

植生遷移シミュレーションWebゲーム 「Virtual ECOSYSTEM.edu」の利用


兵庫県立明石高等学校 講師 薄井 芳奈

2020年8月13日にオンラインで実施された、東京都立大学生命科学専攻リカレント講座「探究を止めるな～onlineで実習や探究～」に参加した。植物生態学研究室の立木佑弥助教による「on lineで実習？そーだ！webアプリが使えるじゃない（大学3年：植物生態学）」を拝聴し、紹介された植生遷移シミュレーションゲームについて、積極的に授業に活用してみたい、という印象を持った。

ゲームは、「Virtual ECOSYSTEM.edu」というWebアプリで、立木助教が開発に関わり、東京都立大学発ベンチャー「サイエンスグルーヴ Science Groove」からデモ版が以下に公開されている。

<http://edu.ecoeipi.jp/#/>

Virtual ECOSYSTEM




2066年 10月 Gold: 185 / Rank: B アンケート

ゴールド（ゲーム内通貨）
森林の多様性ランク

伐採、植樹、種購入の操作アイコン

時間の進行調整が可能

遷移の進行と極相林の状態を知る
伐採と植樹で介入（適度なく乱）
6種類のアチーブメントの達成
植物図鑑の完成
多様性Aランクの達成



http://edu.ecoeipi.jp

立木 佑弥 助教
東京都立大学
理学研究科生命科学専攻
植物生態学研究室

Webベースのアプリ：
ほとんどのPCやスマホ、タブレットのwebブラウザ上で実行可能
生態学の理論の基づいた森林、樹木成長シミュレータ

* Virtual ECOSYSTEM.edu (<http://edu.ecoeipi.jp>)は東京都立大学発ベンチャー Science Grooveにより設計、構築されました

まず、手始めに、教員が集まって実際にゲームに触れてみて、感じたことやどのように活用できるかのアイデアを出し合う機会を持つことにした。事前に立木助教に連絡を取り、私自身が操作してみて感じたことや疑問をお伝えしつつ、教員研修に臨むにあたってのアドバイスをいただいた。そのやりとりを資料として共有し、8月29日にリアルで5名の教員が集まり、さらに、同日その後の時間帯にzoomリモートの会で4名が集まって、主宰の私を含め、合わせて10名の教員が実際にプレイし、意見交換をすることができた。

現場でのICT環境や50分授業という制約の中で、どのように取り組むことができるか、といったことや、ゲームそのものについて、活発に意見が出た。どのようなファシリテートが必要であるか、特に、伐採という操作が「ゴールド」という「お金」になることについての違和感、それが直感的な理解にどう影響するかという懸念について話し合った。また、教室ではタブレット端末での操作になると考えられ、ゲームの操作性やネット環境についての意見や不安が上がってきた。一方で、たとえ短時間であっても、繰り返し触れる機会を作ることで、理解が深まるのではないかと、ゲームを取り入れるタイミングについてのアイデアも種々出てきて、有意義な意見交換となった。さらに、当日出た意見を集約し、立木助教から再びコメントを頂戴した。

そうした中、9月になって、いよいよ本校にも各学年1クラス分ひとり1台のタブレット端末が入り、それに対応できるWi-Fi環境が普通教室と実験室に整備され、普通教室には黒板投影用のプロジェクタが入ってきた。12月には教員向けの研修会も実施され、実際に活用できる運びとなったため、さっそく、授業にこのWebアプリのゲームを取り入れて実施することにした。

第1学年の「生物基礎」で、期末考査後の45分授業を利用した。

植生遷移の単元を終えたところで、生徒たちは冬季休業中に「森を見つける 森を見てくる」という自然観察の課題があり、既に案内済みである。

授業ではまず、期末考査に出題された問題（＝森林A～Eにおけるa・b 2樹種の胸高直径と本数を示したグラフを元に、陽樹、陰樹を判別したり、遷移の進行順に並べ替えたりする問題：長崎大改）のポイントを解説。その後、実際の森の観察へのつなぎとして、シミュレーションゲームに取り組んでみよう、という流れで行った。

