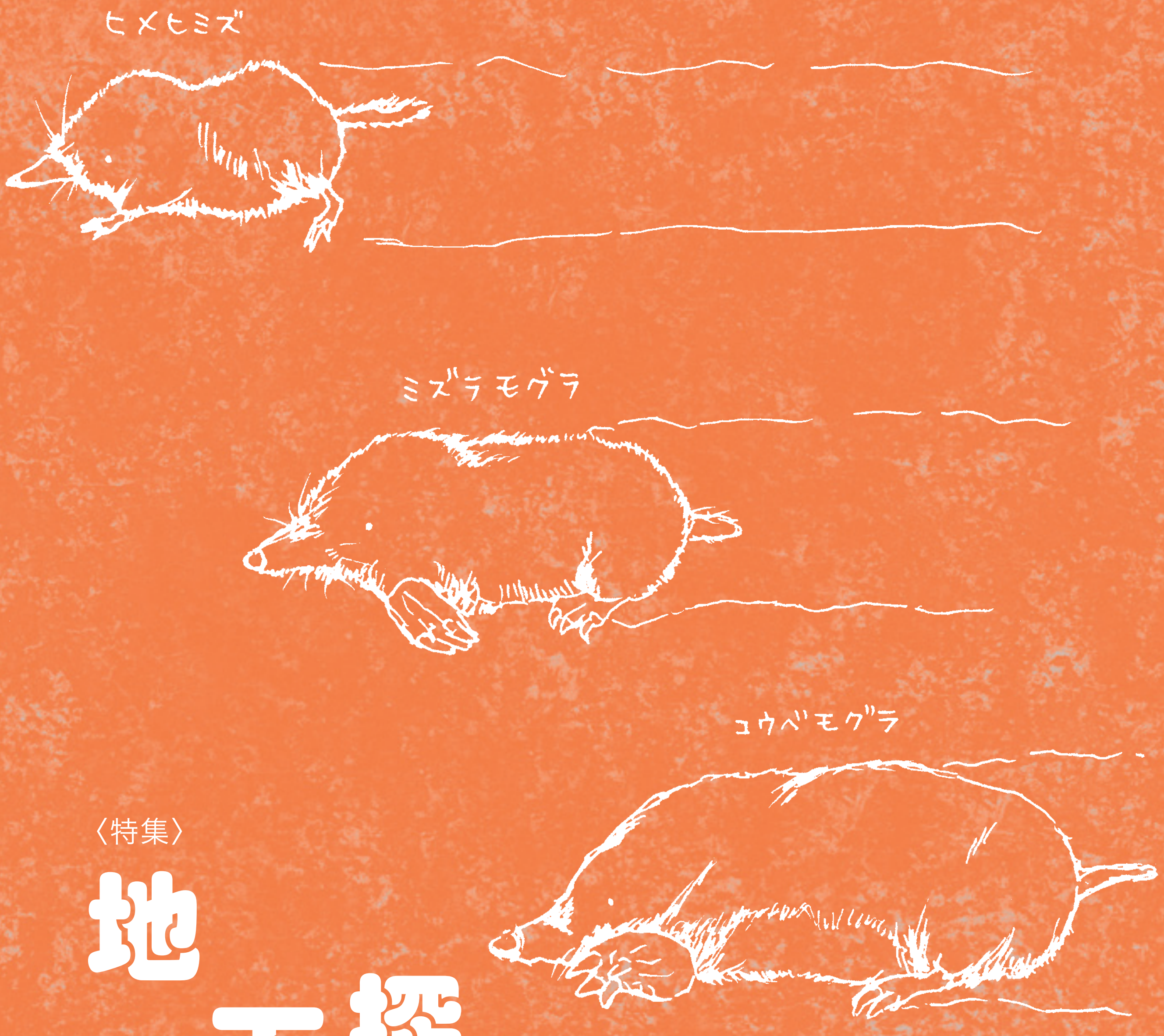
中高生のための研究キャリア・サイエンス入門

2017. 春号

vol.38

[サムワン]

someone



〈特集〉

地下探検

someone　vol.38　contents

Ｐ０４　特集　地下探検

０６　目の見えないシロアリが地下トンネルをつくったら
０８　知恵をつなげて地下をつなぐ
１０　見えないのに見える？地底の本当の姿

サイエンストピックス
０３　細胞融合でヒトと植物の垣根を超えろ

Ah-HA ！カフェ
１３　１秒の長さはどうやって決められている？

研究者に会いに行こう
１４　物性を解明して研究者を導く地図を描く
１６　再生医療と社会の架け橋を目指して
１８　楽しく運動を続けてもらいたいから研究する

私のみらい創世記
２０　医師と CG クリエイター、２つの立場から目指す医療の発展

海の何を知りたいの？
２２　人を助けて船を安全に着岸させよう

この指とまれ
２３　海にかかわる研究に挑戦したい中高生求む！
２４　ロボット開発に挑戦したい中高生を募集します！
２５　スムーズな動きを活用した「ものづくり」に挑戦せよ！

イベント pick up
２６　サイエンスキャッスル　2016 結果発表
２７　サイエンスキャッスル　シンガポール大会

となりの理系さん
２８　尾上 愛さん　東海大学付属高輪台高等学校　高校２年生

生き物図鑑 from ラボ
２９　うちの子紹介します　第 39 回　生まれた環境で「強み」を変える　オオツノコクヌストモドキ

細胞融合でヒトと植物の垣根を超える

ヒトと植物，まったく異種のこれらを融合できるなんて考えたことがあるでしょうか。2つ以上の細胞が融合すると，その融合細胞からは両方の遺伝子を引き継いだ特徴をもつ個体が生まれます。この特徴を活かして，地下部にポテト，地上部にトマトが実るポマトという新たな植物を人工的につくる試みなどがこれまで行われてきました。しかし，それぞれの望ましい特徴をうまく取り入れた個体をつくり出すことは簡単ではありません。そこで，大阪大学の和田直樹さんは，動物細胞で研究が進んでいる「人工染色体」の技術を，植物の品種改良に活用できないかと考えました。人工染色体を使えば，一度に大量の遺伝子を自由に組み込むことができます。動物の培養細胞に植物の染色体を導入し，動物細胞内で遺伝子組換えを行い目的の遺伝子群をもった人工染色体をつくる。これを植物に導入し直せば，ねらい通りの品種改良ができるかもしれないのです。

そこでまずは，動物細胞内に異種である植物の染色体を安定に導入する必要があります。ヒトと植物の融合の試みは，じつは40年程前からありましたが，融合したあと増殖できる細胞まではつくられていませんでした。和田さんは，融合細胞だけを選抜する工夫として，植物の染色体が導入された細胞だけが蛍光を発して，抗生物質の存在する培地で生き残るように遺伝子を操作しました。さらに，細胞周期を分裂期に合わせるという融合しやすい条件を見つけ出しました。その結果，ヒトの細胞に植物の染色体の一部が組み込まれた，増殖できる部分融合細胞をつくることに成功したのです。

今回の研究成果から，遺伝子や細胞の構造さえ異なるヒトと植物の間でも染色体を安定的に維持するしくみ，そして遺伝子を働かせるしくみが共通していることがわかりました。現在は，工夫して効率を上げてようやく約100万個のうち1個つくることができる融合細胞。さらに，異種の染色体を安定化させるしくみがわかれば，人工染色体を使った植物の品種改良もより効率的に行えるようになります。今後，動物細胞から生まれた新たな品種が現れるかもしれませんね。

（文・井上 剛史）

取材協力：大阪大学 大学院工学研究科
特任助教　和田 直樹さん

地下探検

みなさん地下というとどんなものをイメージしますか。
マンホール，地下鉄，トンネル，地下街，
水路や変電所，ガスタンクまで。
地下は私たちの生活に欠かせない場所となっています。

少し土の中を掘ってみましょう。
ネズミ，ミミズ，アリ，微生物…
たくさんの生きものたちが土の中で暮らしています。

さらにもっと深くまで進んで
でみましょう。

地殻，マントル，外核，内核…
誰も到達したことのない世界が広がっています。

生きものや人が暮らす地下から
誰も見たことがない遥か深くまで
私たちの足元に広がる地下の世界。

みなさん準備はいいですか。
地下探検に向かいましょう。

目の見えないシロアリが地下トンネルをつくったら

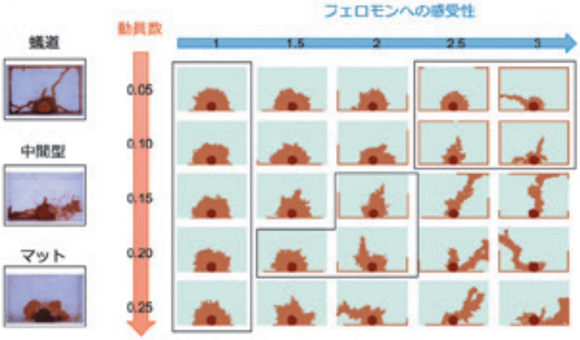
ミミズやモグラ，土壌微生物…地中には数多くの生きものがうごめいています。ときに木造家屋の柱や土台を食い荒らしてしまうシロアリも，地下で暮らす昆虫の一種。彼らは，目が見えず設計図もないのに，群れで力を合わせて，数十ｍにおよぶトンネルをつくることがあります。光が届かない地下世界でどのように巧みに暮らしているのでしょうか。

