

かずさDNA研究所

公益財団法人かずさDNA研究所
〒292-0818 千葉県木更津市かずさ鎌足2-6-7
TEL : 0438-52-3930 FAX : 0438-52-3931
<https://www.kazusa.or.jp/>
E-mail : kdri-kouhou@kazusa.or.jp



かずさDNA研究所ニュースレター 第93号

発行日／令和7年10月15日(年4回発行)

企画・編集／公益財団法人かずさDNA研究所広報・教育支援グループ

ニュースレターは以下のサイトからご覧いただけます。

<https://www.kazusa.or.jp/newsletter/>

[配信登録：ニュースレターの発行をメールでお知らせします。]



公益財団法人
かずさDNA研究所

ニュースレター

vol. **93**

Oct.2025

特集

ゲノム編集技術の医療への活用



ニュースレター

vol. 93

Oct.2025



もくじ

所長のつぶやき	1
活動報告／アサガオの色と形の変化を調べてみよう！	2
千葉県立袖ヶ浦高等学校と教育協定を締結	

特集 ゲノム編集技術の医療への活用 3

研究所で働くヒトたち	5
------------	---

- ・ゲノム事業推進部遺伝子構造解析グループ
山川 央 研究員
- ・ゲノム事業推進部遺伝子診断グループ
高澤 昌樹 主任技術専門員

研究成果PICK UP

- ・1型インターフェロノパチーの早期診断法の開発… 7
- ・トマトの雄性不稔を回復させる遺伝子座を特定… 7
- ・ホップの性決定システムの解明に成功 …… 8
- ・インゲンマメの亜鉛含量を制御する遺伝子座を同定
…………… 8

世界おもしろ研究	9
----------	---

研究者よもやま話	10
----------	----

岡田 清孝 京都大学 名誉教授

今年の夏も暑い日が続きました。気象庁によれば、日本の年平均気温は100年あたり1.4℃のペースで上昇しているそうです。私が子供の頃(60年前)を思い出すと、体感的にはそれ以上のペースで暑くなっているように感じます。

生物は、その誕生以来地球環境の変化によって絶滅と繁栄を繰り返してきました。通常この変化はとてもゆっくりで、たとえば氷期と間氷期(暖期)のサイクルは数万年～10万年とされています。しかし、1700年代後半の産業革命以降、温暖化は急激に進み、生物が絶滅するペースも速まっています。そして、多くの科学者は、その原因が人類の繁栄とその経済活動にあると考えています。

このところの急激な気候の変動を目の当たりにすると、ゆっくりと進むはずの環境変化とそれに伴う生物の絶滅や進化を、10倍速の早送り体験しているような気分になります。私たち人類は所詮地球上に棲息する生物の一種に過ぎず、自分たちが加速したであろうこの大きな変化から逃れることは難しそうです。

所長のつぶやき



所長
田畑 哲之



活動報告

「アサガオの色と形の変化を調べてみよう!」実験教室の開催

かずさDNA研究所では、夏休みにあわせて「アサガオ」をテーマにした科学イベントを開催しました。夏の花として親しまれているアサガオは、小学校の夏休みの宿題でも観察日記などによく登場する身近な植物です。今回取り上げたのは、花や葉の形や色が多様にあらわれる「変化アサガオ」。江戸時代から観賞用として楽しまれてきたこの植物は、かずさDNA研究所でゲノム解析が行われており、その多彩な姿のしくみを探る手がかりとされています。

7月26日にはイオンモール木更津で、かずさDNA研究所の白澤健太室長と東京大学の藤井壮太教授が、変化アサガオの特徴や花の構造、受粉の仕組みなどをわかりやすく紹介しました。その後、受粉のときに花粉管が伸びていく様子を観察する実験や、花びらを使った「色水実験」、人気のDNA型キーホルダー作りを行

い、166名の参加者でにぎわいました。翌27日には木更津市郷土博物館「金のすず」でも同様のプログラムを実施し、43名が参加。金のすずでは毎年、たくさんの変化アサガオが展示されており、地域の人々にとっても夏の風物詩となっています。参加者は、普段は見ることのできない花の中の構造を顕微鏡で観察したり、色水実験や工作を通して科学の不思議に触れたりしながら、夏のひとときを楽しみました。

