

iCeMS

Our World, Your Future

京都大学アイセムス(物質—細胞統合システム拠点)

Vol. **9**

2020 March

contents

02

特集

幹細胞研究とアイセムス

07

連載

フロントランナーのまなざし

工学と生物学との融合で、
生体の組織構造を模倣する

亀井謙一郎 准教授

10

アイセムスの一翼

パブリックエンゲージメントユニット

科学コミュニケーター

高宮泉水 特定助教

11

iCeMS の動き

微細加工技術を駆使した生体外ヒトモデル「ボディ・オン・チップ」。同一人物に由来する組織の間に極小の流路でつなぐことで、ヒトの生理反応を生体外で模倣することが可能に。(詳細は7ページ参照)

幹細胞研究とアイセムス

約10億年前、単細胞生物が細胞分裂を繰り返して、自分のコピーを作り続けていた世界のなかに、偶然にも多細胞生物が誕生しました。多細胞生物は、一つの細胞から多様な働きをもつ細胞を生み出す能力をそなえた「幹細胞」を編み出しました。私たちアイセムスの研究者は、2007年の設立時から幹細胞の基礎研究に挑戦し、その能力を解きあかしたり、制御したりするために、さまざまな角度からアプローチしています。この特集では「幹細胞」をキーワードにして、アイセムスの研究活動をご紹介します。

私たちの体は約37兆個の細胞からできています。その種類はなんと200種以上。膨大な数と種類の細胞のもとをたどると、たった一つの細胞、受精卵にたどりつきます。お母さんのお腹のなかで受精卵は分裂を繰り返しながら、体を構成する臓器のもととなる「幹細胞」を生み出します。さらにその幹細胞から様々な種類の細胞が生み出され、私たちの体はできあがります。体内のさまざまな臓器がそれぞれの役割を果たすことで、私たちの生命は維持されています。それらの臓器ごとに必要とされる細胞の種類が異なります。それを生み出すのも「幹細胞」の働きです。私たちの生命活動の要ともいえる幹細胞。その秘密をのぞいてみましょう。

はせがわ こういち 1972年に熊本県に生まれる。1995年に広島大学理学部生物学科を卒業。2000年に関西学院大学大学院理学研究科化学専攻を修了。京都大学再生医科学研究所研究員、南カリフォルニア大学細胞・神経科学研究科助教授などをへて、2011年から京都大学iCeMS NCBS-inStem サテライトラボグループ講師、インドNCBS-inStem 助教授、2014年からメルボルン大学医歯学部上級研究員も兼任し、2017年から現職。ベンチャー企業の技術顧問も勤めている。



長谷川光一
特定拠点講師

幹細胞のすごい能力「自己複製」と「分化」

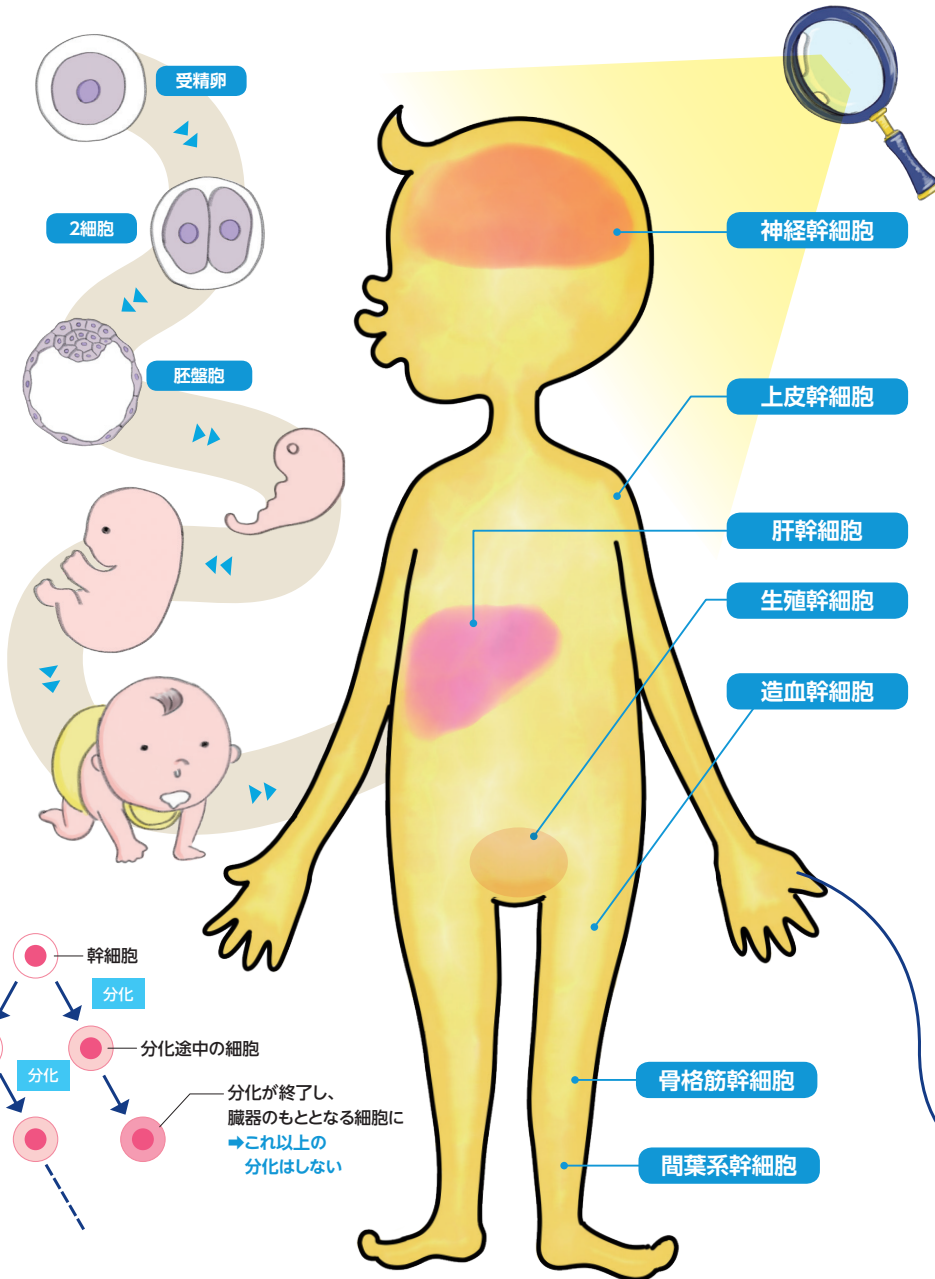
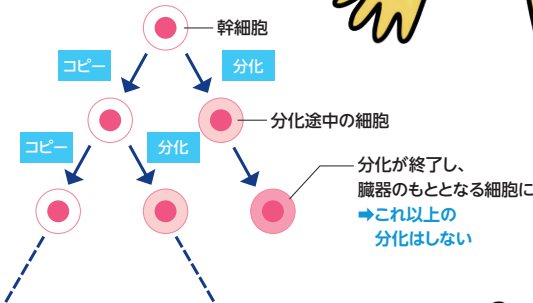
幹細胞の特徴は、①自分の「コピー」と、②自分とは「異なる細胞」の両方を生み出せることです。

