

プログラミング的思考を導入した生態系に関する シミュレーション教材の開発

所属コース 教科領域コース
氏 名 松本正典
指導教員 向平和 中村依子

【概要】

新しい教育課程では実生活に即した問題解決を取り扱うために STEAM 教育を推進している。さらに Society 5.0 を迎えつつある中で、AI、データサイエンス分野に関する教育の充実も必要とされている。そこで、本研究では、中学校理科「自然と人間」の内容において、シミュレーションを取り入れた教材を開発した。開発した授業は2時間構成で、1時間目は、アメリカで開発された環境教育プログラム「プロジェクト・ワイルド」のアクティビティ「アライグマ・トラブル」を題材にした。外来種であるアライグマの個体数の増え方を考えさせる活動を通じて、シミュレーションにおいて前提条件が重要なことを考えさせた。2時間目は、地球温暖化の予測と対策を題材にして、Scratch を用いてアライグマ・トラブルの内容をプログラムし、シミュレーションを見せた。さらに現在様々なところで利用されているプログラムやAI などを取り扱い、環境問題について考えさせながら、さらにデータサイエンスの重要性についても考えさせた。実践後の質問紙調査の結果から、シミュレーションを自分で作成したいと思う生徒よりも作成してあるものを使いたいと思っている生徒の割合の方が有意に高かった。このことから、この実践を通じて、生徒が理科と技術科の教科横断的な学びを通じて、シミュレーションを活用しようとする傾向がみられた。

キーワード シミュレーション プログラミング 生態系 教科横断的な学び

1. 背景

新しい教育課程では実生活に即した問題解決を取り扱うために STEAM 教育を推進している。さらに Society 5.0 を迎えつつある中で、AI、データサイエンス分野に関する教育の充実も必要とされている(教育再生実行会議, 2019)。また、中学校理科教科書においては身近な自然環境の調査などが取り入れられているが、適した調査地や野外調査の時間の確保など多くの課題があり、「真似できる」実用的な教材が求められている(宮田, 2018)。そこで、本研究では、中学校理科「自然と人間」の内容において、シミュレーションを取り入れた教材を開発した。

2. 実践の流れ

実践の流れに関して、対象は愛媛県内の公立中学校第3学年31名に対して、事前調査、授業、事後調査の順番で行った。事前調査は、生徒の興味・関心について知る目的で質問紙での調査を実施した。授業は、2時間構成の授業である。1時間目には外来種の問題を取り上げたシミュレーションの授業を行い、2時間目にはシミュレーションを活用した環境問題の授業

を行った。この授業の中で開発した教材について説明する。事後調査は質問紙とワークシートの感想の2つを対象にして行い、その後分析した。

3. 事前調査

事前実施した質問紙調査の結果が図1である。理科・生態系・プログラミング・シミュレーションの4つの項目についてそれぞれ生徒の興味を質問した。有効回答者数は30名だった。質問方法は、4件法で「とても当てはまる」「少し当てはまる」「少し当てはまらない」「全く当てはまらない」のいずれかで回答させた。その中で「とても当てはまる」または「少し当てはまる」といった肯定的な回答をした割合は、理科で87%、生態系で74%、プログラミングで50%、シミュレーションで57%だった。比較的、理科に興味をもった学級であることが分かった。