かずさDNA研究所は、このようなアウトリーチ活動を通して“研究成果を社会に伝える”ことを大切にしています。「体験を通して楽しくDNAについて学ぶ」をテーマに、親子・地域のみなさんが参加できるイベントを今後も多数企画していく予定です。自然の不思議を一緒に探求する楽しさを、是非体験してください！



その他の広報活動報告は研究所 HP お知らせ内「アウトリーチ活動」をご覧ください



千葉県立袖ヶ浦高等学校と教育協定を締結

かずさDNA研究所は、2025年9月12日に千葉県庁で千葉県立袖ヶ浦高等学校と「教育連携協定」を締結しました。

袖ヶ浦高校では令和6年度から情報コミュニケーション科に「先進ITコース」を設け、大学や企業と連携した教育を進めていますが、今回の協定により新たにバイオインフォマティクス(生命科学と情報科学を融合した分野)を学ぶ機会が広がります。研究所の専門家による講義や遺伝子解析の実習、所内施

設の見学などを通して、生徒たちは最先端の科学に触れることができます。これまで出前講座や所内実習を通じて培ってきた教育支援をさらに発展させ、高校生がバイオとITの両面から科学的な問題解決力を養うことを目指しています。

地域の研究機関と学校が手を携えるこの取り組みは、次世代を担う人材育成に大きく寄与することが期待されます。



特集 ゲノム編集技術の医療への活用

2025年5月15日、米国フィラデルフィア小児病院から世界を驚かせるニュースが発表されました。「世界初の個別化遺伝子編集治療により、赤ちゃんの命が救われた」という内容です。

治療を受けたのは、生後間もない赤ちゃん「KJ」くん。彼はCPS1遺伝子に異常があり、体内のアンモニアを尿素に変える酵素が作れない状態でした。アンモニアが蓄積すると、脳や肝臓に深刻な障害を引き起こし、命に関わる危険があります。通常は肝臓移植が必要ですが、KJくんはまだ小さすぎて手術ができません。そこで選ばれたのが、点滴によるゲノム編集治療*、「壊れた遺伝子を正しい配列に置き換える処置」が3回にわたり実施されました。その結果、KJくんは生後9か月半を迎え、元気に成長していると報告されています。

この特集では、こうした最先端のゲノム編集技術が医療にどう活用されているのかを、わかりやすく紹介します。

① ゲノム編集ってなに？

ゲノム編集とは、DNAの中の特定の「文字列（遺伝情報）」を狙って書き換えることで、病気の原因を除去したり、細胞の働きを調整したりする技術です。生物が本来持っている遺伝情報を直接修正するため、外来遺伝子を導入する「遺伝子組換え」とは異なります。

代表的なゲノム編集技術には以下の3つがあり、それぞれに特徴と利点・課題があります。（詳細は表1参照）

・ZFN（ジンクフィンガーヌクレアーゼ） ・TALEN（ターレン） ・CRISPR/Cas9（クリスパー・キャスナイン）

表1：代表的なゲノム編集技術

技術名、開発年	特徴	利点	課題
ZFN（ジンクフィンガー・ヌクレアーゼ）、2005年	特別なタンパク質がDNAの特定の場所を認識して切る。最も古くから使われている。	精度が高い	設計が難しく、柔軟性が低い
TALEN（ターレン）、2011年	DNAの文字を一つずつ認識できるため、より正確な編集が可能。ZFNの改良版。	高い特異性と安定性	作るのに時間とコストがかかる
CRISPR/Cas9（クリスパー・キャスナイン）、2012年	ガイドRNAが目的のDNAを案内し、そこを切って編集。2020年にノーベル賞を受賞した最新技術。	設計が簡単、応用範囲が広い	オフターゲット（間違えて切る）リスクがある

② 医療以外の応用例

ゲノム編集技術は医療だけでなく、農業や畜産分野でも活用されています。例えば：

・雌しか生まれないニワトリ（養鶏効率の向上） ・角のないホルスタイン（牛同士のケガ防止） ・感染症に強い豚（疾病リスクの低減） ・花粉を出さないスギ（花粉症対策）

さらに食品分野では、日本国内でも以下のような商品が登場しています（※外来遺伝子を残さないため、遺伝子組換え食品とは区別される）：

・肉厚で食べられる部分が多い「マダイ」 ・リラックス効果があるGABA成分が豊富な「トマト」 ・成長が早い「トラフグ」

この数十年のゲノム科学の進展に伴い多くの遺伝子の働きが解明され、アイデア次第で生物の多様な改良が可能な時代になっています。

③ 医療応用：代表的な疾患と治療事例

近年、CRISPR/Cas9などのゲノム編集技術が医療分野で急速に進展し、難治性の遺伝性疾患に対する新たな治療法として注目されています。以下に代表的な応用例を紹介します（詳細は表2参照）。

