

何匹の Beany Beetles (マメムシ) ? - 進化ゲーム 適応と自然淘汰による進化を調べる

進化とは何かと生徒に質問する。 新たに誕生したあるいは発展した動物や植物は親世代とは少し違いがある。時間をかけ、自然な過程を経て起こるこの変化を進化という。

以下を説明する。 進化が起こるにはいくつかの過程があるが、このゲームは適応と自然淘汰に焦点をあてたものである。

適応とは生物が生き残り、他の個体よりも繁殖に成功するのを助ける**特性**や特徴のことである。例えば、ゲームでは、緑色のマメムシは、茶色のマメムシよりも緑色の紙の上で擬態するので、それほど多くは鳥に食べられない。緑色は受け継がれ、新たな世代が生き残るのに役立つだろう。それは有利な特徴である。緑色のマメムシは状況に**適応**し、この適応が**自然淘汰**され、(可能性があれば)時間とともに進化し続ける。

生徒を班に分ける。

- 各班に色画用紙と必要な道具を配る
- はじめに色画用紙にマメムシを 20 個置く。15 個は色画用紙と対照的な色 (例えば茶色) にし、5 個は色画用紙と同じ色 (例えば緑) にし、すなわち擬態させる
- 1 回につき、各班の‘鳥’役の生徒はサイコロを 3 回投げる
2~6 の目がでたら‘鳥’は茶色のマメムシを出た目の数だけ‘食べる’ (取り除く)
1 の目が出たら‘鳥’は緑色のマメムシを 1 つ‘食べる’ (取り除く)



粘土で作ったムシを使ったゲーム
撮影: Elizabeth Devon

- ゲームをしながら、**結果を表** (3 ページ) に記入する
- サイコロを 3 回投げた後、生き残った個体が繁殖する。1 個体につき同じ色のマメムシ 1 個を追加する。それらは新しい世代のマメムシである
- 次の回を始め、サイコロを 3 回投げる
- どちらかの色のマメムシが全て食べられない限り、少なくとも 4 回はゲームを行う
- 任意で - 色の違う個体の比率や色画用紙の色などを変えてゲームを繰り返す

ゲームを終え、結果を比較したら**生徒に質問や指示をする。**

- どちらの個体数が増えたか?
- 擬態は有利それとも不利な特徴か?
- 擬態した個体は比例して増減したか?
- 調査結果について理由を話し合う

指導の要領:

主題: 何匹の Beany Beetles (マメムシ) ? - 進化ゲーム

副題: 適応と自然淘汰による進化を調べる

概要: このゲームは進化理論の導入として行われ、科学や地理、読み書き、算数、芸術との教科横断型の活動として役立つ。

対象年齢: 8-14 歳

活動時間: 30 分、ただしゲームを何回行うかによる

学習効果:

- 緑色のマメムシが茶色のマメムシよりもより擬態し、鳥により食べられにくい理由を認識できる
- 緑色をしたマメムシが環境に適応したことを説明することができる
- この適応が次世代のマメムシに受け継がれることを把握できる

- ・偶然が進化の一部分をなすことを認識できる。このゲームでは、緑色のマメムシは1個ずつ食べられる。これがより頻繁に起こるのであれば、緑色をしていることにそれほど利点はない。

活動内容と関連事項：

茶色：緑色の最初の比率は5：1だが、ほとんどの場合、このゲームでは茶色のマメムシの数は減少し、緑色のマメムシの数が増加する結果となる。生徒は緑色のマメムシは擬態し、茶色よりも有利だとすぐに理解する。偶然にも、時々、緑色のマメムシが予想よりも少ないことがある。

発展的な活動：

有名な科学者について調査する。Charles Darwin と Alfred Wallace は1800年代中頃の偉大な自然主義者である。彼らは世界中を旅し、膨大な数の生物や化石の標本および、彼らの理論を支持する動植物の多様性に関する大量の証拠を集めた。化石に記録された証拠を利用して、共通の祖先から適応によって生物が多様化し、多様な現生の生物に発展したことを説明した。Darwin と Wallace は進化理論に関する彼らの研究成果を1859年や1859年に出版し、それまでに論争となっていた考えを今日の生物学を支える科学的な考えとして確立した。

