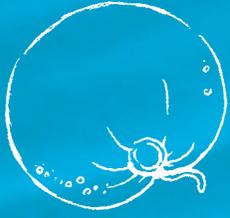


2019. 夏号
vol.47
[サムワン]

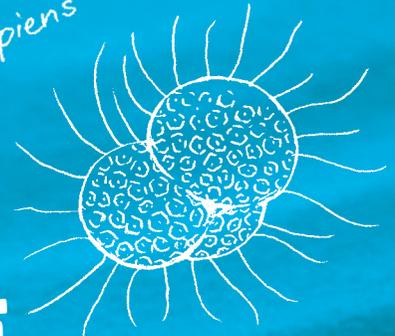
someone



*Noctiluca
scintillans*



Chaetoceros decipiens



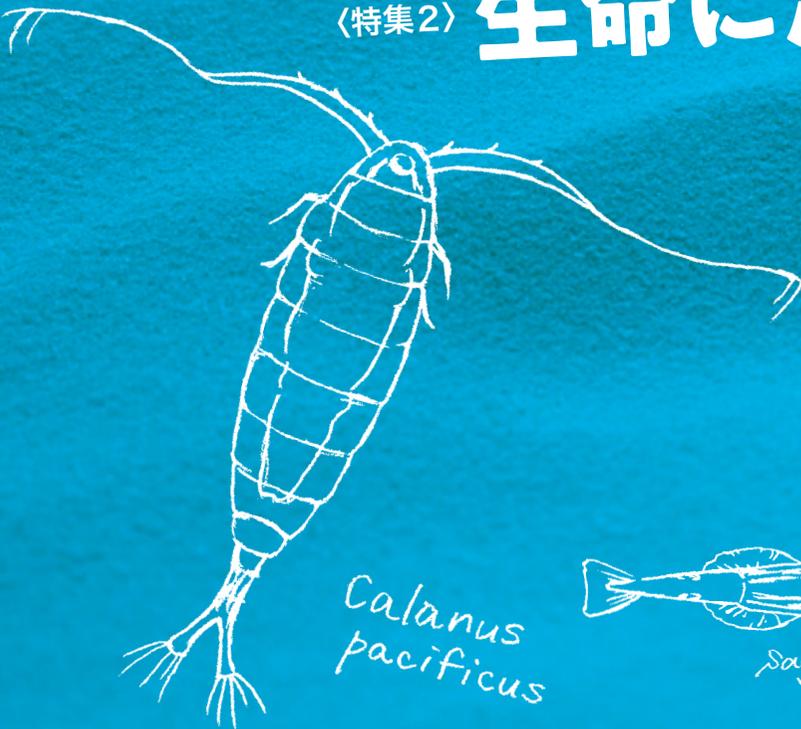
*Globigerinoides
sacculifer*

〈特集1〉

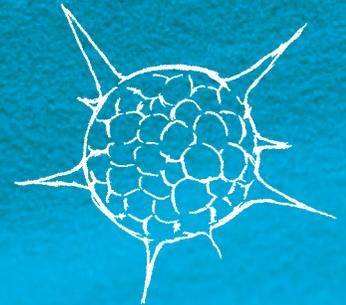
トワイライトへの航海

〈特集2〉

生命に満ちる水



*Calanus
pacificus*



*Hexacontium
hostile*



Sagitta inflata

someone vol.47 contents

P 0 3 特集

トワイライトへの航海



- 06 トワイライトを切り裂く閃光で、世界初の海中通信を
- 08 海中世界を覗き、未来を支える計測技術
- 09 シビレエイが教えてくれる海底世界

P 1 8 特集

生命に満ちる水



- 19 水の動きを可視化する、シミュレーション
- 20 めぐる水は謎だらけ
- 22 脳の中にある、水の新たな通り道

イベント pickup

- 12 マリンチャレンジ2019 採択チーム決定！

こむぎ倶楽部

- 14 小麦をおいしくする方法は、小麦の乳酸菌が知っている

研究者に会いに行こう

- 16 自分の気持ちを信じて進んだ、放線菌研究の道

となりの理系さん

- 24 奥山 映美さん 東京大学教育学部附属中等教育学校 6年生

あなたのあるく一歩先

- 25 生き物大好き小学生が、最高の動物医療を届ける研究者を目指す

実践検証サイエンス

- 26 誰もがトライアングルを上手に奏でられるように

イベント pickup

- 28 キャッスル研究費リバネス賞
- 29 サイエンスキャッスル2019

Hatch！歩き出せ新米研究者

- 32 Episode4：他の可能性はないのかな？

うちの子紹介します

- 33 小さな体に秘められた、壮大な進化のはなし カタマイマイ



トワイライトへの 航海

トワイライト・ゾーン

そこは、海面から水深200～1000m
太陽光がわずかに達する世界。

宇宙船のようなクラゲが漂い、
金色に光るダイオウイカが潜む、
神秘の海域。

波打ち際から海の底まで、
広くて深い海の世界には、
他にも多くの謎が残されている。

ぼんやりと照らし出された海の姿を追い求めて、
さあ、ぼくらは航海に出かけよう。



トワイライトへの航海

地球上の実に7割を占める海。1872年から1876年に行われたチャレンジャー号探検航海をきっかけに、数多くの海洋生物が発見され、海水の成分や海底地形など海の姿が少しずつ明らかになってきました。けれど、広くて深い海の研究には常に多くの課題がつきまとい、研究者たちの行く手を阻みます。

生き物のリアルに迫る、 バイオリギング

ペンギンやサメなどの海洋生物に、カメラや温度計を取り付けて生き物の行動を観測する手法。生き物の行動を直に観察することができます。これにより、いままで観察することが難しかった、生き物の知られざる生態に迫ることができるようになりました。

近代海洋学の幕開け、 チャレンジャー号探検航海

世界初の大規模な海洋調査航海がイギリス「チャレンジャー号」によって行われました。3年半かけて世界中の海を航海し、約4000種の新種を発見。他にも世界中の海水温の測定などを行い、現代の海洋学の礎を築きました。

Chronology

- 1872年～1876年
近代海洋学の幕開け、チャレンジャー号探検航海
- 1893年～1896年
ナンセンによる北極探検
- 1920年
音響測深法の開発が進む
- 1960年
探査船トリエステ号が最も深いマリアナ海溝チャレンジャー海淵に到着
- 1964年
バイオロギングの先駆けとなる、ロガーでアザラシの行動観測を行う
- 1968年
深海底を掘削する深海掘削計画が始まる
- 1970年代後半
衛星を用いた海洋観測が始まる
- 1977年
深海の熱水噴出孔で生命が発見される
- 2000年
全海洋を観測するARGO計画が始まる
- 2008年
環境DNAを用いた研究が加速する

コップ一杯の水から生息する生物を調べる、環境DNA

水中など環境中に存在する、生物由来のDNAを「環境DNA」と呼びます。今までの生物調査では、実際に捕獲して図鑑などで生き物の特徴を細かく調べなければいけませんでしたが、環境DNAを利用することで、ある生物がその場所にいたのか、どんな生物がどれくらいいたのかなど、様々な生物情報をたった一杯のコップの水から明らかにすることができるようになります。

宇宙から海を調べる、衛星海洋学

人工衛星を用いて、海水温や植物プランクトンの量などを調べる学問。今までの調査では船が何ヶ月もかけて、少しずつ調べていくしかありませんでした。しかし、宇宙から衛星を使って観測をすることが可能になり、世界中の海を常時モニタリングすることができるようになりました。

様々な技術革新とともに、海の研究は進んできました。それでもまだ、海には多くの謎が残されています。海の世界をもっとくわしく知るために、少し視点を変えた研究が今日も進められています。



トワイライトを切り裂く閃光で、 世界初の海中通信を

深海生物や海底資源の探査など、私達が本格的に海を調べ始めてから約150年が経ちますが、海にはまだ誰も知らない世界が隠されているといわれています。海の調査を難しくさせていた理由のひとつが、水中での通信が限られていることです。探査機にケーブルを繋いで通信するか、または音波を使って通信するしかないので、調査範囲や獲得できるデータに制限があり、水中で撮影した映像すら、自由に共有することができません。この課題に光の技術で立ち向かっているのが海洋研究開発機構の澤隆雄さんです。

電波でも音でもなく、可視光で

情報を無線で送るためには、情報を変換して、例えば電波などの波に変換して送信します。電波は大量の情報を送れるものの、水中では波が弱くなりやすい(図1)。このため、水中では波が弱くならない音波が通信に使われてきましたが、一度に送れる情報量が少ないという大きな弱点がありました。たとえば、スマートフォンで通信制限がかかると130kbps程度まで遅くなることがありますが、音波はその1/10以下の10kbps程度の速度しか出ません。これでは静止画の通信もままなりません。そこで、澤さんが注目したのが、水中でも遠くまで波が届き、通信量も大きい、可視光を用いた無線通信でした。

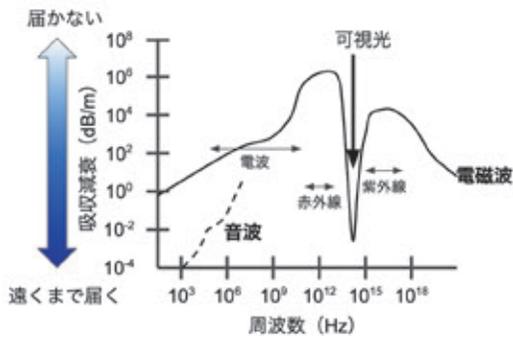
あきらめかけられていた技術を信じる

もともと音波を使った通信の研究をしていたという澤さん。「音波についてあらゆる性質を調べ、強みも弱点も理解していました。だからこそ、水中での音波の限界を感じていました」。可

視光通信とは、高速に光を明滅させることで情報を伝達する技術です。水中への応用は1960年代頃から注目され、海中を最も透過する青色(波長450nm付近)を使った通信技術の開発が試みられてきました。しかし、実際の海中はプランクトンなどの浮遊物が多く、光が遠くに届く前に減衰してしまいがちです。そのため、実用化のためには、浮遊物の影響をうけない高出力、かつ、高速に点滅させられる応答性の高い光源が必須でしたが、その光源の開発は進んでいませんでした。しかし、近年、LEDのような高出力で応答性も高い、通信用の光源として適切な小型デバイスが安く手に入るようになり、実用化に向けた道が大きく開けたのです。

世界初！水中光無線通信

より通信速度が速く、太陽光などの外乱光に負けないレーザーダイオードを光源に使った通信装置の開発を行い、2017年について実際の海での通信に成功しました。水深750mの深海で水中ロボット同士の無線通信を試みたところ(図2)、ロ