① HIV感染症

エイズの原因となるHIVは免疫細胞に感染し、免疫力を低下させるウイルスです。治療では、患者のT細胞からCCR5遺伝子をゲノム編集で破壊し、ウイルスの侵入を防ぎます。編集細胞を体内に戻すことで、症状が消失し、薬の服用が不要になった例も報告されています。

② βサラセミア、鎌状赤血球症

両疾患ともヘモグロビンがうまく作れず、重度の場合は輸血が必要な疾患です。BCL11A遺伝子を編集し、胎児型ヘモグロビン（HbF）を再活性化することで酸素運搬能力を補います。2023年には米国と英国で治療薬「CTX001（Casgevy）」が承認されました。

③ レーバー先天性黒内障10型

CEP290遺伝子の変異により視細胞が働かなくなり、幼少期から重度の視力障害を引き起こします。CRISPRを用いた治療薬「EDIT-101」で異常部分を修正し、視力の改善が確認されましたが、開発中止となりました。

④ トランスサイレチンアミロイドーシス

異常なTTRタンパク質が心臓や神経に蓄積し、臓器障害を引き起こす進行性疾患です。CRISPRを使ってTTR遺伝子をノックアウトする治療薬「NTLA-2001」が開発され、1回の注射で血中TTR濃度が約90%減少。

⑤ 家族性高コレステロール血症

遺伝的にLDLコレステロール値が高く、若年で動脈硬化を起こすリスクがある疾患です。肝臓のLDL受容体遺伝子を編集することで、LDL値を大幅に低下させることが可能となり、動物実験で成果が出ています。

⑥ デュシェンヌ型筋ジストロフィー

筋肉の維持に必要なジストロフィンが作れないことで筋力が低下する難病です。CRISPR技術で異常なエクソンを「スキップ」し、部分的に機能するタンパク質を生成。動物実験で筋力改善が確認され、ヒトへの応用が期待されています。

⑦ 血友病

血液凝固因子のうちVIII因子、IX因子の欠損ないし活性低下により出血が止まりにくくなる遺伝性の病気です。ゲノム編集で異常遺伝子を修復する研究が進行中で、前臨床段階ながら将来的な根治療法として注目されています。

表2：代表的な疾患と臨床試験の治療事例

疾患名	開発機関・企業	臨床応用の時期	編集方法
HIV 感染症	City of Hope Medical Center / Sangamo Therapeutics / Excision BioTherapeutics など	2016年（論文発表）、2016年（臨床試験）、2022年（臨床試験）	NCT02500849 NCT05144386
βサラセミア、鎌状赤血球症	Vertex Pharmaceuticals / CRISPR Therapeutics など	2018年（臨床試験）、2021年（論文発表）、2023年・2024年（米国・英国承認）	NCT03655678 NCT03745287
レーバー先天性黒内障 10 型	Editas Medicine / Casey Eye Institute など	2019年（臨床試験）、2024年（論文発表/開発中止）	NCT03872479
トランスサイレチンアミロイドーシス	Intellia Therapeutics など	2020年（臨床試験）、2021年（論文発表）	NCT04601051
家族性高コレステロール血症	Verve Therapeutics など	2022年/2024年（臨床試験）	NCT05398029 NCT06164730
デュシェンヌ型筋ジストロフィー	Exonics Therapeutics / Sarepta Therapeutics / Cure Rare Disease など	2016年（マウス）、2018年（イヌ）、2022年（臨床試験）	NCT05514249
血友病	Regeneron Pharmaceuticals / Intellia Therapeutics など	2019年（マウス）、2024年（臨床試験）	NCT06379789

これらの事例は、従来の治療法では困難だった遺伝性疾患に対して、ゲノム編集が根本的な解決策を提供できる可能性を示しています。また、2025年1月時点で、ゲノム編集を用いた遺伝子治療で臨床開発段階にあるものは150を超えます。今後の技術進展により、さらに多くの疾患への応用が期待されています。

