



IMARCS
FOUNDATION

機械翻訳版 ・ Machine translated from English

教室用ユニット 01 ・ キリスト教学校版

サンゴ礁とシャコガイ、 そして責任ある管理

そのまま授業に使える海洋科学の教材です。必要なのは、印刷したプリントとえんぴつだけ。

対象学年

小学5年～中学2年

授業時間

45～60分

内容

読み物、ワークシート、解答

費用

無料・コピー自由

この教材について。「サンゴ礁は価値ある生きた仕組みであり、人はその責任ある管理者になれる」という一つの大きな考えを軸にした、短く完結した海洋科学のユニットです。1コマの授業で終わられ、実験と発展問題を使えばより長い単元にも広げられます。

児童・生徒が行うこと

7つの短い節を読み、語彙を身につけ、図に名称を書き入れ、サンゴ礁の食物のつながりを図示し、科学者のように考え、最後に自分たちが海の責任ある管理者としてできることを挙げます。シャコガイが全体を通じての中心となる生き物です。

学習目標

このユニットを終えると、児童・生徒は次のことができるようになります。

- サンゴ礁とは何かを説明し、サンゴ礁が生き物や人にとって大切な理由をいくつか挙げられる。
- 異なる2種類の生き物の間の関係を説明し、それぞれがどう助けられているかを述べられる。
- シャコガイやサンゴが共生藻と光合成によってブドウ糖をつくるしくみ、またそれが貝の色の理由であることを説明できる。
- 野生のサンゴ礁から取るのではなく養殖することで、シャコガイが責任ある食料になりうることを説明できる。
- 海水温が高くなったときに、サンゴ礁の生き物に何が起こるかを説明できる。
- 「責任ある管理（スチュワードシップ）」を定義し、その具体例を挙げられる。

この版について

これはキリスト教学校版です。科学の内容は標準版とまったく同じです。聖書のことばを科学と並べて示し、「責任ある管理」を神から託された務めとして教えます。聖書の引用はすべて口語訳（1954年・1955年版）によります。

語彙の予習

管理者、責任ある管理、共生、相利共生、外套膜、共生藻（褐虫藻）、光合成、ブドウ糖、白化、ろ過摂食者、海面養殖、pH

さらに広げたい方へ。 IMARCS財団は、学校との協力をいつでも広げたいと考えています。追加のユニットや、クラスや目標に合わせたオリジナルの授業のご要望を、いつでもお寄せください。連絡先：Jordan Flagel science@imarcs.org

所要時間

本編45～60分。実験を行う場合は20～30分を追加。

対象学年

小学5年～中学2年。読み物を易しくすれば小学4年でも、発展問題を加えれば中学3年～高校1年でも使えます。

必要なもの

このプリントと、児童・生徒一人につきえんぴつ1本。実験を行う場合は、紫キャベツ1個、お湯、透明なコップ、酢、重曹。

聖書箇所

創世記1:21、創世記2:15、ヨブ記12:8、詩篇24:1、詩篇95:5、詩篇104:24・25、箴言12:10、伝道の書4:9、コロサイ人への手紙1:17、コリント人への第一の手紙4:2。口語訳（1954年・1955年版）。

クラスとつながる



imarcs.org/ja/curriculum

実際の研究水槽の様子を追ったり、大阪の施設を訪問したり、シャコガイ・カクレクマノミのペア・サンゴを里親として支援したりできます。

① サンゴ礁（しょう）とは何でしょう

神は海の大きな獣と、水に群がるすべての動く生き物とを、種類にしたがって創造し……神は見て、良しとされた。

創世記 1:21

サンゴ礁は、あたたかくて浅い海にできる、生きた構造物（こうぞうぶつ）です。サンゴは小さな動物で、たくさん集まって群体（ぐんたい）をつくります。長い年月をかけて、サンゴはかたい岩のような構造（こうぞう）をつくり、それが育ってサンゴ礁になります。

サンゴ礁は、海の中でもとくににぎやかな場所です。海底のうちサンゴ礁がしめる面積はごくわずかですが、海の生き物の多くが、一生のどこかでサンゴ礁にたよっています。サンゴ礁は、生き物にえさと、かくれる場所、子を育てる場所、相手を見つける場所をあたえます。さらにサンゴ礁は海岸を守ります。サンゴ礁は壁（かべ）のようにはたらき、波が岸に着く前にその力を弱めるのです。そしてサンゴ礁は人にとっても大切です。人はその近くで漁（りょう）をし、もぐって見に行き、サンゴ礁が守る海岸に暮らしています。