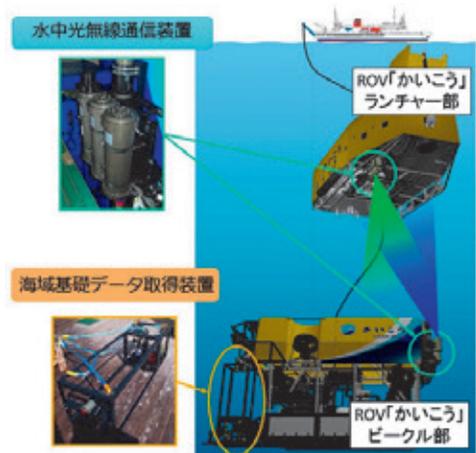
▲(図1) 水中における電磁波と音波の減衰曲線

それぞれの波が水中で吸収される程度を示しています。縦軸の吸収減衰が高いほど波は遠くまで届きにくく、低いほど遠くまで届きます。周波数 $400\sim 750\times 10^{12}$ Hzにあたる可視光は、吸収減衰が非常に低く、水中でも波を遠くまで届けることができます。横軸は周波数を表し、右に行くほど、波の幅は細くなり、伝達できる情報量は増えていきます。

ボット間の距離120mで、速度20Mbpsの通信ができたのです。これは、音波を用いた場合のおよそ1000倍で、ハイビジョン動画をスムーズに見られるほどの速さです。さらに、相手ロボット側にあるコンピュータを遠隔操作するという高度な通信にも成功したといいます。濁りのある実際の海で、このようなロボット同士で実用的な水中光無線通信に成功したのは世界で初めてです。「世の中の流れを知り、役に立つものを生み出すために様々な技術を組み合わせて開発しています。ものづくりが好きな私にとってその瞬間が一番楽しいです。」と、澤さんは話します。

近所で水中ドローンが買える日

今後、まるで陸上のWi-Fi環境のように水中で無線通信ができるようになれば、水中ロボットを遠くに移動させて調査させ、撮った写真や映像をリアルタイムに受け取ることもできるでしょう。「将来は、スマートフォンで操作できる水中ドロー



▲(図2) 澤さんが実海域試験で行った水中光無線通信の概略図
片側の水中光無線通信装置から緑色光、もう片方の海の中の様々なデータを取得する装置も搭載した水中光無線通信装置からは青色光を照射し、双方向の無線通信に成功しました。

ンが家電量販店に並び、誰でも海を探検できるようにしたい」と、澤さんはワクワクしながら未来を描きます。もし近所の店で水中ドローンが買えるようになったら、未知なる海の世界を解き明かしていくのは、みなさんかもしれません。

(文・滝野 翔大)



取材協力：国立研究開発法人海洋研究開発機構 JAMSTEC
研究プラットフォーム運用開発部門 技術開発部
海洋ロボティクス開発実装グループ
主任技術研究員 澤 隆雄さん



海中世界を覗き、 未来を支える計測技術

ブカブカと海に浮かんだ状態から勢いよく海中へ潜ってみると、海水温がどんどん下がっていくのがわかります。広大な海中世界には水温や水質、濁度、海流など、さまざまな環境要因が存在し、目まぐるしく変化しています。そして目に見えない海の変化や目の届かない遠くの水中環境を覗くことができるのが「海洋計測」技術です。この技術は私たちにどんな海を見せてくれるのでしょうか。



▲超音波流速計
調査船の船底等に取り付け、4つの発射口（写真の赤い部分）を対象へ向けて超音波を放射し、浮遊物質に反射した音波を受信する。4つの発射口から放射した超音波で3次元の動きを測定することで、高精度の計測を実現している。

海洋計測で海の今を知る

沿岸域や河口域では、潮の満ち引きにより水位や潮流が1日の中でも大きく変化します。見た目には見えにくいですが、植物プランクトンが生きるために必要な窒素やリンなどの栄養塩の濃度もまた刻々と変化しています。一方で、地球温暖化に伴う海水温の上昇や海洋酸性化など、100年単位で見てようやくわかる変化もあります。このようにさまざまな時間軸で海洋環境は変化しています。こういった海中環境の変化や海水の性質を、計測機器での測定や化学分析、得られたデータの解析により明らかにするのが海洋計測技術です。海水温の上昇や海洋酸性化など、長い時間をかけて地球規模で起こっている海洋環境の変化を予測し、対策を立てるためには、今現在の海洋環境を把握することがとても重要です。

失わない資源開発をするために

多様な環境に富む海の中でも、海洋計測が重要な場所のひとつに「熱水噴出孔」があります。それは、重金属や硫化水素などの成分を多く含む熱水が海底から常に吹き出している場所です。ここから噴出する熱水に溶け込んだ金属成分の析出物は鉱物資源として注目されており、これから開発が進むことが予測されます。一方で、熱水に含まれる化学物質は細菌のエサとなり、さらに貝類や甲殻類がそれらを捕食するため、そこには独自の生態系ができていきます。高温かつ、生物にとっては毒となる重金属や硫化水素が高濃度で存在する特殊な環境のため、そこに生息する生物は特殊な性質をもつ貴重な生物資源でもあるの



です。この生態系が、鉱物資源開発に伴って受ける影響が心配されています。

そもそも噴出孔周辺がどのような環境なのかを正しく計測し知っておくことは、生態系への影響を考慮した開発計画を立てるのに役立ちます。また、周辺生態系に実際にどのような影響が出ているのかを評価する際にも重要なのです。

音波で物質の動きを測れ

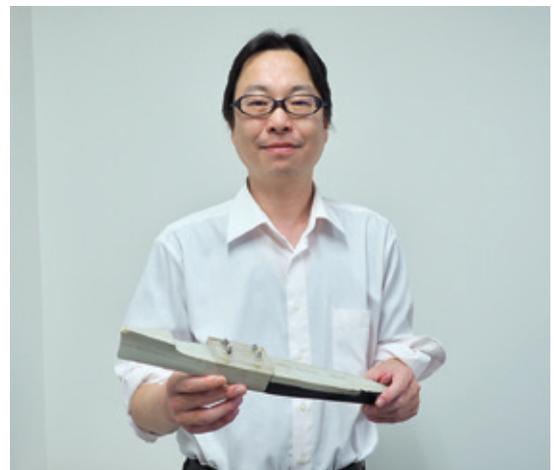
沖縄本島北西の海域にある長径6km，短径3km，最大水深1665mの巨大な凹地「伊是名海穴」。ここには熱水噴出孔が存在し，放出された浮遊物質が海穴内に広がっています。この高濁度な海水がどこから来てどこへいくのか，大阪府立大学の新井励さんは噴出孔周辺の海洋計測に挑んでいます。通常は海水中を光がどれだけ透過したかで濁度を計測します。しかし，広い海穴の中を手当たり次第に採水し，深い海へ潜って調査するのは困難です。そこで新井さんは超音波を使って，離れた場所から浮遊物質の動きを計測しようと研究に乗り出しました。

超音波流速計(ADCP: Acoustic Doppler Current Profiler)は，海水中に超音波を発生し，浮遊物質に当たって反射してきた音波の波長のずれを測定できます。この波長のずれから，浮遊物質の濁度だけでなく流速・流向を算出できます。実際は，水温や塩分，浮遊物質の粒径や密度などの環境に応じて音波が水中を伝わる過程で吸収・散乱されたり，測定器内の温度に受信感度が影響されたりするため，それらを加味した計算式を組み立てなければ，正確な濁度や流速は算出できません。新井さんはより正確に算出するための計測モデルを組み立てることに成功したのです。

未来へつながる環境情報

調査船からADCPを水深500mまで下ろし，そこから海穴内の海底となる水深1600mまでの浮遊物質の流速や濃度が測定されました。結果，海穴内の濁水の動きが少しずつ明らかになってきました。たとえば，海穴内の浮遊物質が一部では上向きに昇る流れがあるものの，主に下向きに沈んでいることが発見されました。これにより浮遊物質は海穴の中に留まっている可能性が示されたのです。最近では，浮遊物質の動きだけでなく，反射した音波の強さから浮遊物質の粒子の大きさも推定できることがわかってきました。将来的には，濁りの正体がプランクトンなのか，泥なのかも遠くから計測できるようになると期待されています。広大な海水中の環境を海洋計測技術で明らかにすることで，今後の海洋資源の適切な活用を促す基礎情報を得られるでしょう。海洋計測技術は海の今を知り，未来を支える技術なのです。

(文・仲栄真 礁)



取材協力：大阪府立大学大学院 工学研究科
海洋システム工学分野 准教授 新井 励さん



シビレイが教えてくれる 海底世界

「海のことは海の生物に聞くのが一番早い」。理化学研究所の田中陽さんが所属する研究グループは、海底に生息するシビレイに小型の発信器を搭載し、海底を調査する世界初の技術を開発しています。人類がたどり着く事すら難しい海底情報を、その環境を知り尽くしたシビレイが教えてくれるという発想です。

海底には地図がない

近年の調査により海底には、他の場所にはいない特殊な生物が生息していたり、レアアースなどの鉱物資源、海底火山や熱水噴出孔由来の熱資源といった多くの未利用資源が眠っていることがわかってきました。しかし、私達は未だに海底がどのような構造をしており、どこにそれらの資源があるのか分かっていません。そのため、この海底の謎を解明するためにはまず、海底の地形に関する情報が必要です。しかし、海底は、暗く、寒く、そして高い水圧のかかる、人類が向かうにはあまりにも厳しい環境です。そのため人類は、さまざまな技術を用いて海底の研究を進めていました。ところが、これほどまでに科学技術が発展した現在でも、海底資源の把握はおろか、海底地図をつくることすらできていません。そこで、海底にすむシビレイの力を借りようというのが、田中さんのアイデアです。

発信器の動力はシビレイの自家発電

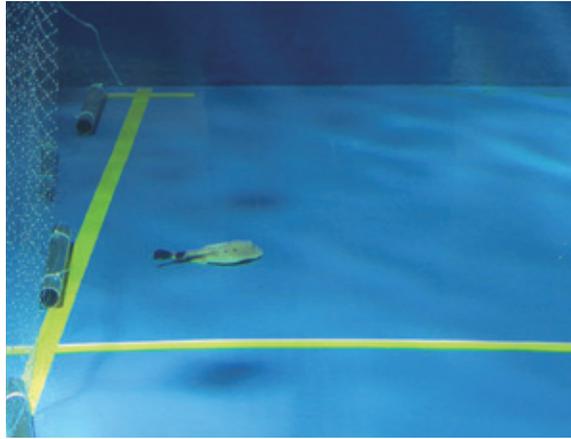
シビレイはその名のとおり、強力な発電器官



によって約30Vもの電気を生み出し相手をしびれさせ、エサにしたり外敵から身を守ります。田中さんはその発電によって動く発信器を生きたシビレイに取り付けることで、シビレイが生きて発電し続ける限り、この電気をもとに発信器が稼働し、信号を出し続けられると考えました。この発信器から送信された信号には、発信場所の水深と座標位置が含まれており、定期的に発信される信号の軌跡を追う事で、海底地形図の情報として利用することができるのです。現在は、シビレイがつくる電力で発信器を動かし、得られたデータが水深の情報として使えることがわかりはじめたばかり。このアイデアを実装するための実験・調査が進んでいます。