④ 受精卵へのゲノム編集と倫理的課題

現在、ゲノム編集技術は主に体の一部の細胞に対する遺伝子治療に使われており、大きな倫理的問題とはされていません。しかし、受精卵に対してゲノム編集を行う場合は状況が異なります。その編集は、将来のすべての細胞に影響を及ぼし、卵子や精子などの生殖細胞にも変異が伝わるため、次世代以降に遺伝的変化が受け継がれる可能性があります。世界では受精卵を用いたゲノム編集の安全性や有効性を検証する研究が進められています。将来的には遺伝性疾患の根本的な治療法として期待される一方で、どのような疾患に対して適用すべきかという基準の明確化が求められています。

一方で、SF映画に登場する「デザイナーベビー」のように、親の希望で子どもの容姿や能力を遺伝子操作することは、倫理的に許されるべきではありません。ゲノム編集の影響が何世代にもわたってどう現れるかは、まだ誰にも分かっていないのです。こうした懸念を踏まえ、日本では2023年6月に「ゲノム医療推進法」が国会で成立しました。この法律は、遺伝的な違いによる差別を防ぎ、誰もが安心して医療を受けられる社会の実現を目指すものです。

ヒト受精卵へのゲノム編集を医療にどう活かすかは、科学技術だけでなく、倫理・社会・法制度の観点からも慎重な議論が必要です。この革新的な技術を人類の幸福にどうつなげるか——私たちの知恵が問われています。



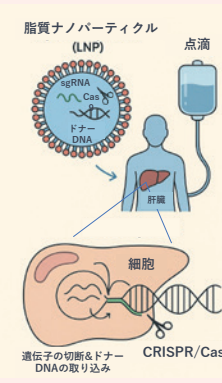
Key word 解説

*** 点滴によるゲノム編集治療**

この図は、点滴によるゲノム編集治療のしくみを示しています。（脂質ナノパーティクル（LNP）の中には、遺伝子を切るハサミの役割をするCas9の設計図（mRNA）、狙う場所を案内するガイドRNA（sgRNA）、そして必要に応じて修復の材料となるドナーDNA（正常な遺伝子）が入っています。

点滴で体に入ったLNPIは血液を通過して主に肝臓に届き、肝細胞の中に取り込まれます。細胞内でCas9が作られ、ガイドRNAが標的の遺伝子を探して結合し、Cas9がその場所を切断します。その

後、細胞が持つ修復の仕組みを利用してドナーDNAを取り込み、壊れた遺伝子を修正したり、新しい配列に置き換えたりすることができます。この方法によって、病気の原因となる遺伝子変異を根本的に治療する可能性があります。



脂質ナノパーティクル（LNP）
sgRNA
Cas9
ドナーDNA
点滴
肝臓
細胞
遺伝子の切断とドナーDNAの取り込み
CRISPR/Cas9



ゲノム事業推進部
遺伝子構造解析グループ
山川 央
研究員

研究所で

働くヒトたち

読書とピアノに育まれた探究心

私は子どものころ、学校の図書室にある本を全て読んでしまうほど読書に夢中でした。理科の図鑑からノンフィクション、伝記、文学作品まで幅広いジャンルに触れ、時間を忘れてページをめくったことを覚えています。幼い頃から習い始めたピアノも、生活の中で大切な存在でした。また、父が電気工学系の仕事をしていたことから、機械を分解して仕組みに触れる機会もあり、探究心を育む土台になったと思います。進学先の学校は「自分で選び、自分で責任を負う」という考え方を重んじており、その自由な校風が自分に合い、自ら考えて動く姿勢が自然と身につけていきました。

物理学から遺伝子研究へー研究所での第一歩

大学では物理学を専攻し、生物物理の研究室に所属しました。そこでは、電子顕微鏡を用いてタンパク質の立体構造を解析する研究に取り組みました。構造を理解するために遺伝子操作の手法を応用する、という大型プロジェクトに携わり、タンパク質工学の作業を覚えるうちに、遺伝子そのものの研究にも強く惹かれるようになりました。ちょうどその時期にかずさDNA研究所の募集があり、指導教員の勧めもあって応募し、研究所でのキャリアが始まりました。入所後はまず、当時主流だったゲル電気泳動式シークエンサーで課題となっていた「ストップ」や「バンドコンプレクション」と呼ばれる配列解析の不具合に取り組みました。異常を起こす配列を集めて検証し、塩基アナログを使って構造を壊すことで読み取りを改善し、その成果を論文として発表しました。

