

モデル演習を利用した探究的授業実践

可児高等学校 花井 研哉

1 研究のねらい

「探究の過程を取り入れた授業デザイン」のテーマを踏まえて、大学入試における課題解決型の出題（実験を策定させる問題など）に対応できる能力を育成するために、探究的過程を授業展開に取り入れようと考えた。

2 実践した内容

Wersterling (2008) の開発したアミノ酸カード実習と山野井貴浩 (2014) の実践内容をアレンジして、トランプとサイコロを用いて地理的隔離と分子系統樹の内容を考えさせることを目的として実践した。

3 実践中および実践後の生徒の変容

導入において、「Ancient Earth globe」を用いてインド亜大陸からマダガスカル島が離れたシミュレーションを紹介し、マダガスカル島に生息する多くの生物がアフリカ大陸から海峡横断して独自進化した種であることを伝え、地理的隔離の要素を前提とすることを踏まえて展開に入った。トランプを使ったモデル演習では操作のルールをある程度丁寧に伝え、4人一組で集団A、B、C、カウント担当に分かれてミスが起こらないように配慮した。各班実施後にクラス平均値を出して、そこから考えられることは何か考察を行った。考察については必ず自身の考えを記してから他人の考えや、教員からどのように進化のしくみの内容を置き換えたルールや結果の考察なのかをまとめた。普段から、自身の考えをもち、それを他人と交流することを実践している為、活発に意見交流を行う姿が見られた。最終的に、モデル演習の結果から既習事項の系統樹に置き換えることができた。



4 研究のまとめ

① 反省点

考察に重点を置いたことで、目的部分の確認を口頭のみで確認するだけになってしまった。ただし、授業後に数人に確認したところ授業の目的や内容の把握はできていた。結果の記録において、正しい計算方法を周知できていなかったため、各班で違いが発生してしまった。より正確な値の方が考察しやすくなるので、どの差異を求めるのかもっと注意深く伝える必要があると感じた。また、導入、演習、考察を全て行うとなかなか50分以内に収めることが大変である。演習のルール把握と演習をなるべく効率的に行うようにしなければならない。

② 展望

反省点を踏まえても2点間の差異から系統樹を作ることができるので、授業展開に注意すれば進化分野におけるボトルネックのモデル演習以外のモデル演習として実用可能な教材であると考えられる。時間的に厳しいければ、2時間展開にして1時間目に導入と演習×2にするなどデー

タを多くとり、2時間目に考察と教科書や授業内容につなげて学習するのも良いだろう。

このモデル演習におけるトランプが変化することの置き換えは、遺伝子やアミノ酸、塩基配列などを想定することもできるため多様な考え方の応用に当てはめることができる。例えば、遺伝子として考えた場合は、8面サイコロを2つ利用しているため、変化しない遺伝子（変化すると機能しない遺伝子）であるハウスキーピング遺伝子などと考えることもできる。さらに、今回の評価の分野は【思考・判断・表現】と位置付けたが、演習への取り組みの状況や自身の考えを記載することを考慮すると【主体的に取り組む態度】としても位置付けることができる。分野における評価のバランスを考えて授業実践に取り入れるのも良いかもしれない。