生きものの可能性を信じる

じつは、田中さんはもともと海洋は専門ではなく、生物の中で起こっている化学反応の解明と、それらの機能を応用した機器の開発などが主な研究題材でした。田中さんのこの専門性をシビレイに応用することで、海底地図情報の獲得が可能になったのです。



▲試験水槽で遊泳するシビレエイから発信される信号を受信する様子。

また田中さんは、シビレエイのような電磁波を出す生物がもつ、地殻変動の予知能力にも注目しています。「現状はまだ憶測の範囲ですが、いつか彼らが地震の予報をしてくれる日がくるはずです」と話す田中さんは、生きものもつ可能性を信じ続けています。

新技術でフロンティアに挑む

海底地形図の作成が進めば、海底に眠る未知のエネルギー資源の発見や、レアメタルなどの鉱物資源の発掘するまでにかかる時間やコストを、大幅に下げることが可能となります。また地震や津波といった災害については、海底地形の情報からより高精度な被害予測や、発生時期の予測が可能となります。さらに漁業において、これまでは詳細な海底地図がないために、どこで、どの水深に網をおろすかについては、漁師の経験や勘がたよりでした。より詳細な海底地図があれば、漁獲したい生物が好む海域を推定することが可能となります。つまり経験の乏しい漁師であったとしても、より安定した漁が可能となるのです。また漁獲するだけでなく、魚の産卵場保護を目的とした、漁業禁止領域の設定にも貢献できます。

海はひとたび私たちに牙をむくと、恐しい被害を与えうる存在です。その一方で、陸地とは異なりまだ多くの資源が私たちの目に触れることなく眠っている、大きな可能性を秘めた世界でもあります。そのため私達は、海との正しい付き合い方を知るためにも、海の事をより深く知る必要があります。次世代にこのフロンティアを託すためにも私達は、これからも新たな技術を生み、謎を解明し、海と正しく付き合う方法を、これからも模索し続ける必要があるのです。（文・小玉 悠然）



取材協力：国立研究開発法人 理化学研究所
生命機能科学研究センター 集積バイオデバイス研究チーム
チームリーダー 田中 陽さん

マリンチャレンジプログラム

全国の中高生が、海にかかわる研究に挑戦しています

マリンチャレンジプログラムでは、海・水産分野・水環境に関わるあらゆる研究に挑戦する中高生を対象に、研究費助成や、研究者によるアドバイスなどの研究サポートを行っています。まだ誰も答えを知らない課題やなぞにあふれた海の研究に、あなたも一緒に挑んでみませんか。



2018年度 全国大会を開催しました！

2019年3月に開催された「マリンチャレンジプログラム2018 全国大会 ～海と日本PROJECT～」では、プログラムに参加した全国60チームから選抜された15チームによる最終成果発表が行われました。

全国大会発表テーマ一覧

最優秀賞

- 今治市近海に生息する海岸生物の寄生虫に関する調査
愛媛県立今治高等学校

日本財団賞

- ニセクロナマコのキュビエ器官について
那覇市立古蔵中学校

JASTO賞

- 塩害土壌でおいしい低カリウム野菜を栽培する
福島県福島市立渡利中学校

リバネス賞

- ヤバいほどアユが遡上しすぎる魚道の開発
岡山理科大学附属高等学校

特別賞

- 小水力発電の普及
山梨県立甲府第一高等学校
- シロアリが日本を救う!? ～シロアリ配合飼料が魚体に及ぼす影響～
清風高等学校
- 水環境の指標動物となるミズダニの研究
山梨英和高等学校
- 災害時の使用を想定したポータブル海水淡水化デバイスの開発
国立大学法人千葉大学 教育学部附属中学校



- 農産物残渣を用いたウニの短期養殖
神奈川県立海洋科学高等学校
- 日本海漁業資源調査 ～ヒレグロの秘密にせまる～
兵庫県立香住高等学校
- ヒラメは川で生きられるか
長崎県立長崎鶴洋高等学校
- 季節による十八鳴浜の変化
宮城県気仙沼高等学校
- 藻類を活用し海水中の有価な金属イオンの回収を試みた基礎的な研究
～アミミドリによるMg回収を目指して～
学校法人福島成蹊学園福島成蹊高等学校
- 遺伝子マーカーを用いた淡水魚類に寄生する扁形動物門吸虫綱の生活環の解明
白陵中学校・高等学校
- 降河回遊種モズガニにおける海と川の連続性の評価から、増殖へのアプローチ
金光学園中学・高等学校

2019年度採択チーム決定!

全国40チームの中高生が、海にかかわる研究に挑戦します

2019年度も引き続き、海・水産分野・水環境にかかわるあらゆる研究を行う中高生研究者の挑戦を応援します。全国から多様な研究テーマが集まり、選考の結果40チームが採択されました。また、各ブロックにてマリンチャレンジプログラム2019認定証授与式を開催し、チームによる研究ピッチや研究の進め方講座、研究アドバイザーとのキックオフミーティング、交流会が行われました。

北海道・東北ブロック：6チーム
 関東ブロック：11チーム
 関西ブロック：9チーム
 中国・四国ブロック：8チーム
 九州・沖縄ブロック：6チーム



★発表テーマ例

- ヒトデの行動をコントロールする
- 外来種のカラドジョウは在来種のドジョウを絶滅に追いやるのか
- 藻類からオイルを効率よく取り出せないか
- イソギンチャクの生態にせまる
- 魚の腸内細菌叢を活用できないか
- 海洋ゴミを減らせ! マイクロプラスチックを回収するには
- タコの認知能力を解き明かす
- 美ら海とサンゴを守りたい!



地区ブロック大会開催予告

下記日程・会場にて、各地区ブロック大会を開催します。

見学参加が可能ですので、同年代の挑戦をぜひ見に来てください。(参加無料・要事前申込)

北海道・東北ブロック	2019年7月26日(金) 郡山ビューホテル(福島県郡山市)
関東ブロック	2019年8月2日(金) KFC Hall & Rooms(東京都墨田区)
関西ブロック	2019年8月9日(金) 鳥羽水族館(三重県鳥羽市)
中国・四国ブロック	2019年8月23日(金) 高松東急REIホテル(香川県高松市)
九州・沖縄ブロック	2019年8月30日(金) TKP ガーデンシティ 鹿児島中央(鹿児島県鹿児島市)

参加申込はマリンチャレンジプログラムHPから

マリンチャレンジプログラム Web サイト <https://marine.s-castle.com/>

採択チームの詳細や各チームの活動の様子も随時報告しています。

このプログラムは、次世代へ海を引き継ぐために、海を介して人と人がつながる“日本財団「海と日本プロジェクト」”の一環です。



小麦をおいしくする方法は、 小麦の乳酸菌が知っている

焼き立てふわふわのパンー想像するだけでお腹が空いてきます。このふわふわは、発酵過程で二酸化炭素ガスをつくる酵母という微生物の働きの賜物です。酵母の他にもパンづくりで活躍する微生物に「乳酸菌」がいます。乳酸菌といえばヨーグルトやチーズを連想をするかもしれませんが、小麦粉を乳酸菌で発酵させた「発酵種」をパン生地材料に加えると、酸味があり、しっとりとしたやわらかさが長持ちする風味の良いパンになります。これは、乳酸菌が乳酸や酢酸、そして保水性をもたらす多糖類をつくるおかげなのです。

乳酸菌は現在見つけているだけで300種類以上。人が個性をもつように、乳酸菌も種類が同じでもそれぞれに異なる特徴をもっています。中には、パンづくりに適したものや、そうでないものもいます。そこで、敷島製パンの猪股大祐さんは、パン製造に適した乳酸菌を探すため、2年をかけて帯広畜産大学と共同研究を行いました。じつは乳酸菌は自然界のあちこちに存在します。猪股さんは、小麦から見つかる種類であればパンづくりに適しているのではないかと考え、国産小麦品種「ゆめちから」に注目。調べ始めると、ゆめちからの小麦粉から同種を含む約30株(株：同じDNAをもつ集団)が見つかりました。そこから、小麦やパンづくりに使用される栄養源から①酸をつくる能力、②多糖類をつくる能力の2つを調べ、パン製造に活用できる候補を3種類6株までに絞ることに成功したのです。これらを小麦の名前に由来し「ゆめちから乳酸菌」と呼んでいます。

このうちの1株を用いたパンの製造がすでに始まっており、2018年冬には販売もされました。もともと長持ちするイタリアの伝統的なパン「パネトーネ」にゆめちから乳酸菌を用いることで、おだやかな酸味とやわらかさを長持ちさせることができたのです。「株によってできあがるパンは大きく変わります。それぞれの特徴を活かす研究をしていきたい」と語る猪股さん。ゆめちから乳酸菌の今後の活躍が楽しみです。(文・仲栄真 礁)

敷島製パン株式会社(Pasco)と株式会社リバナスは、中高生と一緒に学校の中で国産小麦「ゆめちから」を栽培し、その小麦で自分が食べるパンを自分でつくるといった研究に挑戦しています。

「ゆめちから」をもっと知りたい人はこちら

<https://www.pasconet.co.jp/yumechikara/>

自給率200%プロジェクト「ゆめちから」栽培研究プログラムについては、右ページで紹介しています

この方に取材させていただきました



敷島製パン株式会社
研究開発部基礎研究グループ
猪股 大祐さん

エントリー募集中！

栽培研究を通して、国産小麦の自給率向上にあなたも挑戦しませんか？

自給率200%プロジェクト 「ゆめちから」 栽培研究プログラム



みなさんが口にするパンの多くは、海外から輸入された小麦粉からできています。「国産小麦のパンを届けたい」という研究者たちの努力の結果、2008年に日本でも生産できる小麦の新品種「ゆめちから」が誕生しました。誕生から10年を経て生産量も増え、自給率も少しずつ向上しています。この夢が詰まった小麦を学校で育ててみませんか？2018年度の「ゆめちから」栽培研究校を募集しています。「自分と自分以外のもうひとり」のためにパンをつくり自給率200%*を目指しましょう！

※「自分と自分以外のもうひとりの1食分のパンをつくる」ことを狭義の意味で自給率200%と表現しています。

プログラム内容

10月の種まきから、翌6月の収穫時期まで水やり・観察を行います。課題研究のテーマとしても最適です。ぜひ栽培方法と収穫量の関係について調べてみましょう。収穫後にはパンづくりにも挑戦してみましょう。みなさんの活動の様子は特設ブログで発信したり、全国の参加校の様子も見たりすることが可能です。