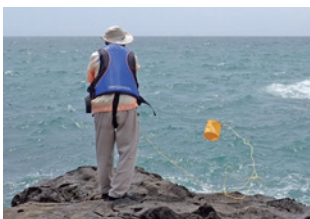
環境DNAと受託解析、社会につながる研究

その後、かずさで発見された新規遺伝子の解析や、

遺伝子クローンのコレクション整備などを進めてきましたが、現在の研究の柱となっているのは環境DNAです。水や土などの環境中に含まれるごく微量のDNAから、そこにどんな生物が存在しているのかを明らかにできる技術です。かずさDNA研究所は全国的な生物多様性観測ネットワーク「ANEMONE(All Nippon eDNA Monitoring Network)」にも参加しています。ANEMONEでは、日本周辺の海に生息する魚類を環境DNAで調べ、得られた結果を「ANEMONE DB」を通じて公開しています。登録すれば誰でもフリーに魚の分布が見られるため、研究者だけでなく一般の人々にも役立つ情報になっています。また、小学生と川で水採取し、環境DNAで検出された魚種を調べたあとに、実際に釣りをして比べる授業を行ったこともあります。実験と体験を組み合わせることで、子どもたちが「DNA」という言葉を身近に感じられるのは大きな魅力だと思います。さらに、抗体可変領域の一次構造を明らかにする仕事や、一万数千に及ぶ遺伝子クローンを管理する仕事など、受託解析にも取り組んできました。研究と受託の両方を行き来しながら、日々の活動を積み重ねています。

鍵盤に向かう時間

趣味の中心は今もピアノです。大学・大学院時代にはサークル活動を通じて年4回の演奏会に9年間無欠席で出演し、毎回違う作曲家の曲を取り上げました。バロックから現代まで、日本人作曲家を含む幅広い作品に挑戦できたのは大きな経験でした。現在は研究に追われる日々で楽器に触れる時間はありませんが、少しずつ演奏の機会を増やそうとしていて、大学時代の仲間と開催する年末のコンサートにも出演を予定しています。音楽は、研究生活とは異なる形で心を整えてくれる大切な時間です。



海辺の岩場から採水して環境DNAを採取



子どもたちと一緒に学ぶ環境DNA



趣味のピアノ演奏を楽しむ姿



このコーナーでは、研究所で働いている研究員や技術専門員の皆さんに、どうしていまの仕事に就こうと考えたのか、普段どのようなことをしているのか、インタビューをしていきます。



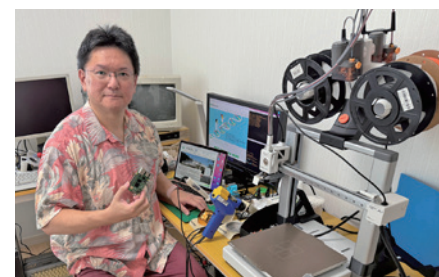
ゲノム事業推進部
遺伝子診断グループ
高澤 昌樹
主任技術専門員

コンピューターで研究を支える

現在はバイオインフォマティクスを中心に、研究所内の機器のメンテナンスや解析を担当しています。コンピューターに関することなら何でも楽しく、電子工作からプログラムまで幅広く取り組んできました。たとえば、多数のフリーザーの温度管理にはRaspberry Piという小型コンピューターと温度センサーを組み合わせ、リアルタイム監視やExcelへの自動保存まで可能にしました。解析機器が不安定だった時期には、画面をカメラで定期的に撮影してチャットに自動投稿し、遠隔で稼働状況を確認できる仕組みもつくりました。私にとって大切なのは「面白いからやる」という感覚です。夢中で工夫しているうちに仕事が進み、気づけば形になっている。その積み重ねが研究を支える力となり、自分のやりがいにもつながっています。

趣味の広がり、日常の彩り

研究所の外でも、好奇心の赴くままに趣味を楽しんでいます。自宅には昔のパソコンがいくつもあり、当時人気だった機種も並んでいます。動かすために足りない部品は、3Dプリンターで補うこともあります。なかでも研究所の仲間と結成した「カレー部」は大切な居場所です。昼休みに集まって自慢のカレーを食べ合い、そこから解析の相談やツール開発のアイデアが生まれることもありました。カレーを囲む時間が自然と研究の交流にもつながるのは、この研究所らしい面白さだと思います。もうひとつの趣味は写真で、かつてディズニーのパレードを撮影するために通い詰めた時期もありました。いまもカメラを手にとると夢中になり、レンズ越しにその場の空気を切り取る感覚が大きな楽しみです。好きなことを大切にできた時間が、研究と日々の暮らしの両方を支えていると感じています。



