

教材・教具を活用した授業の工夫

—「食べる・食べられる」のシミュレーション実験をととして—

1. 設定理由

3年生の単元「自然界のつり合い」において、自然界における生物相互の関係や自然界のつり合いの様子を生徒に理解させ、自然と生物とのかかわりについて総合的に考察させることをねらいとした。そこで、実際にシミュレーション実験を行うことで体験的にも生物が生産者、消費者、分解者として相互につり合いを保ちながら自然界を構成していることを学習させる。

昨今「主体的・対話的な学び」が様々な場面で求められている。学ぶことに興味・関心を持ち、粘り強くとりくめる「主体的な学び」と課題解決に向けての生徒どうしの協働から深める「対話的な学び」を理科の授業に積極的に取り入れたいと考える。そこで注目したのがシミュレーションを用いた実験である。生物分野の「食物連鎖」の内容では、「食べる・食べられる」の関係を頭では理解していても、実際の個体数の推移などを授業中に目で見て理解する機会はない。このようなことから近隣の中学校とも連携し、それぞれの学校で異なった場面設定や教具に工夫を加えて、シミュレーション実験を試みることにした。シミュレーションすることで生物の個体数の増減を目で見ることができ、それをグラフ化することでさらに個体数の推移やつり合いの関係を理解しやすくなる。そうすることで、協力校のそれぞれの生徒たちも興味をもって意欲的に授業に参加し、理解が深まるだろうと考え、本主題を設定した。

2. 研究仮説

- 磁石やクリップを用いたシミュレーション実験で、生物間の数量関係のつり合いが保たれることを体験的に深めることができるであろう。
- 実験結果が視覚的にわかるため、食物連鎖を身近な現象として捉えやすくなる。また、既に試されている場面設定の条件や教具で実験するとともに、場面設定の条件や教具の工夫をすることで、実際に自然界で起きている現象を実感できるであろう。

3. 研究内容

- プラスチック板を草原と見立てたフィールドを作成し、クリップ（シマウマ）を狙って磁石（ライオン）を転がす。磁石にくっついたクリップの数を、ライオンに捕らえられたシマウマの数とした。また、シマウマが隠れる石を想定して、消しゴム等（3個）をフィールド内に置いた。

4. 結 論

- 普段、授業の中で自分の意見を発表するのが苦手な生徒も、ゲーム感覚でシミュレーションに参加でき、意欲的な態度で授業にのぞむ姿が見られた。また、理科の知識に関係なく、生徒個々の実体験にもとづいた意見を主張できるので、話し合い活動の場では自分の考えを周囲に説明し、シミュレーション実験の工夫にその意見を活用することができた。
- 場面設定の違いや教具によっては、個体数の推移やつり合いの関係が理想の値にならず、簡単に絶滅することがないと予想していた場合でも個体数が「0」になってしまったり、逆に突然予想以上の増加を見ることがあったりと、実験結果を視覚的に捉えることができたので、実際に自然界で起きている現象を目の当たりにできた。

山武支部
大網白里市立大網中学校

1 主題設定の理由

3年生の単元「自然界のつり合い」において、自然界における生物相互の関係や自然界のつり合いの様子を生徒に理解させ、自然と生物とのかかわりについて総合的に考察させることをねらいとした。そこで、実際にシミュレーション実験を行うことで体験的にも生物が生産者、消費者、分解者として相互につり合いを保ちながら自然界を構成していることを学習させる。そのことにより、人間の生活と自然とのかかわりについて、自然保護や環境保全の理解を深めさせることもできると考えた。

昨今「主体的・対話的な学び」が様々な場面で求められている。学ぶことに興味・関心を持ち、粘り強くとりくめる「主体的な学び」と、課題解決に向けての生徒どうしの協働から深める「対話的な学び」を理科の授業に積極的に取り入れたいと考える。そこで注目したのがシミュレーションを用いた実験である。生物分野の「食物連鎖」の内容では、「食べる・食べられる」の関係を頭では理解していても、実際の個体数の推移などを授業中に目で見えて理解する機会はない。そこで近隣の中学校とも連携し、それぞれの学校で異なった場面設定や教具に工夫を加え、シミュレーション実験を試みることにした。シミュレーションすることで生物の個体数の増減を目で見ることができ、それをグラフ化することでさらに個体数の推移やつり合いの関係を理解しやすくなる。そうすることで、協力校のそれぞれの生徒たちも興味をもって意欲的に授業に参加し、理解が深まるだろうと考え、本主題を設定した。