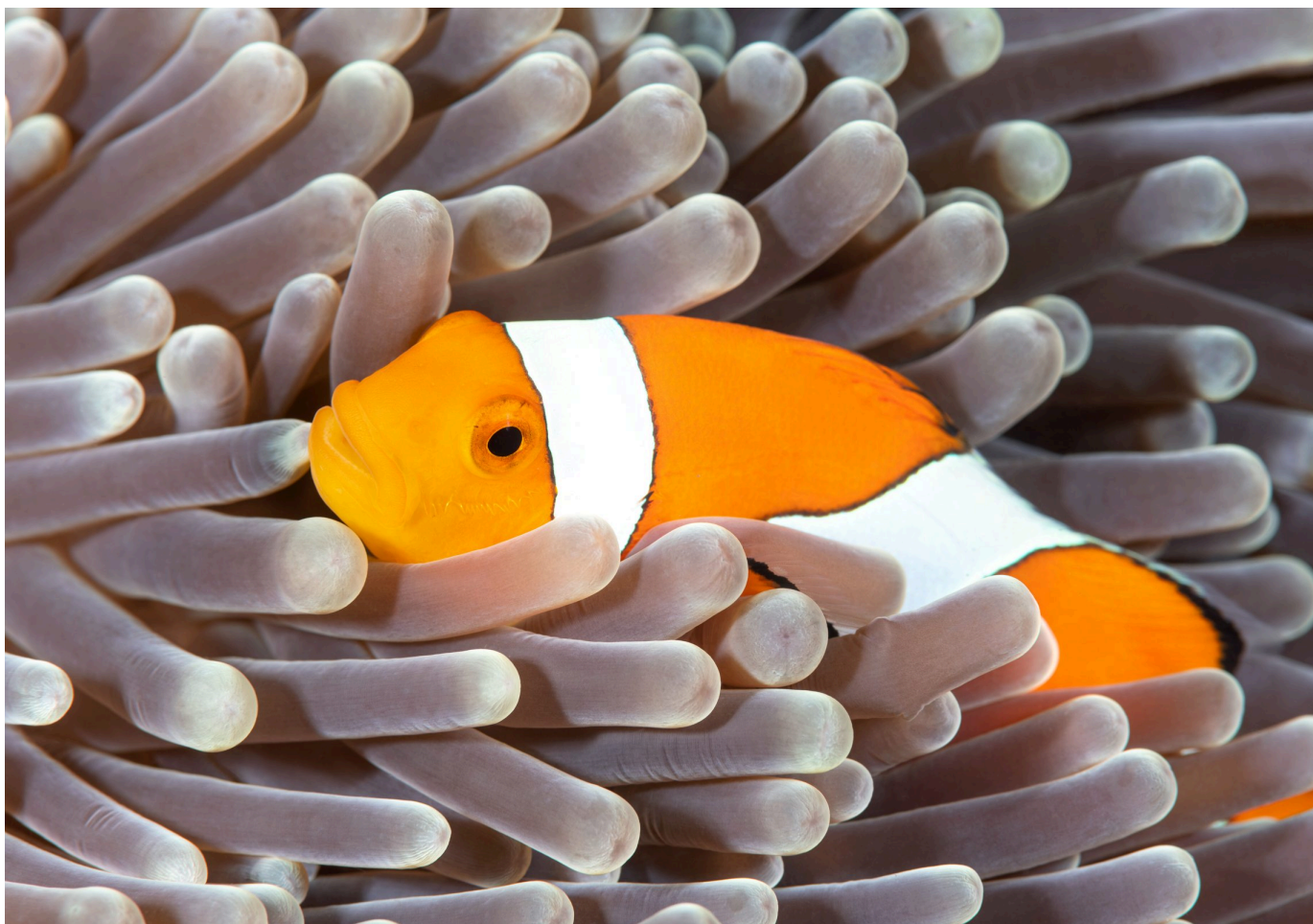
浅い海のサンゴ礁。海底のうちサンゴ礁はごくわずかですが、海の生き物の多くがそこにたよっています。

