

この教材見本は、実際の1カ月分の教材よりも回数・ページ数が少ないダイジェスト版です。

※実際の教材の1カ月あたりの学習量は、1回60分×2回です。

この教材見本は1カ月分の一部を抜粋して掲載しています。

※ [総合] はテキストスタイルのみとなります。

自然分野7

生き物の生存戦略

～コストとベネフィットを分析しよう～

① 問題へのアプローチ

② 添削問題 添削問題1

巻末 添削指導例



生き物の生存戦略

～コストとベネフィットを分析しよう～



今回は、いろんな生き物の生存戦略について、「コスト」と「ベネフィット」という2つの側面から考えてみよう、というのがテーマじゃ。ウォーミングアップではミジンコを、添削問題では魚や鳥などを題材として考えていこうぜい。

ハカセ ミライとソータのまわりによく出没する。「案ずるより実験じゃ！」が口ぐせ。

コストとベネフィット？ 何だか難しそうなおコトバですね……。



ミライ 中学3年生になったばかり。本を読むのが好き。



ぼく、ミジンコについてはちょっと自信あるよ！ 田舎のおじいちゃんちの田んぼに、たくさんいるもん。

ソータ 生き物は一般的に好き。ミライとは同い年で幼なじみ。

ミライ ミジンコって、田んぼにいるんだ。

ソータ うん。ミジンコは、魚や、水にすむ昆虫こんちゅうなどのエサになって、田んぼや池の生態系を支えている大切な生き物なんだぞって、おじいちゃんが言ってた。

ミライ 魚や昆虫に食べつくされてしまうことはないのかな。

ソータ うーん。食べつくされる以上のペースで数が増えるんじゃない？

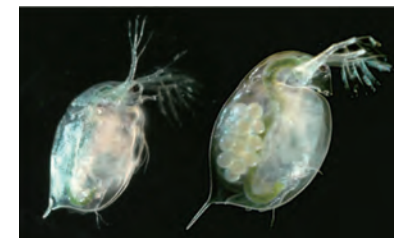
ハカセ 2人とも、なかなかいいところに気がついておるぞ。まずはミジンコについて、ちょっとくわしく見ていこう。

ミジンコは、漢字では「微塵子」と書きます。字面からは、顕微鏡がないと見ることができない微生物のように思えますが、大型のミジンコは5mmほどにもなり、箸でつまむこともできます（ミジンコにはたくさんの種類があり、小さいものだと0.2mmほどです）。体が透明はしなので、外から心臓が動いている様子を見ることができます。「命が透けて見える」という言葉がしっくりくる生き物です。

◀ インターネットなどでミジンコが動いている様子を見てみると面白い。ちなみに、ミジンコは1つ目小僧である。一見、左右2つの目があるようだが、正面から見ると1つしか目（複眼）がない。



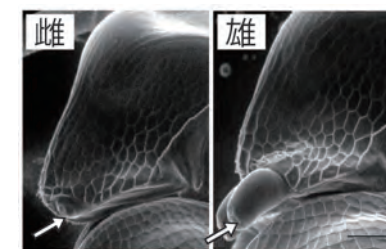
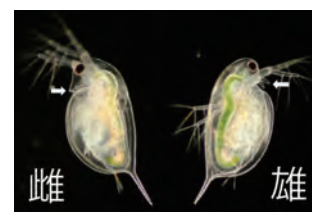
右の写真のうち、どちらが雌めすでどちらが雄おすか。何を基準に雌と雄を判別したのかも書いてみよう。



これは簡単だよ。卵を背負っている右側が雌だよな。



その通りじゃ。卵を背負ってなくても、第一触角の長さで雌と雄を見分けることもできるぞ。下の写真を見てごらん。第一触角（矢印で示したところ）の長い方が雄なんじゃ。



◀ 左の写真は中学校でよく使われる光学顕微鏡で撮影したもの、右の白黒写真は電子顕微鏡で撮影したものである。電子顕微鏡は光学顕微鏡に比べて高い倍率で観察することができる。