自宅の作業部屋に並ぶパソコンと3Dプリンター



仲間と楽しむ「カレー部」でのひととき



ベランダで育てているカレーリーフ

1型インターフェロノパチーの早期診断法の開発 ～京都大学との共同研究～

ウイルス感染から体を守るために作られる「1型インターフェロン(1型IFN)」ですが、これが必要以上に作られることが原因と考えられる遺伝性疾患の中に「1型インターフェロノパチー」があります。この病気は、生後まもなくから発熱・皮疹・関節痛といった周期的な炎症症状が現れるのが特徴です。近年、さまざまな遺伝性免疫疾患で1型IFNの過剰産生が報告されており、早期の診断と治療が重要視されています。



今回、研究グループは、生まれた赤ちゃんから採取したごく少量の血液をろ紙にしみ込ませた「乾燥ろ紙血」を材料に、血液中に含まれる多数のタンパク質を一度に調べる方法(プロテオミクス解析)を用いて、1型IFNの過剰産生に関わるいくつかのタンパク質を指標とし、生後すぐに1型IFNの過剰産生を明らかにできることを世界で初めて報告しました。

さらに、1型インターフェロノパチー以外の様々な遺伝性疾患の患者さんの乾燥ろ紙血を用いて同様の解析を行った結果、慢性肉芽腫症において、生まれてすぐの時期からこの指標が上昇し、インターフェロンの過剰を示唆する結果が示されました。

この成果から、特定のタンパク質を指標として注目することで、これまで発症してからでないと気づけなかった遺伝性疾患を、生後すぐの未発症段階で診断できる可能性が示されました。

トマトの雄性不稔を回復させる遺伝子座を特定 ～筑波大学、国立遺伝学研究所、先進ゲノム支援との共同研究～

キャベツやダイコン、トマトなど多くの野菜は、一代雑種(F1)と呼ばれる品種が主流です。異なる系統を交配して得られるF1品種は、親の優れた性質を兼ね備え、同じ時期に高品質な収穫が可能のため、現代農業に欠かせません。トマトなどナス科作物では、F1種子を得るために自家受粉を防ぐ「除雄」という手作業が必要ですが、これは種苗会社にとって大きな負担でした。

近年、花粉を作らない性質(雄性不稔)に関わる遺伝子 *orf137* が特定され、これを導入することで除雄を省略できるようになりました。しかし、この方法では得られたF1個体も花粉を作れず、果実が実らないという問題がありました。一方、トマトの祖先種の中には雄性不稔を回復する遺伝子(*RF*遺伝子)を持つものが知られていましたが、その正確な位置は不明でした。

本研究では、既に解読された祖先種2種と新たに解読した1種のゲノムを用い、F1での雄性不稔を回復させる*RF*遺伝子座を解析しました。その結果、祖先種が複数の*RF*遺伝子座を持つことを突き止め、識別用のDNAマーカーを開発しました。

本研究の成果により、雄性不稔を利用した効率的なF1種子の生産と、果実が正常に実るF1個体の作出の両立が可能となり、トマトの品種改良に大きく貢献することが期待されます。



ホップの性決定システムの解明に成功 ～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、岡山大学、東京科学大学などとの共同研究～

ホップは、アサ科のつる植物で、ビール作りに欠かせない植物です。ビールに使われるホップの「毬花(まりばな)」という部分は、ビール独特の苦味と香りを与えるだけでなく、泡持ちを良くし、保存性を高める働きがあります。多くの植物の花は、1つの花の中におしべとめしべがある両性花で1本でも種子を作れますが、ホップは雄株と雌株に分かれていて、ビールには雌株のホップだけが使われます。

2014年、サントリーの研究チームは、雌のホップのゲノムを調べましたが、当時の解析技術による限界と、片方の性のみのゲノム情報では、ホップの性決定の詳細なメカニズムは解明されませんでした。本研究では、最新のゲノム解析技術を使用し、雌のホップと雄のホップそれぞれの染色体レベルのゲノム塩基配列を決定しました。さらに、ホップの近縁種である「カナムグラ」の雄のゲノムも解析しました。

