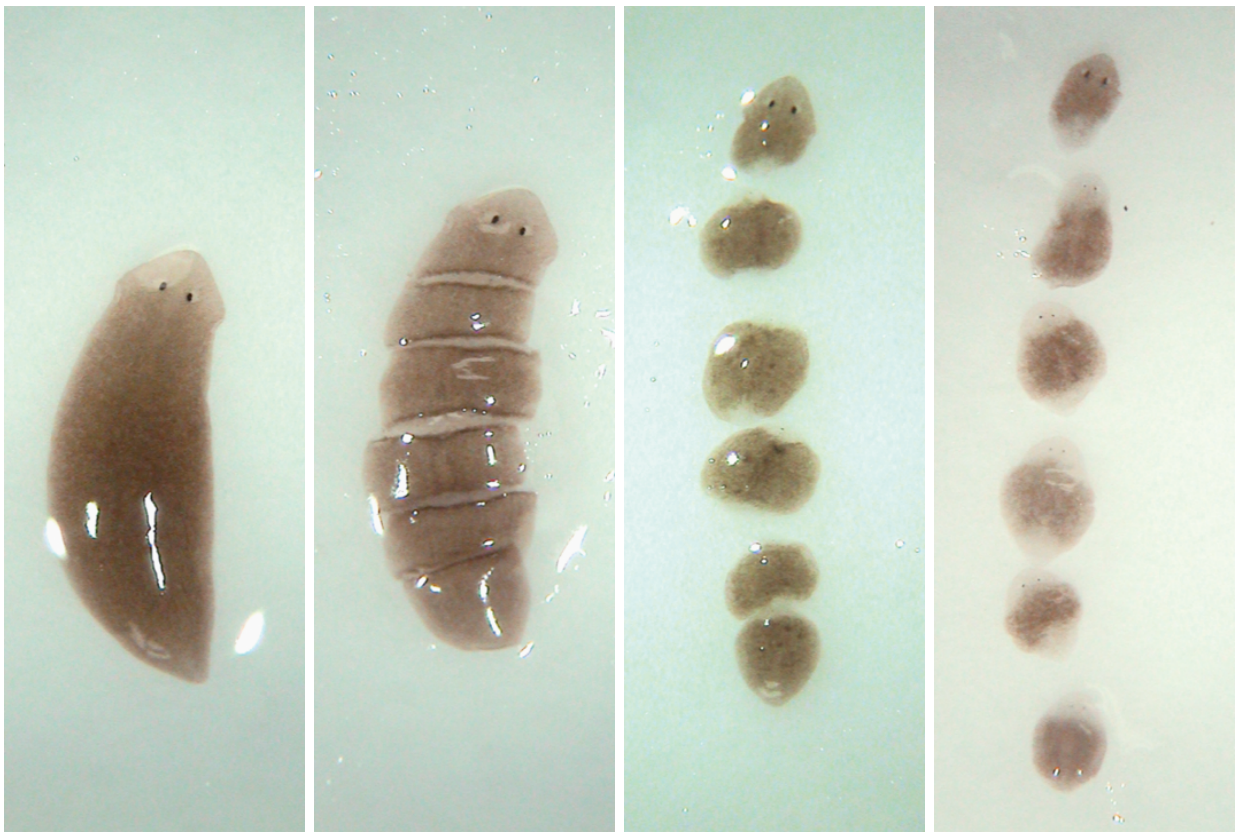
OKAZAKI

研究所だより

大学共同利用機関法人　自然科学研究機構
●基礎生物学研究所　●生理学研究所　●分子科学研究所

No. 64
2021.1



出前授業

プラナリアに学ぶ再生医療

● 岡崎市立竜海中学校
● 基礎生物学研究所　阿形 清和 所長

阿形所長の
出前授業

プラナリアに学ぶ再生医療

■ 岡崎市立竜海中学校
■ 基礎生物学研究所　阿形（あがた） 清和（きよかず）所長

2020年11月2日に基礎生物学研究所 阿形清和所長による出前授業が岡崎市立竜海中学校で行われました。

阿形所長は、プラナリアやイモリといった再生能力の高い生き物を使って、再生の原理を明らかにし、再生できない生き物の再生に応用する研究をしています。

授業では、生き物は様々な機能を持った多くの細胞の集まりであることや、他の多くの生き物と異なり、プラナリアには体のどんな部分の細胞にもなれる「幹細胞」が成体になっても存在するため、体を切って増えることができることを紹介しました。