生徒がサイトに必要な情報（「学校名」と「高校生」だけでよい）を送信してログインしたのち、ゲームを開始する前に、ザックリとゲームの概要と操作方法を伝え、登場する植物は6種類だけであることとや、取り組みの目標をレポート用のプリントに沿って提示した。ゲーム開始後は、「記録も取ってよ」の声かけぐらいで、操作や重視する目標の選び方は生徒に任せた。

ただ、あらかじめ、「伐採」「ゴールド」というしくみについて、より大きな人為的介入が大きな効果を上げるといった誤解を避ける必要性はあると考えていたので、「今ゲーム上でやっている操作が、自然の森では実際にはどのようなことに相当するのか、を、考えながらやってね。」という声かけを適宜、全体に向けて行った。あとは机間巡視しながら個別の生徒とやりとりしていった。

目標としては、

- ・何も手を加えずに遷移を見守ると植生がどのように変化し、どのような森になるかを見る
- ・6種類の植物図鑑の完成
- ・6種類のアチーブメント達成
- ・多様性 Rank A の達成

をあげておき、適宜、〇〇できた人いる～？ できたら教えてね！と、声かけをした。画面を見せ合っただけで比べたり、教え合ったりすることも推奨した。

実質、ゲームを操作している時間は30分程度であったが、取り組むようすを見ると、生徒それぞれが思い思いの目標に重点を置いて取り組んでいることがわかった。時間をゆっくりと進ませて丁寧に伐採する生徒、思い切った皆伐をして「荒稼ぎ」し、その後の再生の過程で多様性を実現させようとする生徒、など、手法もいろいろである。思い切った攻略方法を試すゲーム好きな生徒も、それをそのまま自然に当てはめてよいとは考えていないことが、授業中に交わした会話やレポートの記述から読み取れた。

短い時間の中ですべてを達成しようとしなくても、具体的な目標を持って工夫しながら取り組むことで、気づきはあり、また、目標が達成できなくても、わかることはあって、それぞれが授業の中でそれまでに学習してきたことと付き合わせて考えている。立木助教の助言もあって、ちょっとした方向付けをしておくことで、「伐採」「ゴールド」というゲーム上のしくみをそのまま短絡的に捉える生徒は少なく、よく考えて取り組んでくれていたと感じた。

以下、生徒用プリントに記載した目標と問いかけに沿って、生徒レポートからの抜粋を紹介する。

植生遷移ゲーム Virtual ECOSYSTEM

1. 全く何も手を加えないで、遷移の進行を見る

- ・ 陽樹林、極相林の成立、アチーブメント達成のときの植生をチェック
- ・ 時間経過 植生のようす(何年ぐらいで、どんな植生が成立しているか)を、互いに比較してみる

- ・ 13年で陽樹林、クリとケヤキ 31年でスギの林 60年ぐらいでブナ 88年で極相林
- ・ 150年ほど経つと極相林が成立した。苗が林床によく育っていた。
- ・ 18年ぐらいで陽樹林、300年ぐらいで極相林になった。極相林になった後、木が少し減った。
- ・ 速度を速めると陽樹はすぐに生えてから枯れ、陰樹はゆっくり成長しゆっくりと枯れていった。
- ・ 2036年10月陽樹林成立 2046年9月食欲の秋(クリ) 2088年3月カブトムシ採り放題(ブナ) 2093年5月花粉王国(スギ) 2104年8月極相林成立
- ・ 2158年に極相林でブナ、スギが成長。
- ・ 植物が生えたりなくなったりしている。季節によって葉の量、色が違う。
- ・ オレンジ色の葉になり、葉が落ちていく落葉樹が多いが、スギは葉が落ちない常緑樹。
- ・ 優占種がよくわかるときと、わからないときがあった。
- ・ 陽樹林が大きくなったと思ったら、今度は陰樹が大きくなり、陽樹は少なくなっていった。極相林になったあと、だんだん木の数が減っていった。
- ・ 陽樹林…ほかの大きい木ができると陰にかくれてしまった木は枯れてしまった。極相林…同じような大きい木ばかりになった。