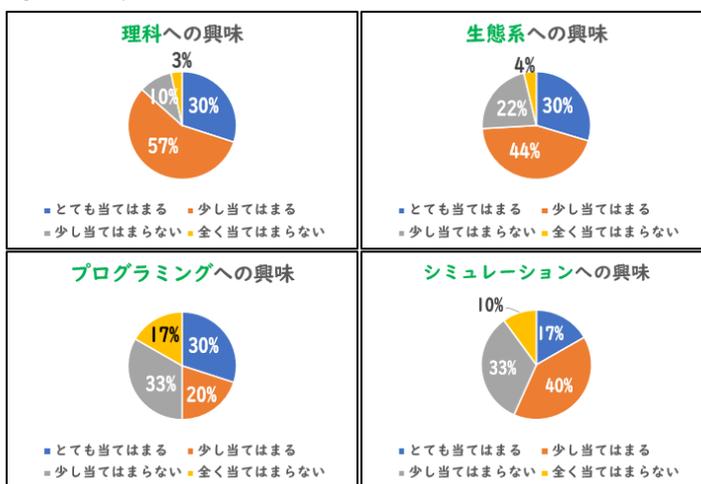


図1 事前に調査した質問紙の結果

4. 授業内容

公立中学校の生徒に対して、2時間構成の授業を行った。1時間目は、プロジェクト・ワイルド（一般財団法人公園財団, 2019）というアメリカの環境教育プログラムのアクティビティの1つであるアライグマ・トラブルを題材に授業を行った。プロジェクト・ワイルドは、学校や野外活動において、生きものを通じて環境を学び、自然や環境のために行動できる人を育てることを目標としている環境教育プログラムである。そのアクティビティの1つであるアライグマ・トラブルは、様々な問題を引き起こしているアライグマを取り上げて個体数の増え方をシミュレーションする内容である。本来は、高校生を対象に行う内容だが、中学生用にアレンジした。2時間目は、地球温暖化の予測と対策を題材にシミュレーションを活用した環境問題の授業を行った。シミュレーションには、小・中学校のプログラムの授業でよく用いられている Scratch というプログラムソフトや、地球の気温上昇を予測した資料を見るなど様々なシミュレーションを体験し、活用して環境問題である地球温暖化について考える授業である。この Scratch はブラウザ上で使用するもので、様々な命令の書かれたブロックを繋ぎ合わせ、キャラクターに色々な指示を出すことができる。また、Scratch をプログラムソフトに選択した理由は、Scratch の操作方法を中学校第3学年までの技術科の授業で履修していること、高性能な電算機によるシミュレーションを想起さ

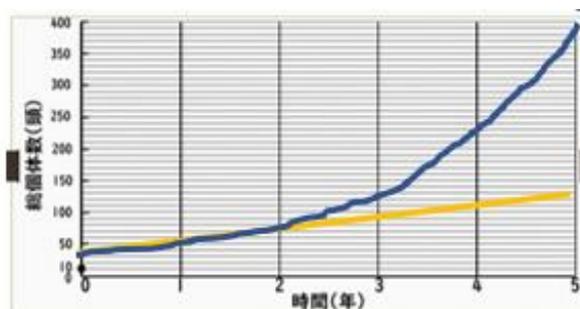


図2 直線グラフ(黄色)と指数関数的に増加するグラフ(青色)

せることに十分だと判断したことである。

1 時間目は、まず、アライグマの生態や外来種の被害などの説明を行った。その後、個体数の増え方のシミュレーションを行うことを伝えた。次にある条件を提示した時にどのようなグラフになるか予想した。その後、よりアライグマの増え方に近い条件でグラフを作成した。図 2 のように直線に増えるグラフと指数関数的に増えるグラフの 2 種類の条件を比較した。そして、30 年後にシミュレーションした結果の個体数と比較して自分がシミュレーションした結果との違いを考えさせた。最終的に S 字曲線のグラフが描けるようになることが目的である。このような活動を行い、授業後の質問紙とワークシートの感想で評価した。

次に 2 時間目は、まず、Scratch について説明した。その後、1 時間目で作成した指数関数のグラフを Scratch で表現した動画を視聴させた。動画では、図 3 のように Scratch で作成したプログラムや、図 4 のように Scratch で表現した指数関数的なグラフを見ることができ。1 時間目で作成した指数関数のグラフを再現するために必要なプログラムを示し、この