「かしこに大なる広い海がある。その中に無数のもの、大小の生き物が満ちている。」 詩篇 104:25

② サンゴ礁のパートナーたち

サンゴ礁の生き物の多くは、力を合わせて生きています。ちがう種類の生き物どうしが近くでいっしょに暮らすことを、科学者は**共生（きょうせい）**とよびます。そして両方が助かる場合を**相利共生（そうりきょうせい）**とよびます。

カクレマノミとイソギンチャクは、有名なパートナーです。イソギンチャクの触手（しょくしゅ）には**刺胞（しほう）**という小さな刺（さ）す細胞（さいぼう）があり、これは顕微鏡（けんびきょう）でしか見えないほど小さなもののようにはたらい、たいていの魚を近づけません。けれどもカクレマノミはちがいます。体が特別なねん液（えき）でおおわれているため、刺されずに触手の間を動けるのです。イソギンチャクの中にいれば、自分を食べようとする大きな魚から身を守れます。そのお返しに、カクレマノミはイソギンチャクをきれいにたもち、イソギンチャクをかじろうとする生き物を追いはらいます。どちらも得をしています。これが相利共生です。



相利共生のすがた。 イソギンチャクの刺胞がカクレマノミを守り、カクレマノミはイソギンチャクをきれいにし、かじりに来る生き物を追いはらいます。

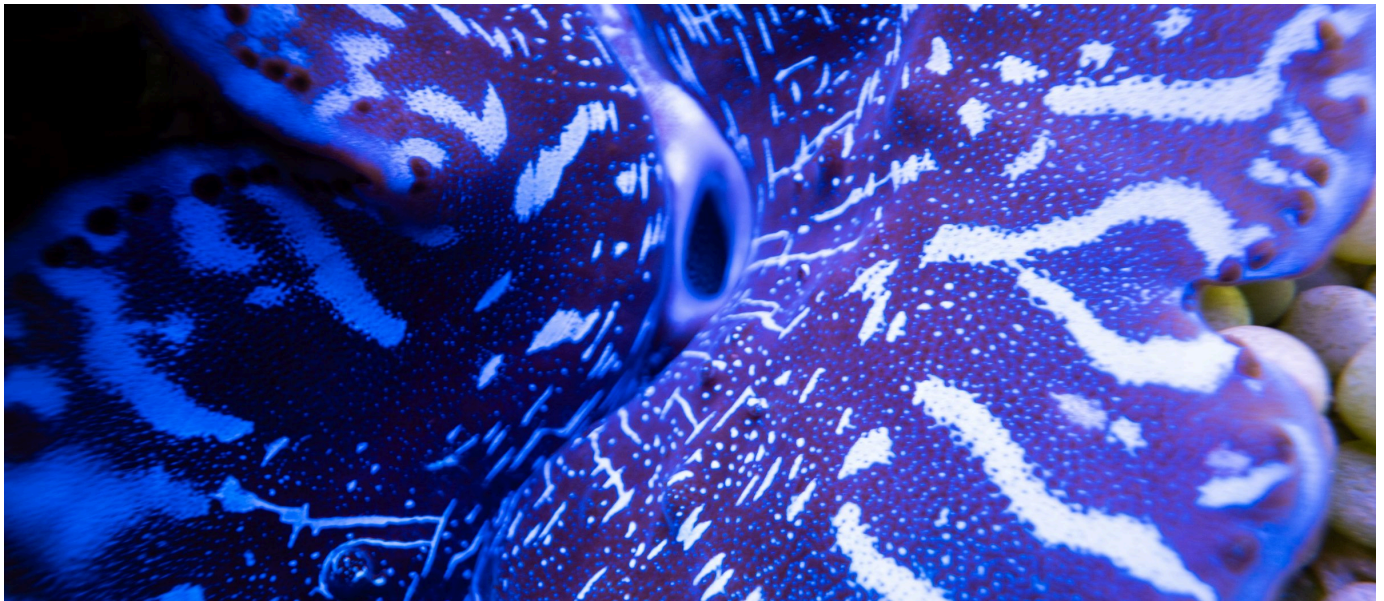
「ふたりはひとりにまざる。彼らはその労苦によって良い報いを得るからである。」 伝道の書 4:9

3 シャコガイ 生きた色

シャコガイは、海でいちばん大きな二枚貝（にまいがい）です。種類によってはとても大きく育ち、とても長生きします。海の中でシャコガイを見ると、まず目に入るのが、二つの貝がらの間にある鮮（あざ）やかで厚みのある部分です。これを**外套膜（がいとうまく）**といい、その色にはちゃんと意味があります。