2. 植物図鑑の完成とアチーブメントの達成を目指す

- ・ 特に「ヤマザクラ」「イタヤカエデ」のアチーブメントをどのように達成するか工夫
- ・ どのような条件を作れば各アチーブメントが達成できるか、考えを出し合う
- ・ アチーブメント達成の時の植生のようすを互いに比較してみる

- ・ 何もしなくてもブナとクリとスギはたくさん生えて、アチーブメントを達成することができた。
- ・ 放置しても達成できるアチーブメントもあるが、今が何林なのかを確認し、その次に育つであろうものを残しながら伐採すると、早く達成できる。
- ・ クリ、ケヤキはすぐに生えるがすぐに育たなくなってくる。ブナ、スギはずっといる、でかい。ヤマザクラは植えたら春に花が咲く。イタヤカエデは1回も出現しなかった。
- ・ 1つの種類の木が多く生えているときに、アチーブメント達成が多い。
- ・ ヤマザクラは均等に10本ぐらい放置すると、アチーブメントがもらえた。アチーブメントは、一定の数があれば達成できる。
- ・ ヤマザクラは周りに植物が生えていると枯れてしまうので、丁寧に見てあげないといけない。イタヤカエデは若干、ほかの植物が生えていた方が生えやすい。
- ・ ヤマザクラは日当たりの良い場所に種をまくと達成できる。イタヤカエデは大きな陰樹や陽樹の下に種をまくと達成できる。
- ・ ヤマザクラが生えているところを明るくして、日が当たりやすくした。
- ・ イタヤカエデはとてもゆっくりと成長した(=陰樹?)。
- ・ ヤマザクラは陽生の植物なので周りの高い木をすべて伐採してから植えた。イタヤカエデは何となく水際に植えたら思ったよりも早く育てることができた。

- ・ヤマザクラは陽樹なので、周りの植物を伐採しないと育たないということがわかった。木を植えるときに近すぎないようにほどよく離れた。イタヤカエデの近くの木はほとんど生えた瞬間に伐採した。
- ・植物図鑑の完成とアチーブメントの達成は種まきの場所を意識すればできるので、そこまで苦労しなかった。アチーブメントを多く達成するためにはゴールドを多く集める必要があるが、上手く、切りすぎないように調整した。
- ・最初にいっぱい伐採していっぱいお金を貯めていっぱい種を買っていっぱい植える。
- ・いちどすべての植物を伐採して、「ヤマザクラ」「イタヤカエデ」のみの種を植えて、8倍速で見ていると、ほかの植物が生えてくるので、それを抜いていると達成できた。「ヤマザクラ」と「イタヤカエデ」だらけになった。

3. 「多様性Rank:A」の達成を目指す

- ・どのような植生が「ランクA」になるか
 - ・ランクA達成にはどのような介入が必要か
 - ・「ランクAを達成するような介入」とは、自然界ではどのようなことがあてはまるか
- ゲーム内での「伐採」「種まき」は実際にはどのようなことに相当するのかを考える

- ・植物図鑑の完成はかなり簡単だったが、Rank A の達成には、同じタイミングですべての植物がある状態でなければならないので、種まきのタイミングを変えてすべてがある状態を作るのが難しかった。
- ・RankA は、すべての植物が均等に詰まっている。達成には、大きな木をところどころ取り除く。自然界ではギャップを生じることになる。
- ・いろいろな種類の木がある。木が少なくても種類があればランク A になる。
- ・極相林の中に陽樹が育つ場所を作って植える。ギャップを作る。植物がバランスよく並んでいるようにする。植物を伐採しすぎない。
- ・伐採する範囲を決めて、長い目で見守る。種まきは数カ所に点々と置く方が育ちやすい。
- ・ランク A はいけなかったけど、行くには常に優占種が一定じゃなく、安定してるけど、少し不安定がいいんだと思った。
- ・さまざまな種類の植物のある植生にすることが必要。そのために、陽樹に日が当たるように伐採や種まきをする必要があった。
- ・木を植えすぎず少なすぎない量にする必要があった。まだ成長しきっていない木を切ってしまったらランクが下がった。
- ・陰樹が成長してくると陽樹が生えてこなくなってしまうので、育ってきた陰樹をバランスよく伐採することが大切だと思った。
- ・ヤマザクラやイタヤカエデは人が手を加えないと生えてこないから、種まきしないといけない。逆に、ブナやスギは放置していたら勝手に生えてくるから、積極的に伐採をしないといけない。
- ・植物図鑑を完璧にする。ブナを積極的に伐採する、陽樹の周辺には木を生やさない。木の特徴を把握しているかいないかでこんなにも A ランクに達成する時間が変わるのかと思いました。
- ・陽樹、陰樹を偏って作りすぎないということが大切だと思います。同じ木が集まりすぎていたら伐採したり、新たな種を植えることが大切だとわかりました。
- ・抜く位置を考えて伐採する。
- ・「伐採」は何らかの影響で木が倒れるなどしてギャップができること、「種まき」は自然界では種子が鳥や動物や風などによって運ばれること。
- ・「伐採」は山火事や自然災害。