①自分のコピーをつくれる=自己複製

幹細胞は細胞分裂によって自分と同じ性質をもつ幹細胞を無限にコピーできます。この能力を「自己複製」と言います。複製された幹細胞は、その親の細胞と同等の自己複製の能力が与えられます。

②自分とは異なる細胞を生み出す=分化

幹細胞はまた、自分とは違う細胞に変化することができます。この能力を「分化」といいます。例えば受精卵は、細胞分裂を繰り返しながら、皮膚の細胞、神経の細胞、肝臓の細胞などの役割をもった細胞に変化していきます。



いつも体内にいる幹細胞 (成体幹細胞)

幹細胞は再生医療などの最先端の医療に用いられる「人工的な道具」のようなものとして認識している人が多いかもしれませんが、じつは、私たちの生体内にも、生まれたときからもっている幹細胞があります。それが「成体幹細胞」あるいは「組織幹細胞」といわれる細胞です。成体幹細胞には、赤血球や白血球、血小板など血液の細胞

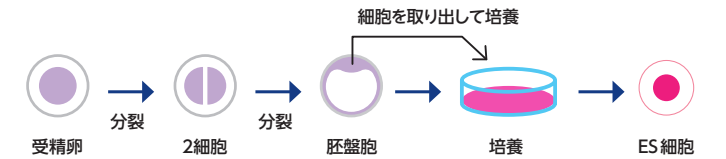
を生む造血幹細胞や神経細胞をつくる神経幹細胞など、さまざまな種類があります。分化した細胞が集まった組織のなかに存在し、その組織を維持したり修復したりするための細胞を生み出します。たとえば、転んでひざを擦りむいて傷ができて、数週間後には治癒します。これは表皮幹細胞によって新たな皮膚の細胞が生み出されるからです。

体のさまざまな細胞を生み出せる幹細胞 (多能性幹細胞 ES/iPS細胞)

いろいろな種類の細胞を生み出せることを「多能性」といいます。「iPS細胞」と「ES細胞」は成体幹細胞とは異なり、多種多様な細胞に分化できることから「多能性幹細胞」とよばれています。

・ES細胞 (胚性幹細胞)

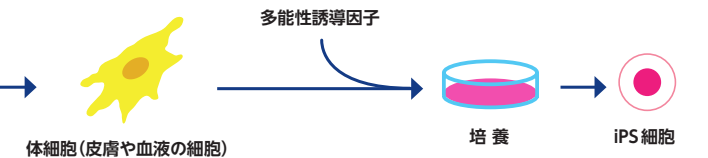
受精卵が体をつくるまでのあいだの、ほんの一時にあらわれる胚盤胞から細胞を取り出し、それを培養することで得られる細胞です。1981年にマウスES細胞の樹立に成功すると、1998年にはヒトES細胞も報告され、日本でも京都大学の中辻憲夫教授(アイセムス設立拠点長)らによって最初に樹立・報告されました。その後の技術開発によって安定的に培養が可能となり、医



・iPS細胞 (人工多能性幹細胞)

2006年に京都大学の山中伸弥教授らが、マウスからiPS細胞を樹立したことを発表しました。私たちの体の皮膚や血液などの体細胞に、ES細胞で働いている因子を導入し、これを培養することでiPS細胞を作製できます。iPS細胞を用いれば、患者さん自身の細胞からiPS細胞をつくり、病気や事故で失った神経、心筋など組織の細胞に分化させて移植することで治療が可能になると考えられています。また、

難病の患者さんの体細胞からiPS細胞を作り、病気の組織の細胞に分化させることもできます。患者さんの細胞と健康の方の細胞との比較をすることで、病気の原因の解明や、新しい薬の発見につながるかもしれません。山中伸弥教授は、アイセムスの設立当時のメンバーであり、2010年にiPS細胞研究所を立ち上げた後も、2016年度まではアイセムスの連携主任研究者として研究に携わりました。