詳細はWebサイト (<http://www.yumechikara.com/>) をチェック！

選べる3つの参加方法

- ①課題研究校 対象：関西地域の中学校・高等学校 3校
内容：肥料のやり方と収穫量をテーマとした研究に挑戦します。任命式、播種教室、工場見学、発表会などへの参加が必須となります。
- ②自由研究スタートアップ校
対象：全国の中学校・高等学校 4校
内容：自由なテーマで研究に挑戦します。年4回、ビデオ通話でのアドバイスを受けることが可能です。
- ③自由研究校 対象：全国の中学校・高等学校 40校程度
内容：「ゆめちから」の栽培、もしくは自由なテーマで研究に挑戦します。

申込方法

Webサイト (<http://www.yumechikara.com/>) の「イベント」をご確認ください。

締め切り：①課題研究校 7/20 (土)、②自由研究スタートアップ校・③自由研究校 9/30 (月)

注意事項：申込は学校単位となります。

参加を希望する生徒の方は、学校の先生に申し込んでもらってください。



「ゆめちから」を使っていることをしめすマークです。「ゆめちから」で日本の食料自給率を上げたいという気持ちの象徴ともいえる印です。

自分の気持ちを信じて進んだ、放線菌研究の道

高橋 洋子 さん

北里大学 北里生命科学研究所
創薬資源微生物学寄附講座 コーディネーター
北里大学 名誉教授

北里大学の名誉教授である高橋洋子さんは、2015年にノーベル医学・生理学賞を受賞した大村智博士の元で放線菌の分離と分類をし続けた、その道のスペシャリストだ。半世紀近くも放線菌の研究を続けてきた高橋さんは、放線菌の魅力について終始笑顔で語ってくれた。



実は人類の救世主！

放線菌とは、乳酸菌や納豆菌といったバクテリアの仲間、土の中に生息している。あまり馴染みがないと感じるかもしれないが、雨の日やガーデニングのときに感じる土の匂いの正体は、放線菌が放っているゲオスミンという物質。意外と身近な存在なのだ。

また、病院で処方される抗生物質の多くは放線菌に由来する。特に有名なものは、結核菌に効果があるストレプトマイシンだ。これを作り出す放線菌が発見されていなかったら、結核は未だに不治の病として恐れられていたかもしれない。このように、放線菌の仲間は様々な化合物を作ることが知られており、人間を助けてくれているヒーローのような存在だ。

大村研究室では、放線菌を分離培養し、彼らが作る物質の中から新しい薬になりそうな物質を探し出す研究を行っている。高橋さんはこのなかで、特に放線菌の分離のステップを担当してきた。その研究人生で見つけた新しい放線菌は実に1科13属53種にもものぼる。その中には、大村先生がノーベル賞を受賞される理由となった、エバーメ

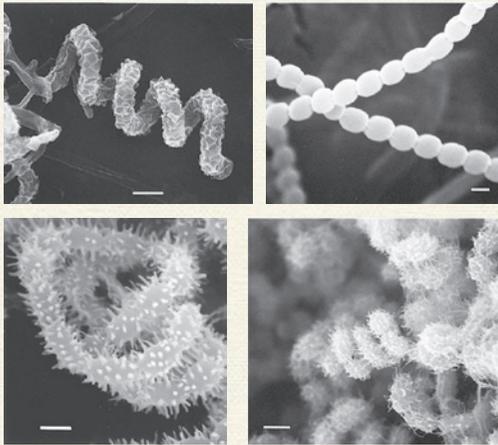
クチンという物質を作る放線菌をはじめとし、薬になる物質を作る菌がいくつも含まれている。

多様な顔をもつ放線菌

放線菌の魅力的な特徴のひとつは、細菌なのにカビのように複雑な形に分化することだ。「同じ属の仲間でも、数珠のように連なったり、コイル状になったり、バラのようにトゲが生えたりと菌ごとに形は全然違うんです」。一般的な細菌だと、球状や棒状の細胞が分裂して同じ形の細胞が2個になるが、放線菌は複数の細胞から成る菌糸を作り、その先に胞子を付ける。電子顕微鏡で観察すると、その形の複雑さがよく分かる。放線菌の多種多様な形態に魅かれた高橋さんは放線菌の分離・分類の研究に夢中になっていった。

自分を信じて、世界の常識を覆した

高橋さんにとって特別思い入れがある放線菌は、自らが名付けた「*Kitasatospora setae* (キタサトスポーラ セタエ)」。「この菌は菌糸と胞子がすぐバラバラになってしまうせいで、顕微鏡で観察すると2種類の菌がいるように見えたんです」。化学的な分析をしてみても同じように2種類の菌がいるという結果が出たので、周りは皆コンタミ



▲ *Streptomyces* (ストレプトマイセス) 属放線菌の走査型電子顕微鏡写真 (白いバーは 1 μm)

同属の菌同士でも形が大きく異なり個性があるのが、放線菌の魅力の一つだ。

ネーション*だろうと考えた。「でも、何回分離しても、培養している途中でまた2種類いるように見えるので、これは絶対1種類の菌だ！って思いました」。高橋さんは自分の考えを信じて、この菌の特徴を明らかにしたいと大村先生に直談判した。反対されるかもしれないと覚悟していたが、大村先生は「君がそう思うならやってみなさい」と研究を後押ししてくれた。

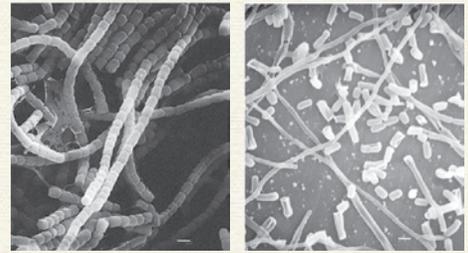
高橋さんは孢子を慎重に分離し、培養の過程で菌糸が伸びて、糸状の形態と円筒状の形態が混在する様子を撮影することに成功した。さらに、まるで2種類の菌がいるかのように思われた化学分析の結果は、孢子と菌糸で細胞の成分が変わるためであるということも証明してみせた。これは当時の常識を覆す発見であった。

「自分のアイデアを大切に、一步一步目的にたどり着くために工夫を凝らすのが研究の楽しいところです」。自分の考えを実行に移す熱意とそれを応援してくれる環境が、大きな成果につながったのだ。

面白いと思ったら、とにかく挑戦する！

高橋さんが放線菌に出会ったきっかけは、研究

*ある1種類の菌しかいないところに別の菌が混ざってしまうこと



▲寒天上で生育した菌

▲液体中で生育した菌

▲ *Kitasatospora setae* KM-6054[†] の走査型電子顕微鏡写真
寒天上では、細胞が数珠状に連なる。しかし、液体中で生育させると糸状と円筒状の2種類の菌がいるように見える。

補助員として雇われ、大村研究室に配属されたことだ。当時は、病院の検査技師になろうと思い、専門学校の二部に通っていた。しかし、次第に放線菌の魅力に引き込まれ、自分のアイデアを試してみたいと思い、そして実際に行動に移したことで、人生をかけて取り組むテーマを見つけた。「自分が人生を捧げるようなテーマはたくさんの経験をして決まっていくものです」。若い頃は焦って将来を決めるより、「面白い！これやってみよう！」と思ったら実際に行動してみることのほうが大事だと高橋さんは話す。「チャンスは、行動できる人の元にやってきます」。高橋さんの様子からは、自分の研究テーマを心から楽しんでいることがまざまざと伝わってきた。皆さんも「面白い！」と思ったら行動に移し、自分が夢中になれるテーマを見つけてほしい。 (文・宮野 嶺)

高橋洋子 (たかはし ようこ) プロフィール

1967年(社)北里研究所に入所。抗生物質探索のための放線菌の分離、分類、培養について学び、50年以上放線菌の分離と分類に従事。1985年に保健学博士号を取得。1988年に第一回日本放線菌学会研究奨励賞(現浜田賞)、2004年に日本放線菌学会学会賞(現大村賞)、2011年に住木・梅澤記念賞(公益財団法人日本感染症医薬品協会)を受賞。2008年より二期4年放線菌学会会長。2014年より現職。同2014年日本放線菌学会名誉会員となる。2016年より北里大学名誉教授を兼任。

生命に 満ちる水

地表面の七割は水

人体の七割も水

われわれの最も深い感情も思想も

水が感じ 水が考へてゐるにちがひない

大岡 信 『故郷の水へのメッセージ』より



第二回 水はめぐる

水の動きを可視化する，シミュレーション

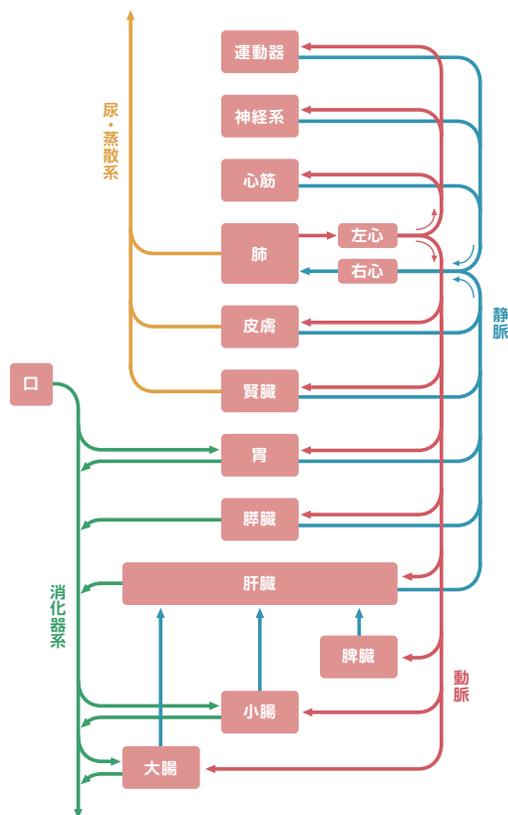
生きること，それは，水がからだをめぐること。全身の細胞が酸素を得るのも，栄養を得るのも，二酸化炭素を排出するのも，老廃物を排出するのも，細胞どうしがコミュニケーションをするのも，からだを水が流れ，水がいろいろなものを運ぶからできることなのです。

水は，からだのすみずみを縦横に，しかも，一定の秩序をもって流れています。あなたが今，コップ1杯の水を飲んだとしましょう。たくさんの水分子は，のどを下り，胃に流れ落ち，小腸と大腸の細胞から血管の中に取り入れられます。

水の行き先は様々です。血液として心臓から送り出される水，腎臓から尿として体外に出される水，汗として皮膚で蒸発して私たちの体温を下げてくれる水，リンパ管に入り免疫細胞を運び外敵と戦う手助けをする水，消化液として胃から分泌され食べ物を溶かしこむ水...

