するとともに、事業者アイデアへのフィードバックをお願いした。事業者からは生徒のアイデア一つ一つに、どこまで実用化されているかや実用化されている場合は紹介されている Web サイトへのリンク、現状の課題、今後の可能性についてとプロの視点でのフィードバックのコメントをもらった。(表 2)

表 2 事業者からのフィードバック (抜粋)

| | |
|---|--|
| <p><農林水産業></p> <ul style="list-style-type: none"> ・林業ではドローンと特殊なカメラやレーザーを使い、何メートルの木が何本あって等は分かるようになりました。ただし木の生育状況や木の種類の分別に関しては、木が枯れているかどうかはわかる程度です。その他、木の種類、大きさ、生育状況を正確に把握ができるようになると、今は曖昧になっている山林の価値を明確に算出できるようになります。 ・農業では農薬散布機の普及がどんどん進んでいます。農家さんの平均年齢は 69 歳。便利で負担のないドローンは最適です。作物の生育状況について米のアルゴリズムはほぼ確立しています。特殊なカメラを用いて撮影し、葉っぱが元気か元気でないかをデータでみることができます。(例) 初期の頃葉っぱの | <p>元気がない→肥料が足りない?害虫の被害?水が足りない?→対策をしていく。収穫時期の頃葉っぱの元気がない→成長しきっている→収穫する</p> <p><海難救助></p> <ul style="list-style-type: none"> ・浮き輪投下用ドローンは消防でも導入が進んでいます。■世界最大手 DJI が公表している DJI 製ドローンで救った命 https://enterprise.dji.com/drone-rescue-map/ <p><災害></p> <ul style="list-style-type: none"> ・消防、警察に導入がどんどん普及しています。まだドローンの取り扱いをしっかりとできるところは少ないです。民間企業ともドローンでの災害協定を結ぶ自治体も増えてきています。 ・放水用ドローンは現在あり、消防も導入を検討するところが増えだしています。■放水用ドローン https://www.youtube.com/watch?v=u8garaMY7oA |
|---|--|

フィードバックのコメントは、生徒だけでなく教員も知らないことが多く、読むだけでドローンの技術がどのように社会で活用されているかがわかる内容であった。生徒も自分の書いたアイデアへのコメントだけでなく、他の生徒が書いたアイデアへのコメントも熱心に見ていた。

考察として単にアイデアを出すところで終わりではなく、プロの事業者からフィードバックのコメントをもらうことで、自分のアイデアの妥当性や、実現のために考えなければならない課題にも気づくことができ、このやり取りが深い学びにつながったといえる。

(4) 授業全体への振り返り

これら全ての授業を終えた時点で、今回の授業で学んだこと、考えたことについて、ワークシートに振り返りを書かせた。最低箇条書きで 3 行以上書くこととし、習ったことだけでなく、考えたことも必ず書くように条件を指定し、記述させた。以下は生徒の振り返りの記述の抜粋である。<>内のタイトルは授業者が整理・分類のためにつけた。(表 3)

振り返りの記述も授業者が全員のコメントをまとめたものをプリントで作成し、生徒全員で共有した。

表3 生徒の授業の振り返り（抜粋）

| | |
|---|---|
| <p><ドローンは可能性がある></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ドローンを活用することで、安全性やコスト削減など効率的な世の中になりそう ・ドローンを使えば過疎化している地域の課題を解決することができると思う ・ドローンの活用は職業やライフスタイルの変化をもたらすと思った | <p><プログラミングの可能性></p> <ul style="list-style-type: none"> ・プログラミングによっていろいろなものが動いていることに気づいた ・簡単なプログラミングで操作できる分、小さな子供が操作できるリスクなどもあると思う |
| <p><ドローンにも解決すべき課題がある></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ドローンが上空に飛ぶようになると、空が怖くなると思う ・ドローン配達が増えると失業も増える。・宅配で仕事をとられた人への対応も必要である ・ドローン宅配で事故が起きたらだれの責任になるのかなど法整備が必要に思った ・技術が進んでも、国が制度や法の整備をしないと使える範囲が広がらないと思った ・ドローンなど技術に頼りすぎると、人間は動かなくなり新たな問題も発生すると思った ・ドローンが普及するほど、戦争やテロに使われてしまうのではないかと思った | <p><技術の進歩の光と影></p> <ul style="list-style-type: none"> ・何かが発展すれば何かが壊れてしまうため、技術により職を奪われる人への手当ても大切だ ・技術が進むと同時に、ハッキングされないようセキュリティ対策も大切と思った ・ドローンや新しい技術で人の職業が奪われるが、AIの設計やドローンのメンテナンスや管理など新たに人の仕事もふやすことができる <p><これからの人間は></p> <ul style="list-style-type: none"> ・機械ではできないこと＝思考や創作をすることが大切と学んだ ・人にしかできないコミュニケーションを生かした仕事は、機械に頼るべきではないと思った ・情報化が進む中でも頼りすぎず、人間の行動力・判断力を衰えさせてはいけないと思った |