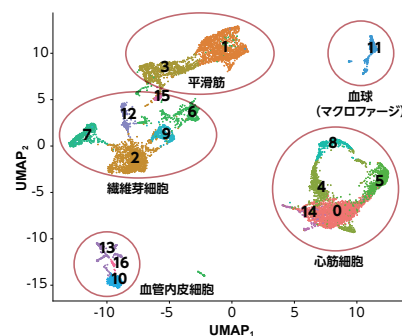
幹細胞でつながる研究者たち

異分野の研究者たちが協力しながら、ユニークな視点で研究に取り組む姿勢は、アイセムスの文化です。若手やベテランを問わず、異分野の研究者が気軽に声をかけあいながら共同研究に取り組んでいます。幹細胞研究も例外ではありません。長谷川講師も幹細胞研究を軸に、亀井謙一郎准教授をはじめ異分野の研究者と組み、幹細胞を提供したり、ほかの研究者から情報をもらったりするなどサポートしあっています。

共同研究の一例

ダニエル・バックウッド講師と中野敦客員教授(兼 米国UCLA教授)

数学者のダニエル・バックウッド講師と、心臓の発生を研究する中野敦客員教授も幹細胞を切り口に共同研究をしています。生物学の実験で得られた大量の数値やデータから、一つの結論を導き出すには、データ解析をしなくてはなりません。こういった場面で、お互いの専門性を生かして協力しあっています。例えば、マウス胎児の心筋細胞の一つひとつをバラバラにし、それぞれの1細胞の中で働く約2万個の遺伝子の量を測定し解析することで、それぞれの細胞の個性を下の図のような二次元のマップで表せます(下図:UMAP解析法)。点の一つひとつが細胞を表しています。これまで認識できなかった、わずかな細胞どうしの性質の違いが見いだせるようになりました。今後、マウスの心臓発生時の細胞を単細胞レベルで経時的に調べることで、心筋細胞が幹細胞からどのように分化しているなど、細胞どうしの関係性やつながりがみえてくることを期待しています。



マウス胎児の心臓に含まれる細胞を単細胞レベルでUMAP解析してプロットすると、16種の細胞に分けられることが一目でわかる

ダニエル・バックウッド 講師



亀井謙一郎 准教授



設立拠点長は、ES細胞研究の先駆者！

アイセムスの中辻憲夫設立拠点長は、日本で初めてサルとヒトのES細胞を樹立し、ヒトES細胞のスタンダードな培養システムを築き上げました。これまでに幹細胞研究の先駆者として、ヒトの多能性幹細胞を用いた細胞治療や薬品開発に向けた技術の研究開発などに尽力されました。その技術を通して、国内の産学連携に貢献するなど、その功績は計りしれません。アイセムス創設当初の2007年ごろ、中辻設立拠点長が挑戦していたのは「マテリアルを用いた幹細胞の制御」。異分野の化学者が、ユニークな物質や材料を創っているのを知ると、それらをツールとして積極的に取りこみ、細胞や組織の働きの制御や、病態を培養下で再現する方法、生物のしくみを解き明かす手がかりを模索していました。

中辻憲夫 設立拠点長



アイセムスの幹細胞研究

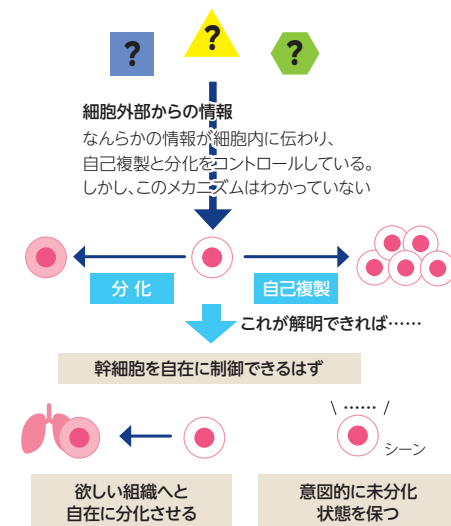
基礎研究があるから
商品開発や応用研究が
できるんだ



幹細胞を用いた研究に取り組む研究者のなかから、3名の研究者を紹介します。

幹細胞の謎にせまる どうして未分化状態が保たれる？

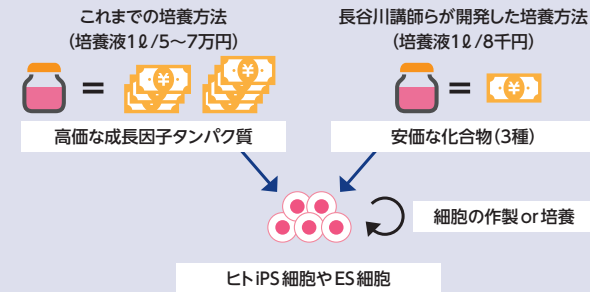
体内で幹細胞は未分化の状態を維持したまま、自らのコピーを増やしたり(自己複製)、心臓や血液などの組織のもとになる特定の細胞に変わったり(分化)します。この自己複製と分化という現象は、細胞の外側からの情報が細胞内に伝わることでコントロールされています。しかし、そのメカニズムはじつはよくわかっていないのです。私たちは幹細胞の自己複製と分化がどのようにコントロールされているかを解明するために、細胞の外からどんなプロセスでどんな情報が細胞内へ伝達され、細胞を制御しているのかを研究しています。この制御メカニズムをあきらかにすることで、特定の化合物を用いて意図的に未分化の状態を保ったり、特定の組織への分化を促進することができるはずです。こうした基礎研究を続けることで、幹細胞を用いた新たな治療法や新薬の開発などの応用研究につながる可能性があります。