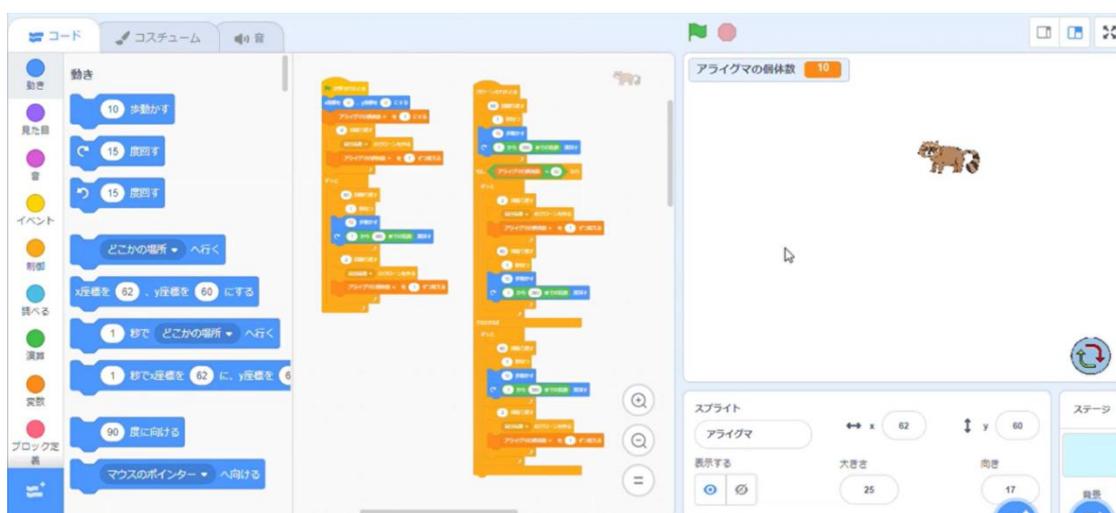


図 3 Scratch で表現した指数関数的なグラフを再現するためのプログラム

プログラムを実行したら自動的に線が引かれることを体験させた。Scratch の動画を通じて条件を考える重要性や、シミュレーションの利便性を伝えた。その動画を視聴させた後、身近なシミュレーションの例を紹介してもらい、色々な分野でシミュレーションが活躍していることを実感させた。そして、シミュレーションを用いることで環境問題について考えることができることを伝えた。その後、図 5 で示すような将来の地球の気温上昇をシミュレーションした資料を渡した（気象研究所, 2021）。そのシミュレーション結果を見ながら地球温暖化の取り組みを考えさせた。最後に、データサイエンスの重要性についても考えさせた。評価方法は 1 時間目の授業で実施した質問紙と同様である。



図 4 Scratch で表現した指数関数的なグラフ(縦軸：アライグマの個体数,横軸：経過時間)

5. シミュレーション教材の具体

シミュレーション教材について説明する。まず、図6(ア)のように1歳以上のアライグマが毎年2頭産む条件を考えてみよう、とテーマを与えた。次に、図6(イ)(ウ)を使ってロイロノート上でパズルみたいにブロックを組み合わせた。図6(エ)のように完成したブロックをScratchで表現して、最終的に1時間目で作成した指数関数の曲線のグラフをプログラムした。プログラムした結果は図4のようになる。これにより、感覚的にシミュレーションを体験できると考えていた。しかし、1人1台タブレットを使用したがる、個別で実施しようとするると、そのタブレットの性能やWi-Fi環境などの影響でScratchを使おうとすると通信が極端に遅くなってとても授業時間内に行うことができなかつた。そのため、事前に筆者がプログラムしたものを動画にして生徒に視聴させることでシミュレーションの体験とした。

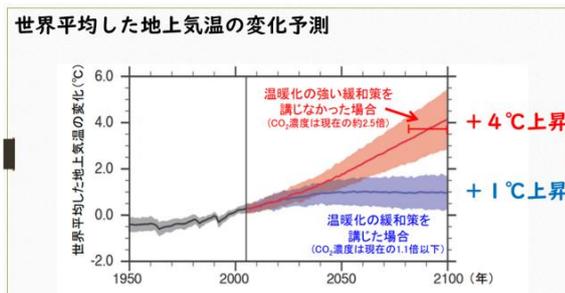


図5 世界平均した地球気温上昇の変化予測のシミュレーション結果
出典) 気象研究所(2021) 地球温暖化とその予測

(ア)

アライグマの4年間の個体数を計算する。
[条件]
最初、1歳のアライグマが10頭いる。
1～4歳のアライグマは毎年2頭産む。

(ウ)

この中から選んで組み合わせましょう。

(イ)

②1年後に③2頭つくるを表すプログラムは？

②1年後に

③2頭つくる

(エ)

②1年後に③2頭つくるを表すプログラムは？

②1年後に

③2頭つくる

図6 シミュレーション教材の具体の流れ

6. 分析と考察

質問紙調査の項目は、表1に示す合計17つである。その質問は、STEAM教育、外来種の増え方、シミュレーションの条件設定、生態系への興味、シミュレーションの有用性の5つで構成されている。質問方法は、4件法で行った。有効回答者数は24名だった。

表 1 事後調査の質問項目

| | |
|---|---------------|
| ①この授業は、技術の授業とのつながりを感じられる内容だったと思いますか。 | STEAM教育 |
| ②この授業は、数学の授業とのつながりを感じられる内容だったと思いますか。 | |
| ③野生のアライグマの数の増え方は、時間が経つにつれて数が増えにくくなり次第に高止まりしていくと思いますか。 | 外来種の増え方 |
| ④アライグマなどの野生動物の増え方は、全ての野生動物で同じだと思いませんか。 | |
| ⑤-1 シミュレーションに条件を設定することは必要だと思いますか。 | シミュレーションの条件設定 |
| ・⑤-1の回答が「1. とても当てはまる」「2. 少し当てはまる」の場合はお答えください。 | |
| ⑤-2その条件は、可能ならより多く設定する方が良いと思いませんか。 | |
| ⑥シミュレーションしたことを実感することが出来ましたか。 | 生態系への興味 |
| ⑦Scratchを使ってシミュレーションすることは難しかったですか。 | |
| ⑧外来種の野生動物に関する問題に興味を湧きましたか。 | |
| ⑨身近には外来種の野生動物に関する問題は起きていないと思いませんか。 | |
| ⑩外来種の野生動物は国内で増えてはいけないと思いませんか。 | シミュレーションの有用性 |
| ⑪今回のシミュレーションのように野生動物の個体数を予測することは私たちの生活に必要なと思いませんか。 | |
| ⑫より複雑で正確なシミュレーションを行いたい時には、より高性能なパソコンが必要だと思いますか。 | |
| ⑬シミュレーションは、便利だと思いますか。 | |
| ⑭シミュレーションを自分で作成したいと思いませんか。 | |
| ⑮作成してあるシミュレーションを使いたいと思いませんか。 | |
| ⑯シミュレーションには、私達の生活をより良くする可能性を秘めていると思いませんか。 | |