振り返りからは「過疎化している地域の課題を解決することができる」といったドローンという新しい技術の可能性や、「空が怖くなると思う」といった課題についての記述がみられた。同時に「職業やライフスタイルの変化をもたらす」といった社会の変化や、「事故が起きたらだれの責任になるのか」といった法整備の問題、「技術に頼りすぎると、人間は動かなくなり新たな問題も発生」という健康の問題、「ドローン配達が増えると失業も増える」といった失業の問題など、幅広く新たに発生する可能性のある社会の課題・問題についても考察している。またこれからの社会で人間に必要な力として、「機械ではできないこと＝思考や創作をすることが大切と学んだ」「人にしかできないコミュニケーションを生かした仕事は、機械に頼るべきではないと思った」「情報化が進む中でも（情報に）頼りすぎず、人間の行動力・判断力を衰えさせてはいけないと思った」といった記述もみられた。

これらの結果からの考察として、生徒は新しい技術がもたらす利点だけでなく、批判的思考で課題も指摘し、また技術が進む社会で人間がどのような力をつけるべきかまで思考することができたといえる。

（5）授業アンケートから

授業を終えたあとしばらくたってから、進度に余裕がある1クラスを選択し、今回の授業についてのアンケートを行い、今回の考察結果の仮説が正しいかも含め授業の効果について測定した。（図6）



図6 授業アンケート結果（高校1年C組26名回答結果）

問1「ドローン活用のアイデアを考えるときに他教科で知った知識も活用して考えた」に対して、92%の生徒が「強く思う」「そう思う」と回答した。この結果からプロミシングだけを体験するのではなく、「この技術を社会でどう生かすか」と考えさせる活動を入れることで、生徒はこれまで各教科で習った社会の課題・問題の知識と重ね合わせてアイデアを考えたといえる。

問2「事業者のフィードバックのコメントから、自分の出したアイデアについてさらに深く考えることができた」に対して、96%の生徒が「強く思う」「そう思う」と回答した。アイデアを出しっぱなしで終わるのではなく、そのアイデアの実現状況・可能性についてプロのフィードバックをもらうことで、生徒がもう一度自分のアイデアの妥当性や課題に気付くことができ、また他の生徒のアイデアやフィードバックも読む中で、さらに深い学びにつながったといえる。

問3「今回の授業を通じてドローンという新しい技術の利点だけでなく、課題についても考えることが来た」に対して、96%の生徒が「強く思う」「そう思う」と回答した。授業で見せた「Society5.0」の動画などでは新しい技術の可能性を大きくアピールしているが、生徒は今回の授業の中で調べたり、考えたり、プロからのフィードバックを受ける中で、新しい技術の課題についても批判的思考で考えることができたといえる。

問4「ドローンのような新しい技術は、私たちの社会や生活を変える可能性がある」に対して、100%の生徒が「強く思う」「そう思う」と回答した。生徒は技術について学んだだけでなく、新しい技術が社会・生活の与える影響についても実感することができたといえる。

4. 成果と課題

考察で述べてきたように、本実践の成果としては次の4点がある。

1 点目は単にプログラミングだけを体験する授業よりも、「この技術をどう社会に生かすか」についてアイデアを考えさせることで、「何のために、プログラミングや技術を活用するのか?」という目的意識を高めることができた。

2 点目は「この技術をどう社会に生かすか」についてアイデアを考えさせるプロセスで、生徒は教科の知識を超えて社会の課題・問題を思い浮かべ、自分が体験した新しい技術を使ってどう解決できるかについて考えることができた。

3 点目は自分たちのアイデアに、事業者からプロの目線でフィードバックをもらうことで、

多面的に自分のアイデアについて振り返ることができ、深い学びを実現することができた。

4点目は、授業全体の振り返りにおいて、プログラミングや新しい技術の可能性や課題にとどまらず、その技術がもたらす社会への可能性と課題についても考えることができた。

課題としてはアイデアを考え、それに対してフィードバックをもらう段階で授業が終わっているため、さらにもう一度アイデアを修正させたり、そのアイデアの一つを取り上げて試行し、その利点や課題を考えさせたりするなど、もう一段階前に進めることができれば、生徒の学びはさらに広がると感じた。

5. 提言

STAEM 教育がめざす「実社会での問題発見・解決にいかしていくための教科横断的な教育」を実現するために、本実践では最初に「科学技術について体験的に学び」、その体験をもとに「技術を人間社会の問題解決に結びつけるためにはどうすればいいかを考えさせる」活動を行う授業設計を行った。

STAEM 教育は、米国での理系人材育成をめざした STEM 教育がもとになっているため、日本でも科学技術教育・理系人材育成のイメージが強く、「科学技術について学ぶ」要素が大きい。しかしこれでは十分ではなく、本実践のような「科学的な知識と実社会の課題・問題を結びつける」要素も取り入れ、「社会の課題解決のために科学技術を使う」という目的を明確にしつつ技術を教えることが STAEM 教育では重要といえる。

<参考文献>

- ・文部科学省初等中等教育局教育課程課「STEAM 教育等の教科等横断的な学習の推進について」https://www.mext.go.jp/content/20220518-mxt_new-cs01-000016477_00001.pdf (2022.8.9 確認)
- ・文部科学省「高等学校学習指導要領解説 情報編」(2018) 開隆堂出版
- ・黒上晴夫・堀田龍也・村井純編「情報 I」(2022) 日本文教出版
- ・岡本弘之・浅井和行・寺岡裕城「STEAM 教育を意識した情報科の授業」日本教育メディア学会第 29 回大会発表論文集,pp.152-153

(岡本弘之・アサンプション国際中学校高等学校)