外套膜の中には、**共生藻（きょうせいそう）**、別の名を**褐虫藻（かっちゅうそう）**という、とても小さな植物のような生き物がぎっしりつまっています。この藻（も）はあまりに小さく、1個を見るには顕微鏡が必要です。藻は貝の中で、守られながら光を受けて暮らします。そして日光を使って**光合成（こうごうせい）**（光合成とは、植物や藻が日光から養分をつくるはたらきです）を行い、**ブドウ糖（とう）**（ブドウ糖とは、生き物の細胞がエネルギーに使う糖です）という単純（たんじゅん）な糖をつくって、その多くを貝に分けあたえます。そのお返しに、貝は藻に守られた日当たりのよい住みかをあたえます。これもカクレクマノミとイソギンチャクと同じ、助け合いの関係です。外套膜の鮮やかな色は、この藻と、強い日光から身を守るための色素（しきそ）によるものです。

シャコガイは**ろ過摂食者（かせっしょくしゃ）**でもあります。サンゴ礁にすわったまま海水を吸（す）いこみ、水の中の小さなえさをこしとり、きれいになった水を外へ出します。つまりシャコガイは、外套膜の藻がつくったブドウ糖と、水からこしとったえさという、二つの方法で同時に食事をしているのです。



外套膜を近くで見る。色は、貝の中にすむ共生藻と、強い日光を調節する色素によるものです。中央の黒い穴が、水を外へ出す出水管です。

「主よ、あなたのみわざはいかに多いことであろう。あなたはこれらをみな知恵をもって造られた。」 詩篇 104:24

一度に二つの食事。 日光が藻を養い、藻が貝を養う。そのうえで貝は自分でも水からえさをこしとる。まったくちがう二つの方法で食べる動物は、そう多くありません。

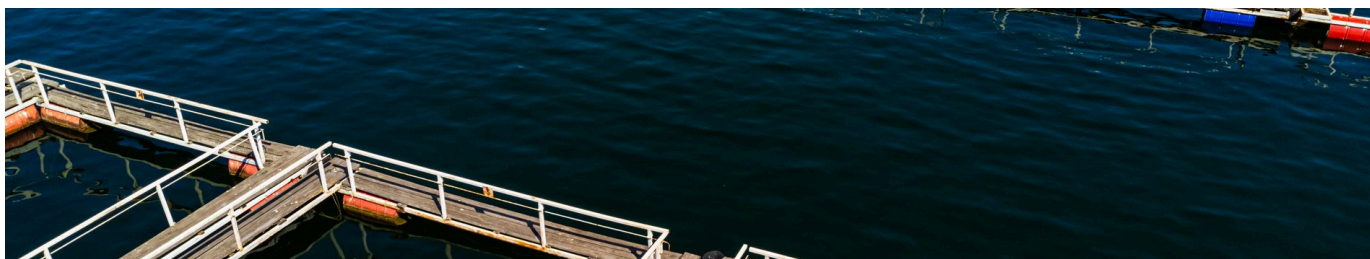
④ 食べ物としてのシャコガイ

シャコガイは美しいだけではありません。太平洋の多くの島の文化では、人は昔からシャコガイを食べてきました。大きな貝柱（かいばしら）と外套膜が食料として使われ、地元の料理や取引の一部になってきました。

ここに問題と、そこから学べることがあります。ある場所では、新しいシャコガイが育って数を戻（もど）すよりも速く、人が野生のシャコガイをサンゴ礁から取っていきました。そうすると野生のシャコガイは減（へ）っていき、サンゴ礁は、その健康をたもつのに役立つ生き物を失います。

そこで人は、よりよい方法を見つけました。野生のサンゴ礁からはぎ取るのではなく、海水の中でシャコガイを育てることを学んだのです。このように海の生き物や植物を育てることを海面養殖（かいめんようしょく）といいます。海面養殖には、陸上や内陸の海水そうで育てる場合も含（ふく）まれます。養殖した貝は食料や収入（しゅうにゅう）のために育てられ、その間、サンゴ礁の野生の貝はそのまま自分の役割（やくわり）を果たし続けられます。若（わか）い貝を育ててサンゴ礁に戻す養殖場（ようしょくじょう）もあります。