応用研究の一例！

低価格のiPS／ES細胞の培養方法の開発

iPS／ES細胞の作製や利用には、大量の培地が必要です。培地の製造費用はとても高価なので、iPS細胞を利用した再生医療や創薬の研究にはこれまで膨大なコストがかかっていました。費用を抑えられれば、多能性幹細胞を導入しやすくなり、研究にかかわる人の手間も減るはずです。こうしたニーズに応えようと、私たちは人工的に合成した化合物を用いた合成培地を開発しました。材料費をこれまでの20%から10%までいどまでに抑え、従来と同様に多能性幹細胞を増やし、iPS細胞を作製できます。



見学美根子

教授

神経細胞の動きが
形「美しさ」に
魅了されています



ニューロン移動の ダイナミクス制御 神経幹細胞の分化

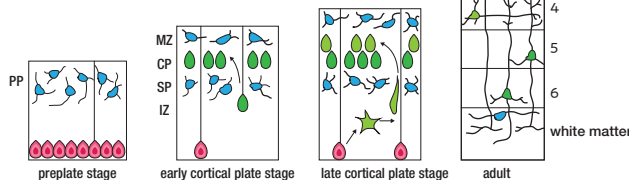
脳は、約100億個のニューロンが整然と並んで構成される精緻な回路で、人間の意識・無意識のすべての行動をコントロールしています。脳のなかにあるニューロンの動きはとてもダイナミックで、脳内を移動することで神経回路がつくられるのです。さらに、複雑に分岐した樹状突起と軸索を伸ばすことによって特定の相手とシナプス結合します。

私たちは脳が作り上げられていく過程を直接的に観察し、その原理をあきらかにしようとしています。胎児期の脳には幹細胞が並んだ分裂層があり、そこで幹細胞が活発に分裂して数を増やし、移動能のある神経前駆細胞になると分裂層を離れます。さらにニューロンへと分化すると、組織内を細胞移動し、秩序正しく積み上がって脳の皮質をつくります。

ニューロン移動の異常は、てんかんや精神遅滞、運動失調などさまざまな神経疾患を引き起こします。脳が発生する過程のニューロン移動をガラス基板の上で再現し、そのダイナミックな動きを制御するしくみを解析しています。

ニューロン移動による皮質形成(大脳皮質の例)

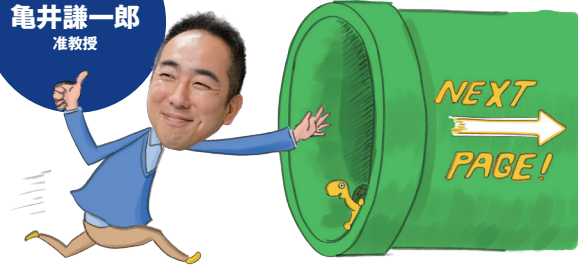
脳室直下の分裂層で自己増殖する神経幹細胞(赤)は、最終分裂後にニューロン(緑)に分化すると順次表層に向かって細胞移動し、皮質を形成する



亀井謙一郎

准教授

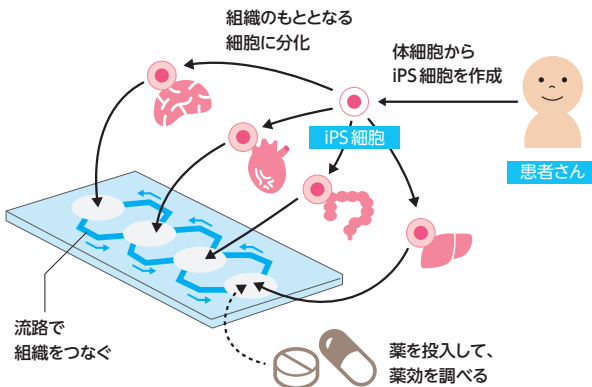
動物を救う研究にもつながるヨ!
絶望は次のページで!!



生体外で生体内の相互作用を再現 iPS細胞が開いた無限の可能性

私たちが取り組んでいるのは、「ボディ・オン・チップ」という極小のデバイスの開発です。小さなチップのなかに肝臓や心臓などの組織を組みこむことで、ヒトの体を生体外で再現できます。この研究にもiPS細胞は欠かせません。自己複製の能力をもつiPS細胞を利用することで、同一人物に由来する心臓や肝臓などの組織をつくることが可能になり、必要な量の組織・細胞を無限に準備できます。

ヒトの体内モデルを小さなチップに再現できるため、生命現象の理解や創薬の臨床試験への利用が期待されます。たとえば、患者さん由来のiPS細胞からボディ・オン・チップを作れば、その疾患メカニズムがわかり、予防法の検討や治療法の開発につながるかもしれません。



連載 フロントランナーのまなざし

10

私たちの生活のまわりにある医薬品は、世に出る前に多額の費用と長い年月をかけて開発されている。ヒトでの臨床試験を実施する前に、マウスをはじめとする動物を用いて薬効を評価する。動物とヒトとは異なる反応を示すことが多いため、薬の毒性評価が難しいことにくわえて、動物愛護の観点からも動物実験の是非について問題が提起されている。その解決策を模索するべく、亀井謙一郎准教授は「ボディ・オン・チップ (Body on a Chip)」を開発。iPS細胞とマイクロ流体デバイスを用いて薬効を生体外で再現できることから、個別化医療の実現が期待されている