2 研究仮説

(1) 磁石とクリップを用いたシミュレーション実験で、生物間の数量関係のつり合いが保たれることを体験的に深めることができるであろう。

(2) 実験結果が視覚的にわかるため、食物連鎖を身近な現象として捉えやすくなる。

また、既に試されている場面設定の条件や教具で実験するとともに、生徒に場面設定の条件や教具の工夫をさせることで、実際に自然界の様々な場面で起きている現象を実感できるであろう。絶滅危惧種の増加などの問題を身近な問題として捉えやすくなるであろう。

3 研究内容（シミュレーションの方法）

指導計画と評価・方法（7時間扱い）

時数	学習内容 と活動	評価規準【観点】	評価・方法
2	食べる・食べられるという関係と生物の個体数の関係か	・生物が自然の中で食べる・食べられるという関係の中で生活していることに関心を持ち、いろいろな資料をもとにそれらの関係を調べようとする。【関心・意欲・態度】 ・生産者と消費者の役割を考え、数量の関係やつり合いについて資料やデータを分析し、生物がつり合いを保って生活	発表観察 実験観察

	ら生物界では生物がつり合いを保って生活していることを見出す。	していることを見出すことができる。 【科学的な思考・表現】 ・生物の数量の関係についてのシミュレーションを行い、グラフにまとめることができる。 【観察・実験の技能】 ・自然界では、生物は食べる・食べられるという関係の中で生活していることを理解し、消費者、生産者などについての知識を身に着けている。 【知識・理解】	
3	土の中の小動物や微生物の働きを調べ、分解者の役割を知る。	・落ち葉や生物の死がいの行方に関心を持ち、土の中の小動物や微生物を意欲的に探究しようとする。 【関心・意欲・態度】 ・落ち葉などの有機物が分解されるのは、土の中の小動物や微生物の働きによることを推測し、自らの考えを導いたりまとめたりして、表現している。 【科学的な思考・表現】 ・土の中の微生物によってデンプンなどの有機物が分解されることを、対照実験など科学的方法によって調べることができる。 【観察・実験の技能】 ・土の中の小動物や菌類、細菌類などの分解者などの働きによって有機物が無機物に分解されることを理解し、知識を身に着けている。 【知識・理解】	発表観察 実験観察 レポート
2	自然界での物質の循環と生物の生活との関係を見出す。	・炭素、酸素などが生物を通して、自然界を循環していることに関心をもち、資料などをもとに探究しようとする。 【関心・意欲・態度】 ・全ての生物が生きていくためのエネルギーは、物質の循環にともなって生産者が取り込んだ太陽のエネルギーがもたになっていることを推察し、自らの考えを導いたりまとめたりする。 【科学的な思考・表現】 ・炭素、酸素などは生産者、消費者、分解者の働きを通して循環していることを理解し、知識を身に着けている。 【知識・理解】	発表観察 実験観察 レポート

実験方法

班でライオンチームとシマウマチームに分かれる。グラフ係も1名決める。

◎シマウマチーム

①草原に石を3つ設置する。※最初に石を置いたら、それ以降は変更することはできない。

②最初の年は、シマウマ（クリップ）20頭を草食動物の縄張りに置く。クリップを重ねておくことはできない。

◎ライオンチーム

③斜面からシマウマ（クリップ）を狙って、ライオン（磁石）をころがす。この作業1回分を1年とする。最初の年は2頭からスタートする。磁石についたクリップを、ライオンに捕らえられたシマウマの数とする。