授業を受けた生徒の皆さんは、プラナリアが体を切って増えることに驚き、実際にプラナリアを切って、再生の様子を観察したいという声が聞かれました。また、プラナリアの特徴をヒトの再生医療にも生かそうとしていることに興味を持ち、今後の研究の発展に期待を込めているようでした。

岡崎市立竜海中学校

阿形清和所長の授業を受けて ～竜海中学校2年生 生徒さんの感想～

今回、再生する生物が本当にいるんだと初めて知りました。このような特徴をもった生物はアニメなどでしか見られないようなものかと思っていましたが、現実に存在すると聞いてびっくりしました。そんなプラナリアは切っても切っても何個かに分けられるという事なので、無敵で強いのではと思いましたが、意外にデリケートな生物という事を聞いて、愛着がわきました。この世界にはまだまだ自分の知らない事、物があるのだなと思い、他のいろいろな不思議なものも調べてみたいと思いました。

十河 夏澄（2-6）

プラナリアの再生能力を、医療に使うことを考えていて、すごく高度な事だなと思いました。もし適用できるのなら、すごく助かると思いました。「切って再生できる」と聞き、脳も再生できるのか、脳の作りは宇宙空間から星を見つけるよりも複雑なものと聞いたぞと半信半疑でしたが、全て再生していて、少し怖かったです。（すごいと思った。）

稲葉 飛呂斗（2-5）

プラナリアは結構不気味だけれど、面白い生物だと思いました。私は最近までプラナリアという生物の事を知らなかったし、くらがり渓谷でも見た覚えはありませんでした。でも阿形先生の講座を聞いて、また見つけて観察してみたいと思いました。生物を「細胞の社会」として見たり、プラナリアの特徴から人間の医学と結びつける阿形先生や山中先生たちはすごいと思いました。いつか人間が半プラナリア化し医療としても使えるようになる事が楽しみです。ぜひ成功させてノーベル賞を取ってください。応援しています!!今日はありがとうございました。

今井 真奈美（2-3）

阿形所長の研究内容

プラナリア、イモリからヒトへ。

組織の再生のメカニズムを解明し、ヒトの細胞が持つ潜在能力を再生医療につなげたい

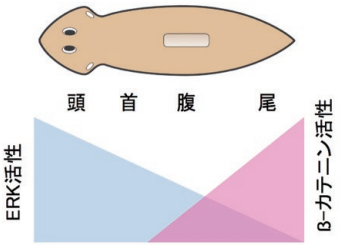
再生できる動物の再生メカニズムを調べ、再生できない動物と比較する

阿形所長の研究テーマは“生物の再生”です。生物の個体は“生物の構成単位である細胞”が連携して“細胞の社会”として成り立っています。体が傷ついて“細胞の社会”の一部が失われたとき、その部分を細胞を使って元通りに戻すことが“再生”です。

阿形所長は大学時代からイモリの目のレンズや四肢がいったんなくなった後に構造や機能を取り戻すメカニズムを研究しました。「“細胞の社会”を構成している細胞は、体の一部を失ったとき、どの部分を失ったかを感知して、増殖・分化して元通りの構造と機能を再生し、再生し終わったら細胞増殖をやめます。この“細胞の賢さ”に魅了されました。」そして、再生できる生き物から再生の原理を学び、哺乳類のような再生能力の低い生き物と比較することで“細胞の賢さ”を引き出す術を見つければ、やがて再生できない生き物も再生できるようになるのではないかと考えるようになりました。