5 実践した授業の単元計画と学習指導案

学習指導案

| | | | | | |
|-------------|--|---|--|---|--|
| 科目 | 生物 | 使用教材 | 生物（東京書籍） 新課程二訂版 スクエア最新図説生物 （第一学習社） | | |
| 指導クラス | 2-5（生物選択者20名） | 単元 | 遺伝子の変化と進化のしくみ | | |
| クラス観 | 理系の生物選択者であり、生物学的な興味関心は比較的高い。自身の考えを伝えることが少しずつできるようになってきたところである。 | | | | |
| 本時の主題 | 種分化 | 単元における 本時の位置 | 8/10 | | |
| 本時の目標 | 遺伝子変異と地理的隔離による種分化を理解する。 | | | | |
| 評価の観点 | モデル演習における操作の意味から実験手法を考察することができる。【思考・判断・表現】 | | | | |
| 本 時 の 展 開 | | | | | |
| 進 | 学習内容 | 教師の働きかけ | 学習活動 (生徒の活動) | 評価の観点 (具体的評価規準) | 評価方法や 指導上の留意点 |
| 導 入 | 基本事項の 確認 | マダガスカル、小 笠原諸島、ガラパ ゴス諸島の固有種 を例示して説明 | ・生物学的種、生殖 的隔離、地理的隔離 について学習する。 | | |
| 展 開 | アミノ酸カ ード演習 ルールや操 作の意義を 思考 | ルールの確認と演 習の指示 | ・演習に取り組む。 ・既習事項から操作 やルールの意義を考 えて記入する。 ・自分の考えを黒字 で書き、他の人の考 えを赤字で書くなど 色分けをする。 | ・自ら考えて複数個 所記載している。A ・自ら考えて記載し ている。B ・考えることを放棄 している。C 【思考・判断・表現 】 | ・授業プリン トに文章表現 されているか どうか。 ・ペアワーク などで自らの 考えを交流し ているかどう か。 |
| ま と め | 既習事項と ルールの照 合 | ルールの照合と実 際の背景を紹介 | ・既習事項とルール や操作の意義の確認 | | |

参考文献

- ・分子進化：種間変異が生じるしくみを中立説から理解するための実習教材 山野井貴浩 理科教育学研究 2014 Vol.55 No.2

トランプで学ぶ進化

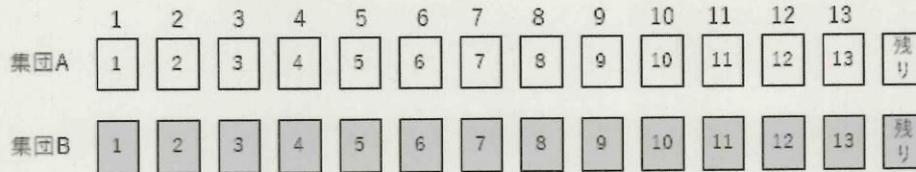
<目的>

<方法>

- (1) トランプは52枚×3セット、8面サイコロを2つ用意する。
- (2) このトランプの数字は、アミノ酸の種類を示している。
- (3) トランプの1~13までの数字を2セット並べる、マークは無視してよい。

(生物のアミノ酸配列を表している。)

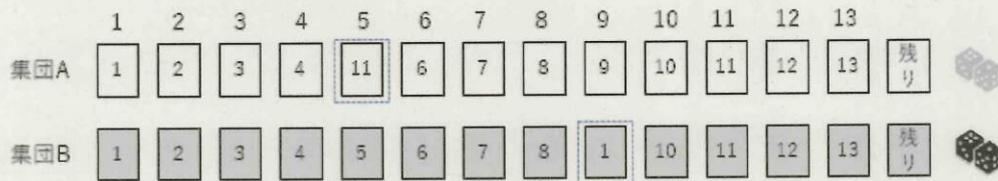
集団A、集団Bの担当者を決める。(Aの地球にいる生物、Bの地球にいない生物)



- (4) 残ったトランプはシャッフルした後、カードを引けるように裏向きにしてデッキ(山札)とする。
- (5) サイコロを2つ投げ、合計数の場所のトランプを1枚山札の一番下に戻し、新たにカードを引き、抜いた場所に加える。(地球によっての変化の速いを表す。突然変異)

【例】AとBのサイコロの合計値がそれぞれ5 (1+4)、9 (3+6) だったとする。AとBのデッキからそれぞれ1枚引き、Aの5番目とBの9番目のカードと入れ替える(下図例)。なお、サイコロの合計値が13を超えたらその回では変更なしとする。これを1世代目と仮定する。

カードが変化した場合



- (6) (5)を繰り返し、5回目(5世代目)経過したところで、5回目までの変化した集団Aと同じ配列を新たに作り集団Cとする。(集団A 地理的隔離、集団Cが誕生)
- (7) A、B、Cに関して、(5)の操作を10回目になるまで繰り返し、10回終わったところでABCそれぞれの初期配列と異なる数と、二集団間での異なる数を数える。