かめい・けんいちろう
1975年に東京都に生まれる。2003年に東京工業大学大学院生命理工学研究科生命情報専攻博士課程修了。カリフォルニア大学ロサンゼルス校分子医学薬理学専攻研究員、カリフォルニア・ナノシステム研究所研究員をへて、2010年にiCeMS助教に。2015年より現職。

工学と生物学との融合で、 生体の組織構造を模倣する

准教授 **亀井謙一郎** Kenichiro Kamei

「先日、3週間ほどアメリカのサンディエゴ動物園で共同研究をさせてもらいました。研究対象は、園内にいる世界に2頭しか生存していない白サイです。絶滅危惧種の動物の保護も、私の重要な研究テーマです」。柔和な笑顔で、亀井准教授はやさしく語る。動物学のフィールドワーカーや生態学者の言葉のようだが、研究のベースは工学だ。

開発を進めているのは「ボディ・オン・チップ」。小さなマイクロチップのなかに、iPS細胞に由来する心臓や肝臓の組織を入れて、ヒトの生理反応や病気の状態を体の外で再現する。新しい薬剤開発への貢献をはじめ幅広い分野への応用が可能だが、亀井准教授はこのデバイスをういた動物保全にも取り組んでいる。

現在、絶滅の危機に瀕している動物は3,000種を超えるといわれている。原

因不明の病気にかかり、つぎつぎと命を落とし、数を減らす種も少なくない。しかし、個体の数が少ないために、安易に動物実験はできない。ボディ・オン・チップで絶滅危惧種の生体外モデルを作り、難病治療の糸口をさぐることが亀井准教授のねらいだ。



チップの大きさは縦75ミリ×横25ミリ。独自に開発したフォトリソグラフィを応用した立体加工技術により、高性能なバルブとマイクロポンプをチップ内に集積化することに成功

いまもむかしも、ものづくりに熱狂

「私はとにかく、ものづくりが大好き。その欲求は仕事の枠におさまりきらず、プライベートの区別なく、いつもなにかを作っています。新バージョンのボディ・オン・チップを試験的に作るために必要なレーザーカッターも、自分で組み立てました。メーカーから部品を取り寄せて、休日を利用しての工作は至福の時でした(笑)」。

その熱狂ぶりの片鱗は、小学1年生のころから。きっかけは親に買ってもらったガンダムのプラモデルだ。説明書どおりに手を動かして完成させたものをいろいろな角度から観察し、達成感に酔いしれた。興味はラジコンの改造や、時計の分解へと広がった。中学校、高校に進学しても熱は冷めず、説明書がないものを自分の発想で作りたいとさえ思うほど

に。当時の夢は、ロケットを飛ばす宇宙開発技術者や、F1で爆走するレーシングカーを造るメカニックだった。ものづくりをとおして、世界中を「あっ」と驚かす職業に憧れた。

大学の進路選択というだいじな時期、自らの進路を迷う友人も多いなか、亀井青年は早い段階で工学部に的を定め、東京工業大学の生命理工学部の道を選んだ。「工学と生物の分野が混ざったような学問です。人工物としての工学だけでなく、自然が作りだした生物の構造にも惹かれたのです。『人間はどうして考えることができるのだろう。考えるときの脳のしくみはどうなっているのだろう』と」。

研究に没頭するなかで、自分の頭で論を組み立てることに魅力を感じ、研究者を志す。会社員として企業から与えられたタスクをこなすよりも、目的も手法も自

分で自由に発想して計画を練るほうが性に合っていた。

基礎的な生物学を取り込み、さらなる工学の高みへ

博士課程修了後は、博士研究員としてカリフォルニア大学ロサンゼルス校へ。「私の人生で、大きな決断でした。がらりと方向転換して基礎的な生物学のみに取り組む研究室に進みました。それまでも生物学にふれていましたが、研究の土台は工学です。研究の最終着地点が工学だとしても、いちど専門的な生物学の見地にも立ち寄ったほうがよいと思ったのです。理学的な考え方がわからないと、ハイレベルな工学は成り立ちません」。

慣れない環境でひたすら遺伝子を操作して、遺伝子組み換えマウスの世話をする毎日。工学にはいっさい触れず、

基礎の基礎から生物を学び始めることに不安を抱くことも。しかし、吸収することは多かった。遺伝子組み換えに必要なES細胞は、それまでにいちども触れたことはなかった。工学の領域にいただけでは、得られない多くの知識や経験が盛りだくさんだった。

転機となったのは、渡米2年目に始動した共同研究。マイクロ流体デバイスのなかで自動で化学合成するしくみづくりに挑戦した。「チームが取り組んでいたのは、がん検診で一般的なPET検査の実験でした。これは、がん細胞に蓄積されるブドウ糖に似た化合物を体内に投入することで、がん細胞の所在がひとめで確認できる検査です。化合物から放出される放射線が標識となるのですが、合成時に人の手で放射線を扱うのはとても危険なので、マイクロ流路のなかで自動的に合成させる必要があった

のです」。

そうして合成した化合物が細胞内に取り込まれるかを検証するには、工学と生物学への深い理解が不可欠。細胞の扱いもマイクロ流路の設計も、高いクオリティを実現できる自信があった亀井准教授はこれまでの経験のすべてをこの一点に注ぎ込んだ。「当時は研究で一定の成果を出そうとやっつきでしたが、いま振り返ると、この研究との出会いがとても大きかった。それ以降、マイクロ流体デバイスと細胞とを掛けあわせた研究に焦点をあてることになりました」。