水はからだの中をめぐる。そのたくさんの水分子のそれぞれがこのあとどうなるのか，すべて説明できる人はこの世にはまだいません。

いったいこの水たちは，どこへいくのでしょうか？いつでも，どこにでも，たくさんある，小さな分子，水。どうすれば，目的の分子だけを区別できるのでしょうか。ここに，研究の難しさがあります。ここでは，からだを流れる水の解明に関する研究を紹介します。



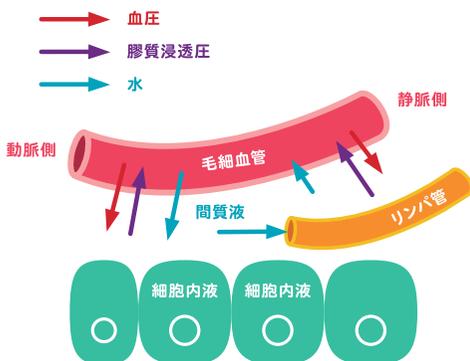
めぐる水は謎だらけ

私たちは毎日飲み物や食べ物から水分を摂取し、またそれらを尿や便として身体から排出しています。では摂取から排出までの間、からだの中をめぐる水分子は、体内のどこをどのように流れるのでしょうか。からだ全体の水の分布と流れを理解するための研究が進められています。

水の流れのシミュレーション

ヒトのからだの6～7割を占める水のうち、5%は血液として血管内に、40%は各臓器の細胞内に、のこりの15%は血管と臓器細胞の間の「間質」という部分に間質液として存在しているといわれています。水分をとりすぎると、血液や細胞内の水ではなく、間質液が多くなります。手足や顔がむくむのは、この間質液がたまった状態をいいます。

〈毛細血管からの水の出入り〉

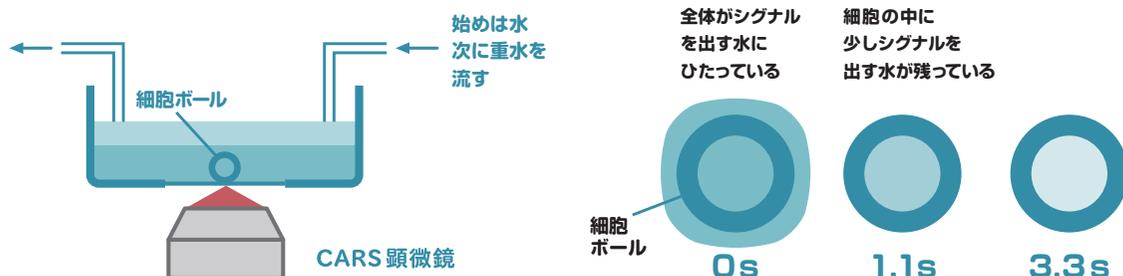


そこで、間質液をはじめとする水の流れを知るためには、各臓器に達した水がどのような速さで血管、間質、組織の細胞に流れていくかのシミュレーションモデルが開発されています。これにより飲んだ水分子が、どこに、どれだけの量、どんな状態にあるのかが予想できます。これまで誰にもわからなかった、水分子の行き先が、詳しくわかるようになるかもしれません。

水分子の動きを直接見たい！

水が透明で、組織のなかでの動きを直接的に観察できないことも、研究を難しくしている理由のひとつです。近年、水が上皮細胞の層の内外をどう拡散していくかを、直接観察することも可能になっています。使われているのは、日本に数台しかない水分子そのものを観察できる特殊な顕微鏡、CARS顕微鏡です。

CARS顕微鏡は、ラマン散乱という現象を使っています。散乱とは、物質にあたった光の一部が、四方八方に散らばることで、大部分の散乱光はあてた光と同じものです。しかし、ほんの一部の散乱光は、当てた光とは違った光になって散



▲ラマン散乱シグナルを出す水から、出さない水に交換している。細胞ボールの中の水は、周りから数秒遅れて抜けていく。

乱します。これは光のもつエネルギーの一部が水分子とやりとりされたことで起こる現象で、ラマン散乱と呼ばれます。ラマン散乱の仕方は、物質によって決まっています。そこで、水分子に特有のラマン散乱に着目し、さらに2つの光をつかってその違いを増幅することで、水を直接観察することができるようになるのです。

球形のふくろ状に培養された上皮細胞を用い、CARS顕微鏡で、水がどのように透過するかを測定することで、細胞内外における水分子の動きを調べることができます。ここで使われるのは、ある条件でラマン散乱を起こす水と、起こさない水、重水です。重水とは、少し重たい水素と酸素でできている水のことで、水と重水を交換しながら、ラマン散乱をCARS顕微鏡で観察することによって、水が上皮細胞の層の内外をどう拡散していくかがわかります。球状に培養した細胞ボールを水に浸し、CARS顕微鏡を使って水の移動を観察すると、水はわずか3秒で細胞ボールの

内側に入りこみ、内外で均一になることが明らかになりました。細胞の内と外では、とても早いスピードで水の交換が行われているようです。しかも実際のからだの中では、その水の交換が緻密にコントロールされて、からだの血液や細胞の中の水が細胞の外に流れ出てしまわないようにバランスを保っています。

からだの中をかけめぐる水

研究を進めていくと体の中を水が縦横無尽に、それでいて秩序をもってかけめぐっていることがわかってきます。まだまだ謎に包まれている水の動きですが、これから少しずつ明らかになっていくことでしょう。私たちのからだを、水がどのようにめぐっていくのかより深いレベルで理解できるようになれば、私たちと水との付き合い方も進化していくはず。食事の前後や激しい運動をした後など、状況に合わせた体にいい水分の取り方を知ることもつながると期待されます。



脳の中にある，水の新たな通り道

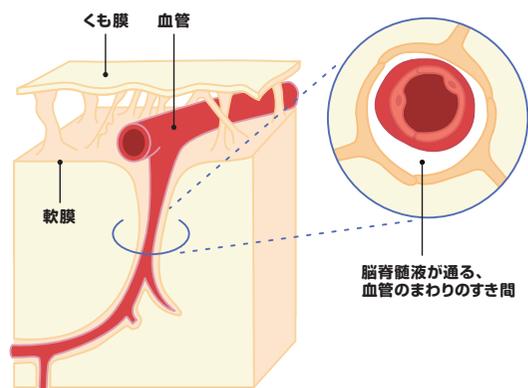
頭がい骨の中は、脳脊髄液や間質液などの細胞外液に満たされていて、脳はその液体に囲まれています。脳が正しく働くためにはこの細胞外液の制御がかかせません。今、血管と脳細胞の間にあるわずかなすき間とそこにある脳脊髄液の流れに、世界の注目が集まっています。

脳内をたえずめぐる水

私たちにとって脳はとても大切な器官です。そのためか、脳は頭がい骨だけでなく、硬膜、くも膜、軟膜と呼ばれる3層の膜に包まれ守られています。今回注目するのは、くも膜と軟膜の間。そこには、脳脊髄液があり、絶えず循環しているのです。ヒトの脳には、約130mLの脳脊髄液があるといわれており、24時間に約500 mLも産生されていることから、1日に約3~4回も入れ替わっている計算になります。よく口にするジュースのペットボトルとほぼ同じ量のこの液体、頭の中でどういう道筋をたどって、どこに行くのでしょうか？ 実はこの問いへの答えが、私たちの脳の健康に大きく関係していたのです。

夜間は脳のお掃除タイム？

脳脊髄液の通り道として注目されているのが、脳の内側に入り込む血管と大脳を包む軟膜の間に空いている、わずかなすき間です。脳脊髄液は、このすき間を通り、脳内を循環すると考えられています。さらに近年、脳が深い睡眠状態にあるときは、起きているときにくらべて、脳脊髄液の循環速度が上がるということがわかりました。ここから、



▲脳の内側に入り込む血管と、その断面図

脳は睡眠中に血管のまわりのすき間をぐっと広げることで、脳の老廃物を流し出すスピードをあげているのではないかと、と考えられ始めています。

脳の水の流れを解明して健康に

脳脊髄液は、脳の血管の周囲のスペースなどを常に流れることで、老廃物を取り除くだけでなく、脳細胞に酸素や栄養を供給し、シグナルを伝達するなどの役割を担っていると考えられます。今後、水の流れが詳細に解明されることで、新しい薬や治療法、睡眠と覚醒のサイクルの解明など、より健康に過ごすための方法が明らかになることでしょう。

WAKWAK プロジェクト推進中！

someone 読者向け 研究調査アンケート+協力者大募集

何かについて、ワクワクして自分から思わず行動することで、結果的に学んでいく。リバネスでは、これには答えのない問いに向かって、試行錯誤を繰り返しながら探究的な活動を通して解決していくことが大切だと考えています。リバネス教育総合研究センターでは、昨年から、そんな中高生の皆さんが探究的な活動を通じた「ワクワク」について研究プロジェクトをスタートしました。

昨年、600名以上の高校生へ行ったアンケートでは、8割以上の生徒が「自分がワクワクすることがある」と回答しました（下図、内側の円）。一方で、自分がワクワクすることに対して、自分で調べたり、先生や親に聞いたり、自分で実験してみたり、と積極的に行動を取っている生徒は6割いることがわかりました。

昨年分かってきた結果をもとに、今年は研究をしたり、調査をしたり、課題に思ったことを解決しようとする学校の探究活動において、どんな取り組みがより皆さんのワクワクを引き出しているのか研究したいと思っております。

そこで今回の someone では、**探究活動においてどんな時にワクワクするのかアンケートを実施します。**この結果は、9月1日に発刊される『someone』と、『教育応援』（リバネスが全国の先生方に配布している冊子）で公開します。

アンケートは全部で10問。所要時間は約5分。オンラインフォームでの回答になります。回答受付期間は6月1日～6月30日の1ヶ月間です。また、回答していただいた読者のみなさんの中から、**抽選で2名の方に腸内細菌ボードゲーム「バクテロイゴ」をプレゼントします！**

たくさんの方のみなさんのご意見、お待ちしております。

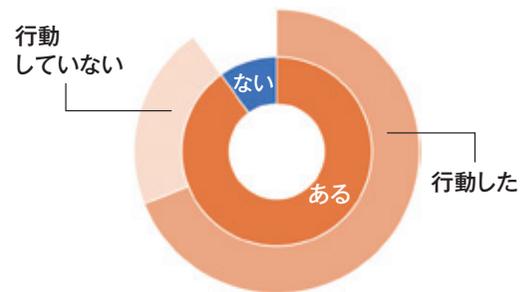
アンケートはこちら



お問合せ

リバネス教育総合研究センター someone アンケートプロジェクト 担当：前田
Email : ed@lnest.jp

図1.興味関心を持っているものの有無とその後の行動について



▲リバネス発刊 先生向け冊子『教育応援』vol40号より抜粋





となりの理系さん

自らの「興味」を追求し、科学の活動を始めた理系さんをご紹介します。

今号の理系さん.....
↓



おくやま えいみー
奥山 映美さん

東京大学教育学部附属中等教育学校
(6年生)