これこそが、よい管理（かんり）の考え方の中心です。責任（せきにん）ある管理者（かんりしゃ）であるとは、「いっさい手をふれない」という意味とはかぎりません。「今も、これから先も足りるように、かしこく使う」という意味にもなります。よく運営（うんえい）されたシャコガイの養殖場は、人を養（やしな）いながら、同時に野生のサンゴ礁を守っているのです。



海での養殖。水の中で生き物を育てれば、野生のサンゴ礁から取らなければならない生き物は少なくて済みます。

「主なる神は人を連れて行ってエデンの園に置き、これを耕させ、これを守らせられた。」 創世記 2:15

考えてみよう。 養殖は、サンゴ礁を使わなくなるという意味ではありません。かしこく使うという意味です。そこが「ただ取ること」と「責任をもって管理すること」のちがいです。



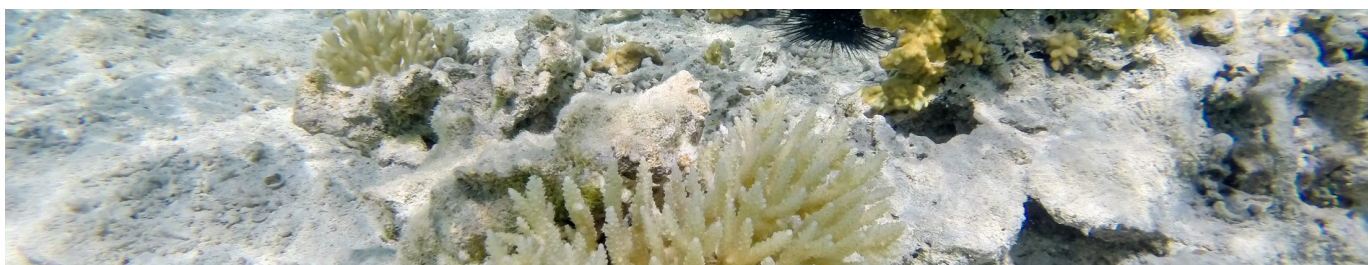
生態系（せいたいけい）に欠かせない一員。シャコガイは、そのサンゴ礁の一角を、サンゴや魚、何百種類もの小さな生き物と分け合っています。もしたった一種類でもいなくなれば、それが次々と他の生き物に影響を広げることがあります。

「彼は万物よりも先にあり、万物は彼にあって成り立っている。」 コロサイ人への手紙 1:17

5 サンゴ礁が弱るとき

サンゴ礁の生き物は丈夫（じょうぶ）ですが、限界（げんかい）もあります。シャコガイもサンゴも、体の中にすむ小さな共生藻にたよっています。その関係は、まわりの条件（じょうけん）が健康な範囲（はんい）にあるときだけ、うまくはたります。

海水の温度が高くなりすぎ（ほんのわずかな差でも）、その状態（じょうたい）が続くと、サンゴやシャコガイは弱ります。弱ると、体の中の共生藻を外へ出してしまう。藻を失った生き物は色の多くを失い、うすく、あるいは白くなります。これを科学者は**白化（はっか）**とよびます。白化したサンゴはまだ死んではいませんが、危険（きけん）な状態です。すぐに条件がもとに戻れば、藻は帰ってきて回復（かいふく）できます。しかし長く続けば、サンゴやシャコガイは死んでしまいます。



白化したサンゴ。手前の白いサンゴは共生藻を外へ出しています。奥の健康なサンゴはまだ色を保っています。

「正しい人はその家畜の命を顧みる……」 箴言 12:10

6 海水そのもの

海はただの水ではありません。気体や塩分（えんぶん）、鉱物（こうぶつ）がとけこんだ水であり、そのつり合いがサンゴ礁の生き物にとって大切です。科学者が使う便利な指標（しひょう）の一つが**pH（ペーハー）**で、これは水がどれだけ酸性（さんせい）か、あるいは塩基性（えんきせい）（アルカリ性ともいいます）かを表します。サンゴやシャコガイは、かたい貝がらや骨格（こっかく）を**炭酸（たんさん）カルシウム**（炭酸カルシウムは、チョークや貝がらと同じ材料です）という鉱物からつくり、その材料を海水から取り入れます。水のpHは、その組み立てやすさに影響（えいきょう）します。