質問紙調査の分析結果について、生態系とシミュレーションの項目に分けて分析した。は表 1 の生態系に関する項目を Tukey 法で比較した。分析は R を使って行った。質問内容は事前に聞いた生態系への興味と事後に聞いた外来種への興味と身近に外来種の問題が起きているか、そして国内で外来種が増えてはいけないかの 4 つの質問である。質問の結果 3 つの項目間で有意な差がみられた。図 7 で示すように、問題 11 が他の項目とそれぞれ比較すると、有意に低い状態であることが分かる。身近に外来種に関する問題が起きていると思っ

ている生徒が低いということから、外来種の問題を身近に感じられるような授業展開等の工夫が必要であると考えられる。例えば、愛媛県でもアライグマの被害があることを導入で伝えるというような工夫である。また、1 時間目のワークシートの感想についても分析した。表 2 に、外来種であるアライグマに関してどのような内容を書いたのかの割合と人数を載せた。最も多かったのは、外来種の内容への興味だった。このことから、この教材は外来種への興味を引き起こさせ

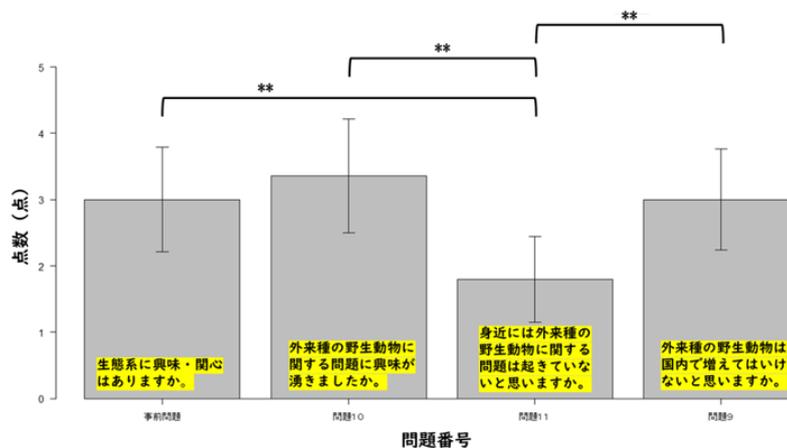


図 7 Tukey 法による生態系に関する質問項目間の比較

($p < 0.05 : *$, $p < 0.01 : **$) (N=24)

媛県でもアライグマの被害があることを導入で伝えるというような工夫である。また、1 時間目のワークシートの感想についても分析した。表 2 に、外来種であるアライグマに関してどのような内容を書いたのかの割合と人数を載せた。最も多かったのは、外来種の内容への興味だった。このことから、この教材は外来種への興味を引き起こさせ

表 2 外来種であるアライグマに関してどのような内容を書いたのかの割合と人数 (N=24)

| 項目 | 割合 (%) | 人数 (人) |
|-------------|--------|--------|
| 興味 | 50.0 | 12 |
| 新たな発見 | 45.8 | 11 |
| シミュレーションの利点 | 25.0 | 6 |
| 問題発見又は問題解決 | 16.7 | 4 |

る教材であると考え。また、外来種の問題発見または問題解決の割合に関しては 16.7%と低かった。その理由は、この授業が外来種の問題の話聞いて感じる学習だったためである可能性がある。そのため、問題発見や問題解決を意識させるために授業展開の工夫が必要だと考える。