2018年にサイエンスキャッスル研究費第3回リバネス賞の採択を受けた奥山さん。学校の生物部に所属する彼女は、バレエのレッスンで生じた疑問を研究に落とし込んでいます。彼女の研究に対する主体性やモチベーションの源泉はどこにあるのでしょうか。

◆奥山さんは今、どのような研究をしているのですか？

私は、音楽の種類がマウスの行動の変化に影響を与えるかどうかを実証する研究を行っています。形状や大きさを一定にした自作のフィールドに一定時間マウスを放ち、ホワイトノイズ*、クラシック、ジャズ、ロックと曲想の異なる音楽を聞かせた場合の移動距離や時間を計測しています。マウスの個体差によるばらつきを統計処理して結果を比較することで、音楽の種類がマウスの行動に与える有意な差を探索しています。

*全ての周波数帯を同等に含む雑音のこと

◆研究テーマを決めるときにこだわったポイントはどこですか？

私は、5歳からクラシックバレエを習っています。レッスンのときに、長調のテンポの速い曲では脚が上がりやすく、なめらかな曲では手を伸ばしやすいなど、曲によって身体の動き方が変わること気づき、ずっと疑問に思っていたんです。研究テーマを選ぶときに考えたことは、実験を活かしたテーマで、踊りだけでなく研究でも自分らしさを表現したいということ。そうすることで、色々な人に

関心を持ってもらえるのではと思いました。研究テーマを模索する中で、オペラなどの音楽を聞かせると、心臓移植後のマウスの生存期間が伸びたという帝京大学の新見正則先生の研究(2013年にイグ・ノーベル賞を受賞)を知りました。そこで、音楽の影響でマウスにも自分が感じたような行動の変化が起こるのか確かめたいと思い、この研究を始めました。

◆自分のアイデアを1から形にしていくことは大変ではなかったですか？

初めは、決められた実験系がなくて苦労しました。でも、研究コーチと何度もディスカッションを重ねることで、マウスの不安行動を防ぐことのできる実験フィールドの考案や統計処理を用いたデータの分析方法など、仮説の検証が可能の実験系を立ち上げることができました。今は関心のあるスポーツ科学の研究にも取り組んでいます。バレエの姿勢にあるつま先立ちをトレーニングに取り入れたときに運動能力が向上するかどうかを、体育の授業前に同級生たちに協力してもらって調べています。これから、しっかりと研究結果をまとめていきたいです。

奥山さんは

実体験から生まれた疑問を追求し、研究で自分を表現するバレリーナ

仮説・検証・考察のプロセスを繰り返し、研究を着実に前に進める力を持つ奥山さん。彼女の姿や発言からは、あらゆる場面で自分の関心や個性を発揮したいという確固たる意志が感じられました。その主体性と好奇心を活かし、これからも新たな研究成果を生み続けてもらいたいです。

(文・神藤 拓実)

少しだけ先を歩くセンパイたちに、どんなことを考え、経験し、道を行ってきたのか質問してみましょう。あなたも一歩踏み出せば、自分が思い描く未来に手が届くかもしれません。

あなたのあるく
一歩さき



生き物大好き小学生が、 最高の動物医療を届ける研究者を目指す

麻布大学 獣医学部 獣医学科
古里 司紋 さん

祖母の家の猫や自分で飼っていた亀、オタマジャクシなど色々な生き物に囲まれて育ち、大人になったら大好きな動物の研究者になりたいと、小学生の頃から考えていた古里さん。様々な動物のことを、細胞レベルから臓器、生体レベルまで学ぶことができる獣医学科に入学した。そして卒業を控えた今、改めて「動物医療現場を知る研究者」になりたいと考えている。

**Q：来年度には卒業を控えています、
どんな道へ進もうと考えていますか？**

獣医師として5年くらい動物病院で働いて、その後大学に戻ってまた研究がしたいと考えています。私の指導教官は、いつも「動物病院など現場で活かされることを想定した研究に組み組め」と言っています。しかし、世の中で使われることを想定した基礎研究ばかりではないことに気づき、現場に即した研究は大学の中にいるだけでは見えてこないと感じたんです。

例えば、ペットや家畜の病気にとってもよく効く薬を見つけたとしても、毎日3回飲ませ続けないといけないとしたら、使い続けるのは大変ですね。現場でたくさん課題に触れて、将来の研究に役立たいと思っています。

Q：現在ではどのような研究を行っているのでしょうか。

犬の心不全という心臓の病気を防ぐための研究をしています。先輩のテーマを引き継ぐこともできたのですが、自分はいちから研究テーマを立ち上げたいと思いました。そこで、もともと興味をもっていた「心臓」と「エネルギー代謝」をキー



小学生時代



現在の古里さん

ワードに関連する論文を読みあさりしました。調べていくと、ピルビン酸という、糖からエネルギーを生む際の間産物が心機能を増強させるという研究を見つけたんです。自分の興味が重なるテーマで、かつ臨床応用にもつながる意義のある研究だと思っています。仮説検証を繰り返しながら、現在は「心機能と心臓のエネルギー代謝の関係」に注目して研究を進めています。

Q：将来はどんなことを実現したいですか？

人と同じような高水準の動物医療を提供するのが小さい頃からの私の夢です。そのためにも基礎と臨床の両方の視点をもって、現場に通じる研究を進めていきたいです。最近はデータを活用した医療が人を対象にした医療現場でも盛んですが、動物医療にも同様の流れが起こるだろうと思います。症例の少ない疾病に対して、電子カルテのデータを共有するなど、医療の質を上げるためのしくみづくりにも興味をもっています。もちろん、心臓病の研究もさらに突き詰めます。様々な経験をしながらその都度自分で考え、夢に向かって歩いていきたいと思っています。(聞き手・尹晃哲)

誰もがトライアングルを上手に奏でられるように

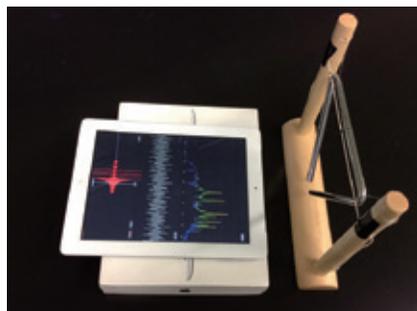
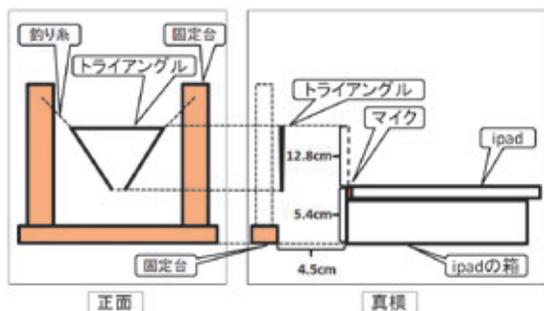
色々な楽器の音を聴いたり、演奏したりするなかで「どうしてこんな音が出るのだろう?」と思ったことはありませんか? 増本さんもその一人です。「最初は誰でも簡単に鳴らせる楽器だと思っていたけれど、少し打ち方を変えてみると、打ち方や角度で音が全然違うことに気づきました」と増本さん。そこで、トライアングルの打ち方と音の関係について調べてみました。すると、振動の種類についての研究は見つかりましたが、「鳴らし方」と「鳴る音」の研究はなかったので、自ら研究することに。「小さい子や初めての人でも、鳴らしたい音が出せるように教本を作りたい」と、音楽への情熱を研究へと発展させた増本さんの研究を見てみましょう。



文京学院大学女子高等学校
2年生 ますもと ひなの
増本 雛乃さん

実験環境準備 音の研究を行うための道具開発

研究データを取るためには、トライアングルの音を再現性高く出せる必要があります。そのために、まずは固定器具を作ります。また、他の音が入らない場所・時間帯を探し、場可能な限り同じ環境で実験できるようにします。ポイントは形状・大きさ・太さ・材質をチェックすること。これが異なると発せられる音の性質は変わります。また叩くピーターの違いによっても一部の音の性質は変化します。



実験材料・器材

トライアングル
固定器具

作り方と注意

- ① トライアングル
- ② スタンド
- ③ 糸
- ④ 紐
- ⑤ クリップ



研究者からのアドバイス

身近な楽器について、単に音を楽しむだけでなく音を現象としてとらえ研究として活動されている姿に感銘しました。私も過去にお寺の鐘の音色について研究したことがあります。打楽器が難しいところは打点を起点として周辺の空気の振動(気体振動)により発生する音波と、楽器の共鳴(個体振動)により発生する音波等に時間差が生じるところです。この2つの音波が空気中にて重なり合って音色として聞こえますので、たたき方はもちろんたたく場所や角度によっても、気体振動として伝わる音波と個体振動として伝わる音波の重なり度合いが異なり音色も変化します。

もし「トライアングルの教本」を物理現象として

とらえたいのであれば、各周波数に対する波長、空気中の音速、固体中の音速、さらには三角関数をしっかり学べるとこの現象は解析できる可能性が大きいです。ヒントとしては $\sin 1\text{Hz} + \cos 1\text{Hz}$ は波として同じ1Hzでも何が違うのか理解できれば、この研究はさらに発展できる可能性を秘めていると思います。今後の活動に期待しています！

今回の研究アドバイザー

立命館大学 情報理工学部

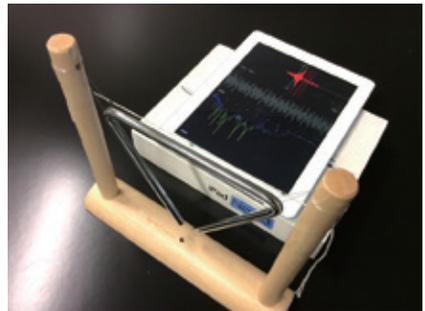
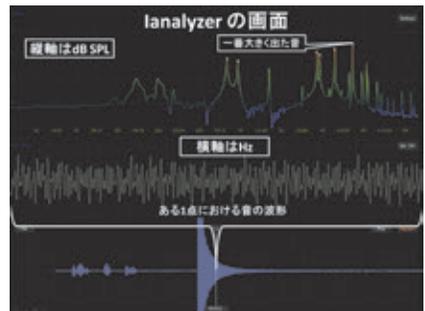
にしうら たかのぶ

西浦 敬信 さん

実験 周波数解析ソフトを用いた音波解析

装置ができたところで、次は音の解析です。この実験では iPad Air を用いて無料の周波数解析アプリ iAnalyzer lite でトライアングルの音を解析しました。(後に多数のデータを記録できる 3600 円の iAnalyzer にバージョンアップしています) 楽器だけでなく、生き物の声や都会の騒音など様々なものを調べてみると面白いかもしれません。

※ iPhone でも使用できるアプリなので誰でも簡単に無料で使用できます。



実験方法

- ① トライアングルを固定します。
- ② 打つ箇所や、角度、持ち方など条件を決めてトライアングルを鳴らします。
- ③ トライアングルから一定の距離・方向に固定した iPad のマイクとアプリを用いて鳴った音を記録します。
- ④ 得られた周波数解析の結果を分析し、他の結果と比較検証します。

サイエンスキャスル TV でも、増本さんの研究が紹介されています！他にも色々な中高生研究者の動画や、実験レシピがあるので、ぜひ見てみてください！



実践！検証！サイエンス テーマ募集

本コーナーでは、みなさんから取り上げてほしい研究テーマを募集します。自分たちが取り組んでいる研究、やってみたいけれど方法に悩んでいる実験など、someone 編集部までお知らせください！研究アドバイザーといっしょに、みなさんの研究を応援します。

E-Mail : ed@lnest.jp タイトルに「実践！検証！サイエンス」といってください。

サイエンスキャッスル研究費 リバネス賞申請募集中!