- ・台風などによる木の倒壊、土砂災害など。
- ・実際には、伐採は生えすぎている木やほかの樹種の生育を妨げている木を間引くために行う。種まきは原生していない樹種を取り入れて環境をよくするために行うと思う。
- ・種まきは人の手で木の苗を植えるなどのボランティア活動。

4. 気づいたこと・学べたこと・感想

- ・伐採のしかたによって森のようすが変化して、色々なようすを見ることができて楽しかった。
- ・全く手を入れないのも上手く行かないし、手の入れすぎも上手く行かなかったので、そのバランスが難しかった。
- ・こういうゲーム形式のものは、気づくと頭の中に入っている、というもので、本当に楽しいので、たまにはこういう風に遊びながら学べるといい。息抜きにもなった。
- ・今日のゲームで木がどのように成長していくかや手入れの大切さがわかった。自然の中では、人間が手を入れなくてもこのようなことが日々起こっていくと思うと、改めてすごいと思った。はやく実物を観察してみたくなった。
- ・このゲームだから、介入をたくさんできましたが、実際の自然の中で介入と同等なことが起こるのは大変なことだと感じました。そのため、さまざまな植物のある植生になることは、自然の植物や動物のさまざまな大きな影響が必要なのだと思いました。人の手で「伐採」や「種まき」をするとしても、どこの、どのような木を伐採するべきなのか、どんな場所に種まきをするべきで、その種まきをした場所の周りはどうにするべきかを考えなければ、新たな木が育たなかったりするなど、単純なものではないと、改めて感じました。
- ・冬休みの間に、ゲームではなく、実際の森にしっかり親しみたい。
- ・新しい芽が出てくるが、林冠に広がった木のせいで成長しない。何倍速にもしたが、森になるにはすごい年月がかかるということ、伐採してもなかなか成長しないということが分かった。
- ・左上の年月を見て、すごく長い年月をかけて植生というものができていってるんだなと思った。
- ・ただでさえ、ゲームの遊びでも、多様性が難しかったのに、種まき、伐採を自然の力でまかなう、と考えると、何百倍も難しいと思います。普通なら遷移の進行を見ることは不可能に近いので、本物ではありませんが、変化を見ることができて良かったです。
- ・伐採するだけでは手入れにならない。
- ・ただ放置するだけでは美しい山はできないと知った。木々の競争が激しいのだと思った。楽しく学べた。とても時間がかかり、林業は大変そう。
- ・介入することで多様性が上がることもあるし、下がることもあるので、人の影響はすごいんだと思った。
- ・植物は周りの環境や場所によって育ち具合が変わるのが分かった。
- ・伐採をしすぎると、元に戻すことが難しくなると感じました。
- ・森はいつも違った表情を見せるので、面白かった。
- ・今回のシミュレーションでは人工的に木を切ったり種を植えたりしていたけれど、自然だとこの状況が木々の成長で勝手に進んでいったりするので、改めてすごいと思いました。ヤマザクラは陽樹だったので、周りの木に囲まれて枯れたりしやすく難しかったし、植物図鑑はコンプリートできたけど、ランク A に全然なれなかったのが、多様性を保つのが難しいんだな、と思いました。
- ・ゲームだから簡単に時間を進められたけど、実際の森林に介入するには、相当の計画性が大事だな、と思った。