海の化学的な性質（せいしつ）は変化しつつあり、IMARCSの科学者は、その変化がシャコガイやサンゴにどう影響するかを研究しています。また、厚く重い貝がらをつくるシャコガイが、その中に物質（ぶっしつ）を長い間とじこめておくのかどうか、そしてシャコガイが海水から小さなプラスチックのかけらをこしとる助けになるのかどうかも研究しています。これらはまだ答えの出ない問いであり、科学者が今も取り組んでいるところです。研究とはまさに、まだ十分にわかっていない問いに、ていねいに向き合うことなのです。



海水からつくられる。シャコガイの貝がらは、チョークと同じ鉱物である炭酸カルシウムでできていて、その材料はまわりの海水から取り入れられます。

「海は主のもの、主はこれを造られた。またそのみ手はかわいた地を造られた。」 詩篇 95:5

7 責任ある管理者になる

管理者とは、大切なものを託（たく）されて、その世話をする人のことです。**責任ある管理**とは、それが長い間健康で役に立つ状態であり続けるように世話をすること、そしてそれは後から来る人々（ひとびと）のためでもあります。

主なる神は人を連れて行ってエデンの園に置き、これを耕させ、これを守らせられた。

創世記 2:15

神（かみ）が人に最初（さいしょ）に与（あた）えた仕事（しごと）は、園（その）の世話をすることでした。手をつけずに放（ほう）っておくのも、取りつくすのでもなく、耕（たがや）し、守ることです。それが管理者のすることです。海は神が造（つく）ったもので、神のものです。そして神は、その世話を私たちに託（たく）されました。聖書（せいしょ）はこのような人を「管理者」とよんでいます。

サンゴ礁の近くに住んでいなくても、海の責任ある管理者になることはできます。水は道路や排水口（はいすいこう）から海へ流れていくので、ごみやプラスチックを側溝（そっこう）や砂浜（すなはま）に残さないことが役に立ちます。責任をもって養殖（ようしょく）・漁獲（ぎょかく）された海産物を選ぶことも役に立ちます。水を無駄（むだ）にしないことも役に立ちます。そして、海のしくみを学び、それを誰（だれ）かに伝えることが、いちばん役に立つかもしれません。サンゴ礁がいちばん安全なのは、まわりの人々がその大切さを理解し、きちんと世話をしようとするときだからです。



管理には手間がかかる。研究者が、若いサンゴが育つ構造物の手入れをしています。こうしたいねいな作業が、傷ついたサンゴ礁を健康へ戻していく方法です。

「この場合、管理者に要求されているのは、忠実であることである。」 コリント人への第一の手紙 4:2

この場合、管理者に要求されているのは、忠実であることである。

コリント人への第一の手紙 4:2

ひとことでいうと。責任ある管理者は、ただ放（ほう）っておくのでもなく、ただ取るのでもありません。ほかのお方のものである大切なものを託（たく）されて世話をし、その世話のしかたについて責任を負う人のことです。

名前

日付

パートA 用語を線でむすぼう

それぞれの言葉と、その意味を線でむすびましょう。

- | | |
|----------------------|---|
| 1. 管理者（かんりしゃ） | A. ちがう種類の生き物どうしが、近くでいっしょに暮らすこと。 |
| 2. 責任（せきにん）ある管理（かんり） | B. サンゴやシャコガイが共生藻を外へ出して、うすく、または白くなること。 |
| 3. 共生（きょうせい） | C. 大切なものを託（たく）されて世話をする人。 |
| 4. 相利共生（そうりきょうせい） | D. シャコガイの、二つの貝がらの間にある鮮（あざ）やかで厚い部分。 |
| 5. 外套膜（がいとうまく） | E. 海の生き物や植物を、海水や海水そうで育てること。 |
| 6. 共生藻（きょうせいそう） | F. 両方の生き物が助かる関係。 |
| 7. 光合成（こうごうせい） | G. サンゴやシャコガイの中にいて、日光から養分をつくる、とても小さな植物のような生き物。 |
| 8. ブドウ糖（とう） | H. 長い間健康で役に立つように、大切なものの世話をすること。 |
| 9. 白化（はっか） | I. 水がどれだけ酸性（さんせい）か塩基性（えんきせい）かを表すもの。 |
| 10. ろ過摂食者（かせっしょくしゃ） | J. 水の中の小さなえさをこしとって食べる動物。 |
| 11. 海面養殖（かいめんようしょく） | K. 植物や藻（も）が日光から養分をつくるはたらき。 |
| 12. pH | L. 生き物の細胞（さいぼう）がエネルギーに使う、単純（たんじゅん）な糖。 |