サイエンス
キャッスル
研究費

サイエンスキャッスル研究費は、オリジナルの研究に挑戦する中高生を後押しするために生まれた研究費です。費用がなくて、現在研究することを諦めていた研究者の卵が、すぐに研究をスタートし科学技術の発展を牽引してくれることを願っています。

サイエンスキャッスル研究費 リバネス賞

募集テーマ

自然科学（物理、化学、生物、地学）、技術開発、社会科学などの分野。
中学生、高校生が行うあらゆる研究テーマを募集します。

募集対象

研究活動を行う中学生、高校生、
高等専門学校生（3年生以下）

使用用途

研究開発に要する経費（材料費、部品等購入費、
設備費、交通費等。ただし、飲食代は除く）

研究期間

2019/7/11（木）（予定）～12/31（火）

体制 主催：株式会社リバネス 協力：朝日新聞

助成内容 ・研究費 50,000円
・専門家による研究メンタリング

採択件数 5件程度

応募締め切り **2019/6/19（水）16時**

お申込みはサイエンスキャッスルHPから

<https://s-castle.com/grant/>

お問合せ

リバネス教育開発事業部 ed@lnest.jp 担当：立花、中嶋

SDGs 特別賞

2019年度のリバネス賞では「SDGs 特別賞」を新設しました。リバネス賞の採択テーマのうち数件を、SDGs 特別賞として採択し、世の中の課題にチャレンジする中高生を強力にバックアップします。

SDGs（エスディージーズ：Sustainable Development Goals～持続可能な開発目標）とは、世界が抱える問題を解決し、持続可能な社会をつくるために世界各国が合意した17の目標と169のターゲットです。

申請条件

- ・申請する中学生もしくは高校生・高専生が主体的に申請すること
- ・保護者もしくは所属する学校の同意があること
- ・申請書類に記入すべき情報（連絡先等を含む）の提供が可能であること
- ・サイエンスキャッスル2019 いずれかの大会で研究成果を発表すること
- ・採択者の情報や研究の内容及び成果（採択者の氏名、年齢、所属学校、顔写真等の個人情報を含みます）が、リバネスが運営するWebサイト、刊行物、SNS その他媒体を問わずメディアへ掲載されることに同意いただけること

サイエンスキャッスル・マレーシア大会報告

イベント
pick up

2019年4月13日-14日、中高生のための学会サイエンスキャッスル・マレーシア大会が首都のクアラルンプールで開催されました。2019年11月には、シンガポール大会も開催予定です。国際学会での発表に挑戦するチャンスをお見逃しなく！

大会テーマ 「Creative and Innovative Solutions in The Changing World」

マレーシアでは、自国の課題解決や発展のために創造力や革新性の高いアイデアをもった研究者が多く活躍しています。そのような国の特徴を体現したテーマのもと、多くの応募が集まり、マレーシア全土13校ならびに日本から1校が参加しました。

大会1日目には11件の口頭発表、27件のポスター発表が行われ、2日目には全参加者が混ざり合って先端研究を学ぶワークショップを実施しました。

日本からも岐阜県加茂高校が参加し、「ミドリゾウリムシの謎に迫る!」、「特定外来生物アルゼンチンアリの環境に優しい駆除方法」という2つのテーマでポスター発表を行いました。

最優秀賞

「Modification of Cellulose from Coconut Husk for Crude Oil Spill Cleaning」 Mr. Rohit A/L Baskaran (SMK Kota Kemuning)



ポスター発表



口頭発表



生徒交流



生徒交流



ワークショップ



大学研究室見学

参加者の声 (岐阜県加茂高校)

- ・一番印象に残っているのは、相手のプレゼンテーションの勢いです。
- ・参加していた生徒たちは母国語ではないにも関わらず英語がペラペラでした。日本人との語学力の差を感じました。
- ・年下なのに4か国語を話せるすごい子など、いろんな人たちと交流できるので、ぜひ参加してみてください。
- ・国際大会での発表はめったにない経験だと思うので、とにかく自分の出せる最大限の力を出して笑顔で楽しく頑張ってください。

サイエンスキャッスル 2019年シーズンについては次のページをチェック！



研究を通して世界を発展させる未来のリーダーの登竜門

中高生のための学会 サイエンスキャッスル2019 研究発表演題エントリー開始!

2019年度は「研究を進める仲間と出会う」をコンセプトに掲げ、参加するすべての人が新たな研究テーマや研究における仲間と出会い、ディスカッションする場を作っていきます。自らの仮説や検証結果をもとにした専門家とのディスカッションは、研究を進める一歩になります。また新しい現象を発見したり、世にないものを作り出したりするためには、ともに研究を進める仲間が大きな力となります。日頃取り組む研究の成果を発信し、同世代や先輩研究者と共に議論しませんか。あなたの研究を一歩前に進めるきっかけが見つかるかもしれません。

サイエンスキャッスル2019

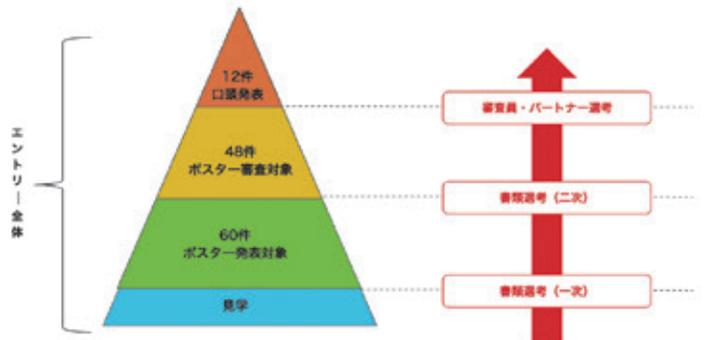
大会共通コンセプト 「研究を進める仲間と出会う」

2019年11月1日(金)	シンガポール大会	場所: シンガポール国内
2019年12月8日(日)	九州大会	場所: 熊本県立水俣高等学校(熊本県水俣市)
2019年12月14日(土)	東北大会	場所: 成田公民館(宮城県富谷市)
2019年12月22日(日)	関西大会	場所: 大阪明星学園 明星中学校・明星高等学校(大阪府大阪市)
2019年12月21日(土)、22日(日)	関東大会	場所: 武蔵野大学中学校・高等学校(東京都西東京市)

変更ポイント①

選考と発表形態が変わります!

- 発表者は大会ごとに最大120件となります。
- ポスター発表は、48件が当日ポスター審査対象となります。



昨年度大会の様子

2018年11月、12月にはシンガポール大会、東北大会、九州大会、関西大会、関東大会の国内外5大会が開催されました。全国から2100人以上の参加者が集まり、400件を超える研究発表が行われました。

イベント
pick up

口頭発表

口頭発表は事前審査で選ばれた12演題が参加。研究の成果を発表し、審査員との質疑応答を行います。



ポスター発表

例年大盛況のポスターセッションでは、参加者や審査員たちの間で熱いディスカッションが繰り広げられます。

特別講演

特別講演を実施。最前線にいる研究者たちが今見ている世界について紹介します。



特別企画・ブース展示

サイエンスキャスル研究費の採択演題やパートナーの大学・企業もこの場に集結し、プロジェクトの成果を発表します。



2019年6月1日より
演題申込開始！

登録締め切り

シンガポール大会：8月16日

日本国内4大会：9月30日

詳細・申込みはHPから

<https://s-castle.com/sc2019/>

変更ポイント②

演題登録・登壇の仕組みが変わります！

- ・当日参加者は発表者、聴講者に限らず全員登録が必要になります。
- ・演題登録は、研究代表者個人が手続きを行います。(メールアドレスが必要です)
- ・担当教員名は任意項目になります。
- ・口頭発表の登壇は原則代表者1名となります。演示等の補佐として必要な場合は複数名の登壇を受け付けます。発表及び質疑応答は代表者のみとなります。

変更ポイント③

表彰・授与が変わります！

【口頭発表】

- ・口頭発表審査員による審査で選ばれた最優秀賞および各賞が、研究代表者個人に対して授与されます。

【ポスター発表】

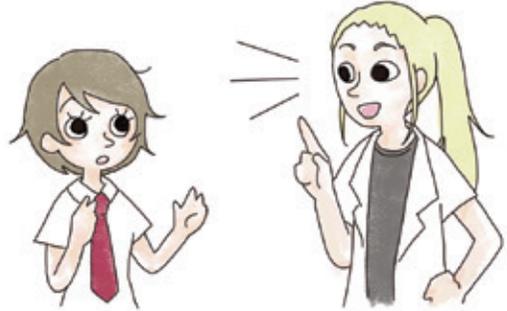
- ・口頭発表発表に選ばれた12件は、チームに対して優秀賞が授与されます。
- ・ポスター審査対象に選ばれた48件は、審査で選ばれたチームに対して最優秀ポスター賞、および各ポスター賞が授与されます。

Hatch!

歩き出せ、新米研究者

ハッチはScience部の高校2年生。実験をしながら「こうしたら一体何が起きるんだろう」という気持ちがあふれる。平凡な毎日でも「世界って不思議」と思うことが増えてきてなんだか楽しい。最近「やってみた」から「なぜ、そうなるの?」の答えを求めて、奮闘中の2年目研究者。

夏休みにカナダでホームステイすることになったハッチ。大学で語学研修に参加することになったので調べてみると、微生物の研究者がいることを発見! またとないチャンスだと思い、直接メールをして、研究紹介をさせてもらえることになった。



Episode4: 他の可能性はないのかな?