この活動に関する原理・原則：

- ・進化とは生物の子孫（一連の世代）の特徴が変化することであり、そのような発展を生じさせる自然な過程のことである。
- ・進化は、現代のすべての動植物が初期の生物の系統を引き継いでいることを示す。それらは地質学的にはるか昔の共通の祖先から、長い時間を経て、現代我々がみる非常に多様な現生の生物へと進化した。
- ・すべての種は、巨大な進化系統樹に何らかの形で関連する。

- ・物理的な特徴の変化や、生物が生き残るための特性の変化を適応とよぶ。
- ・自然淘汰や適者生存（ここで言う適者とは生存や繁殖により適した生物のこと）は、種が生き残って繁殖し、その遺伝子を次世代へ受け継げるかどうかを環境全体が左右する複雑な過程である。
- ・偶然は進化に部分的に作用する。適応した生物は外的ストレスや環境変化、新たな捕食者の侵入などの理由で、繁殖して生き残ることができないこともあり、これらの要因は全て適性（生き残って繁殖する能力）を下げる。

思考力の発達：

ゲームを通して進化のパターンを見いだす。起こったことについて議論することで客観的な把握へとつながる。偶然が結果を左右すると、認識の矛盾が生じる。また、ゲームと実際とを関連付けることもできる。

準備するもの：

- ・大きな紙、例えば色画用紙
- ・二色の乾燥したマメ、または粘土で作った円筒形の‘ムシ’
- ・各班にサイコロ1つ
- ・進化ゲームの結果用紙
- ・鉛筆

参考になるサイト：

http://darwin200.christs.cam.ac.uk/pages/index.php?page_id=i

原典：Tracy Atkinson 著 ‘Evolution’, an article, Issue 85 ‘Teaching Earth Science’ Vol 39:1 2014 を修正し、ESTA primary team members の Stewart Taylor が編集。

© Earthlearningidea team. The Earthlearningidea team は、学校教育程度の地理や科学を通じて地学を教える教員指導者や教員のために、最小限の資金と手段で、毎週、教材開発をしようと努めるとともに、国際的な支援ネットワークを発展させるために各教材についてオンラインでの議論も行っています。‘Earthlearningidea’ はほとんど資金提供を受けていませんが、自発的な努力によって大きな成果を上げています。

この活動に含まれる著作物の著作権は、教室や実験室での授業に使用する場合に限り、放棄されており、一緒に掲載されている他の発行者からの著作物についても同様です。この著作物の利用を希望する場合は、いかなる組織の方も、the Earthlearningidea team に連絡をお願いします。

この活動に含まれる著作物の著作権者には許可を得よう努めていますが、万が一、著作権を侵害している可能性がある場合は改訂などを行いますので、我々に連絡をおねがいします。どのような情報でも構いませんので、お気づきの点がありましたら情報をお寄せください。

また、これらの文書に関して不明な点などございましたら、the Earthlearningidea team にご連絡ください。

The Earthlearningidea team の連絡先：info@earthlearningidea.com



進化ゲーム 結果表

回数	茶色のマメムシ		緑色のマメムシ	
最初の個数	15		5	
	計算	総数	計算	総数
練習	15		5	
食べられた数	3+5	8	1	4
生き残った数	15-8	7	5-1	4
繁殖した（足した）数	7+7	14	4+4	8
現在の総数		14		8
1回目				
食べられた数				
生き残った数				
繁殖した（足した）数				
総数				
2回目				
食べられた数				
生き残った数				
繁殖した（足した）数				
総数				
3回目				
食べられた数				
生き残った数				
繁殖した（足した）数				
総数				
4回目				
食べられた数				
生き残った数				
繁殖した（足した）数				
総数				