その結果、エチレン受容体に類似した遺伝子が性決定に重要であることを見出しました。この遺伝子を発現すると雌の生殖器官の生長が増強されると同時に雄の生殖器官の生長が弱まり、逆に抑制すると雄の生殖器官が形成されることを確認しました。

この研究によって、ホップの性別を決めるしくみが明らかになりました。今後は、香りや育ちがよいホップの品種をもっと早く開発できるようになると期待されています。



インゲンマメの亜鉛含量を制御する遺伝子座を同定 ～新潟大学、農業・食品産業技術総合研究機構、ルワンダ農業家畜資源開発庁などとの共同研究～

インゲンマメは、世界で最も広く食べられているマメ科の作物です。原産地は中南米ですが、今では世界中で栽培されており、特にルワンダやその周辺の国々では、一人あたりの消費量が世界トップクラスとなっています。

健康のためには、亜鉛や鉄といった微量な栄養素が欠かせません。しかし、不足すると特に女性や子どもに貧血などの症状が出やすく、この問題は「隠れた飢餓」と呼ばれています。こうした課題を解決する方法のひとつが「生物学的栄養強化」と呼ばれる取り組みで、栄養価の高い作物を育てることで人々の栄養状態を改善するものです。

本研究では、192種類のインゲンマメを対象に、多くの系統のゲノム全体にわたる特定のDNA断片中の多型を抽出し、ある特徴に関わる遺伝子の場所を特定する手法(ddRAD-seqおよびゲノムワイド関連



解析)を用いて、亜鉛の含有量に関わる遺伝子を探しました。その結果、第11染色体の末端に重要な領域があることを突き止めました。さらに詳しく調べたところ、金属イオンの代謝に関わると考えられる2つの遺伝子が、この亜鉛の含有量を制御している可能性が高いことがわかりました。この成果は、亜鉛を多く含むインゲンマメを効率よく育種するための重要な基盤となり、将来の品種改良に大きく役立つと期待されています。

その他の研究成果は研究所お知らせ内「研究開発」をCHECK!



世界おもしろ研究

環境に対する遺伝的感受性で心や神経の発達が変わる？

同じ経験でも、人によって受け止め方が異なり、それが人生に影響を与えることがあります。では、こうした違いには、遺伝的な要因が関係しているのでしょうか。

国際的な研究グループは、21,000人以上の一卵性双生児を対象にした大規模な研究を通じて、人生経験への反応の違いやメンタルヘルスの特性に関係する遺伝的変異の特定を試みました。

一卵性双生児は遺伝的にほぼ同一であるため、性格や精神的な特徴の違いは、主にそれぞれが経験する環境によるものと考えられます。例えば、ある双子のペアが人間関係やトラウマなどの環境に対して敏感になる遺伝子を持っている場合、そうした遺伝子を持たないペアと比べて、環境感受性に違いが現れる可能性があります。今回の研究では、過去最大規模の一卵性双生児を対象としたゲノムワイド関連解析により、環境感受性に関連する遺伝的変異が発見されました。

さらに、うつ病に関連するストレス反応性の遺伝子、自閉症傾向に関連する成長因子関連遺伝子、精神病様症状に関連するカテコールアミン取り込み関連遺伝子など、13の有意な遺伝的関連(一塩基多型、遺伝子、遺伝子セット)が特定されています。

今後、遺伝子と環境の相互作用が神経発達や精神医学的特徴にどのように影響するかをさらに解明することで、個々に適した治療法の開発や、ストレスに敏感な人への支援など、新たな道が開かれるかもしれません。



2025年6月10日 Nature Human Behaviour

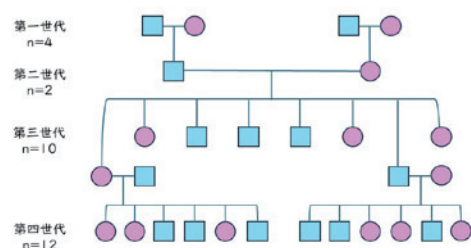
四世代のゲノム解析による世代間のゲノム変異

遺伝情報は親から子へ渡されますが、新たな突然変異は世代間でどのように発生して、後世にどのように受け継がれるのでしょうか？

米国の研究グループは、世代間で新たに発生した突然変異(デ・ノボ変異)のパターンを調べるために、曾祖母、祖父母、両親、子供の4世代を代表する28人の家族の染色体レベルのゲノム配列を高精度に解析して比較しました。この匿名の家族は30年以上前に遺伝学の研究に参加し始め、彼らのデータは研究に広く使われています。

