

未来の医療をデザインする — 加納研究室へようこそ！

導入：細胞は、まるで一つの社会だ。

もし細胞を、エンジニアが回路を設計するようにデザインできたとしたら？ 病に侵された「細胞社会」を、その内側から修復できるとしたら？ 加納研究室では、それはSFではありません。私たちの日々の研究、その核心です。

私たちの体を構成する無数の細胞。その一つひとつは、単なる生命の部品ではありません。加納ふみ教授が「細胞の中は社会に比較することができる」と語るように、そこには高度に組織化された世界が広がっています。エネルギーを生み出す「工場」（ミトコンドリア）、不要物を分解する「ゴミ処理場」（リソソーム）、そして物質を運ぶ「物流システム」（小胞輸送）までが存在するのです。

私たちのミッションは、この複雑で精巧な「細胞社会」の仕組みを深く理解し、そのルールを解き明かすこと。そして、その先にあるのは、細胞を自在に「デザイン」し、病気で乱れた秩序を健康な状態に修正したり、全く新しい機能を持つ細胞を創り出したりすることです。

この壮大な挑戦を通じて、私たちは未来の医療の新しい扉を開こうとしています。

1. 加納研究室が拓く新領域：「細胞編集工学」とは？

「細胞を編集する」と聞くと、遺伝子を改変する技術を思い浮かべるかもしれません。しかし、私たちが提唱する**「細胞編集工学」**は、それとは一線を画す、全く新しい学問分野です。

これは、**「細胞の設計・編集とその評価プロセスを高速で循環させ、より良い細胞や細胞状態を創る戦略」**と定義されます。単一の遺伝子を操作するだけでなく、細胞全体の環境やタンパク質の振る舞いまで含めて、細胞を一つのシステムとして捉え、デザインし直すことを目指します。

この革新的なアプローチを実現するため、加納研究室では以下の2つの手法を組み合わせた「融合型研究」を強力に推進しています。私たちは、タンパク質が「どこに」いて、「誰と」一緒にいるのかが、タンパク質そのものと同じくらい重要だと考えています。この二つのアプローチで、細胞の「何を」創るかだけでなく、その内部の力学、つまり「どう働き」「どこで機能するか」まで、生命の全体像を捉えるのです。

- 細胞工学的実験：実際に細胞に触れ、操作し、その中身を入れ替えたり、特定の分子を導入したりすることで、新しい機能を持つ細胞を創り出すアプローチです。
- 生物情報学・数理解析：実験で得られた膨大な画像データや定量データを、最新のデータサイエンスを駆使して解析し、生命現象の背後にある普遍的な法則やネットワークを見つけ出すアプローチです。

では、具体的にどのような技術でこの「細胞のデザイン」を実現しているのでしょうか？ 私たちの研究室が誇る、世界をリードする2つのコア技術を紹介します。

2. 世界をリードする2つのコア技術

2.1. 細胞の中身を入れ替える魔法の技術：「リシール細胞技術」

もし細胞の中身を自由に入れ替えることができれば、生命科学の研究はどれほど進むでしょうか？ 「リシール細胞技術」は、そんな夢のような操作を可能にする、私たちのオリジナル技術です。

この技術の原理は、レンサ球菌が作り出す毒素を利用して、細胞膜に一時的にナノサイズの「穴」を開け、そこから様々な分子を細胞内に送り込み、その後、カルシウムの力で再び「穴を塞ぐ（リシールする）」というものです。これにより、細胞を生かしたまま、その内部環境を劇的に変化させることができます。

この技術によって、以下のようなことが可能になります。

- 様々な分子を細胞内に導入：通常は細胞膜を通過できないタンパク質や核酸はもちろん、人工的に合成された化合物なども自由に導入できます。これにより、薬の候補となる分子を生きた細胞の中で直接作用させ、その効果を精密に評価することが可能です。
- 「病態モデル細胞」の創出：この技術の最も画期的な応用の一つです。例えば、糖尿病モデル動物の組織から細胞の中身（細胞質）だけを取り出し、それを健康な培養細胞に導入することで、研究室にいながらにして「糖尿病状態の細胞」を再現できます。これにより、病気のメカニズム解明や新しい治療薬の開発が劇的に加速します。
- 培養・増殖が可能：最も驚くべき点は、リシール処理を終えた細胞が、その後も分裂・増殖できることです。これにより、導入した分子が遺伝子発現などに与える長期的な影響を追跡調査することができ、生命現象をより深く理解するための強力なツールとなります。

2.2. 細胞内の人間関係を可視化する：「共変動ネットワーク解析技術 (PLOM-CON)」

細胞の中では、無数のタンパク質が互いに情報をやり取りし、協力し合って生命活動を支えています。この複雑な関係性を解き明かすのが、もう一つのコア技術「共変動ネットワーク解析技術 (PLOM-CON)」です。

これは、まるで細胞内のタンパク質たちの「SNS」を覗き見るような技術です。薬剤などの外部からの刺激に対して、どのタンパク質が、いつ、どこで、どのように変化（量が増える、修飾される、場所が変わるなど）するのか。その「時間的な同調性」を捉え、タンパク質間の関係性を一つのネットワークとして可視化します。