「ワーク」の写真の右側は雌のミジンコで、背中にある育房いくぼうという場所に多くの卵を抱えています。卵は育房の中でふ化し、その後、親と同じ形になったたくさんの子どもたちが外に出できます。

◀ 親と同じ格好をした小さな子どもたちが、育房の中で満員電車のようにぎゅうぎゅうづめになっている様子は面白い。

ステップ3 コストとベネフィットを分析する

生き物は、命を次の世代につなぐことで繁栄してきました。環境がよければ、より多くの個体が生存して、多くの子孫を残すことができます。しかし、生き物が生まれてから成長し、子孫を残すためには、成長するためのエネルギーや、成長して子孫を残すまでにかかる時間などが必要で、ときには自らの命を危険にさらす必要があるかもしれません。このように、生き物が生きるため（または子孫を残すため）にかかる負担のことを**コスト**とよびます。一方、**ベネフィット**は、コストと引きかえに生き物が得る利益のことです。以上をまとめると、次のようになります。

コスト 生き物が生きるため(または子孫を残すため)にかかる負担。エネルギー、時間、自らの危険など。

ベネフィット 生き物が得る利益。エサ、自らの安全(命)、子孫、すみかなど。

ステップ1とステップ2で学んだ「環境が悪化すると単為生殖から有性生殖に切りかえる(耐久卵をつくる)」というミジンコの生存戦略について、**コスト**と**ベネフィット**がそれぞれ何かを分析してみると、次のようなことが考えられるでしょう。

ミジンコの有性生殖の分析

コスト

- ・雌と雄が出会うのに時間がかかる。
- ・交尾にエネルギーが必要である。
- ・素早く子孫の数を増やすことができない。

ベネフィット

- ・劣悪な環境でも、長い間、耐久卵として命をつなぎ、子孫を残すことができる。
- ・耐久卵をふくむ土が乾いて風で飛ばされたり、耐久卵が水鳥にくつつたりして遠くまで移動し、生息範囲が広がる可能性がある。
- ・遺伝的*いでんてき*な多様性が増す。

◀コストやベネフィットは、もともと経済学の言葉である。経済学(人間の世界)では、コストやベネフィットはお金(貨幣)に換算して考えることができるが、生き物の世界では、「お金」のような1つの基準で言い表すのは難しい。

みんなの意見

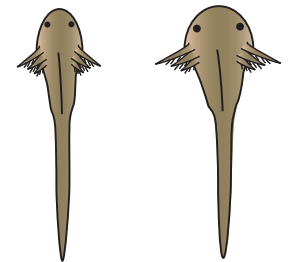
次のA~Cからどれか1つを選び、「みんなの意見」に投稿してみましょう。投稿の際は、A~Cのどれを選んだのかも書きましょう。

A 北海道に生息するエゾサンショウウオの幼生は、生息密度が高くなると、異常にあごの幅が広い「頭でっかち」の個体が現れることがある。「頭でっかち」になることのコストとベネフィットは何だろうか？

B エゾアカガエルのオタマジャクシは、捕食者であるエゾサンショウウオの幼生から攻撃を受けると、頭を大きくふくらませる。頭をふくらませるコストとベネフィットは何だろうか？

C アユは、おもに川底の石に付着した藻類そうるいをエサにしている。一部のアユは、藻類が豊富な場所を独占しようとし、侵入してくる他のアユを攻撃して追い出そうとするが、このように、アユが自分のなわばりをもつことのコストとベネフィットは何だろうか？

エゾサンショウウオの幼生
(真上から見た図)



通常

「頭でっかち」

エゾアカガエルのオタマジャクシ
(正面上方から見た図)



通常

頭をふくらませたもの

「みんなの意見」に投稿しよう！

★Z会 MyPage から投稿する

Z会 MyPage にある **みんなの答案・意見** のアイコンをクリックして、投稿ページに進みましょう。

★Z会学習アプリから投稿する

Z会学習アプリのトップページにある **みんなの答案・意見** のアイコンをタップして、投稿ページに進みましょう。

※Z会 MyPage にログインするには？

→インターネットで「Z会 MyPage」を検索し、会員番号とパスワードを入力します。くわしくは入会時にお届けした『Z会の学習スタートガイド』をごらんください。会員番号とパスワードは『お手続内容確認書』に記載されています。