パートB 読んで答えよう

1～2文で答えましょう。

1. サンゴ礁（しょう）が大切な理由を二つ挙げましょう。

2. カクレクマノミは、どうしてイソギンチャクの刺（さ）す触手（しょくしゅ）の中で生きられるのですか。

3. シャコガイの共生藻はどこにいて、何をつくって貝に分けあたえていますか。

4. シャコガイが食べ物を得る二つの方法を書きましょう。

パートB 読んで答えよう（つづき）

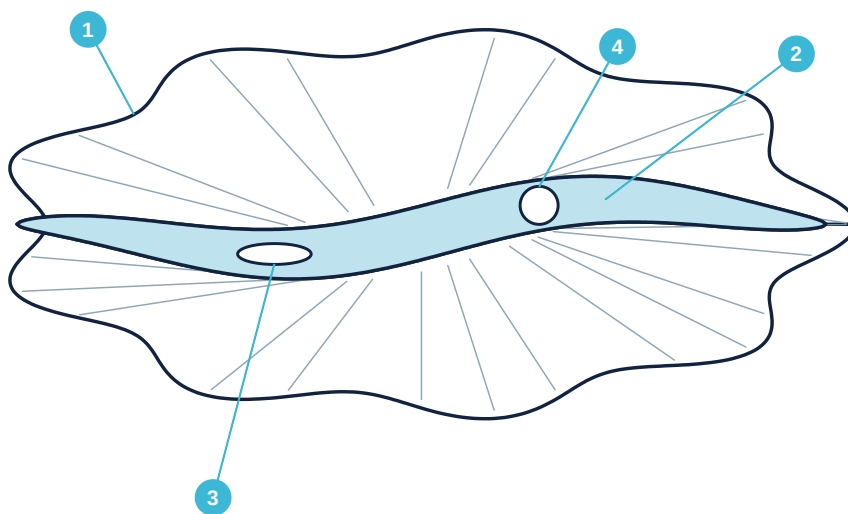
5. 野生のサンゴ礁から取るより、シャコガイを養殖（ようしょく）するほうがサンゴ礁にとってよいのはなぜですか。

6. 白化とは何ですか。この文章では、その原因は何だとされていますか。

7. 「責任ある管理者である」とは、自分の言葉でいうとどういうことですか。

パートC シャコガイの図に名前を書こう

下の枠（わく）の言葉を使って、図に名前を書き入れましょう。



1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

語群：貝がら・外套膜（共生藻がいるところ）・水の入り口・水の出口

パートD サンゴ礁のつながりを図にしよう

サンゴ礁で、エネルギーと食べ物がどうつながっているかを矢印（やじるし）で書きましょう。矢印は、もとなるほうから始めます。

日光

共生藻

シャコガイ

小さなサンゴ礁の魚

大きな魚

そのあとで答えましょう。もし共生藻がいなくなったら、あなたの図の中でどの生き物が影響（えいきょう）を受けますか。一つ挙げて、その理由も書きましょう。

パートE IMARCSの科学者のように考えよう

IMARCSの科学者は、厚く重い貝がらをつくるシャコガイが、その中に物質（ぶっしつ）を長い間とじこめておくのかどうかを研究しています。

1. シャコガイの貝がらが時間とともに大きく重くなっているかを調べたいとき、何を二つ測（はか）りますか。

2. それをどのくらいの間隔（かんかく）で測りますか。またそれはなぜですか。

発展（はってん）。 ちがう水の条件（じょうけん）で育てた二つのグループのシャコガイで、貝がらの成長を比（くら）べる簡単（かんたん）な実験を考えましょう。両方のグループで同じにしておくべきことは何ですか。そしてそれはなぜ大切ですか。



管理が守るもの。 健康なサンゴ礁にいる健康なシャコガイ。水をこしとり、日光で自分を養う、昔からのすがたです。

「地と、それに満ちるもの、世界と、そのなかに住む者とは主のものである。」 詩篇 24:1

パートF 実験：pHを見てみよう

先生が紫（むらさき）キャベツから紫色（むらさきいろ）の液（えき）をつくります。酸（さん）と塩基（えんき）を加えたときに何が起こるかを見ましょう。

1. 酢（す）（酸）を加えると、色は_____になります。
2. 重曹（じゅうそう）を溶（と）かした液（塩基）を加えると、色は_____になります。
3. このことから、水のpHをどうやって調べられるとわかりますか。

パートG 責任ある管理者になろう

サンゴ礁から遠くに住んでいても、海の責任ある管理者としてできることを三つ書きましょう。

- 1.
- 2.
- 3.