「工学」とは、社会に貢献すること

2010年にアメリカから帰国してアイセムスの一員に。海外で習得した技術を応用し、2012年から挑み始めたボディ・オン・チップの研究成果を2017年に発表。

小さなチップ上に複数の組織をマイクロ流路で接続し、世界で初めて組織間の相互作用が確認できるデバイスを開発した。どんな組織にでもなれるiPS細胞の特徴と、小さいものを高精度で加工できるマイクロ・ナノ工学とを組み合わせれば、より生体に近いモデルを作れるのではないかと。試行錯誤の先にたどり着いた渾身の作だ。

現時点のデバイスは、体の複雑な血管網をも再現できるクオリティの高さだが、完成形ではない。亀井准教授が見据える頂は、まだまだ先にある。体内の環境により近いモデルを創造するべく、極小チップのなかにセンサーや電極を組み

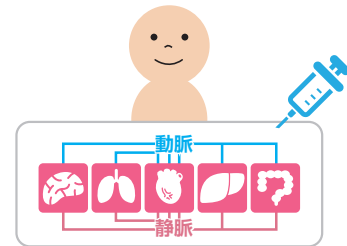
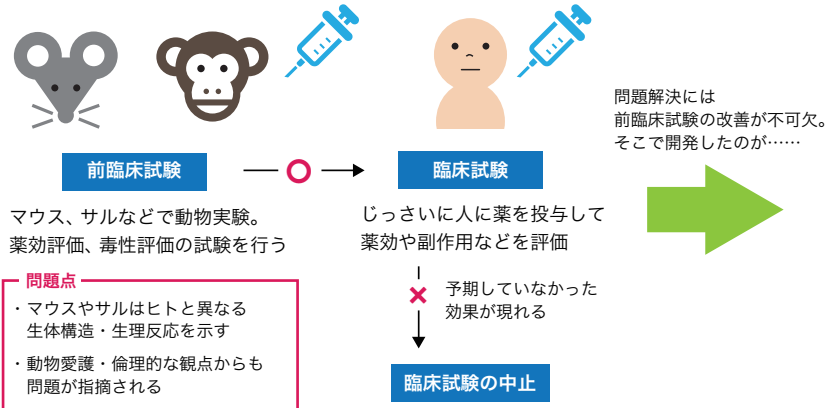


研究と同じくらい、家族との時間もだいじ。休日は一人娘と旅行に出かけ、研究への英気を養う

入れた改良版の開発をゆっくりと、着実に進めている。

ものづくりをとおして社会の役に立つ。そのモチベーションの高さを自負する亀井准教授。あらゆる異分野に興味をもち、それを自分の研究に取り入れる姿勢をだいにするが、「あくまでも工学の研究者」だと言いきる。「学生時代に『新しいものをつくって社会貢献をする。そこまですが工学だ』という言葉聞き、とても感銘を受けました。それが私の研究ポリシーになっています。気をつけているのは、「工学のための工学」に陥らないこと。その分野だけで活用され、ほかの分野に応用できないものには魅力を感じません。最終地点を『社会に貢献すること』に置いたうえで、研究のプロセスを踏むことが『工学』という意味なのだと思います」。

ボディ・オン・チップ (Body on a Chip) 開発の背景



ボディ・オン・チップ

同一人物に由来する組織・循環器をチップのなかに搭載できる
→体外でヒトの細胞を使って臨床試験ができれば、薬剤開発もスムーズに進み、動物も救えるはず



サンディエゴ動物園の白サイと。京都大学野生動物研究センターと連携し、シマウマ、イヌワシなどの絶滅危惧種の研究にも取り組んでいる

アイセムスの一翼

パブリックエンゲージメントユニット 特定助教
科学コミュニケーター／イラストレーター

高宮泉水（高宮ミンディ）さん

仕事内容

科学にまつわるさまざまなイラストやアート作品を創作しながら、
日本語と英語での国際的な広報コミュニケーションを行っています。たとえば ...

みなさんの手元に届ける

広報誌、PR グッズ等の企画・制作

- ・本誌、概要パンフレット
- ・研究内容をモチーフにしたクリアフォルダ、ハンカチ など

ウェブサイトや SNS で発信

- ・イラスト、写真、映像等の企画・コンテンツ制作
- ・ニュースの発信やフォローとのコミュニケーション



報道を通して伝える

- ・プレスリリース（研究成果をまとめた国内外の報道向けニュース文書）の作成・発信
- ・報道機関向けの対応や企画

直接的なコミュニケーション

- ・高校生や一般向けのラボツアーなどの企画
- ・国内外の研究者への拠点紹介

多くの人に親しみやすい言葉とビジュアルを

いまでこそサイエンス畑で研究内容を伝える側ですが、私は文系出身です。着任当初は、これまで自分が見てきた世界との表現の違いにとまどいました。理系の専門用語や、3D グラフィックの細胞ポスター。自然科学の専門家にとって当たり前の表現は、素人の私にとっては難解であると同時に、縁遠さを感じるものでした。

私たちが伝えたい情報の受け手は、理系の方ばかりではありません。研究成果を伝えるプレスリリースは、専門外の方にも理解しやすい文章で伝えることが大事です。科学に

なじみがない人にも、その重要性やアイセムスの研究者たちの情熱を伝えたい。「科学は近寄りたがたい」という感覚を知っている私だからこそ、受け手の視点に寄り添った表現ができるはず。そう考えて、手書きのイラストで研究成果をわかりやすく紹介しはじめました。