1

次の会話文を読んで、後の問に答えなさい。ただし、(1)と(2)の飼育実験では性転換せいてんかんが起こることが知られている種類のベラを用い、エサや水温、酸素などの環境は良好であり、1か月あたりの成長スピード（体長の増加量）はどの個体も同じものとする。（配点 50）

👤 ミジンコには自信あるとか言ったけど、知らないことがいっぱいあったよ！

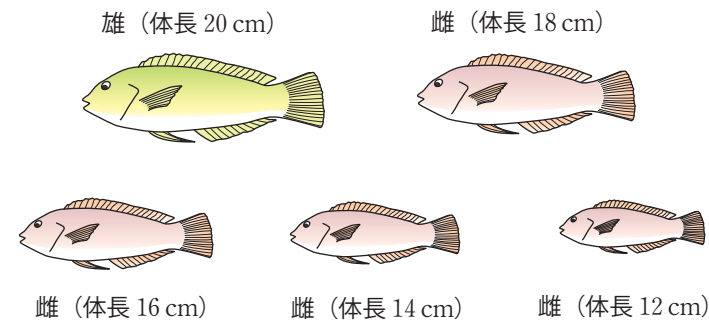
👧 あんなに小さな体なのに、びっくりだよ。でも、巧妙な仕組みをもっているのは、ミジンコに限った話じゃないよね？

👤 もちろんじゃ。今回は魚の性転換の話でもするかの。

👧 あ、聞いたことあるかも！ 雌めすが雄おすに変わったり、雄が雌に変わったりする魚がいるんですよ？

👤 そうじゃ。たとえば、ある種のベラは、1匹の雄と複数の雌からなるグループをつくるが、何らかの原因で雄がいなくなると、グループの中で最も体が大きい雌が雄に変わるんじゃ。

(1) 次の図のようなベラのグループを飼育したとき、しばらくたった後に、このグループ内のいずれかの個体に性転換が起こると予想されるのは、どのような場合か。下のア～エの中から当てはまるものをすべて選び、記号で答えなさい。（9点）



- ア 途中で体長12cmの雌を取り除いた場合
 イ 途中で体長18cmの雌を取り除いた場合
 ウ 途中で体長20cmの雄を取り除いた場合
 エ 途中で体長20cmの雄と体長18cmの雌を取り除いた場合

👧 「最も体が大きい雌が雄に変わる」っていうけどさ、ベラはどうやって自分が最も大きいかわかるんだろう。

👤 目で見て比べてるんじゃない？（視覚しかく）それとも、お互いがぶつかったときの感触でわかるのかな？（触覚しょつかく）

👧 あるいは、大きさに応じて体から分泌ぶんびつされて水中に溶け出す「におい」みたいなものを感じとっているのかもよ？（嗅覚きゅうかく）

(2) 「仮説1：ベラは視覚で体の大きさを判別する」、 「仮説2：ベラは触覚で体の大きさを判別する」、 「仮説3：ベラは嗅覚で体の大きさを判別する」の3つの仮説を確かめるために、大きさが異なる2匹の雌のベラと、次の実験装置を用意した。

- ・ 十分な大きさの水槽すいそう
- ・ 透明で水を通さない十分にかたい仕切り板A
- ・ 光や水を通さない十分にかたい仕切り板B
- ・ 光や水を通さないが動きは伝わる仕切り膜C
- ・ 水を循環するポンプと管からなる循環装置