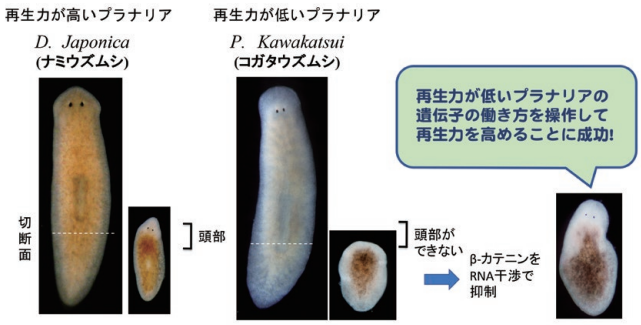
再生の普遍原理は、プラナリアの再生研究から得られました。プラナリアは自らの体を分裂して増える扁形動物で、人為的に切断されても元の形に再生します。「プラナリアは成体になっても多能性幹細胞（あらゆる種類の細胞に分化する能力を保持しながら自己増殖できる細胞）を全細胞中の2割ほど保持しているために再生が可能なのです。」阿形所長はさまざまな部位でプラナリアを切断し、再生の際にはたらく遺伝子や細胞、再生のパターンなどを調べました。そして、プラナリアで細胞レベル、さらには分子レベルで再生の原理を明らかにしました（図1）。2013年には、再生力の低いプラナリアを遺伝子操作で再生させることにも成功しました（図2）。また、イモリで関節の再生原理を明らかにしたことで、2016年には関節を再生できないといわれてきたカエルで関節の再生が可能であることを報告しました（図3）。

図1



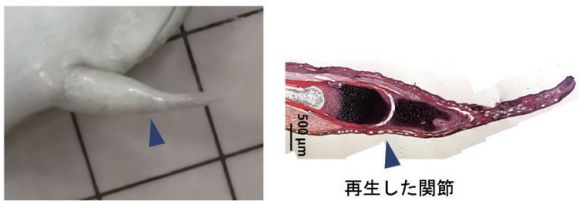
●プラナリア再生の基本メカニズム
阿形所長らは、プラナリアの再生時には、頭側はERKというタンパク質の、尾側はβ-カテニンというタンパク質の活性が強く、それらの活性勾配がプラナリアの細胞の位置情報を決めていて、プラナリアが元どおりに再生するための基本メカニズムであることを明らかにしました。

図2



●再生力の低いプラナリア（コガタウズムシ）の再生力アップに成功
プラナリアのうち、ナミウズムシは全身のどこを切っても再生することができますが、再生力の低いコガタウズムシは尾で切断されると再生することができません。阿形所長らは、コガタウズムシのβ-カテニンの活性をRNA干渉という遺伝子操作で抑制し、尾から切断しても再生することに成功しました。

図3



●アフリカツメガエルの前肢の関節が再生することを発見
同じ両生類でもイモリなどとは異なり、カエルでは関節を再生できないといわれていましたが、阿形所長らはアフリカツメガエルの前肢の関節が、切る場所によっては再生可能であることを発見しました。再生により、関節自体の大きさはほぼ元通りになりましたが、指などその先の組織は再生しませんでした。「関節の軟骨には再生を促す仕組みがありそう」と阿形所長。

座標の作り直しを誘発することで哺乳動物も再生できるようになる!?

このような成果から、阿形所長は“細胞の社会”の成立には位置情報システム（座標）が重要な機能を担い、“細胞の社会”を再生する過程においては座標を作り直していることを見出しました。また、座標の作り直しにあたっては、切断面の根元から順番に作り直すのではなく、まず座標の端となる部分を作り（“先端化”と呼ばれる）、切断面と先端までのギャップのある部分の座標を作り直すことで、全体の座標を作り直していることがわかってきました。

哺乳類では傷口で先端化が誘発されなくなったために再生能力を失ったのではないかと阿形所長。「イモリは傷口を腹側と背側の皮膚で塞ぎます。このとき先端化のスイッチがオンになります。一方、哺乳類は出血多量で死ぬことを防ぐために傷口を血栓で塞ぎます。そうすると異所的な皮膚の接触が誘発されず、これが再生を妨げている可能性があります。」阿形所長は哺乳類でも先端化を誘発できれば潜在化した再生能力を引き出せるのではないかと考えているのです。