触角だけを頼りに暮らす

シロアリは，じつは自然界の中ではとてもひ弱な存在です。からだが透明なため日光に弱いことに加えて，地上に姿を見せるとクロアリやクモ，トカゲなどの天敵にすぐねらわれてしまいます。このため，安全にエサを探索するための蟻道（ぎどう）と呼ばれる特製のトンネルを，土の中や，ときには地上につくりながら，真っ暗な地下世界に暮らしています。暗闇に住むシロアリの目は退化していて，頭部に生えた2本の触角を頼りに，フェロモン（匂い）を嗅覚で感じ取ったり，近くにはどんな仲間がいるかを触覚で感知しています。体長5mm程度のシロアリが得られる情報は，自分の周りのたった数cmの範囲だけ。それにもかかわらず，シロアリは仲間と協力しながら，まるで巨大な建造物のような蟻道を地下につくり上げていきます。しかし，そこには指揮をとるリーダーもいなければ設計図もありません。この地下生物のふしぎな行動の解明に，京都大学の水元惟暁（みずもとのぶあき）さんは挑んでいます。

建設中を知らせるフェロモン

水元さんが研究対象にするヤマトシロアリは，北海道から九州まで日本に広く生息しており，数千〜数万匹が複数の木材を巣として生活しています。働きアリが材料の木片や土粒を次々と貼り合わせることで，管状の蟻道が地下に張りめぐらされていきます。目の見えない働きアリたちのコミュニケーションの秘密は，材料を貼り合わせる際に分泌するセメントフェロモンと呼ばれる物質にあります。このフェロモンはその場所が建設中であることを意味し，そのメッセージを受け取った働きアリは，次の材料をその場所へ貼り付けて蟻道をつくっていきます。こうしてできる蟻道の形や大きさは巣によってまちまち。これまでの研究で，蟻道のでき方はシロアリの数や，材料や温度などの外部環境に影響を受けるといわれていました。ところが，水元さんはたとえそれらの条件を同じにしても巣ごとに個性があることを発見したのです。



◀働きアリの性質と建設パターンの関係
実験でヤマトシロアリが建設した実際の構造物の様子（左）と，シミュレーションによる再現図（右）。フェロモンの感受性が低いと建設行動に参加する働きアリの割合が多くなっても蟻道が周囲に伸びていかない。反対に，フェロモン感受性が高いとたとえ建設行動への参加割合が少なくても周囲に蟻道が伸びていく。

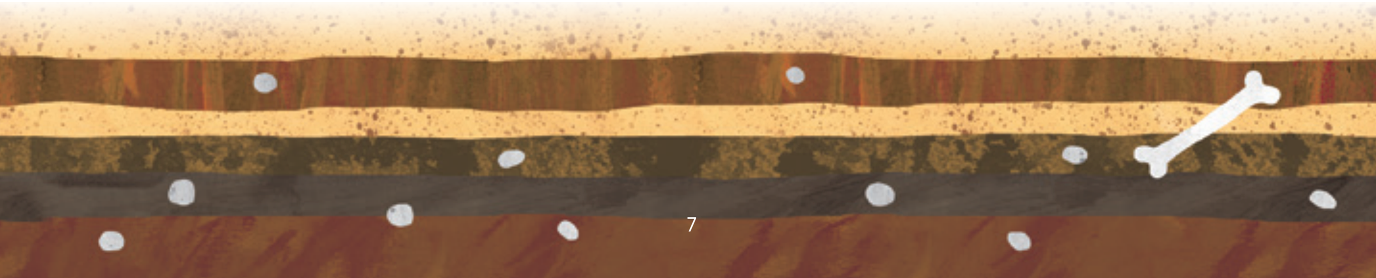
一匹一匹のコミュ力が形を決める

建設途中の道にせっせと次の材料を貼り付け蟻道を掘り進めるシロアリと，一方で，建設途中ではなく新しい場所を掘り進めようとするシロアリ。シロアリたちの行動をよく観察してみたところ，それぞれ行動パターンに違いがあることがわかりました。これは，仲間の働きアリが建設場所で分泌したセメントフェロモンを感じ取る力に違いがあるためと考えられます。さらに，コンピュータを使ってシロアリの建設行動を再現するためのモデルを作成し，どんな要因が建設行動に影響を与えるかのシミュレーションを行いました。その結果，シロアリ一匹一匹のセメントフェロモンへの感受性の強さと，建設に携(たずさ)わるシロアリの割合を変化させることで，実際に観察された蟻道建設の様子とよく似た様子が再現されました。蟻道をつくる働きアリの数とそのフェロモン感受性という単純な要素が，巣ごとに生み出される蟻道の個性をつくっていたのです。シロアリそれぞれがもつコミュニケーションの得意不得意が、建造物の多様性を生み出しているといえるかもしれません。

地下で社会生活を営む秘訣に挑む

蟻道をつくる他にも，巣の補修をしたり，幼虫の世話をしたり，エサを探したり，シロアリの地中での暮らしの中にはさまざまな仕事があります。今必要な仕事が何でどの仕事にどれだけの労力を割くかは，そのときの周囲の状況に合わせて調整しなければなりません。目の見えないシロアリは仲間の様子をどう把握して，行動の変化を起こしていくのでしょうか。光のない地下でくり広げられるコミュニケーションにはまだ多くのなぞがかくされています。　　　　（文・金子 亜紀江）

取材協力：　京都大学大学院農学研究科 応用生物科学専攻
水元 惟暁さん



知恵をつなげて地下をつなぐ

家，学校，オフィスが広がる都会の地上。狭い土地に多くの空間をつくるため高い建物がそびえ立っています。一方で地下に目を向けると，地下鉄や地下街など，私たちが過ごす空間は地下へも広げられています。地下にはまだ使われていない場所もたくさんあるのです。

今のままでは地下を広げられない

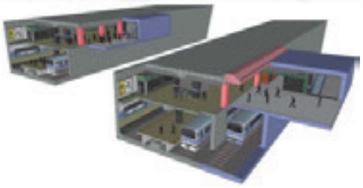
地下施設をつくるためにはトンネルを掘る必要があります。これまではゼロから掘っていましたが，近年では今あるトンネルを有効に使う動きが盛んです。たとえば，すでにあるトンネルの側面に穴を開けて新しい空間をつなげることで地下を広げていくのです。側面の穴にあたる「開口部」が大きいほど，大きな空間を新しくつくることができます。しかし，既存の技術では開口部の幅は数 m までが限界で，開口部を広げられないことが地下施設の拡大を妨げていました。

その原因は地下ならではの特徴にあります。トンネルの壁には周りの土壌から圧力がかかっているため，開口部が大きいほどその歪（ひず）みが大きくなり，安全性を保つのが難しいのです。鉄道総合技術研究所の津野究さんと仲山貴司さんは，開口部を広げるため，広い開口部の歪みを正しく評価する方法と，その強度を保つ新しい技術を生み出すことへ挑戦してきました。

評価法から変えていこう

開口部が歪んでいると，一部に大きな力がかかり，次第にひびが入ります。そのため，トンネルに穴を開ける際には事前に必ず歪みが出ないかどうかを評価します。開口部が小さい場合は，トンネルは金太郎飴のように均一な断面をしているので，断面の形を解析することで歪みの大きさを評価できます（二次元評価法）。しかし開口部を大きくすると，断面に垂直方向の歪みが大きくなり，断面の形だけでは正確に評価できなくなるのです。そのため現状の評価法ではつくれる開口部の大きさには限界がありました。そこで，2人はまず，トンネルの変形を立体的に正しく評価する方法を考案しました。それは，圧力によって湾曲するトンネル壁の「たわみ」をあらかじめ測定し，二次元評価法と組み合わせる「三次元評価法」です。これまでの評価法ではつくれなかった大きさの開口部を開けるための土台ができあがったのです。

▲従来法（左）と新手法（右）
新手法は開口部を抱え込む梁を使うことで、より一体化する



▲接続イメージ
従来法（左）は新手法（右）と比べ柱が多い

技術者の視点が組み合わさった新手法

開口部を広げる事前準備はできましたが，実際につくるにはその強度を保つための技術も必要になります。これまでは強度を保つために柱をたくさん使う必要がありました。「開口部が広くなっても柱が変わらず残っていれば結局は通路が狭い。柱を減らしたい」。図面上だけで見ていた地下工事の現場を経験することで，その圧迫感を目の当たりにし，強くそう感じたと言います。新しい接続部構造案が数十以上考えられた末，新しい建設手法が編み出されました。既存のトンネルの側面だけではなく天井側も含んで開口部をつくり，新設部が部分的に垂直方向に重なるようにすることで確実に一体化させるという手法です。この方法なら，柱を減らすことができます。さらに実際の工事現場も意識し，従来の方法に慣れている工事現場の人たちが取り組みやすい方法へと改善を重ねました。新しい評価法の開発，実際の空間で人々が受ける印象，建設作業のしやすさ，どの視点が欠けてもできない，2人にしか生み出すことのできなかった技術でしょう。

地下空間に「快適さ」を求めて

新しい手法で，これまでと比べ約2倍近くの開口部を開け，柱も約半数に減らせるようになりました。この技術は数年後には実際に地下で使われます。仲山さんは「接続部の柱を減らせるようになったので，空間に余裕をもった快適な地下空間をつくりたい」と夢を語ります。窮屈で実用性だけを求めてきた地下空間の概念を取り払い，天井が高く圧迫感もなく，人が行き交ってもよける必要がないくらいゆとりある快適な地下空間を実現する。これまでの知恵や技術と研究者の想いによって，日本に新しいタイプの地下空間がもたらされるのです。　（文・若山 優里奈）

取材協力：公益財団法人 鉄道総合技術研究所
（右から）津野 究さん　仲山 貴司さん
本研究の一部は国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて行ったものです