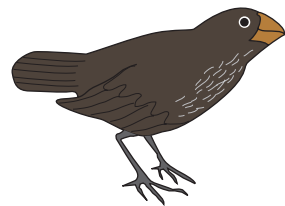
下の囲み枠の【実験1】は、上に挙げた実験装置を用いて仮説1を確かめるための実験方法の例である。これを参考にして、仮説2を確かめるための【実験2】と、仮説3を確かめるための【実験3】の実験方法を、それぞれ簡潔に説明しなさい。なお、視覚、触覚、嗅覚すべてが伝わる条件下で2匹の雌のベラを飼育したときに片方の個体が性転換すること、および、すべてが伝わらない条件下で2匹の雌のベラを飼育しても性転換が起こらないことは、すでに別の実験で確かめているものとする。（16点）

【実験1】 仕切り板Aを用いて水槽を均等に仕切り、それぞれの領域にベラを1匹ずつ入れて、しばらく飼育する。

2 次の資料1と資料2を読んで、後の問に答えなさい。与えられた資料以外を用いて答えても構わないが、その際は出典を明記すること。(配点 50)

資料1 南米大陸から西に約900km離れた赤道下の島々、ガラパゴス諸島を知っているだろうか。ゾウガメやイグアナが有名な島、と言えばピンとくるかもしれない。ガラパゴス諸島は火山活動によってできた絶海の孤島群であり、独自に進化してきた生き物の宝庫である。かつてチャールズ・ダーウィンは5年におよぶ航海の途中、1835年にガラパゴス諸島に立ち寄った。ダーウィンは島々で生き物を採集し、標本にして持ち帰ったが、この経験は後に彼が進化について考えるきっかけとなった。ここでは、ガラパゴス諸島に生息するダーウィフィンチ類(以下では単にフィンチとよぶ)というスズメに似た小鳥のくちばしの進化について考えよう。

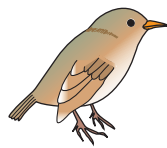
おそらく南米大陸から飛来したであろうフィンチの祖先は、ガラパゴス諸島にたどり着いた後、それぞれの島で利用可能なエサを食べて生きのびてきたのだろう。フィンチのくちばしの大きさや形は、エサのちがいで長い年月をかけて独自に進化してきたと推測される。たとえば、オオガラパゴスフィンチという種類のフィンチは、太いくちばしをもち、あごが発達していて、大きくてかたい実を食べることができる。サボテンフィンチは、くちばしがやや長く、サボテンの花の蜜を吸ったり種子を食べたりする。また、ムシクイフィンチは、とがった細いくちばしをもち、あごもほっそりしていて、小さな昆虫を食べる。このようにエサの種類に対して高度に適応したくちばしをもつことが、生存競争で有利に働いたのではないかと考えられる。



オオガラパゴスフィンチ



サボテンフィンチ



ムシクイフィンチ

(1) 「フィンチのくちばしが現在の形に進化したこと」のコストとベネフィットは何か、そう考えた理由もふくめて、できるだけ具体的に述べなさい。(20点)

資料2 農薬は農作物を効率よくつくるためには欠かせないものだが、生き物の生息環境を変化させる側面もある。ここでは、フェンバレレートという農薬(以下では単に農薬とよぶ)が、カプトミジンコという種類のミジンコ(以下では単にミジンコとよぶ)におよぼす影響について調べた研究を紹介しよう。

茨城県にある霞ヶ浦という湖の北には農業地帯が広がっていて、殺虫剤として使用される農薬は川の水とともに霞ヶ浦に流れこむ。一方、霞ヶ浦の東約5kmに位置する大膳池には農薬をふくむ川の水は流れこまないため、霞ヶ浦にすむミジンコは農薬にさらされ、大膳池にすむミジンコはほとんど農薬にさらされないという環境が数十年間続いてきたと推測される。このことから、霞ヶ浦のミジンコは農薬に強くなっているのではないかという仮説を立てることができる。

この仮説を確かめる実験が行われた。霞ヶ浦の3つの地点A、B、Cと、大膳池から、それぞれミジンコを採集し、農薬をふくむ水の中で、ミジンコがどの程度生きながらえるかを測定した。さまざまな濃度の農薬の中で実験を行ったときに、実験を開始してから48時間後に半数以上のミジンコが生きながらえることができる農薬の最大濃度(半数致死濃度)をまとめた結果が右の表である。霞ヶ浦のミジンコは、大膳池のミジンコよりも半数致死濃度が高いことから、農薬に強い(農薬耐性をもつ)といえるだろう。