この解析法は、従来の手法とは一線を画す強みを持っています。

比較項目 従来の多くの解析法 PLOM-CON解析法

情報源 細胞を破壊して得られるタンパク質 細胞の蛍光抗体染色「画像」

得られる情報 タンパク質の「量」が中心 タンパク質の**「量・質・局在」**の3つの情報を同時に取得

強み 大量のサンプルを網羅的に解析できる 細胞を生きた状態に近い形で、より多角的に理解できる

このPLOM-CON解析を駆使して、私たちは最近、がん治療の新しい戦略として注目される**「鉄依存性細胞死」を誘導する新規化合物の作用メカニズムを解明し、さらにがん細胞の死を促進する併用薬の候補を発見**するという大きな成果を挙げました。これは単なる学術的な演習ではありません。難治性がんに対する新しい化合物の作用メカニズムを精密に解き明かしたこの成果は、より効果的な併用療法開発への道を直接切り拓くものであり、現実世界における創薬エンジンとしての本技術の力を証明しています。

これらの強力な技術を駆使して、私たちは生命科学の根源的な問いから、未来の医療に直結する課題まで、幅広く挑戦しています。

3. 私たちが目指す未来：研究が社会に貢献するまで

私たちの研究は、実験室の中だけで完結するものではありません。基礎研究で得られた知見や開発した技術を、社会が抱える課題の解決に繋げることを強く意識しています。

- 創薬・細胞医薬への貢献：リシール細胞技術やPLOM-CON解析は、より効果が高く、副作用の少ない薬剤を開発するための強力なプラットフォームです。また、細胞そのものを「薬」として利用する「細胞医薬」という最先端分野において、私たちの細胞編集技術は、その基盤を支える重要な役割を担うことを目指しています。
- 難病のメカニズム解明：アルツハイマー病や糖尿病といった、多くの人々を苦しめる難病の根本原因は、まだ多くが謎に包まれています。私たちは、iPS細胞研究への応用や、独自に開発した病態モデル細胞を用

いることで、これまで見えなかった病気のメカニズムに光を当て、新たな治療戦略の種を見つけ出すことに挑戦しています。

- 産学連携の推進：基礎研究の成果を一日でも早く社会へ届けるため、私たちは企業や他大学との連携を積極的に行っています。富士フイルム、ニコン、FRONTEOといった日本を代表する企業や、東京大学などのアカデミアと共同研究を進めることで、分野の垣根を越えたイノベーションの創出を目指しています。

4. どんな人がいる？どんな人を求めている？

4.1. 研究室を率いる加納ふみ教授

加納研究室は、2016年に新設された比較的若い研究室です。立ち上げから研究室を率いてきた加納ふみ先生は、2024年4月に教授に就任しました。就任にあたり**「より独創的なサイエンスを進めるべく」**と語る言葉からは、常に新しい挑戦を続け、研究室を進化させようとする強い情熱が感じられます。

インタビューでは、細胞の世界の面白さを生き生きと語り、どんなに複雑なことでも身近な例えで分かりやすく説明してくれる姿が印象的です。研究室のメンバーである私たちにとって、この明快さこそが力になります。教授は、複雑な問題の核心にあるエレガントな問いをずっと取り出してみせる、そんな才能をお持ちです。これは、若手研究者にとって何物にも代えがたい指針となります。

4.2. 多様な仲間と落ち着いた研究環境

ここでは、生物学者だけでなく、情報科学者や工学系の研究者とも肩を並べて研究することになります。私たちはこの多様性を力にしています。なぜなら、最大のブレークスルーは異なる分野が交差する場所で生まれると知っているからです。ここは**「落ち着いた雰囲気の研究室」**であり、あなたが持つユニークな視点を持ち込み、安心して研究に打ち込める環境です。

私たちは、以下のような熱意ある学生を心から歓迎します。

- 生命科学分野の知識や技術を深く探求したい学生
- 情報科学、数理科学、システム工学、マテリアルサイエンスなど、異分野の知識やアイデアで生命科学の新しい扉を開きたい学生
- 「細胞をデザインする」という、まだ誰も見たことのない未来を創るコンセプトに、心を躍らせる探求心旺盛な学生

5. 加納研究室に興味を持ったあなたへ

この紹介を読んで、少しでも加納研究室の世界にワクワクしてくれたなら、ぜひ一度、私たちの研究室を訪ねてみてください。百聞は一見に如かず。最先端の研究が行われる現場の空気を肌で感じることで、きっと新しい発見があるはずです。

「研究室見学にはできるだけ対応します」ので、興味を持った方は気軽に連絡してください。

未来の医療は、細胞一つひとりのレベルで描かれています。もしあなたがその作者の一人になる覚悟があるなら、私たちはあなたを待っています。ぜひ連絡をください。一緒にその未来をデザインし始めましょう。

- 担当：加納 ふみ 教授
- キャンパス：東京科学大学 すずかけ台キャンパス S2棟6階609号室
- E-mail：kano.f.aa@m.titech.ac.jp
- 研究室サイト：<http://www.rcb.iir.titech.ac.jp/>