アートの広がり、 「通訳者」としての使命

プレスリリースに掲載しているイラストは、国内外からポジティブな反響を得ています。いま、活動はさらに発展し、作品の展示会や研究に関連するグッズの制作など、ビジュアルからアイセムスの研究に興味

アイセムスの研究者が取り組む「基礎研究」は、人間の視力では確認できないほどの小さな世界で展開される。その深遠な魅力と研究の意義をアピールするには、複雑な情報をわかりやすく、心に届きやすい表現にすることが求められる。「私たちの広報活動にはクリエイティビティが不可欠です」。意欲的に語るのは、パブリックエンゲージメントユニットの高宮泉水さん。アイセムスの魅力や研究内容を、文章やイラストを通して日々発信し続けている

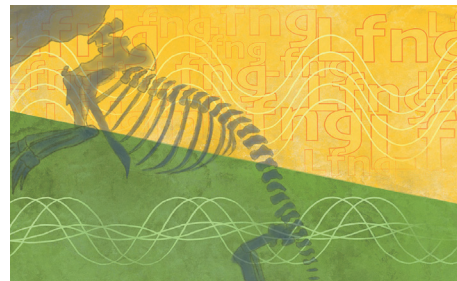
iCeMSの動き

研究成果

体節形成には適切なシグナル伝達の遅れが大切 細胞どうして遺伝子発現のタイミングをそろえるしくみ

影山龍一郎連携主任研究者の研究グループは、マウスの体節が形成される際にみられる細胞間で同期した遺伝子発現量の振動を生じさせるには、細胞間シグナル伝達時間の「適切な遅れ」が重要な役割を果たすことを明らかにしました。

本研究では、新規の黄色蛍光タンパク質 Achilles を用いたマウス胚のライブイメージングにより、Hes7 遺伝子の発現量を1細胞レベルで計測し、個々の細胞での振動の様子の可視化に成功しました。この系を用いて、糖転移酵素の一種である Lunatic fringe 遺伝子が、細胞間のシグナルの伝達に適切な遅れを生み出し、これが同期を促進することを明らかにしました。この成果は、先天性脊柱側弯症などの遺伝疾患の発生メカニズムや、ホタルの集団発光やメトロノームの同期現象などといった自然界に普遍的にみられるリズム現象の同期メカニズムの理解につながると期待されます。



脊椎動物の背骨などにみられる節目構造を作るために重要な、細胞どうしの同期リズムを司るメカニズムの一端を解明。（イラスト：高宮ミンディ）

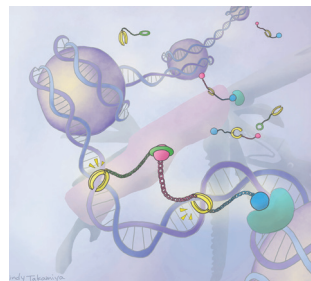
Kumiko Yoshioka-Kobayashi, Marina Matsumiya, Yusuke Niino, Akihiro Isomura, Hiroshi Kori, Atsushi Miyawaki & Ryoichiro Kageyama (2020). Coupling delay controls synchronized oscillation in the segmentation clock. *Nature*

進化する遺伝子治療 遺伝子のスイッチを切り替えられる可能性を秘めた化合物

ガネシュ・バンディアン・ナマシバヤム講師らの研究グループは、特定のDNA 配列に結合する分子に、遺伝子改変分子を結合して機能をもたせることのできる化合物（ePIP-Hogu）を合成しました。

研究グループは、スイッチのように遺伝子情報の発現のオン・オフを切り替えられる薬剤をピロール-イミダゾールボリアミド（PIP）と結合することで、狙ったDNA 配列に薬剤を運ぶことを目指していました。その手法の一つとして、DNA と強力に結合し特定の遺伝子を標的として、その遺伝子をオン・オフに切り替えさせることができる、ホスト-ゲスト複合体（HoGu）を PIP に組み合わせる方法を開発しています（PIP-HoGu）。今回開発した ePIP-Hogu は、主に DNA 結合のための PIP、繋ぎの分子、エピジェネティック調節分子の3つで構成されています。生物の研究や治療分野に応用されることが期待されます。

Zutao Yu, Mengting Ai, Soumen K. Samanta, Fumitaka Hashiya, Junichi Taniguchi, Sefan Asamitsu, Shuji Ikeda, Kaori Hashiya, Toshikazu Bando, Ganesh N. Pandian, Lyle Isaacs, and Hiroshi Sugiyama (2020) A synthetic transcription factor pair mimic for precise recruitment of an epigenetic modifier to the targeted DNA locus. *Chemical Communications*

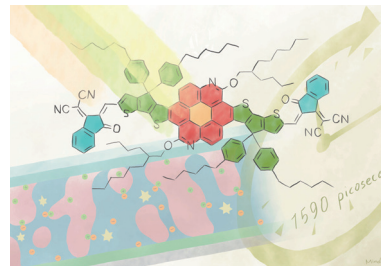


化学のアーミーナイフのごとく、新規DNA 結合分子が複数のツールをまとめて1つの合成プラットフォームに。（イラスト：高宮ミンディ）

有機薄膜太陽電池をより高効率により簡便に 新しい電子受容性材料の設計指針

今堀博連携主任研究者らの研究グループは、薄膜化した際に励起状態が長寿命化する電子受容性材料の開発に成功しました。さらに、その材料を用いた有機薄膜太陽電池は、10%程度の高いエネルギー変換効率を実現しました。