阿形所長の再生の研究は、今、プラナリアやイモリから得た知見をヒトの再生医療に生かすステージに入ろうとしています。

（取材・構成　サイエンスライター　小島あゆみ）

阿形清和所長からのメッセージ

研究者になったのは高校生のときに読んだ『細胞の社会 生命の秩序をさぐる』という岡田節人先生（元・基礎生物学研究所所長）の著書がきっかけです。人体は1個の細胞から始まって、分化した約36兆個の細胞がコミュニケーションしながら、それぞれの役割を果たすという内容にワクワクしました。多細胞生物の細胞の一つ一つは私たちの想像以上に賢い。その能力を最大限に引き出して、ヒトを含めた動物の再生医療を実現したいという大きな夢に挑んでいます。

NEWS

岡崎の小中学生に「未来の科学者賞」を授与

未来の科学者賞は、岡崎市教育委員会が主催する岡崎市小中学校理科作品展に出展された自由研究課題の中から、着眼点の面白さや独創性に優れた作品を、3研究所に所属する研究者の視点から選出しているものです。

今年度は新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止の観点から岡崎市小中学校理科作品展はオンライン開催となり、同作品展での作品の選考及び授与式は実施できませんでしたが、別途開催された選考会により、小学生7名、中学生3名の計10名の受賞を決定し、賞の授与については各小中学校で行われました。

受賞した作品は、いずれも着眼点が面白く独創的な上、真摯に自分のテーマと向き合った意欲作で、まさしく「未来の科学者」の名に恥じることなく個々に将来性を感じる素晴らしい作品ばかりでした。

岡崎市を未来の科学の町に、という岡崎市教育委員会の思いを受け、未来の科学者は順調に育っています。（岡崎市小中学校 理科作品展は、おかざきッズ作品展ホームページからご覧いただけます。（2021年3月31日まで）https://okazakids.com/ ）

2020年度 未来の科学者賞受賞者

氏　名	学校名	学年	タイトル
丸山　喜生	本宿小学校	3年	マリーゴールド「さかなかった花をさかせたい。」
禰宜田　秀敏	六ツ美北部小学校	3年	カタツムリの自由研究
進藤　美結	六名小学校	4年	調理法によるりんご糖度調べ
伊藤　鳴美	美合小学校	5年	ドクダミ研究パートⅢ
永井　裕太	羽根小学校	5年	ドライフルーツ、野菜を作る
橋川　友嘉	生平小学校	5年	たけのこはどれだけのびる？
井端　聡	小豆坂小学校	5年	本当にかん気できているの？
内田　崚雅	北中学校	1年	磯の小人　タマキビの秘密　パートⅤ
尾関　由羽	矢作中学校	2年	クモの糸の強さを調べよう
三井　瑠莉	矢作中学校	2年	表面張力に関する研究

「おかしん先端科学奨学金制度」　奨学生によるオンライン成果発表会

開催期間　2021年2月24日（水）～3月31日（水）

視聴方法　おかしんホームページからご覧ください。**https://www.okashin.co.jp**

お問合せ先　岡崎信用金庫 地域振興部
TEL:0564-25-7213　受付時間／9:00～17:00（土･日･祝日を除く）

バックナンバーはこちら　▶▶▶▶▶　http://www.orion.ac.jp/pbl/okazaki/

広報誌「OKAZAKI」に対する御意見等は、手紙、ファクシミリ、電子メールでお寄せください。

〒444-8585　岡崎市明大寺町字西郷中38
自然科学研究機構岡崎統合事務センター　総務部総務課企画評価係
TEL 0564-55-7123･7125　FAX 0564-55-7119
E-mail　r7123@orion.ac.jp

本誌の一部または全部を無断で複写、複製、転載することは法律で定められた場合を除き、著作権の侵害となります。

古紙パルプ配合再生紙使用

OKAZAKI編集委員
基礎生物学研究所　倉田　智子
生理学研究所　西尾亜希子
分子科学研究所　片柳　英樹（編集委員長）

印刷　株式会社 イヅミ

Homepage Address
自然科学研究機構　https://www.nins.jp/
基礎生物学研究所　https://www.nibb.ac.jp/
生理学研究所　https://www.nips.ac.jp/
分子科学研究所　https://www.ims.ac.jp/

OKAZAKI No.64 2021.1 ―年3回発行―
発行／自然科学研究機構（基礎生物学研究所、生理学研究所、分子科学研究所）