見えないのに見える?地底の本当の姿

　地下のもっと奥深くには何があるのでしょう？ビルの地下や地下鉄など私たちが普段知っている地下はたかだか深さ数十 m。地球の表面を覆う厚さ 100 km ほどの岩盤でできたプレートの，ほんの表層にすぎません。プレートの下にはさらに，プレート下マントルと呼ばれる流動性のある層があると考えられています。けれど，誰も自分の目で確かめたわけではないのです。

地震波が教えてくれること

　地表にいながらにして地中奥深くを知るために利用されるのが「地震波」です。地震波とは文字通り地震で発生する波のこと。地震で起きた揺れの大きさの時間変化として測定されます。そこからなんと，プレートやマントルの温度ややわらかさを知ることができます。温度が高いほどその材質は柔らかく揺れを吸収しやすく，温度が低いほど固く揺れを遠くまで伝えやすいのです。たとえば，日本付近で大陸プレートよりも海洋プレートを通ってきた地震波が遠くまで観測できるのは，揺れが吸収されない固い場所を通ってきた証拠です。このことから海洋プレートは大陸プレートよりも固くて冷たいことがわかるのです。

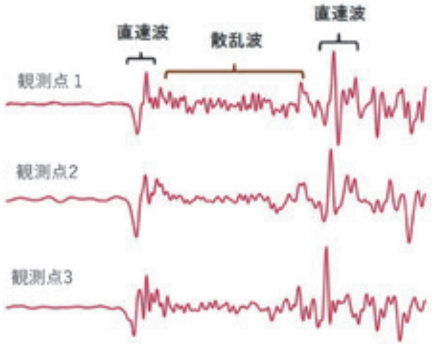
　地震波を使って地中内部を「見る」方法は「地震波トモグラフィー」と呼ばれ，実際に行って見ることのできない地下の世界を私たちに見せてくれています。

散乱波は感情表現豊か

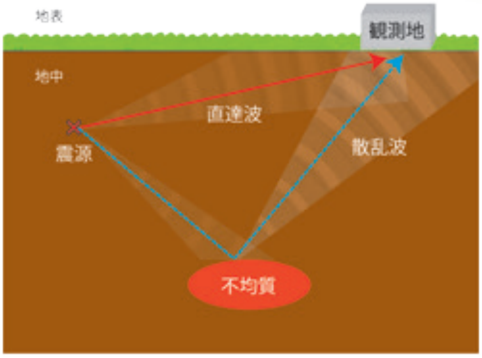
　地震波にはさまざまな特徴をもつ波が含まれています。これまでの解析方法では，扱いやすい「直達波(ちょくたつは)」が主に使われてきました。直達波は震源から観測地にまっすぐ伝わり，直線上にあった地中の様子を私たちに教えてくれます。直線上の範囲以外にも，さらに豊かな情報をもつのが「散乱波」です。地中でさまざまなものにぶつかって寄り道をしながら観測地に到着します。東京大学の竹内希(たけうちのぞむ)さんは，この散乱波を解析し，より詳細に地中の奥深くを見ようと研究しています。情報が豊富な一方で，たくさんの波が重ね合わさる散乱波は，あまりに複雑なため，これまではうまく解析するすべがなかったのです。

複雑な波に潜(ひそ)む情報を読み取るには

　「直達波が人間の声でいう言葉だとすると，散乱波は笑い声などの言葉にならないような部分です」と竹内さん。一見意味をもたない雑音のよう



▲地震波の例。震源から同じような距離にある３つの地点を比べると，直達波の波形はよく似ているが，散乱波の波形は地点間で大きく異なるのがわかる。



▲直達波（赤線）と不均質にぶつかってできる散乱波（青線）。

に思える散乱波から情報を読み取るためには，地中がどんな状態のときにどんな散乱波が観測されるか，正確なシミュレーションをしなくてはなりません。さまざまな状態を仮定してシミュレーションを実施し，実際に観測された地震波に一致するときの状態こそが，地震波が通ってきた地中の様子を示しているのです。

プレートやマントルの中には，温度や構成成分が均質でない部分があり「不均質」と呼ばれます。不均質の性質や地域性によってエネルギーの吸収が左右され，散乱波にも大きく影響します。竹内さんは，世界で初めて，不均質の地域性も含む複雑なシミュレーションを用いた解析に成功しました。散乱波の解析から，温度や不均質の状態が詳細にわかるようになったのです。

地中深くをのぞくための確かな証拠

こうして散乱波から地中奥深くを，よりくわしく「見る」ことができるようになったおかげで，これまで知られていなかった地中のことがわかるようになりました。たとえば，マントルの深部にはこれまで想像されていたよりも多くの不均質があることがわかってきました。「実際に行って見ることができない研究は間接的な証拠によりいかに想像をはたらかせるかになりがち。直接的な根拠をつかみ議論したい」と言う竹内さん。地震波は複雑な中にもルールをもち，ルールに潜む地中の情報を数理的に解読すれば直接的な証拠になり得ます。確かな証拠をもとに，実際には見ることのできない地中奥深くの様子が，目の前に見えてきそうです。（文・重永 美由希）

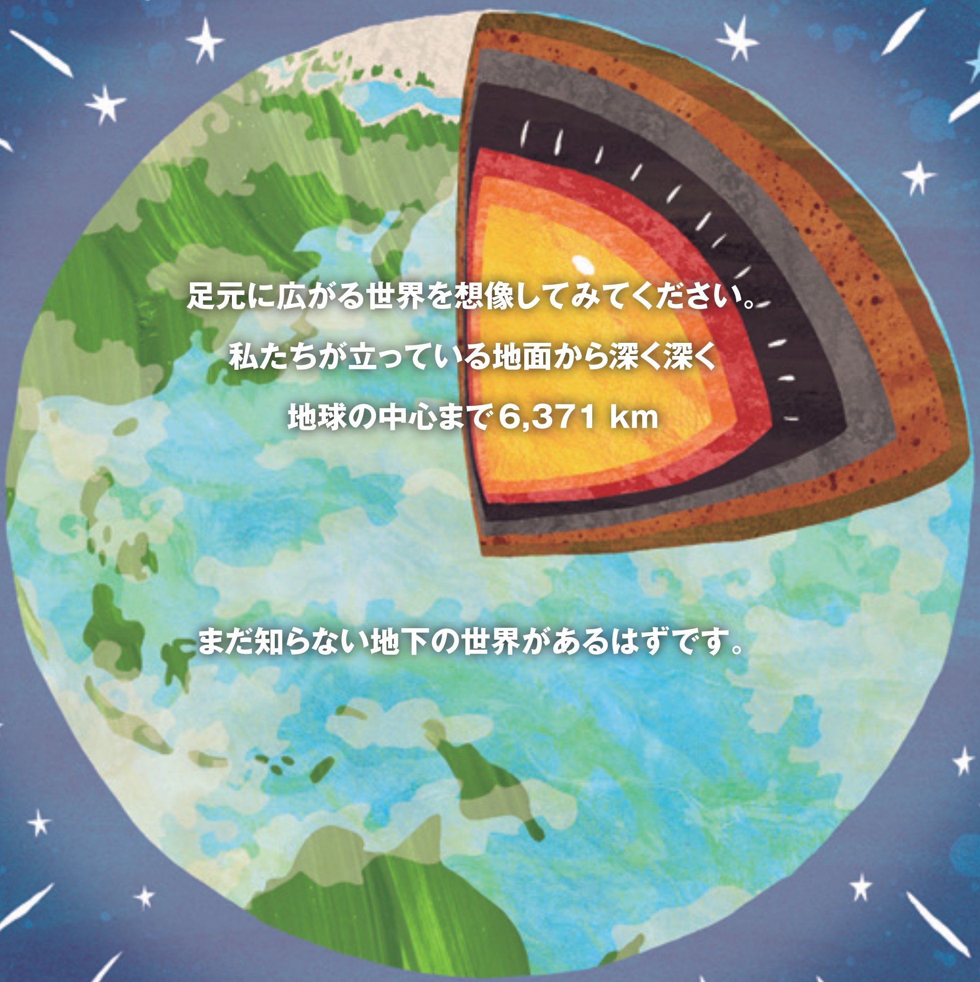
取材協力： 東京大学 地震研究所 海半球観測研究センター 准教授　竹内 希さん

生きものが暮らす深さ数ｍの地下

私たちが開拓する深さ数十ｍの地下

さらにその先，地球が活動している深さ数百～数千kmの地下

３つの地下を探検してきました。



足元に広がる世界を想像してみてください。

私たちが立っている地面から深く深く

地球の中心まで6,371 km

まだ知らない地下の世界があるはずです。

さあ，次はどんな地下の世界を探検してみたいですか？

Ah-HA!カフェ

最近よく耳にする話題の「キーワード」。
それに関する疑問に，研究者が答えます。

その疑問，私がお答えしましょう！

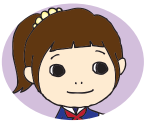
1秒の長さはどうやって決められている？

東京大学　香取 秀俊 さん

時間の長さを定義するのに大切なことは，同じ周期をくり返す「正確な振り子」を探すことです。現在，最も正確な振り子として使われているのが原子の振動です。特定の電磁波のみを吸収するという原子の性質を利用し，「セシウム原子に吸収される電磁波が91億9263万1770回波打った時間」が「1秒」と定められています。3000万年でたった1秒しかずれない，世界一高精度な時計です。

けれど，原子はとても繊細で，他の原子と触れるだけでも誤差の原因となります。私たちはさらに高精度の時計をつくるため，光の格子の中に原子をひとつずつ孤立させるアイデアを考えました。もともと研究を進めていたストロンチウム原子に光を照射し，原子を孤立させるのに最適な波長の光を探しました。そしてついに，卵が卵パックに収まるように，光の波のくぼみに原子をひとつずつ収めることに成功したのです。この「光格子時計」は160億年で1秒しかずれないという高精度を実現しました。宇宙の誕生からが138億年なので驚異的な正確さです。