④ライオンは、

シマウマを2頭以上とらえたら子孫を残す。（次の年に2倍になる）

シマウマを1頭とらえたら、数は増えないが、そのまま来年も生きる。

シマウマを食べられなければ（クリップがくっつかなければ）死ぬ。

◎シマウマチーム

⑤ライオンの攻撃をかわし、生き残ったシマウマは、次の年、数が2倍になる。

生き残ったシマウマの数を数え、その数と同じ数だけ、シマウマを草原に置く。

◎その他

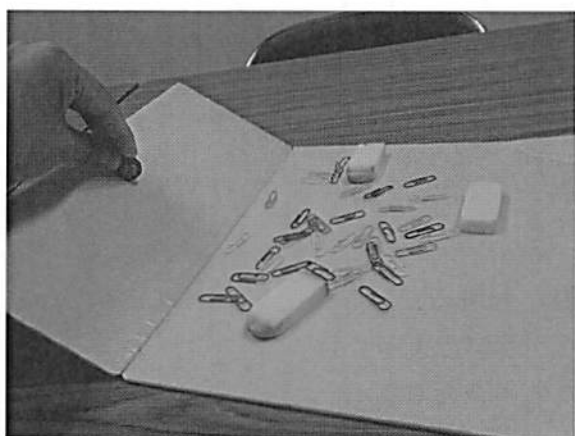
⑥全滅した場合、ライオンは1頭、シマウマは3頭、他の地域から入ってくる。

⑦シミュレーションは20年間行う。

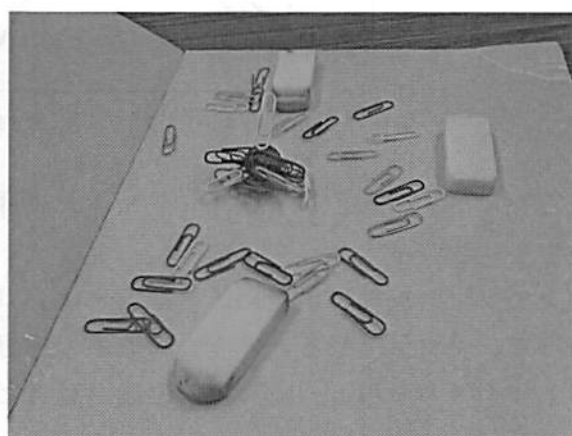
⑧グラフ用紙に、ライオンは赤、シマウマは青で記録する。折れ線グラフとする。

（1）プラスチック板を草原と見立てたフィールドを作成し、クリップ（シマウマ）を狙って磁石（ライオン）を転がす。磁石にくっついたクリップの数を、ライオンに捕らえられたシマウマの数とした。また、シマウマが隠れる石を想定して、消しゴム等（3個）をフィールド内に置いた。

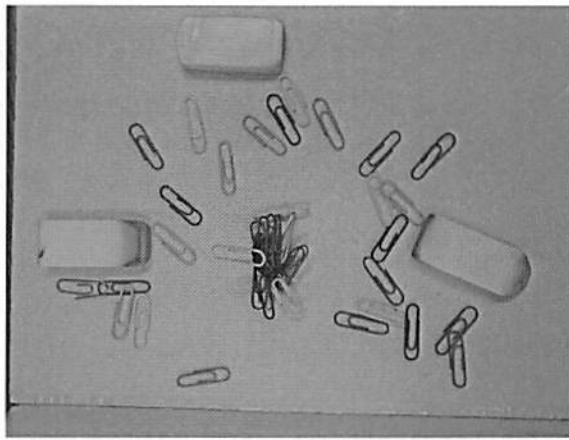
（2）手作りのフィールドについては、面積を変えて実験をした。基本となる面積は、 25×30 (cm²) である。消しゴムの大きさ（シマウマが隠れる石）については特に指示を出さずに行った。