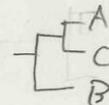
<結果>

| | 10世代目 | | | | | |
|----------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | Aの初期差 | Bの初期差 | Cの初期差 | A-Bの違い | A-Cの違い | B-Cの違い |
| 班の記録 | 6 | 6 | 5 | 7 | 7 | 7 |
| クラスの平均記録 | 5.2 | 5.4 | 4.6 | 6.8 | 5.6 | 6.2 |

<考察>

結果から分かることは何か。自由に書きなさい。

アミノ酸の差から、分子系統樹を作成することが出来る。



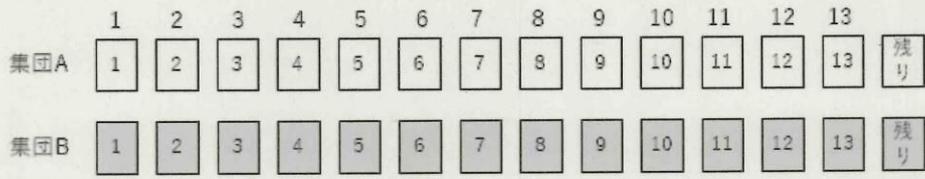
トランプで学ぶ進化

<目的>

<方法>

- (1) トランプは52枚×3セット、8面サイコロを2つ用意する。
- (2) このトランプの数字は、アミノ酸の種類を示している。
- (3) トランプの1~13までの数字を2セット並べる、マークは無視してよい。

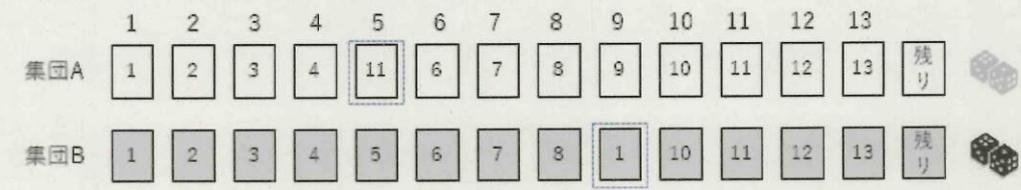
(あらゆる生物のアミノ酸配列を示している。)
 集団A、集団Bの担当者を決める。(Aの地域にいる生物 a、Bの地域にいる生物 a)



- (4) 残ったトランプはシャッフルした後、カードを引けるように裏向きにしてデッキ(山札)とする。
- (5) サイコロを2つ投げ、合計数の場所のトランプを1枚山札の一番下に戻し、新たにカードを引き、抜いた場所に加える。(地域の環境に合わせて変化している様子を見せる。)

【例】AとBのサイコロの合計値がそれぞれ5 (1+4)、9 (3+6) だったとする。AとBのデッキからそれぞれ1枚引き、Aの5番目とBの9番目のカードと入れ替える(下図例)。なお、サイコロの合計値が13を超えたらその回では変更なしとする。これを1世代目と仮定する。

カードが変化した場合



- (6) (5)を繰り返し、5回目(5世代目)経過したところで、5回目までの変化した集団Aと同じ配列を新たに作り集団Cとする。(元々Aの地域にいた生物の一部が、別の地域に移動した集団)
- (7) A、B、Cに関して、(5)の操作を10回目になるまで繰り返し、10回終わったところでABCそれぞれの初期配列と異なる数と、二集団間での異なる数を数える。

<結果>

| | 10世代目 | | | | | |
|----------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | Aの初期差 | Bの初期差 | Cの初期差 | A-Bの違い | A-Cの違い | B-Cの違い |
| 班の記録 | 6 | 6 | 5 | 7 | 7 | 7 |
| クラスの平均記録 | 5.2 | 5.4 | 4.6 | 6.8 | 5.2 | 6.2 |

<考察>

結果から分かることは何か。自由に書きなさい。

アミノ酸の差から、
 分子系統樹を作成することが出来る。

```

    B
    |
    A
    |
    C
    
```