もっとやってみたい人へ。あなたもIMARCSの活動に参加できます。おうちの人に imarcs.org を見てもらいましょう。



サンゴ礁のシャコガイ。サンゴのすき間にはまりこみ、外套膜（がいとうまく）を日光に向けて広げているシャコガイ。

「あるいは地の草や木に問うてみよ、彼らはあなたに教える。海の魚もまたあなたに示す。」 ヨブ記 12:8

パートA

1-C 2-H 3-A 4-F 5-D 6-G 7-K 8-L 9-B 10-J 11-E 12-I

パートB

1. 次のうち二つ：多くの生き物のすみかとかくれ場所になる、食べ物になる、子を育てる場所になる、波から海岸を守る、漁業や観光を通じて人の役に立つ。
2. 体が特別なねん液の層でおおわれているため、刺されずに触手の間を動ける。
3. 貝の外套膜の中、光の当たるところ。光合成によってブドウ糖（糖）をつくり、その多くを貝に分けあたえる。
4. 外套膜の共生藻がつくるブドウ糖から得る方法と、水から小さなえさをこしとる方法。
5. 養殖なら、野生のサンゴ礁から貝を取らずに食料を得られるので、野生の貝が残ってサンゴ礁の健康を保つ役割を続けられる。若い貝をサンゴ礁に戻す養殖場もある。
6. 白化とは、サンゴやシャコガイが共生藻を外へ出して、うすくまたは白くなること。この文章では、海水温が高くなりすぎ、その状態が続くことが原因とされている。
7. 答えはさまざま。「大切なものを、今も将来も健康に保つように世話すること」「ただ放っておくのではなく、かしこく使うことも含む」という考えが出ていればよい。

パートC

「貝がら」はかたい外側の二枚に、「外套膜」は色のついた厚い部分に、「水の入り口」と「水の出口」は水が出入りする二つの開口部に。

パートD

矢印：日光→共生藻、共生藻→シャコガイ。さらに小さなサンゴ礁の魚→大きな魚などの食物のつながり。無理のない図であれば正解とする。問いについては、共生藻がいなくなると最も直接的に影響を受けるのはシャコガイで、食べ物の多くを藻にたよっているため。

パートE

1. 貝がらの長さ（または幅）と、貝がらの重さ。2. 数週間から数か月にわたってくり返し測る。成長がゆるやかで、変化がはっきり出るには時間が必要なため。発展：試したい水の条件以外（貝の種類、えさ、光、水そうの大きさなど）をすべて同じにしておく。そうすれば成長のちがいをその条件と結びつけて考えられる。

パートF

1. ピンクまたは赤。2. 青または緑。3. このように色が変わる液は、水が酸性寄りか塩基性寄りを示す簡単な検査に使える。

パートG

答えはさまざま。具体的な行動が挙がっていればよい：排水口や砂浜にプラスチックやごみを残さない、責任をもって養殖・漁獲された海産物を選ぶ、水を大切に使う、海について学んで人に伝える。

教師用メモ：実験のやり方。 紫キャベツを刻んでお湯で約10分煮出し、冷ましてから紫色の液を注ぎ分けます。透明なコップに分け、酢を加えるとピンクや赤へ、重曹を溶かした水を加えると青や緑へ変わります。安価で安全、毎年くり返し使えます。



本物の海洋科学を教室へ

その先が、まだあります

IMARCS財団は、シャコガイ、サンゴ礁、マングローブ、海の化学的な健全さに取り組み、教室をその現場につなげています。

- クラスで実際の研究水槽を追いかける。
- 大阪の近くなら、施設の見学を手配する。
- シャコガイ、カクレクマノミのペア、サンゴの里親になる。



imarcs.org/ja/curriculum

IMARCS財団は、学校との協力をいつでも広げたいと考えています。追加のユニットや、クラスや目標に合わせたオリジナルの授業のご要望を、いつでもお寄せください。STEM教育のどんな目標にも、できるかぎりお手伝いします。



© The IMARCS Foundation. 教室での利用・コピーは自由です。

聖書の引用：口語訳（日本聖書協会、1954年・1955年版）。

この日本語版は英語の原文から機械翻訳されたものです。This edition was machine translated from the original English.

Jordan Flagel

science@imarcs.org

imarcs.org