この精度の時計では，時間以外のものが見えてきます。たとえば，相対性理論によると地面からの高さによって時間の進み方が変わるといわれています。実際に高さが15m違う場所に2つの時計を置くと，高いところの時計が1秒進むとき，低いところの時計が0.0000000000000016秒だけゆっくり進むことを観測できました。高さを時間のずれで見られるのです。時計をたくさん置けば，月の引力による地球のゆがみ，地下の鉱物資源の存在なども見えるようになります。大げさではなく，時計の進歩で世界の見え方が変わる時代が近づいているのです。



時計で標高や地球のゆがみまでわかるなんて，奥が深いね。

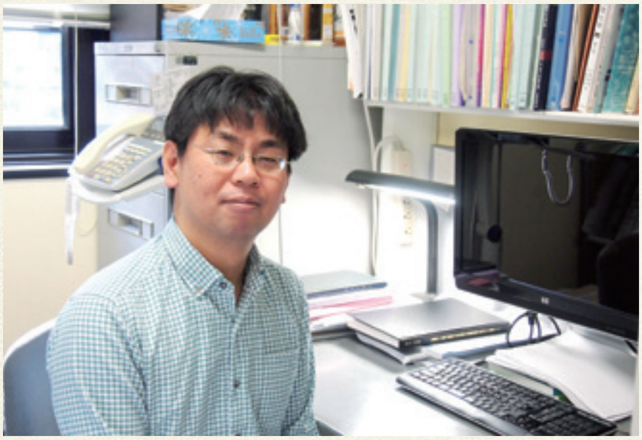
（相手の心の中まで見えるようになればいいのにな…）

取材協力：東京大学大学院工学系研究科　教授　香取 秀俊さん
香取創造時空間プロジェクトのHP：http://www.jst.go.jp/erato/katori/feature/
（文と構成・濱田 有希）

物性を解明して研究者を導く地図を描く

冨田　大輔
東北大学 多元物質科学研究所 無機材料研究部門　助教

水は冷やすと氷になり，加熱すると水蒸気になる。教科書でも習う「固体・液体・気体」という物質の三態だ。では，物質を高温・高圧にしていくとどうなるだろう？じつは，液体でも気体でもない「超臨界流体」という状態に変化する。1822年に発見されたものの，科学的にはわからないことだらけの超臨界流体。その可能性に魅せられたのが，東北大学の冨田大輔さんだ。



超臨界アンモニアの可能性と難しさ

超臨界流体は，「物質を溶かしやすい」という液体の特徴と「拡散しやすい」という気体の特徴を併せもつ。これは，高温・高圧という特殊な環境下でのみ現れる「分子どうしの距離は近いが，自由に動き回れる状態」に由来する。その特徴から，今までできなかったプロセスの開発が期待されている。たとえば，コーヒー豆の中へも拡散してカフェインをよく溶かして取り除くなど，これまで液体や気体では難しかったプロセスをすでに実現している。

超臨界流体の研究は水や二酸化炭素，メタノールなど，いくつかの物質で進められているが，冨田さんが中心的に扱っているのはアンモニアだ。超臨界アンモニアを使えば，ノーベル賞で注目された青色LEDの生産に不可欠な窒化ガリウム（GaN）の，単結晶をつくることができると知られている。その一方で，「じつは超臨界アンモニアを使っても，GaN単結晶を効率的につくることは難しい」と冨田さんは言う。

広くて正確な地図をつくる

「どのくらいの温度，圧力で，どれくらい超臨界アンモニアに溶けるのか。それがわかれば，GaN単結晶の生産効率は格段に上がります」と冨田さん。超臨界アンモニアへのGaNの溶解度のデータは蓄積が少なく，適切な結晶作製条件がわからないのだ。「たとえると地図がない状態です。今自分がどこにいるのか，どちらに向かえばよいかわからないため，研究のスピードが上がりにくい」と言う。その地図があれば，効率的にGaN単結晶をつくるための道しるべになる。冨田さんは「正確な地図をつくる」ことを目指して研究を進めている。

GaN単結晶をつくるためには，超臨界アンモニアにたくさんのGaNを溶かす必要がある。しかし，そのままではGaNは超臨界アンモニアに

▲独自に開発したGaNの溶ける量を精密測定する装置

溶けないため，鉱化剤と呼ばれる物質を混ぜる。冨田さんは，鉱化剤を使ったとき，GaN が超臨界アンモニアにどれくらいの温度，圧力でどれくらい溶けるかを詳細に調べた。調べる温度の範囲を広く，そして細かくすることで正確な地図が描ける。冨田さんは精密測定ができる装置を独自に開発して，6 年以上の時間をかけて地道な実験をくり返した。「圧力は 100 MPa（約 1,000 気圧）で 400℃から 600℃の間で GaN の溶ける量の変化を調べました。するとおもしろいことに，550℃あたりで急激に溶ける量が増えることがわかったのです」と冨田さん。正確さを追求したからこそ見えてきた超臨界アンモニアの有用な性質だ。「このデータをもとに GaN をつくったところ，実際に効率よく大きな GaN の結晶をつくることができました」。喜びをかくさずに話すのは，紛れもなく価値ある一枚の地図を描き出すことができたからだ。

研究者の役に立ち社会に貢献する

冨田さんの研究は，社会実装とは非常に遠い基礎的な研究だ。地道で派手さはない研究だが，中学生の頃から抱く「少しでも人の役に立つことがしたい」という強い想いを，冨田さんはもち続けている。「基本的な性質を調べることは，誰かがやらなければならないけれど，時間がかかるし評価されにくいからやる人が少ない。だから私がやるんです」と力を込める。使いやすく信頼できるデータを出し続けていくことで，この分野の研究者の研究が加速すれば，結果として社会に貢献できる。「末端の製品とは遠いかもしれないけれど，間接的にでも自分の研究が役立てばうれしい」と謙虚な姿勢を見せる。10 年後，20 年後，冨田さんが描いた地図をもとに，超臨界流体の研究はどこへたどり着いているのか楽しみだ。

（文・土井 寛之）

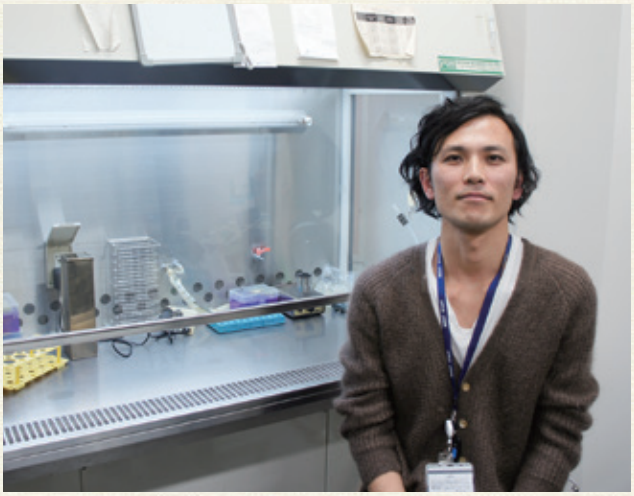
冨田　大輔（とみだ　だいすけ）プロフィール

2006 年，東北大学工学研究科化学工学専攻修了。博士（工学）取得。2006 年より現職。超臨界流体やイオン液体を用いたプロセスの開発を目指して，基礎物性研究を行う。これまでに ATPC Young Scientist Award などを受賞。

再生医療と社会の架け橋を目指して

正木　英樹
東京大学 医科学研究所 幹細胞治療分野　助教

ノーベル賞で話題となった iPS 細胞。その登場により，細胞移植によって病気の根治を目指す再生医療の研究が盛り上がりを見せている。自分の細胞を使うので，拒絶反応を起こさないのだ。細胞移植に続く次の目標とされる移植用臓器作製。この難題に「他の動物にヒトの臓器をつくってもらう」というおどろくべき手法で取り組んでいるのが，東京大学の正木英樹さんだ。

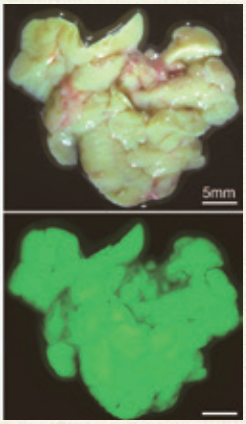


再生医療の難しさ

たった 1 個の受精卵が分裂をくり返して数を増やし，組織や器官ごとに特徴や能力を特化させ「分化」しヒトになる。一度分化が進んだ細胞は基本的にそれ以外の細胞に変わることはできないが，iPS 細胞は，この分化した細胞に再び全身のどの細胞にも分化することができる能力を復活させたものだ。現在 iPS 細胞からさまざまな分化細胞の作製を目指す研究が世界各国で進められているが，まだ多くの課題が残っている。その中でも再分化させた細胞の「機能が不十分である」ことが大きな壁だ。たとえば造血細胞に分化させても血液をつくる能力が不十分だと治療に用いることは難しい。また分化が不十分な場合，その細胞が異常な増殖をして腫瘍化する恐れがあり，安全面での課題も残る。そのため，移植治療に用いられる細胞作製は，現状ごく限られた細胞種でしか実現していない。また，臓器作製はさらに技術的なハードルが高い。