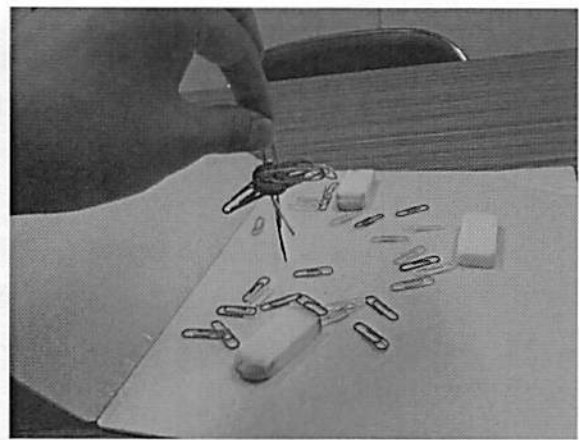
これからライオンが狩りを始める様子。



数頭のシマウマが食べられた様子。



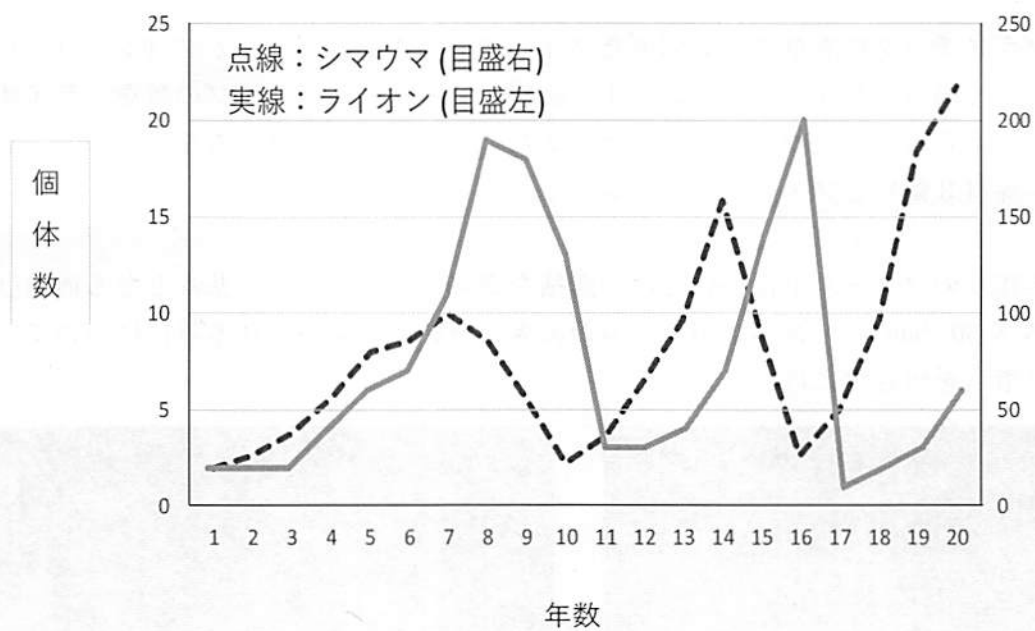
シマウマが食べられた様子（上から）



2頭以上食べたのでライオンは翌年2倍

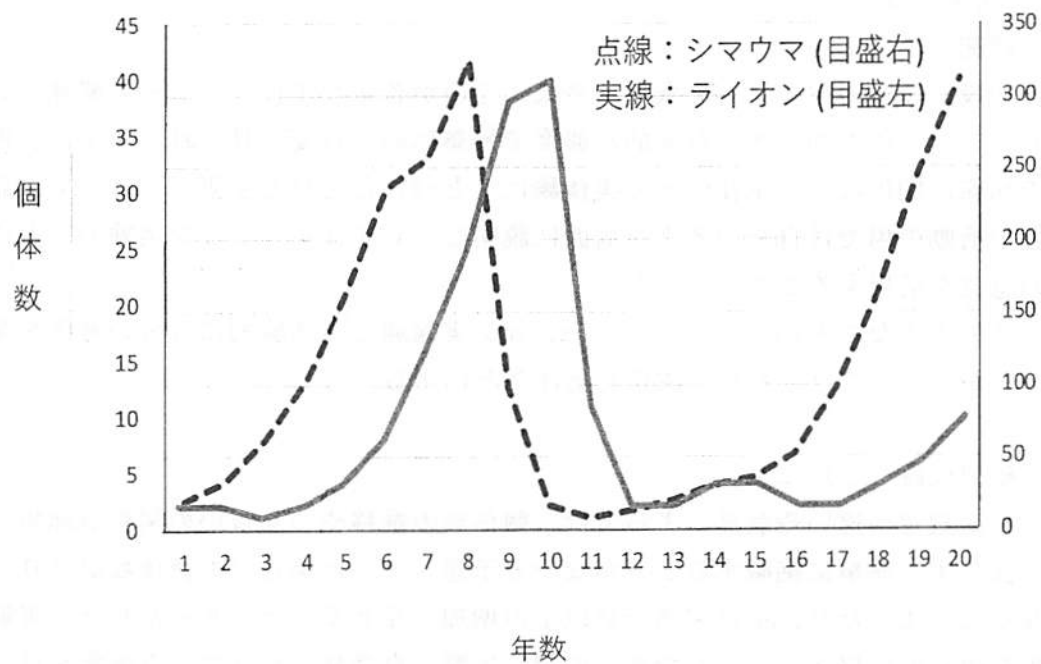
4 実践

フィールドの広さ〔 25×30 (cm²)〕



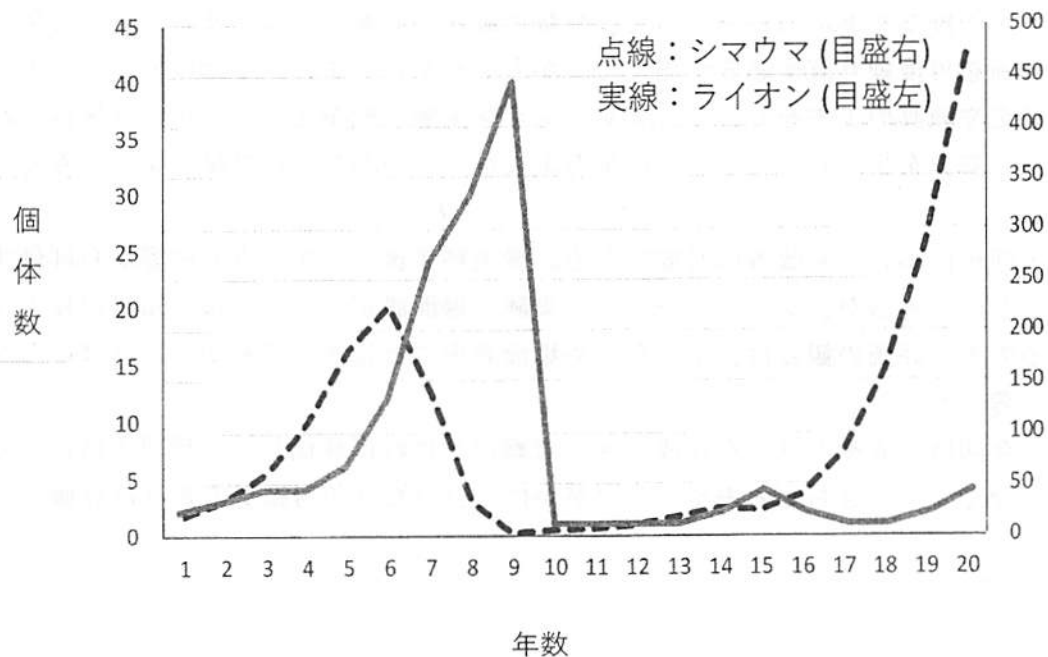
シマウマ（点線）が増えると、ライオン（実線）も増え、ある程度ライオンが増えたところでシマウマが減るという食物連鎖の理想的なグラフとなった。
フィールドの面積と、障害物の位置が適当だったと考えられる。

フィールドの広さ [38 × 44 (cm²)]



理想的な結果になったが、フィールドの面積が大きいので、個体数の増減の変化が鈍い。
面積が広いことで、ライオンがシマウマをなかなか捕らえることができず、ライオンも絶滅寸前まで減ってしまうことも起こった。

フィールドの広さ [25 × 30 (cm²)]



前半は食物連鎖の理想的な結果と似ているが、10年目からは双方とも激減した個体数がなかなか回復しなかった。16年目からシマウマが順調に個体数を増やしたのは、シマウマの個体数が少なく、ライオンに捕まらなかったのが順調に個体数を増やすことができたためと考えられる。この後、ライオンが徐々に増加していくことが予想される。

5 成果と課題

(1) 研究の成果

・研究仮説(1)について

普段、授業の中で自分の意見を発表するのが苦手な生徒も、ゲーム感覚でシミュレーションに参加でき、意欲的な態度で授業にのぞむ姿が見られた。また、理科の知識に関係なく、生徒個々の実体験にもとづいた意見を主張できるので、話し合い活動の場では自分の考えを周囲に説明し、シミュレーション実験の工夫にその意見を活用することができた。