ミジンコの採集場所	半数致死濃度(μg/L)
霞ヶ浦(A)	1.74
霞ヶ浦(B)	1.18
霞ヶ浦(C)	3.13
大膳池	0.29

※1μgは1mgの1000分の1

さらに、表にある4つの地点から採集したミジンコを、農薬をふくまない水の中で、エサを十分に与えて(理想的な環境で)それぞれ飼育したときに、1匹の雌のミジンコが産んだ子どものうち繁殖可能な時期まで育つことができた子どもの数を比較する実験が行われた。この結果、農薬をふくまない環境では、霞ヶ浦のミジンコが残すことができた子どもの数は、大膳池のミジンコのそれと比較して75～85%程度にとどまることが確認された。

(2) 「ミジンコが農薬に対して耐性をもつこと」のコストとベネフィットは何か、そう考えた理由もふくめて、できるだけ具体的に述べなさい。(20点)

(3) 仮に、霞ヶ浦のミジンコが(水鳥にくつつくなどして)大膳池まで移動した場合、このミジンコの子孫は大膳池で生き残ることができるだろうか。理由とともに述べなさい。ただし、ここではミジンコが単為生殖のみを行う(有性生殖は行わない)場合についてだけ考えればよいものとします。(10点)

自然分野7 V

H7Z3B1-Z1D2

総得点 32 / 50

2

H7Z3B1-Z1C2

1
2 / 8 情報活用力

(1)

コスト

くちばしを進化させるためにはエネルギー
がたく必要となってくるから、成長が
おそくなった。

2
8 / 12 論理的・批判的
考察力

くちばしの進化とエサとの関係を考えてみましょう。
くちばしが進化して特定のエサ以外を食べにくくなったことか
ら、具体的にどのようなコストが考えられますか。

-8

ベネフィット

くちばしをエサの種類に合わせて
進化させたことにより、エサを食べる時の
手間が減った

エサの種類にあわせてくちばしが進化したことで、特定のエサをより
食べやすくなったことに着目しましょう。そこから、さらに考えを深
めると、フィンチにとってのベネフィットが見えてきます。

-2

【今回の評価基準】

まずは、資料から正しく内容を読み取ることが大切です。

【情報活用力】を評価しています。

読み取った内容を解釈して、コストとベネフィットが何かを順序だてて説明
しましょう。

【論理的・批判的考察力】を評価しています。

総
合

(※解答用紙は裏面に続きます。)

(注)「繁」です。

3
8 / 8 情報活用力

4
8 / 12 論理的・批判的
考察力

(2)

コスト

毎繁殖をやる回数が減る。

理由は農薬に対して耐性を持つことに
エネルギーを消費するから。

コストの理由として、妥当な理由を考えることができます。

ベネフィット

農薬にさらされた環境でも生きることが
できる。理由は農薬に対して耐性を
持つようになったから。

農薬にさらされた池でも生きていけることから、具体的にどの
ようなベネフィットが考えられるのかを説明しましょう。

-4

5
6 / 10 類推力・発想力

(3)

状況が変われば、ミジンコ達は新たにコストに
見合ったベネフィットを得ようと戦略を変える
ため、生き残ることができる。
ただし、戦略を変えるには48時間以上の時間か
かかるはずである。

耐性を得るのも失うのも、何世代にも渡って時間をかけて行われます。
耐性を持つミジンコが、耐性を失って、耐性のないミジンコと同じだけ
子どもを残すことができるようになるまでの間、生き残り続けるのは難
しいと予想されます。

-4

【よかった点】

資料を読み、それに基づいて、コストとベネフィットを考えられました。
自分の考えが伝わるように、文章が書けています。

【次回に生かしたい点】

資料1のように、文章だけの資料は内容を正しく読み取って、その進化に
ついて順を追って考えてみましょう。この資料だけで理解しにくいとき
は、他の資料を活用してみるのもよいですね。