Hatch: I wanted to know which microorganism degrades plastic most **efficiently**, and placed three microorganisms on plastic and observed them for a few days.

Bill: Why did you think this microorganism degrades plastic most efficiently?

Hatch: Because it increased the fastest.

Bill: Do you really think it suggests the degradation efficiency? Can you think of any other reasons why it increased faster than others?

Hatch: Maybe it grows faster than others...?

Bill: Yes, that may be one of the reasons, too. Try your best to imagine what could be the possibility that affected your result. To support your **hypothesis**, you also need data that **decline other possibilities**.

ハッチ: どの微生物が最も効率よくプラスチックを分解するのか知りたくて、プラスチックの上に3種類の微生物を置いて観察しました。

ビル: どうしてこの微生物がプラスチックを一番効率よく分解すると思ったの?

ハッチ: これが一番速く増えたからです。

ビル: ほんとにそれだけで分解の効率がいいと言えるかな?。その微生物が他のより増えやすかった理由は他になにか考えられるかな?

ハッチ: 他のより成長が早いのかも...?。

ビル: そうだね、それも原因の一つかもしれない。想像力を働かせて、君の結果に影響するようなものの可能性を考えてごらん。仮説を支持するには他の可能性を否定するようなサポートデータが必要なこともあるんだ。

Vocabulary

efficiently: 効率よく。 **hypothesis:** 仮説。

decline other possibilities: 他の可能性を否定(却下)する (= 仮説を証明するのに有利)

皆さんは夏休み、何をして過ごしますか? 夏休みだからこそ普段気になっている不思議を調べてみるのもいいですね。海外や遠くに出かける人はその機会を活かして研究室を訪問してみたり、新しい研究対象を探してみるのも楽しそう! * さて、研究をもっと楽しくするには想像力を働かせてみましょう。事前に調べたことや知っていることから「〇〇なのは、きっと△△が影響しているからだ(仮説)」と考えてみる。実験はそれを検証するために実施するのです。時には、自分の仮説を立証するために「他の要因の影響はない」というデータを示することも必要なんですよ。

※海外から植物や動物などを日本には持ち込めないので、実験は現地で完了させましょう。

筆者プロフィール 伊達山泉 (だてやま いずみ)

リバネス国際開発事業部。世界中の人と仕事がしたいと米国大学へ進学。大学院では細胞が薬やホルモンなど外からの刺激を受け、どんな反応をするのかについて研究した。最近日本と海外の高校生を対象に英語で実験教室を実施。自分とは違った視点を持つ人とアイデアを共有したり、一緒に実験できるって楽しい!



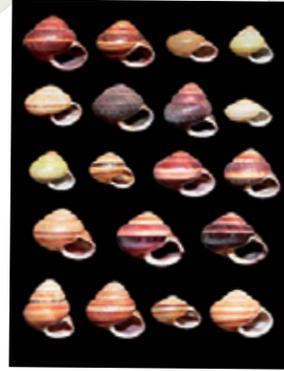
う
ち
の
子
を
介
紹
し
ま
す

第 48 回

小さな体に秘められた、壮大な進化のはなし カタマイマイ



▲樹上に生息するカタマイマイ



▲カタマイマイ属の殻の多様性

研究者が、研究対象として扱っている生きものを紹介します。毎日向き合っているからこそ知っている、その生きもののおもしろさや魅力をつづっていきます。

雨の季節の主役といえばカタツムリ。実は日本には約800種ものカタツムリが生息しています。特に小笠原諸島はカタツムリの楽園ともいわれており、約120種が記録されています。その中のひとつ「カタマイマイ」の仲間は、小笠原群島を構成するほとんどの島々に生息しています。興味深いことに黄緑色やピンク色の殻、背が高い殻や丸っこい殻を持つものなど、実に多様な殻をもつ仲間が1つの属に属しています。

カタマイマイ属の殻がここまで多様になった要因は、彼らが利用する環境の違いにあります。カタマイマイ属の祖先種は島に移入後、地上から樹上まで幅広く生息場所を広げました。その結果、たとえば樹上で暮らす種の殻は、太陽光で体温が上がりすぎないように明るい色となり、木の根元に住む種の殻は、木の根元や葉の隙間に潜り込みやすいよう比較的平たく進化していったのです。このように1つの祖先種から利用環境への適応により多数の姿形の異なる種に分化する進化を「適応放散」と呼びます。

東北大学生命科学研究科の千葉先生は、カタマイマイ属の適応放散が1つの島だけでなく、よく似た環境をもつ小笠原群島の別の島々においても同様に起こっていることを発見しました。つまり、同じ祖先種から分化した島内の種同士のほうが遺伝的にはもちろん近いのですが、殻の形に関しては、遺伝的には遠いはずの他の島の似た環境に住む種のほうが似ているということです。この研究は、「進化も再現可能であることを体現している。」と千葉さんは話します。進化の研究は、再現性が取りにくく科学的な証明が難しいと考えられてきました。しかし、このカタマイマイは、同じ前提条件をもつ小笠原群島という舞台で繰り返し適応放散が起こった結果、進化の過程も再現されるということを証明してみせたのです。

このように、ひっそり生きているカタツムリにも、実は壮大な進化の物語が秘められています。皆さんもこれから訪れる梅雨の季節、カタツムリに目を向けて、身近な進化のロマンに想いを馳せてみてはいかがでしょうか。（文・秋山 佳央）

取材協力：東北大学大学院 生命科学研究科
千葉 聡 さん



教育応援 プロジェクト

私たち株式会社リバネスは、知識を集め、コミュニケーションを行うことで新しい知識を生み出す、日本最大の「知識プラットフォーム」を構築しました。教育応援プロジェクト、人材応援プロジェクト、研究応援プロジェクト、創業応援プロジェクトに参加する多くの企業の皆様とともに、このプラットフォームを拡充させながら世界に貢献し続けます。

(50音順)

株式会社アーステクニカ	武田薬品工業株式会社
株式会社 IHI	株式会社竹中工務店
藍澤証券株式会社	株式会社ダスキン
アサヒ飲料株式会社	THK 株式会社
株式会社朝日新聞社	株式会社アンソー
アストラゼネカ株式会社	東京東信用金庫
株式会社アトラス	東レ株式会社
株式会社池田理化	凸版印刷株式会社
内田・鮫島法律事務所	日鉄エンジニアリング株式会社
株式会社うちゅう	株式会社日本政策金融公庫
江崎グリコ株式会社	日本ハム株式会社
SMBC 日興証券株式会社	日本たばこ産業株式会社
NOK 株式会社	日本ユニシス株式会社
株式会社荏原製作所	株式会社 パイオニア・コーポレーション
MSD 株式会社	ハクゾウメディカル株式会社
株式会社オプティム	株式会社浜野製作所
オムロン株式会社	株式会社バンダイ
オリエンタルモーター株式会社	株式会社日立ハイテクノロジーズ
オリックス株式会社	株式会社フォーカスシステムズ
株式会社カイオム・バイオサイエンス	株式会社フロンティアコンサルティング
川崎重工業株式会社	ポストン・サイエンティフィック ジャパン株式会社
株式会社関西国際学園	本田技研工業株式会社
関西電力株式会社	株式会社 MACHICOCO
協和発酵キリン株式会社	三井化学株式会社
協和発酵バイオ株式会社	三菱電機株式会社
ケイ・イー・シー株式会社	株式会社メタジェン
コニカミノルタ株式会社	ヤンマーホールディングス株式会社
小橋工業株式会社	株式会社吉野家ホールディングス
株式会社木幡計器製作所	合同会社ユーグレナ SMBC 日興リバネスキャピタル
サントリーグローバルイノベーションセンター株式会社	ロート製薬株式会社
株式会社ジェイテクト	Rolls-Royce Holdings plc
敷島製パン株式会社	Lockheed Martin Corporation
株式会社シグマックス	
株式会社資生堂	
株式会社新興出版啓林館	
EY 新日本有限責任監査法人	
セイコーホールディングス株式会社	
成光精密株式会社	
損害保険ジャパン日本興亜株式会社	
大正製薬株式会社	
大日本印刷株式会社	
大日本除虫菊株式会社	
株式会社タカラトミー	

■おしらせ■

「サイエンスのことがもっと知りたい」
「someone を読んでワクワクした」 そんなあなた
はサイエンスキャッスル研究員にご登録ください。
登録されたみなさんには、『someone』（本誌）
が毎号家に届く他、中高生向けの研究費や
イベントの情報がメールで届きます。
(登録無料)

登録方法は「サイエンスキャッスル研究員」で
検索！

もしくはこちらから

<https://s-castle.com/castleresearcher/>



■読者アンケートのお願い■

今後の雑誌づくりの参考とさせていただきます
く、アンケートへのご協力をよろしくお願
いします。みなさまからの声をお待ちして
います。



若手研究者のための研究キャリア発見マガジン
『incu・be』（インキュビー）



研究者のことをもっと知りたい！と思ったら
(中高生のあなたでも)

お取り寄せはこちらへご連絡ください：

incu-be@Lne.st (incu・be 編集部)

++ 編集後記 ++

今号の巻頭特集は、海を愛する若手研究者たち
がプロデュースしました。過去にさかのぼって
みると、someone では約4年に一度海をテーマに
取り上げていました。けれど、特集の切り口は少
しずつ違います。いろんな顔を持つ、まだまだわ
からないことだらけの海の研究の魅力をお届けで
きればうれしく思います。 (中嶋 香織)



2019年6月1日 発行

someone 編集部 編

staff

編集長 中嶋 香織

art crew 神山 きの

村山 永子

泉 雅史

清原 一隆 (KIYO DESIGN)

編集 瀬野 亜希 / 前田 里美 / 井上 剛史 /

河嶋 伊都子 / 金子 亜紀江

記者 滝野 翔大 / 立花 智子 / 伊達山 泉 /

仲栄真 礁 / 神藤 拓実 / 秋山 佳央 /

宮野 嶺 / 尹 晃哲 / 伊地知 聡 / 小玉 悠然

発行人 丸 幸弘

発行所 リバネス出版 (株式会社リバネス)

〒162-0822 東京都新宿区下宮比町 1-4

飯田橋御幸ビル 5 階

TEL 03-5227-4198

FAX 03-5227-4199

E-mail ed@lne.jp (someone 編集部)

リバネス HP <https://lne.st>

中高生のための研究応援プロジェクト

サイエンスキャッスル <http://s-castle.com/>

印刷 株式会社 三島印刷所

© Leave a Nest Co., Ltd. 2019 無断転載禁ず。

雑誌 89513-45

雑誌 89513-47



4910895134796
00500

定価 (本体 500 円 + 税)

produced by リバネス出版

<https://s-castle.com/>

海の生態系を支えているよ

*Ceratium
breve*