臓器作製への新しい道

iPS 細胞からの臓器作製は，多くの場合，細胞をシャーレの中で培養して行われているが，生体内の環境を完全に再現することは難しく，「機能の不十分」につながっている。栄養が行き渡らないため大きな臓器もつくれない。そこで正木さんらは，別の動物の体内でヒトの臓器をつくろうとしている。たとえば肝臓を自分の細胞からはつくれないようにした動物の胚に，ヒト iPS 細胞を混ぜ，胚ごと母体に移植し成長させる。すると，生まれた個体の体中には，ヒト細胞由来の肝臓がつくられることになる。生体内を利用することで機能が十分な臓器の作製が期待できるのだ。これまでに，マウスの膵（すい）臓をラット体内でつくらせるなど，げっ歯類間での実験に成功した。だが，げっ歯類以外の動物の iPS 細胞を移植した場合，細胞が発生途中で死んでしまった。正木さんはこの現象に，細胞がもつ「アポトーシス」と呼ばれる自



◀マウスの ES細胞を胚に移植して成長させたラット（写真左）とその体内に形成されたマウス細胞由来の膵臓（写真右）（東京大学医科学研究所 山口智之准教授提供）

殺のしくみがかかわると予測し，その抑制により移植細胞の死を防げることを発見した。これにより，ヒトの臓器を他の動物内で作製できる可能性が示されたのだ。作製される臓器は動物のサイズに依存するため，実用化を目指して現在はブタ胚などを用いた研究も進めている。

「火の鳥」に魅せられて

小さい頃に漫画「火の鳥」を読み，「切り落とされた指からクローン人間ができるシーンを見て，これをやりたいと思いました」という正木さん。臓器を自由に交換できれば，より健康に長生きできるのではないかと考えた。それが発生や再生医療の分野に興味をもつきっかけとなり，大学ではマウスの四肢再生の研究に取り組んだ。なかなか結果が出ない時期も続いたが，「夜明け前が一番暗い，と言いますよね。そこでがんばれるかどうかが大切だと思います」と話す。その後アメリカに渡り，研究と社会の橋渡しを目指し，iPS細胞から作製した細胞を製薬企業などに提供する会社を立ち上げるという経験もしている。どうすれば研究を実際の社会で役立てられるかを考え続け，現在の研究室に行き着いた。

社会に受け入れられる研究

生命倫理上の懸念から，現在の日本国内のガイドラインでは，ヒト細胞入りの胚は特定の日数までのシャーレ上での培養しか認められていない。そのため，正木さんらが取り組んでいる研究を実用化するためには改訂が必要だ。「研究者は技術の可能性は示せますが，受け入れるかどうかは社会の選択です。社会で使われてはじめてこの研究は人の役に立つ。どうやったら受け入れられるのかを考えながら研究を進めています」と言う正木さん。今後は安全性や有用性を保証するデータを示していく予定だ。現在，国内で臓器提供を待つ患者さんは約 14,000 人にのぼるが，そのうち移植を受けられるのは年間で 300 人ほどしかいない。研究が実現すれば，臓器不足問題の解決に非常に近づくと考えられている。夜はまだ明けていない。しかし正木さんが「火の鳥」のような魔法を現実にするときは，すぐそこまで来ている。

（文・松浦 恭兵）

正木　英樹（まさき　ひでき）プロフィール

東北大学大学院理学研究科生物学専攻卒業。博士（理学）。卒業後，製薬企業での研究やベンチャー企業の立ち上げなどを経て，現在は東京大学医科学研究所幹細胞治療分野の助教として研究を行っている。再生医療を専門とし，動物体内でのヒトの臓器作製，移植への応用を目指す。

楽しく運動を続けてもらいたいから研究する

斉藤　篤司

九州大学大学院 人間環境学研究院
人間科学部門　健康・スポーツ科学講座　准教授

体育のマラソンや部活の筋力トレーニング。誰でも一度は運動が苦しいと感じたことがあるだろう。それにもかかわらず運動を続けたいと思う人はなぜだろう。運動は健康にいいといわれるが，継続しないと意味がないと九州大学の斉藤篤司さんは話す。運動の効果を示すだけでなく，どうしたら運動を続けてもらえるかを明らかにするため挑戦を続けている。

ラグビーそっちのけで研究に没頭した

小学校では陸上，中学校ではバレー，高校ではラグビーに励み，からだを動かすことが大好きで活発な少年だった斉藤さん。「将来は体育の先生になりたいと思い，筑波大学の体育専門学群コーチ学（当時）に進みました」。大学でも高校時代から続けてラグビー部に入り，活躍をしていた斉藤さんの転機は大学３年の研究室選びのときに訪れる。授業で興味をもち，運動とからだのつながりを解明する運動生化学の研究室に進んだことがきっかけだった。「運動は一生懸命やっていましたが，考えてからだを動かしていたわけではありません。研究を始めて考えることのおもしろさに気づいたのです」。当時，バターを食べるとコレステロールが高くなり心筋梗塞を引き起こすといわれていた。それを聞いた斉藤さんの中に，本当にそうなのだろうかという疑問が湧いた。そこで自ら企業にバターの提供をお願いし，バターを毎日食べ続けた場合の血中コレステロールを，運動をする人としない人で比較することにしたのだ。自分の抱いた疑問を研究を通して明らかにするにつれ，あれほど好きだったラグビーも気がつけばそっちのけになっていた。

継続してもらわなければ意味がない

筑波大学を経て，九州大学健康科学センターで研究者の道に進んだ斉藤さん。運動と代謝に関して研究を続けるだけでなく，生活習慣病の予防法についてなど，さまざまな講演を引き受けた。「講演では運動がからだにいいと話をするのですが，そもそも続けてもらうのが大変なことに気がつきました」。運動の効果を話し続ける中で，どうしたら人は運動してくれるのだろうという疑問が湧

き起こったのだ。効果があるからといってなかなか運動を続けてくれない人が多いが，たとえ運動中きついと感じても続けられる人もいる。なぜこの違いが起こるのかを解明しようと，運動心理学を専門とする研究者と一緒に新たに研究をスタートさせた。

心の安定が運動をコントロールする？

たとえばランニングマシーンで走るときをイメージしてみよう。次第に苦しくなっきて，走る速さを落とそうとするだろう。これは心拍数が上がったからなのか。それとも，苦しくていやだと感じたからなのか。このように走る速さなどの運動の強さを自分で変えようとするとき，心拍数などのからだが無意識に感じる生理的な変化と，心地よさや楽しさなどの心理的状態，どちらに合わせようとしているのかこれまでわからなかった。そこで斉藤さんは，好きな速度で走っているときの，心拍数の変化とアンケートによる気持ちや感情の変化を測定したのだ。これまでは自分で選んだ走りやすい速度では，気分がよくなったりポジティブな感情が高まると考えられてきた。ところが，今回の結果からは，むしろ気持ちや感情の変化は小さいという意外なことが明らかになった。一方で，運動中の心拍数は最大 20 拍 / 分も変化していた。自分が心地よいと感じる運動の強さとは，生理的な変化ではなく気分や感情を一定にできるような強さなのかもしれない。「心の状態は一定なのにからだが動いている。そんな心境になれた人が運動を継続できるのではないかと考えています」。

気持ちや感情を運動指導に取り入れる

「運動の効果を明らかにする研究と，継続してもらうための研究。この両方を進める必要があると思うんです」。これまでの運動指導では，体力や身体情報をもとにして，効率的に代謝をあげたり筋肉をつけることが目的にされていた。研究を進め，運動中の気持ちや感情の変化に焦点を当てることで，継続的に運動がしたいと思えるようなプログラムができるのではないかと斉藤さんは語る。みんなに楽しんで運動をしてもらうことを目指して，これからも挑戦は尽きないだろう。

（文・金子 亜紀江）

斉藤　篤司（さいとう　あつし）プロフィール

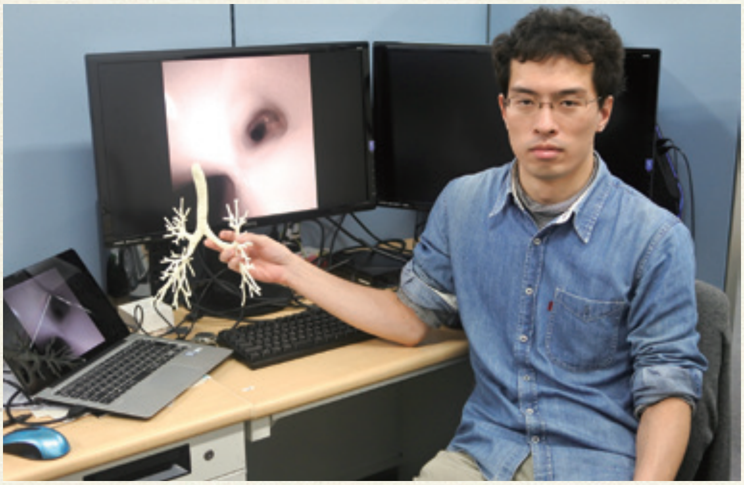
1986 年に筑波大学体育研究科コーチ学にて修士号取得。現在は，九州大学大学院人間環境学研究院にて准教授を務める。研究活動だけでなく，一般の人に向けた健康セミナーなどでの講習会や講演，スポーツ競技者向けのトレーニング方法論の解説など，社会活動も活発に行う。

私のみらい創生記

医師とCGクリエイター、2つの立場から目指す医療の発展

瀬尾 拡史 さん

株式会社サイアメント
代表取締役



近年,「アバター」などの映画作品やゲームソフトにも用いられている3DCG。その技術を用いて医療の発展を目指している人がいる。医師免許を取った後,3DCG制作の会社を自ら立ち上げた瀬尾拡史さんだ。瀬尾さんが描く未来には,いったいどんな世界が広がっているのだろう。