次に、質問紙のシミュレーションの項目について Tukey 法で分析した。比較する項目は、シミュレーションに関して、便利だと思うか、自分で作成したいと思うか、作成してあるものを使いたいと思うか、私達の生活をより良くする可能性を秘めていると思いますかの4つの質問である。図8では、これらの質問の項目について5%水準で有意だった関係を取り出した。シミュレーションが便利だと思うかと生活を良くすると思うかの質問の点数がそれぞれ、自分で作成したいまたは作成してあるものを使いたいと比べて有意に高かったことから、この教材はシミュレーションの有用性を感じさせる教材であると考えられる。それは、表3で示すようにワークシートの感想からも読み取ることができた。シミュレーションが便利だと書いた割合が70.8%と高かったことから有用性を感じさせる教材であると考えられる。また、シミュレーションを作成したいまたは作成してあるものを使いたいと書いた生徒はいなかった。このことからシミュレーションの有用性は感じているが、作成し利用することは難しいと感じていると考えられる。そのため、もっと身近でシミュレーションを自分が使用したいと思わせるような工夫が必要だと考えられる。例えば、シミュレーションの具体として提案したScratchでシミュレーションを自作させることが挙げられる。

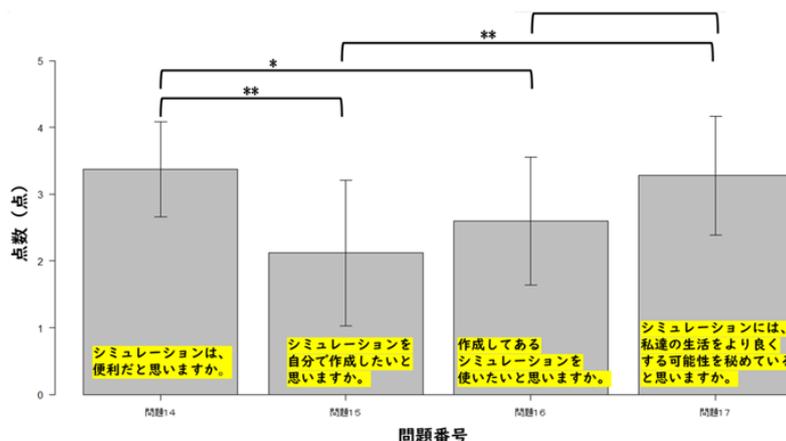


図8 Tukey 法によるシミュレーションに関する質問項目間の比較 ($p < 0.05$:*, $p < 0.01$:**) (N=24)

表3 シミュレーションに関してどのような内容を書いたのかの人数と割合 (N=24)

| | 項目 | 割合(%) | 人数(人) |
|----------|----------|-------|-------|
| シミュレーション | 便利(役に立つ) | 70.8 | 17 |
| | 環境問題 | 25 | 6 |
| | 作成したい | 0 | 0 |
| | 使用したい | 0 | 0 |

7. まとめ

本研究の成果では生態系への興味やシミュレーションの有用性について感じている生徒が多かったことから、本教材は生態系への興味を高め、シミュレーションの有用性を感じさせる教材であると考えられる。この教材をより実践的にするためには、外来種の問題発見・問題解決を意識させること、環境問題を身近に考えさせること、シミュレーションを自分が使用したいと思わせることの3つの工夫が必要だと考えられる。

引用・参考文献

- 一般財団法人公園財団(2004). プロジェクト・ワイルド[本編] 164-167.
- 一般財団法人公園財団(2019). プロジェクト・ワイルド <https://www.projectwild.jp/> (最終アクセス日 2021年12月20日)
- 気象研究所(2021). 地球温暖化とその予測 <https://www.mrijma.go.jp/Topics/contents/forlearning/kengakusiryoul.pdf>(最終アクセス日 2021年12月20日)
- 気象庁(2021). 二酸化炭素の経年変化 http://ds.data.jma.go.jp/ghg/kanshi/ghgp/co2_trend.html(最終アクセス日 2021年12月20日)
- 国立天文台(2017). 原始惑星の巨大衝突 <https://www.nao.ac.jp/gallery/weekly/2017/20171212-4d2u.html>(最終アクセス日 2021年12月20日)
- 教育再生実行会議(2019). 技術の進展に応じた教育の革新, 新時代に対応した高等学校改革について Society5.0で求められる力と教育の在り方 6-7.
- 自治医科大学附属さいたま医療センター血液科(2020). EZR 簡易マニュアル <https://www.jichi.ac.jp/saitama-sct/images/EZRman.pdf>(最終アクセス日 2021年12月20日)
- 宮田理恵(2018). 中等教育における生態学実習の実践 日本生態学会誌, 268 (3), 241-248.

謝辞

授業を実践させていただいた中学校の先生と生徒に深く感謝申し上げます。
また, プログラミングに関するご助言をいただきました愛媛大学教育学部教授 大西義浩先生に深く感謝申し上げます。