本研究では、1世代につき98~206箇所の新しい変異が見つかり、従来の技術では解析が難しかった繰り返し配列などの領域にも多くの変異が含まれていることが判明しました。具体的には、一塩基の変異が74.5箇所、繰り返し配列の挿入・欠損や構造変異が65.3箇所、その他の領域での挿入・欠損が7.4箇所、セントロメア領域で4.4箇所、Y染色体上の変異が12.4箇所と推定されています。両親からのデ・ノボ変異には偏りがあり、変異の75-81%は父親由来でした。さらに、特定の染色体領域では、ほぼ毎世代で異常な変異が起こることも確認され、これまでの理解よりも複雑な変異パターンが存在することが示されました。

今後は、家族ごとに変異率が異なるかどうかを調べることで、病気のリスク予測やゲノム進化の理解につながる可能性があります。



2025年4月23日 Nature

よもやま話 研究者



ゲノム博士

地球は生命を育む宇宙で唯一の星なのか、外の惑星にも生命体がいるのか。これは誰もが一度は考えたことがある問いでしょう。未だ明確な答はありませんが、近年高性能の天体観測機器が運用され、宇宙物理学の理論が発展したことによって、この問題について多くの説が出されるようになりました。

生命科学の研究者と宇宙物理学の研究者が協力して、「宇宙生物学」という新たな研究分野も生まれました。現在主流となっている考え方は、生命体のいる天体は地球だけではない、というものです。私たちの知っている地球上の生物は、極めて精緻な構造と洗練された形を持ち、巧妙に動き、驚くような複雑で目的に合った行動を示しますが、その始まりである原始生命は、他の惑星でも生まれていると考えられています。ど

のような構造と働きを持つものを「原始生命」とするのか、その定義は固まっていないようですが、生命体の基本的な条件として考えられている、「自己複製能力」、および、「生体物質とエネルギーの取り込みと排出の平衡を保つ能力」を持つものとされています。

このような「原始生命」が生まれるためには、大気を持ち、液体の水が存在すること、エネルギーが常を得られること、などの条件が揃った惑星が必要で、そのような惑星が存在する確率は極めて小さいとされる一方、宇宙には 10^{22} 個程度と推定される恒星があるので、原始生命を育む惑星も多数あるはずだということです。このような膨大な数にかかわる確率を基とする議論に、私は感覚的に追いついていきませんが、科学的な議論として妥当な考え方だと思います。

しかし、その一方で、地球上に現存する生き物を観察すればするほど、「原始生命」が途絶えることなく、多様で「美しい」生物に進化し繁栄してきた理由の説明として、「自己複製能力」と「生体物質とエネルギーの平衡を保つ能力」を持つことで十分なのか、他にも重要な条件があるのではないかと考えてしまいます。地球上の生物は、全球凍結、洪水玄武岩の大規模噴火、巨大隕石の衝突など地球規模の天変地異によって大多数の種が絶滅しても、その後「直ちに」別の生物グループが爆発的に多様な種に分化して様々な環境に進出しました。現在では生物のいない環境はほぼないと言っても間違いではないでしょう。

このような「たくましさ」、環境変動に対応する「しなやかさ」と「したたかさ」は、地球上の生物が持つ大事な特徴だと思います。この能力がどのような仕組みに基づいているか、はっきりすれば面白いことでしょう。原始生命の定義にも影響を与えることと思います。このような見方は生物研究者の身贔屓かもしれません。みなさんはどのように思われますか。



PROFILE

京都大学 名誉教授

おかだ きよたか
岡田 清孝

略歴

専門分野は植物分子遺伝学。1979年京都大学にて理学博士を取得。東京大学理学部助手や基礎生物学研究所助教授などを経て、1995年より京都大学大学院理学研究科教授。2007年より基礎生物学研究所所長を務める。2014年より龍谷大学にて研究に携わり、現在はRyukoku Extension Center 顧問。日本植物学会学術賞(2009年)、日本植物生理学会賞(2010年)、日本植物学会賞大賞(2014年)や内藤記念科学振興賞(2018年)を受賞。