きっかけは人体のなぞにせまる番組

目の前に映し出された,まるで本物のように拍動する心臓。それは,瀬尾さんが中学生の頃に見たNHKの「驚異の小宇宙 人体」という番組の映像の一場面だ。そこではDNAの構造や細胞の中の世界など,人体のしくみがCGを用いてわかりやすく解説されていた。映画などのエンターテインメント以外に,教材としても役立てられることに衝撃を受けたという。中学・高校とパソコン部でCGのプログラミングに取り組んだ瀬尾さんは,医学部に進学してからもより専門的な知識を求めて専門スクールに通いCG制作技術を学び続けた。ついには,より実用的な技術であるメディカルイラストレーションを学ぶために,アメリカの大学への短期留学も実現させた。

CGで医療をよくする

「私はCGで何かを表現したい人ではありません。CGという手段を用いて医療をよくしたいのです」と語る。3DCG技術の発展があれば,たとえば機器の操作が難しくベテランの医師が苦戦するような検査でも,画面上で立体的に見ながら何度でもシミュレーションをくり返し練習できる。治療の成果は医師個人の経験や技量に頼る部分も多く,その負担は大きい。CGによる有用な医療ソフトができれば,機器の操作そのものを簡単にしたり,習得の苦労を減らして世界中の医師の技量を一定のレベルまで向上させたりすることが可能かもしれないのだ。それは医師ごとの治療成果のばらつきの改善につながる。インターネットが普及した今,日本で生まれたゲームソフトが世界

中で愛されるように，医療ソフトが世に広まる地盤はできている。「高いハードルですが，以前と比べるともう夢物語ではありません」と瀬尾さんは語る。

現場を知り，課題解決に導く

CGの可能性に魅せられ，大学で医療の知識を学びながら技術を磨いてきた瀬尾さんだが，卒業してすぐにCGの世界に飛び込んだわけではない。医学部卒業後は，研修医として実際の医療現場でも勤務している。さまざまな科を回る中で，現場の医師は課題を抱えていながらも，それを解決できる術をもっていないことや，その中には自分のもつCGの知識で解決できる課題も多いことに気づいた。研修医時代の経験から，今でも現場で働く医師へのヒアリングから課題を見つけ出し，その解決に取り組むというやり方を大切にしている。

瀬尾さんが用いるCG技術はCGの専門家であれば半日で解決できるようなものもあるが，彼らは解決のためのソフトはつくれても，もとのアイデアを出すことはできない。「現場を知ることは大切ですね。医師免許を取ってすぐにこの世界に入っていたら，今のようなアイデアは出てこなかったと思います」と話す。たとえば，気管支の検査は胃カメラのような細い管をのどに通して行うが，立体的な感覚を養うのが難しく，ベテランの医師でもスムーズに管を操作できない。呼吸器内科・外科の医師からこの相談を受けた瀬尾さんは，本物と同じようなシミュレーションが可能なシステムを開発した。現在実際の医療現場への導入も見据えて検証中だ。瀬尾さんは医者としての知識・経験とCGの知識を併せもつからこそ，他には真似できないアイデアを生み出すことができている。

CGの活用から切り込む医療の発展

これまでの経歴を見ると常に先を見据えて計画してきたように思えるが，「実際は目の前の課題に取り組むのに一生懸命でした。人間は一足飛びにすごい人にはなれない。何も知らない中学1年生のときからコツコツと積み重ねてきた結果です」と瀬尾さん。

現在の一番の目標は，医療現場で実際に導入され，その分野の治療が軒並み改善される，そんなアイデアを世に出すことだ。「いまだ残る課題をCG技術でひとつずつ解決していければ，医療はもっと発展するはず」。CGと人の手の技術，2つが合わさりよりよい医療が可能になる—そんな未来がもう始まっている。 （文・松浦 恭兵）

瀬尾　拡史（せお　ひろふみ）プロフィール

東京大学医学部医学科卒。医師。東京大学医学部附属病院にて初期臨床研修修了。

東京大学在学中，デジタルハリウッドへのダブルスクールで3DCGの基礎を習得。現在，株式会社サイアメントの代表取締役を務め，サイエンスCGクリエイター，医療CGプロデューサーとして活動中。

海の何を知りたいの？

船が行き交う海の上から，海底奥深くの海淵まで，さまざまな顔をもつ海。海に挑む研究者たちは，いったい何を知りたい・突き止めたいという思いをもって研究しているのでしょう。研究者が見つけた，海での「知りたい！」を紹介します。

人を助けて船を安全に着岸させよう

海の上の行き交う大小さまざまな船。これらの船がどうやって港に着いて止まるのか考えたことはありますか。車と違って船にはブレーキがありません。エンジンを止め，スクリューを逆回転させることで徐々にスピードを落としながら着岸します。簡単にみえますが，安全な着岸にはじつはとても高度な技術を要し，船舶事故のうち最も多いのが着岸時の事故なのです。

着岸が難しいのは，船の大きさや積み荷の重さの他，そのときの波や風，海流，湾の地形といった自然条件，さらには他の船の位置などの多くの条件に応じて，適切な航路を選び，適切なスピードで岸に船を寄せる必要があるためです。湾内で船に乗り込み，安全に着岸をさせることを仕事とする，水先人（みずさきにん）と呼ばれる専門職があるほど。今のところ，着岸の安全性は水先人の経験，技術に依存してしまっています。

東京海洋大学の岡崎忠胤（おかざきただつぐ）さんは，人の経験に頼っていた安全な着岸を工学的なシステムとして船に組み込もうとしています。計算と実測を重ね，船や自然の条件と，安全に着岸するための操船方法との関係を数式で表すことに成功しました。条件を入力すれば最適な操船方法が計算され，自動で安全に着岸できるのです。

ところが，これだけでは実際には船で使ってもらえません。機械が導き出した最適解は合理的すぎて「まだエンジンを止めなくて大丈夫だろうか」と乗っている人に怖さを与えてしまうのです。そこで岡崎さんは，自動着岸したときの人の緊張状態を体温変化によって測定しています。そこから，人が安心できる操船方法を導けるように計算式を改善できるのです。さらに，安全性を確実にするためには，船の古さやメンテナンス状態も考慮する必要があることがわかってきています。

船舶の事故は，原油流出など地球規模の惨事になりかねず，想定外は許されません。「想定外への対応は人に敵うものはありません。特に船では，自動化するところと，そうでないところの切り分けが重要です」と岡崎さん。「人が不要になる」ではなく「人をサポートする」ための操船方法を知るための研究が進められています。（文・鈴木 るみ）

取材協力：東京海洋大学 海洋工学部 海事システム工学科
教授　岡崎 忠胤さん

日本財団マリンチャレンジプログラム

海にかかわる研究に挑戦したい中高生求む！

漁業人工知能エンジニア，海底ドローン操縦士，海洋創薬研究者…みなさんが大人になる頃には，今はまだ名前のない海の専門家が生まれているかもしれません。日本財団とリバネスでは，海洋分野での課題を見つけ，海とともに暮らす新たな未来を創り出すための仲間を求めています！

今回，船や洋上風力発電所などの海や水中にかかわるものづくりや，海洋生物や水産物の生態・活用方法の研究，海の環境を知ることや守るための研究など，海にかかわるあらゆる研究テーマを対象に，中高生の研究活動に対する研究サポートを開始します。すでに研究を行っているチームも，これから始めるチームもすべての中高生のチャレンジをお待ちしています。

助成内容　研究費５万円　※二次採択チームには５万円を追加助成
研究経験のあるスタッフによるコーチが受けられます

海のゴミを回収するロボットを開発したい！

二枚貝は海を浄化できるのだろうか？

魚から新種の好冷菌は見つかるか？

募集要項

募集テーマ　海洋に関連するもの（分野等は問わない）

募集対象　中学生，高校生，高等専門学校生（３年生以下）による２名以上のチーム
※異なる学校や学年による組成も可

採択件数　<一次採択>　①北海道・東北②関東③関西④中国・四国⑤九州・沖縄の５ブロックで各12チーム（計60チーム）
<二次採択>　５ブロックの一次採択チームから各３チーム（計15チーム）

募集期間　2017年３月１日（水）～４月14日（金）

審査　一次採択：申請書類選考，オンライン面談／2017年４月17日（月）～５月19日（金）
二次採択：各ブロックで行われる成果発表会（口頭発表）での審査／2017年８月

主催　日本財団，株式会社リバネス

詳細・申請方法・問い合わせ

下記の Web ページから「マリンチャレンジプログラム」をご覧ください。
https://s-castle.com/castlegrant

日本財団 THE NIPPON FOUNDATION
Presented by 日本財団

TEPIA
チャレンジ助成事業
2017

ロボット開発に挑戦したい中高生を募集します！

中高生向けに，日本の先端技術の魅力を伝える展示やイベントを行っているTEPIA先端技術館では，ロボット開発にチャレンジしたい中高生チームを応援しています。自動で部屋をきれいにしたり，夜間に建物を見回ったり，ペットの代わりになったりと，ロボットが活躍する場はどんどん増えている一方で，ロボットの開発を担える人材が世界中で不足しています。そこで，中高生のうちからロボット開発にチャレンジできるように創設されたのが、TEPIAチャレンジ助成事業です。自由な発想で応募してみてください。ロボット開発経験の有無は問いません。たくさんの中高生チームからの応募をお待ちしています！

助成内容 参加特典

- **開発費20万円**
- **アドバイザーからの専門的な助言**
- **開発者どうしのコミュニティ**
- **TEPIAロボットグランプリでの発表**

※開発したロボットはTEPIA先端技術館で展示されます

募集要項

募集テーマ	『学校生活で活躍するロボットを開発せよ！』授業，部活動，通学路など，自分で課題を設定し，それを解決するロボットを開発してください！
募集対象	オリジナルロボットの開発に挑戦する中学生，高校生，高等専門学校生（3年生以下）のチーム
採択件数	最大15チーム
募集期間	2017年2月1日（水）～4月20日（木）
審査	一次審査：申請書類選考　二次審査：オンライン面談（30分程度） 2017年4月21日（金）～5月20日（土）