従来の有機薄膜太陽電池では、発電層において電子受容性材料と電子供与性材料をナノメートルレベルで混合する必要があります。しかし、ナノレベルの混合を再現性よく実施することは、技術的に難しく、実用化を阻む障害の一つとなっていました。今回、開発した電子受容材料のように励起状態が長寿命化すれば、原理上ナノレベルの混合をする必要がなくなります。有機薄膜太陽電池の実用化に向けた大きな一歩となることが期待されます。

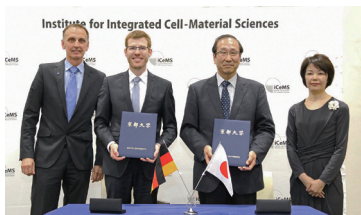


今回開発された電子受容性材料 TACIC は、これまでの材料に比べ、約50倍も励起状態を長く保つことができる。（イラスト：高宮ミンディ）

Tomokazu Umeyama, Kensho Igarashi, Daiki Sasada, Yasunari Tamai, Keiichi Ishida, Tomoyuki Koganezawa, Shunsuke Ohtani, Kazuo Tanaka, Hideo Ohkita and Hiroshi Imahori (2020) Efficient light-harvesting, energy migration, and charge transfer by nanographene-based nonfullerene small-molecule acceptors exhibiting unusually long excited-state lifetime in the film state. *Chemical Science*

ツァイス・アイセムス イノベーションコア開所記念式典を開催

アイセムスはカルツァイス マイクロスコピー 社とともに、共同技術開発拠点「ツァイス・アイセムス イノベーションコア」を設立し、2019年10月28日に開所記念シンポジウムおよび調印記念式典を開催。同拠点では、開発途上の顕微鏡機器を用いて研究し、同時に機器の性能評価を行うことで、世界最先端の生細胞イメージング技術を開発します。参加者らは、イメージング技術と生命科学の今後の発展について、意見交換を行いました。



iCeMSキャラバンを中国瀋陽の高校で開催

1月9日に、アクティブラーニング型の体験授業「iCeMS キャラバン」を、中国瀋陽市の東北育才学校で行いました。日本から沖縄県立球陽高等学校と京都学園高等学校の学生も加わり、計34名の高校生らが一緒に受講しました。学生らは終始、積極的に意見を交わしながら発表の準備を進め、発表が終わると安堵の笑顔がこぼれました。学生からは「中国という国のイメージがとても変わった」、「一年後に京都大学に入学し、物理学を学びたい」など、さまざまな感想が寄せられました。



栄誉

- 北川進拠点長が高被引用論文著者に選出 (2019/11/20)
- 北川進拠点長が日本学士院会員に選出 (12/12)
- 杉村薫特定拠点准教授が第12回京都大学たちばな賞を受賞 (2020/2/4)

活動

- プレスの方との懇談会を開催 (2019/9/19)
- アブドラ王立科学技術大学と学術交流協定を締結 (10/23)

- ウィーン大学一行がアイセムスを訪問 (10/24-25)
- アイセムス サイエンスフェスティバルを開催 (11/8)
- アイセムス キャラバンを北海道北見北斗高校で開催 (11/30)
- NCKU-iCeMS-ASHBiジョイントミーティングを開催 (12/16)
- 台湾中央研究院と学術交流協定を結び、シンポジウムを開催 (12/18)
- 金沢大学NanoLSIとのジョイントシンポジウムを開催 (2020/1/23-24)
- ナレッジキャピタル超学校「インクを使わず亀裂で印刷」を開催 (2/1)

iCeMS基金へのご支援のお願い

iCeMS (アイセムス) では、国内外から集まった研究者たちが昼夜を問わず研究に打ち込んでいます。研究の成果は応用研究につながり、不治の病に苦しむ人の命を救ったり、100年後の地球環境の改善に役立ったりするかもしれません。いっぽうで、すぐには人びとに理解されず「価値のないもの」と見なされるかもしれません。私たちの挑戦の先に広がる景色は、まったく予想ができません。しかし、科学を着実に進歩させる研究だと確信しています。

世界としての道を拓く分野で、iCeMSの研究者たちが歩みを止めずに活動をするには、安定した財政基盤の構築が不可欠です。iCeMSの活動と精神を何卒ご理解いただき、iCeMS基金を通してご支援を賜りますようお願い申し上げます。

お問い合わせ先

京都大学アイセムス 研究支援部門

Tel : 075-753-9749 メール : innovpe@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp

WEB フォーム : u.kyoto-u.jp/form



編集後記

今号の特集は、拠点の設立時からの代表的な研究分野の一つ、「幹細胞」がテーマです。長谷川光一講師が案内人となり、幹細胞のもつ深い謎を解きあかすアイセムスの基礎研究が、応用研究へとつながる事例をご紹介します。「フロントランナーのまなざし」では、亀井謙一郎准教授が登場。薬剤開発の貢献だけでなく、絶滅危惧種の動物をも救う可能性を秘めたボディ・オン・チップを開発されました。社会に貢献する工学に打ち込む姿に注目です。最後に、基礎研究をわかりやすく紹介する広報に奮闘する、高宮泉水助教が「アイセムスの一翼」に登場します。ポップなイラストの描写、グッズ制作など、精力的に研究成果を発信する姿は、春のつむじ風のような。今後、どんな作品が生まれるのか、ワクワクします。

(遠山真理)