このようなことから、シミュレーション実験を通して体験的に自分の考えを深めることができたこととなり、成果をあげたといえる。

・研究仮説(2)について

場面設定の違いや教具によっては、個体数の推移やつり合いの関係が理想の値にならず、簡単に絶滅することがないと予想していた場合でも個体数が「0」になってしまったり、逆に突然予想以上の増加を見せることがあったりと、実験結果を視覚的に捉えることができたので、実際に自然界で起きている現象を目の当たりにできた。したがって、絶滅危惧種の増加などの問題を身近な問題として捉えやすくなったといえる。

(2) 今後の課題

・この授業を進めるにあたって、時数の確保が必要となる。それに伴って年間指導計画を再度練り直す必要が出てくるかもしれない。また、今回は協力校ごとに場面設定や教具の工夫をし、シミュレーション実験の授業を行ったが、今後はこれらの良い部分を生かして、さらに授業の工夫をしていかなければならないと考える。

・評価においても改善は必要である。授業終了後、レポートの内容から評価することはできるが、シミュレーション実験の場面設定によっては、結果が様々であるので、評価の観点は、あらかじめ場面設定ごとに決めておかなければならないと考える。

今回は、表やグラフを作成でき、考察がかければ評価した。理想の値にならなくても、きちんと表やグラフがかけ、自分なりの考察ができれば評価した。

【事前・事後アンケート集計結果】

Q①生物同士の「食べる」「食べられる」の関係を何というか。

Q②以下の生物を「草食動物(植物を食べる動物)」と「肉食動物(動物を食べる動物)」に分けなさい。

バッタ カエル クモ ヘビ リス シマウマ ライオン ワシ ウグイス

Q③地球上にいる生物の中で、「植物」と「動物」ではどちらの方が多いか。

Q④地球上にいる生物の中で、「草食動物」と「肉食動物」ではどちらの方が多いか

Q⑤ある自然界で、何らかの理由で肉食動物の数が増えた場合、その後、草食動物の数はどのようなになるか。

Q⑥ある自然界で、何らかの理由で草食動物の数が増えた場合、その後、肉食動物の数はどのようなになるか。

Q⑦ Q⑤やQ⑥の後、肉食動物と草食動物の数の関係は、どうなると思うか。以下のア～エから1つ選びなさい。

ア：それぞれの数が変化し、しばらくすると、前とは別の関係になる。

イ：それぞれの数が変化するが、しばらくすると、前と同じ関係に戻る。

ウ：それぞれの数が変化するが、しばらくすると、肉食動物または草食動物が絶滅する。

エ：肉食動物または草食動物の数は、それぞれ変化しない。

質問番号	事前アンケート		事後アンケート	
	正答 (%)	誤答 (%)	正答 (%)	誤答 (%)
①	45.9	54.1	95.7	4.3
②	22.1	77.9	58.0	42.0
③	81.1	18.9	85.4	14.6
④	66.2	33.8	84.0	16.0
⑤	89.0	11.0	96.8	3.2
⑥	78.3	21.7	89.3	10.7
⑦	53.0	47.0	96.1	3.9

【授業後の生徒の感想】

<わかったこと>

シマウマが少なくなったとライオンが数年後に少なくなっている。
また、シマウマが減ったとライオンも少し置いてから減っている。
ライオンとシマウマを同じ数でスタートさせたところからわかるかやってみたいです。
生産者からトップの消費者までの食物連鎖の実験もやってみたいです。

<わかったこと>

シマウマが増えたと、ライオンが増える。(えさとなる草食動物が増えるため)
シマウマが減ると、ライオンも減る。(えさとなる草食動物が減るため)
ライオンがシマウマを、追いかけるような形のグラフになった。
もし、植物があったら、植物 → シマウマ → ライオンの順で追いかける。
うねグラフの形になると思う。

<わかったこと>

- シマウマが増えたとライオンも増える。
- 植物が増えたと同じ原理が現れると思う。
- 海や山の中、でも同じような、増えたり減ったりするところがある。
- シマウマを食べる他の生物が増えたとライオンは減ってしまうのか。

<わかったこと>

- グラフから、シマウマの数が増えてから遅れてライオンが増えていることが分かった。
- シマウマ → 植物、ライオン → 消費者に例えると、植物が増えたと消費者が増え、消費者が増えたと植物が減ると思った。
- 結局 消費者と生産者は切っても切り離せない関係にあると思った。