詳細・申請方法

TEPIA　Webページをご覧ください！　**http://www.tepia.jp/tcs/**

問い合わせ

株式会社リバネス　TEPIAチャレンジ助成事業事務局　担当：立花，伊地知
TEL：03-5227-4198　FAX：03-5227-4199　E-mail：ed@Lnest.jp

TEPIA 先端技術館

Presented by TEPIA
（一般財団法人高度技術社会推進協会）

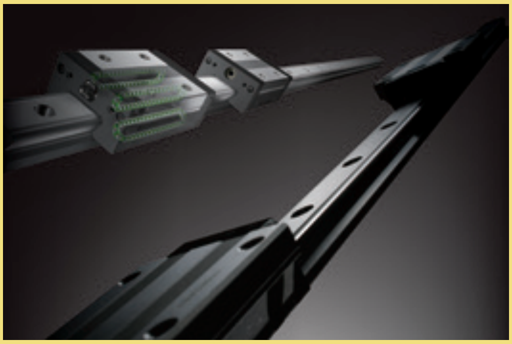
THK 共育プロジェクト

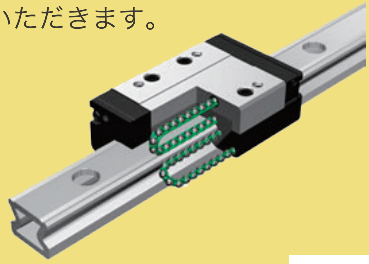
スムーズな動きを活用した「ものづくり」に挑戦せよ！

スムーズに開閉する自動ドア，軽い力で動き出す引き出し，前後左右思いのままに動くクレーンゲームのアーム……。これらに共通するものは何でしょう？じつは，すべて THK 社が開発した「LM ガイド（Linear Motion Guide)」が使われているのです。

LM ガイドとは，物と物の間の摩擦力を極力抑えることで，どんなに重たいものもスムーズに直線運動させることを実現させた機械要素部品です。通常，重たいものほど横に動かそうとすると摩擦が生まれて動きません。しかし，LM ガイドでは，移動する LM ブロックと LM レールの間に転動体（ボール）を入れることで、転動体が転がりながら移動し、摩擦を極力減らして動かすことに成功しました。たとえば土俵で体重が 150 キログラムの力士を押してもびくともしませんが、力士の足元に LM ガイドがあれば、500 グラムで押すことが可能となります。詳細は下記の「5 分でわかる THK」をご覧ください。

今回，みなさんには，この LM ガイドをうまく活用して、世の中の課題を解決する「ものづくり」に挑戦いただきます。





5 分でわかる THK
→ https://goo.gl/C9EOZO

助成内容　研究費 15 万円＋必要な LM ガイド

募集要項

募集テーマ　LM ガイドを活用した，世の中の課題を解決するものづくり
募集対象　中学生，高校生，高等専門学校生（3 年生以下）によるチーム
採択件数　最大 10 チーム
募集期間　2017 年 3 月 1 日（水）～ 4 月 20 日（木）
決定時期　2017 年 5 月 11 日（木）

詳細・申請方法・問い合わせ

下記の Web ページから「サイエンスキャッスル研究費 THK 賞」をご覧ください。
https://s-castle.com/castlegrant

THK The Mark of Linear Motion
Presented by THK 株式会社

イベント pick up

サイエンスキャッスル 2016 結果発表

SCIENCE CASTLE

2016年12月，全国4か所で開催された日本最大級の中高生のための学会「サイエンスキャッスル」。**156**校の学校から**1546**名もの参加者が集まり，合計で**356**件もの最新の熱い研究発表がくり広げられました。各会場で最優秀賞に輝いた4つの研究を紹介します！

サイエンスキャッスル最優秀賞　受賞研究

選りすぐりの口頭発表の中から最も「科学技術の発展と地球貢献を実現する」とみなされた研究に贈られました

九州大会　レンズがつくる副実像の研究「写像公式化に成功」

熊本県立宇土高等学校 科学部物理班
柳田 悠太朗 さん

東北大会　砂はなぜ鳴るのか ～鳴砂の発音方法解明に向けて～

宮城県気仙沼高等学校 自然科学部鳴砂班物理
足利 和保 さん

関西大会　静かなる侵入者 アルゼンチンアリ 分布拡大への考察と行動学的研究

岐阜県立八百津高等学校 自然科学部
水野 珠那 さん

関東大会　カエルの採餌行動実験

東京大学教育学部附属中等教育学校 生物部
岸野 紘大 さん

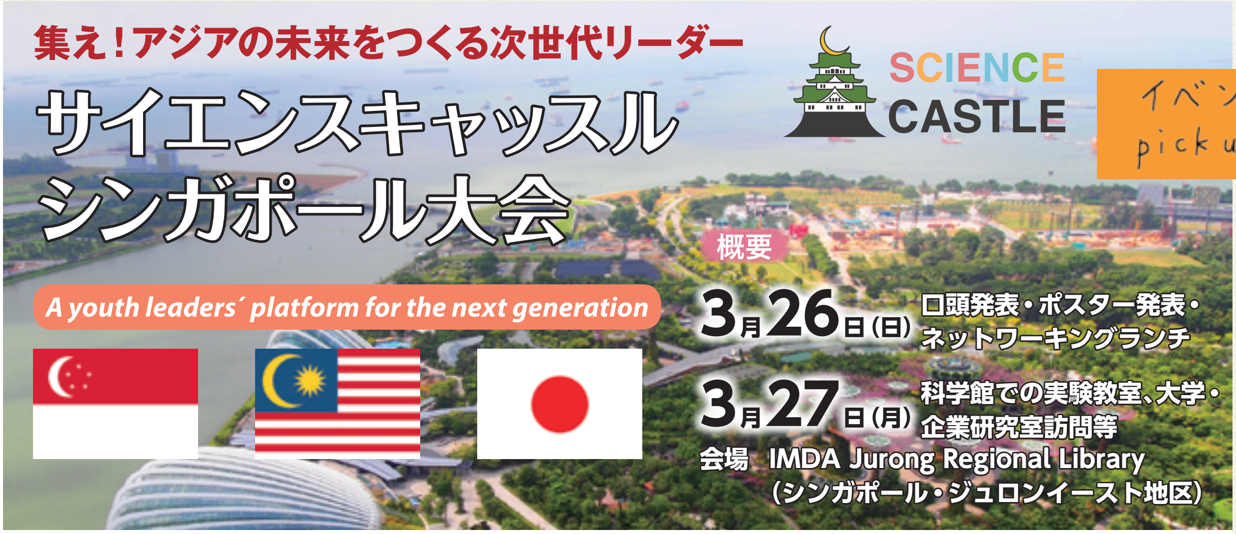
各会場のその他のさまざまな賞については，ぜひサイエンスキャッスル HP へ
これまでのサイエンスキャッスルで発表された研究の要旨も検索できます！
https://s-castle.com/castlemeeting2016/

次に表彰されるのはあなたかもしれません！

サイエンスキャッスル 2017 の開催もすでに決定しています。これから研究する人も，
さらなる発展研究に臨む人も，12 月のサイエンスキャッスルでお待ちしています！

12/17　九州大会・東北大会　　12/23　関東大会・関西大会　　エントリー開始は 6/1 を予定しています！

イベント pick up



3 月 26 日には，ついに初の国際大会としてシンガポール大会を開催します。シンガポール・マレーシア・日本からの研究者が集い，自分たちの研究の魅力，そしてアジアや世界の未来を熱く語る予定です。

今回は，日本から参加予定の 12 の研究発表のうち，選考を通過し口頭発表に挑戦する 5 件のテーマを紹介します。彼らからの刺激をもとに，みなさんも次のサイエンスキャッスルに向けて，明らかにしたい問いや身近なふしぎにいまいちど目を向けてみてくださいね。

日本からの口頭発表校決定！

◆Atmospheric Pressure and the Principle of Archimedes as Studied by the Kinetic Theory of Gas（大谷高等学校 科学部）
◆ユリの花粉管誘導 ～柱頭はなぜ花粉管を誘引するのか～ （名古屋市立向陽高等学校 生物班）
◆金属パイプ内を落下するネオジム磁石球の運動 （札幌日本大学高等学校 科学部物理グループ）
◆宇宙開発に向けた宇宙線の防護 （東京都立戸山高等学校 SSH 物理 放射線班）
◆あくびに関する研究 （茨城キリスト教学園高等学校 サイエンス部 あくび班）

行ってきます！

茨城キリスト教学園高等学校 あくび班の内田七海(うちだななみ)さんに意気込みを英語で語ってもらいました!
You may have experienced this before: when feeling enthusiastic or motivated, and seeing someone yawning and all of a sudden, felling down. We often hear that yawning is for getting more oxygen. In fact there seems to be not enough scientific evidence backing up these phenomena. We would like to unveil the mystery of yawn!

海外の中高生研究者ってどんなこと考えているの？

これまでに演題登録のあった研究テーマ例をいくつか紹介します

シンガポール：Investigation of Electrolytes in Isotonic Drinks（スポーツドリンクに含まれる電解質の探索）
Investigating the best material for a raincoat （レインコートに最適な物質の探索）
マレーシア：Herbal Lactis for Varicella Zoster Infection（水疱瘡(みずぼうそう)の傷治療のためのハーブ由来乳酸菌生成エキス）

特別協力 Mitsui Chemicals
会場協力 IMPIXEL LABS@NLB
企画協力 SCIENCE CENTRE singapore / USHIO / WASEDA University WASEDA Bioscience Research Institute in Singapore (WABIOS)

Follow us! 当日の様子や次回開催予告はこちらから
URL: https://www.facebook.com/ScienceCastleAsia/

今号の理系さん

尾上（おのうえ）　愛（あい）さん

東海大学付属高輪台高等学校
（高校２年生）
物理化学部

光の波長によって，植物細胞の葉や根への分化がどう変化するかを研究している尾上さん。中高生のための学会サイエンスキャッスルでは休憩時間も惜しまず，自ら研究者に話しかける姿がひと際目立っていました。しかし，以前は授業の音読すら苦手な恥ずかしがりだったといいます。何が彼女をここまで変えたのでしょう。

◆研究を始めたきっかけを教えてください

雑木林で自然のおもしろさを教えてくれた祖父母の影響か，幼い頃から植物が大好きでした。先輩の勧めで今の研究を始めましたが，培養用ビンの中で小さな芽や茎が育っていく姿に「ビンの中の小さな世界に木が生えているみたい！」と感動したことを覚えています。研究対象のハナスベリヒユは以前から自宅で毎年育てていたため，非常に身近な植物でした。愛着があったからこそ一層研究に夢中になりました。

◆研究発表や研究のやり方は　どうやって学んでいるのですか？

初めて先輩たちの発表を見たとき，その内容や話し方があまりに魅力的で強い憧れを抱きました。はじめは，口調や表情，身振り手振りをとにかく真似してワザを盗みました。そして，憧れの大学教授にお願いして発表を聞いてもらったり，遠くは山形県での発表会に参加したりと自分を鍛（きた）え続けました。今では発表こそが私の研究の武器であり楽しみです。発表を行いフィードバックをもらうことで，自分では思いつかない研究手法を学ぶことができ，自分の世界が広がる喜びを感じます。

◆将来の夢を教えてください

大学でも植物の研究を続けたのち，化粧品の研究者になりたいです。中学３年生のとき，過酷な環境下で育つバラ由来の成分を利用した，肌の再生力を高める化粧品があることを知り，化粧品研究に興味をもちました。一見つながりがないように見える世界どうしがつながることや，大好きな植物の可能性を伸ばせることに魅力を感じています。研究成果を世界の舞台で発表し，自分を成長させ続けていきたいです。

尾上さんは

発表することで貪欲に知識を吸収する，若きつぼみ

始め方や進め方がわからないときもひとりで悩まず，まずは誰かに話してみるという尾上さん。「自信がなくてもぶつけてみる。そんな一歩を踏み出せば，必ず変化は起こる」と語ってくれました。きっとこの行動力が世界中の人とのつながりを育み，新たな研究成果を生み出し，彼女を花開かせてくれることでしょう。　（文・河嶋 伊都子）

うちの子紹介します

第 39 回
生まれた環境で「強み」を変える オオツノコクヌストモドキ

▲米粒サイズの小さな甲虫。写真奥にいるアゴがない個体はメスです。

▲オスだけがもつ大きなアゴ。これでメスをめぐって戦います。

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

クワガタと同じ甲虫の仲間のオオツノコクヌストモドキ。米粒大の小さなからだながらも，クワガタに似た立派な大アゴをもち，「オオツノ」の名の由来となっています。オスのみが大アゴをもち，メスをめぐって戦いますが，勝負に負けたオスは 4 日間落ち込み，戦いから逃げ続けるというお茶目な習性ももっています。

彼らの武器である大アゴの「大きさ」は勝負を左右する重要な要素ですが，どのように決まると思いますか。親からの遺伝？それとも鍛(きた)えれば大きくなる？じつは，幼虫のときにエサを食べて体内に蓄(たくわ)えた栄養の量が強くかかわっています。

エサが豊富にある環境で大きく育った幼虫は大型の成虫となり，その大アゴの大きさは栄養に恵まれなかった小型のオスと比べて 3 倍以上も大きくなります。一方，小型のオスでは大アゴを小さくする代わりに翅(はね)を大きくして行動範囲を広げることで，その子どもたちはよりエサの豊富な環境で生活できるようになるのです。大型と小型の成虫はかたちが大きく違います。おどろくことに設計図である DNA そのものが成虫のかたちを決めているのではなく，まったく同じ DNA でも栄養環境に応じて設計図の使い分けができるのです。東京大学の小澤高嶺さんは，その使い分けに「エピゲノム」と呼ばれるしくみがかかわることを突き止めました。エピゲノムとは，環境に応じて柔軟に変化できる細胞の記憶のしくみのことで，設計図の使い分けのいわばスイッチの役割を担っています。

蓄えた貴重な栄養を大アゴに使うか，翅に使うか。仮に DNA の塩基配列ですべてが決まってしまうと，大きい大アゴの親をもつ子どもは，どんな環境でも栄養を大アゴを大きくすることに使うことになります。しかし生まれた環境によっては大きい大アゴが有利になるとは限らず，ときとして不利になってしまうことも。彼らは，環境に応じて変化させることのできるエピゲノムを駆使してどんな環境に生まれても生きていける強さを獲得してきたのです。　　（文・栗原 美里）

取材協力：東京大学 大学院 総合文化研究科 広域科学専攻 特任研究員　小澤 高嶺 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，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 IHI
アサヒ飲料株式会社
株式会社アトラス
アルテア技研株式会社
株式会社池田理化
株式会社インターテクスト
株式会社ウィズダムアカデミー
ウシオ電機株式会社
SMBC 日興証券株式会社
株式会社オークファン
オムロン株式会社
オリエンタルモーター株式会社
オリックス株式会社
オリンパス株式会社
株式会社オンチップバイオテクノロジーズ
川崎重工業株式会社
関西国際学園
カンロ株式会社
協和発酵キリン株式会社
クラシエフーズ株式会社
株式会社クラレ
株式会社グローカリンク
KEC 教育グループ
コニカミノルタ株式会社
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
株式会社 G-クエスト
シーコム・ハクホー株式会社
株式会社 JCU
敷島製パン株式会社
株式会社ジェイテクト
株式会社シグマクシス
城南信用金庫
株式会社 THINKERS
株式会社シンク・デザイン
株式会社新興出版社啓林館
新日鉄住金エンジニアリング株式会社
新日本有限責任監査法人
株式会社神明
株式会社 SCREEN ホールディングス
Selfwing Vietnam Co.,Ltd.
大日本印刷株式会社
株式会社タカラトミー
多摩川精機株式会社
THK 株式会社
DIC 株式会社
D.C.TRAINING JAPAN 株式会社
株式会社テクノバ
東洋ゴム工業株式会社
東レ株式会社
株式会社常磐植物化学研究所
凸版印刷株式会社
株式会社巴商会
株式会社ニッピ
日本たばこ産業株式会社
日本ポール株式会社
日本マイクロソフト株式会社
日本ユニシス株式会社
パーク２４株式会社
株式会社はなまる
株式会社浜野製作所
ビクトリノックス・ジャパン株式会社
株式会社日立ハイテクノロジーズ
富士ゼロックス株式会社
富士フイルム株式会社
株式会社プロトコーポレーション
ボンサイラボ株式会社
本田技研工業株式会社
株式会社マイクロテック・ニチオン
三井化学株式会社
三井製糖株式会社
三井不動産株式会社
三菱ガス化学株式会社
株式会社メタジェン
森下仁丹株式会社
森永乳業株式会社
山芳製菓株式会社
ヤンマー株式会社
株式会社ユーグレナ
株式会社吉野家
株式会社吉野家ホールディングス
リアルテックファンド
ロート製薬株式会社

■おしらせ■

『someone』は最前線で活躍する研究者の情熱や研究内容を，雑誌でお届けしています。
リバネスでは雑誌を通じてだけでなく，「サイエンスキャッスルゼミ」として，直接研究者に会い，疑問をぶつけることのできるイベントなどを開催し，中高生の研究を応援しています。
サイエンスに興味はあるけれど研究をどう始めたらよいのかわからない。まわりに研究できる環境がない。研究者という仕事に興味がある。実際に研究している人の意見が聞きたい。
少しでも当てはまったそこのキミ！ぜひ「サイエンスキャッスルゼミ」に来てみてください。
次回は 4 月に開催予定。くわしくは URL をチェック！
https://s-castle.com/castle-seminar/

大学に行ったら学部・院生のための
研究キャリア就活情報誌
応援マガジン『incu・be』

＋＋ 編集後記 ＋＋

今回の特集は地下です。

地下にちなんで地下に住む生きものモグラが表紙を飾ってくれました。そんなモグラの巣はナガエノスギダケというキノコの下にあるといわれています。いったいなぜある特定のキノコの下を掘っていくとモグラの巣があると思いますか。興味のある人は調べてみてくださいね！　　　　（若山 優里奈）

Leave a Nest

2017 年 3 月 1 日　発行
someone 編集部 編
staff
編集長　若山 優里奈
art crew　神山 きの
村山 永子
清原 一隆（KIYO DESIGN）
編集　瀬野 亜希 / 戸金 悠
記者　井上 剛史 / 金子 亜紀江 / 河嶋 伊都子
栗原 美里 / 重永 美由希 / 鈴木 るみ
土井 寛之 / 濱田 有希 / 松浦 恭兵

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　someone@leaveanest.com (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　合資会社 三島印刷所

Ⓒ Leave a Nest Co., Ltd. 2017　無断転載禁ず。
ISBN 978-4-907375-93-5 C0440

ISBN978-4-907375-93-5
C0440 ¥500E
定価（本体 500 円＋税）

depth

0.5~1.5cm

13cm

40cm

produced by リバネス出版　https://s-castle.com/

深いところを掘るモグラはからだが大きいよ。